

**ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ  
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІ**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**

**ЖАС ҒАЛЫМДАР, МАГИСТРАНТТАР,  
СТУДЕНТТЕР МЕН МЕКТЕП ОҚУШЫЛАРЫНЫҢ  
«XXI СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫ» АТТЫ  
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ  
МАТЕРИАЛДАРЫ**

**МАТЕРИАЛЫ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ, МАГИСТРАНТОВ,  
СТУДЕНТОВ И ШКОЛЬНИКОВ  
«XXI САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ»**

**ТОМ 12**

**ПАВЛОДАР  
2021**

ӘОЖ 001  
КБЖ 72  
Ж66

**Редакция алқасының мүшелері:**

Муканов Р. Б., Ахметов К. К., Бегимтаев А. И., Бексеитов Т. К.,  
Кислов А. П., Колесников Ю. Ю.

**Жауапты хатшылар:**

Азимхан А., Айтмагамбетова Г. А., Акимбекова Н. Ж., Альмишева Т. У.,  
Амангельдинова М. М., Амерханова А. Х., Анарбаев А. Е., Аубакирова Д. Б.,  
Байкен А., Бахбаева С. А., Джусупова Э. М., Досымжан А., Дюсова Р. М.,  
Еликпаев С. Т., Ельмуратов Г. Ж., Жаябаева Р. Г., Жумабаева Г. М.,  
Жумабекова Д. К., Жусупбаева Д. А., Зарипов Р. Ю., Исакова З. С., Кайдарова  
Г. Ш., Камашев С. А., Каменов А. А., Капенова М. М., Кривец О. А.,  
Куанышева Р. С., Молдакимова Г. А., Мусаханова С. Т., Муталиева Р. М.,  
Мухтизарова М. Б., Нуркина Н. А., Ордабаева Ж. Е., Рахимов М. И., Савчук М. И.,  
Садықкалиев А. М., Салимова Р. С., Смагулова Б. Т., Тайболатов Қ., Ткачук А. А.,  
Урузалинова М. Б., Шабамбаева А. Г.

**Ж66** «XXI Сәтбаев оқулары» жас ғалымдар, магистранттар, студенттер мен  
мектеп оқушыларының : халықар. ғыл. конф. мат-дары. – Павлодар :  
Toraighyrov University, 2021.

ISBN 978-601-345-167-1 (жалпы)  
Т. 12 «Жас ғалымдар». – 2021. – 392 б.  
ISBN 978-601-345-178-7

Жинақ көпшілік оқырманға арналады.  
Мақала мазмұнына автор жауапты.

ӘОЖ 001  
КБЖ 72

ISBN 978-601-345-178-7 (Т. 12)  
ISBN 978-601-345-167-1 (жалпы) © С. Торайғыров атындағы ПМУ, 2021

3 Секция. Заманауи инженерлік  
инновациялар мен технологиялар  
3 Секция. Современные инженерные  
инновации и технологии

3.1 Тау-кен өндірісі мен металлургиядағы заманауи  
инженерлік инновациялар мен технологиялар  
3.1 Современные инженерные инновации и технологии  
в горном деле и металлургии

**ТЕХНОЛОГИЯ БИООКИСЛЕНИЯ СУЛЬФИДНЫХ  
УПОРНЫХ РУД МЕСТОРОЖДЕНИЯ «СУЗДАЛЬСКОЕ»**

БОЛАТУЛЫ А.  
магистрант, Торайғыров университет, г. Павлодар  
БОГОМОЛОВ А.В.  
к.т.н., профессор, Торайғыров университет, г. Павлодар

В развитии золотодобывающей промышленности Казахстана отмечается снижение доли россыпных месторождений в общем объеме добычи. Это связано с исчерпанием около 80% запасов россыпного золота и с возрастающей сложностью его извлечения. Извлечение золота традиционными гидрометаллургическими методами из коренных руд многих месторождений сдерживается упорным составом получаемых при их обогащении концентратов, а присутствие в большинстве из них минерала арсенопирита практически исключает пирометаллургию из-за образования ядовитых газообразных соединений мышьяка.

Опыт самой передовой в мире технологии биологического выщелачивания для промышленного применения показывает, что это самый простой, экономичный, эффективный и экологичный способ переработки золотых концентратов, не требующий сложного оборудования для утилизации отходов, а также экономии энергии [1-4]. Технология основана на окислении ацидофильных сульфидных минеральных групп хемолитотрофных микроорганизмов, способных использовать сульфиды, серу и ее восстановленные соединения в качестве субстрата для жизни, а также черные ионы. В окисленной руде золото свободно и может быть получено непосредственно с цианидом.

Процесс биовыщелачивания является оптимальным как с технологической, так и с экономической точки зрения, и в настоящее время становится основной технологией, применяемой для

переработки упорных золотосодержащих руд. Биоокисление имеет большие экономические преимущества по сравнению с обжигом и окислением под давлением, технология приемлема с экологической точки зрения, и достаточно надежна для применения в отдаленных регионах. Биологическое окисление фактически произвольно применялось в промышленном производстве с начала двадцатого века для кучного выщелачивания и выщелачивания из отвалов медных руд с низким содержанием [5].

Бактериальное выщелачивание заключается в окислении золотосодержащих сульфидов с помощью кислорода. Приемлемая скорость окисления достигается в этом случае за счет введения в пульпу микроорганизмов (бактерий), содержащих ферменты, являющиеся биокатализаторами окислительных процессов. Выделяющиеся при окислении энергию бактерии используют для своей жизнедеятельности [6].

Для окисления пирита и арсенопирита пригодны тионовые железобактерии (*Thiobacillusferrooxidans*, *Thiobacillusthiooxidans* и *Leptospirillumferrooxidans*), способные окислять сульфиды, сульфат закиси железа, элементарную серу, тиофосфат и другие ненасыщенные соединения серы. Механизм окисления сульфидов при бактериальном выщелачивании сложен. Участие тионовых железобактерий в окислении сульфидов может быть прямым и косвенным [7].

В первом случае бактерии, закрепляясь на поверхности сульфида, принимают непосредственное участие в окислительном процессе, выполняя функцию переносчика электронов от сульфида к кислороду. Бактериальное выщелачивание идет при обычных температурах и давлениях, что выгодно отличает его от автоклавной технологии.

Промышленные результаты испытаний извлечение золота составило 95-98 %, что на 10-15 % выше извлечения при прямом цианировании [8]. Большой практический опыт эксплуатации биотехнологических промышленных установок добычи золота за рубежом показали высокую экономическую эффективность за счет снижения капитальных затрат и уменьшения эксплуатационных расходов при увеличении извлечения золота.

В мире насчитывается и работает более десяти промышленных предприятий, использующих технологию бактериального окисления с последующим цианированием продуктов биоокисления.

Суздальское месторождение золота находится в Восточно-Казахстанской области, в 50 км от Семей. Это месторождение

содержит оксидные и стабильные сульфидные руды. Оксидная руда доставляется из трех открытых карьеров и обрабатывается по технологии кучного выщелачивания путем адсорбции угля. Запасы оксидной руды уменьшаются и в настоящее время сосредоточены на серных рудах.

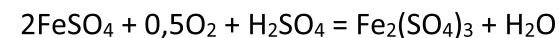
При переработке золото-мышьяковых руд, содержащих тонкодисперсное золото в арсенопирите и пирите, тионовые бактерии, окисляя, разрушают кристаллическую решетку этих сульфидов и вскрывают золото, обеспечивая его извлечение при последующем цианировании на уровне 90 %, тогда как без бактериальной обработки извлечение некоторых руд прямым цианированием не превышает 30-50 %.

Тионовые микроорганизмы являются аэробными – для жизнедеятельности они используют энергию реакций окисления, протекающих с поглощением свободного кислорода, и обладают окислительным типом обмена веществ (метаболизмом).

Наиболее важными свойствами тионовых бактерий с точки зрения гидрометаллургических процессов является их способность принимать участие в окислении сульфидных минералов и регенерации химических окислителей. Получаемая при окислении энергия используется бактериями для ассимиляции углерода и построения клеточного тела.

*T.ferrooxidans* – подвижные бактерии, имеющие вид палочек с закругленными краями длиной 0,8-1,0 и толщиной 0,4-0,5 мкм с одним полярным жгутиком, с помощью которого они передвигаются.

Наиболее легко используемым источником энергии для железобактерий является железо (2+), окисляющееся в кислой среде:



Бактерии *T.ferrooxidans* способны также использовать в качестве энергетического источника восстановительные соединения серы: тритионаты  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ , тетратионаты  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$ , тиосульфаты  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  и элементарную серу, конечным продуктом окисления которых является серная кислота. Обычным источником энергии для синтеза в природных условиях служат сульфидные минералы.

Оптимальным значением pH для развития бактерий считается 1,7-2,4, однако в природных рудничных водах эти микроорганизмы обнаруживаются даже при pH=7-7,6, но в этих условиях они

неактивны. Среда с  $pH=9$  является губительной для *T.ferrooxidans*, однако в среде с низким значением  $pH$  эти бактерии очень устойчивы.

Оптимальной температурой для жизнедеятельности и развития бактерий *T.ferrooxidans* считается 28-30 °С. При 40 °С прекращается размножение бактерий этого вида, а при 50 °С они погибают. Снижение температуры раствора ведет к уменьшению активности бактерий.

При бактериальном окислении и выщелачивании с участием *T. ferrooxidans* газовый состав среды, то есть содержание находящихся в ней кислорода и углекислого газа, является одним из основных факторов, определяющих рост, активность и скорость биологического окисления. Для аэробных тионовых микроорганизмов в реакциях ферментов кислород является акцептором электронов. Количество кислорода в воде составляет 8,1 мг/дм<sup>3</sup> при 25 °С и недостаточно для обеспечения активной жизнедеятельности бактерий. При окислении железа они потребляют в 180 раз больше кислорода, чем его содержание в воде. Поэтому в процессе прежде бактериального выщелачивания необходима дополнительная подача воздуха. Количество значительно интенсифицируется процесс выщелачивания при добавлении к воздуху, используемому для накислороживания пульпы, менее углекислого газа. При содержании углекислого газа в воздушной смеси 0,1-0,2 % активность микроорганизмов возрастает более, чем на 30 % [8].

Наряду с железоокисляющими бактериями могут использоваться и другие виды бактерий. Так, при обработке пирротин содержащих золото-мышьяковых концентратов могут применяться бактерии рода *Sulfobacillus*, способные одновременно окислять  $Fe^{2+}$ ,  $S_2$ – и сульфидные минералы.

Различные автотрофные бактерии, способные окислять сульфидные минералы, могут быть легко выделены из кислых рудничных вод в тех случаях, когда рудное тело было доступно для проникновения воды и воздуха. Среди этих бактерий, кроме отмеченных выше, находятся *Leptospirillumferrooxidans* и *Thiobacilluscaldus*.

Сульфидная руда, полученная при переработке металлургического завода, подвергается нескольким рядам и взаимосвязанным блокам:

1) подготовка руды к обогащению и дальнейшей переработке, включая дробление, сортировку, дробление и классификацию руды; В процессе последующего концентрирования распределения усредненная операция минералов подходит для образования механической смеси частиц различного минерального состава, что приводит к обнаружению минералов в технологических отходах;

2) Процесс обогащения включает те же физические и физико-химические процессы разделения минералов, в которых процесс обогащения делится на минеральные концентраты и отходы. Поскольку время обогащения не всегда позволяет получить пасту с достаточным содержанием золота, плохое содержание золота обогащает отходы повторных операций обогащения;

3) гидрометаллургические операции: бактериальное окисление, антиоксидантное и сорбционное выщелачивание. Существует объем флотационного концентрата и дополнительного ввозимого (толлингового) концентрата, получаемого при переработке этих операций. Высокая степень окисления сульфида в процессе последующей промывки окисленного концентрата при бактериальном окислении и противоточной декантации играет важную роль в восстановлении золота в процессе сорбционного цианирования. Отходы гидрометаллургических процессов должны содержать минимальное количество золота, что экономически неэффективно на данном этапе развития технологий и технологий;

4) отделочные и гидрометаллургические операции по производству готовой продукции. Эти операции не связаны с переработкой основной массы руды или концентрата. Операции по чистовому хонингу включают в себя хонинговое оборудование и обработку гравитационных концентратов для получения продуктов в форме «золотой головки или концентратов», где содержание золота должно быть не менее 10 %. Такие продукты регенерируются в грубые блины. Процессы от сорбента до гидрометаллургических операций по получению готового продукта включают десорбцию золота, растворение легированных слитков Доре в растворенном состоянии и полученный в результате электролиз золота из катодных осадков или пульпы;

5) нейтрализация. Гидрометаллургические процессы в хвосте должны подвергаться стадии очистки до максимальной концентрации этих веществ из пульпы после того, как хвосты содержат вредные вещества различных концентраций;

6) процессы промышленного обслуживания (вода, воздух и электричество, транспортировка руды и грузов и т.д.).

Фактически, после бактериального окисления сульфидных минералов растворенное железо, мышьяк и окисленные минералы должны быть отделены в процессе кислотного цианирования. Это делается с помощью трехэтапного процесса декантации контрактуры. Плохое мытье может привести к низкому извлечению

золота и избытку пены во время цианирования. В случае двумерного и трехвалентного железа, которое нельзя выщелачивать, количество цианида, необходимое для сорбционного выщелачивания золота, очень велико. Так как цианидный реагент дорог, то в этом случае добыча золота будет очень дорогой и убыточной.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Багилли Г. И., Аббазова К. М. Биологическое выщелачивание бактериями *thiobacillus thiooxidans* и *thiobacillus ferrooxidans* / В сб.: Структурные преобразования экономики территорий: в поиске социального и экономического равновесия. Сборник статей по материалам международной научно-практической конференции. 2019. – Омск, ОмГТУ, с. 11-15.

2 Johnson, D. B. *Bio mining – biotechnologies for extracting and recovering metals from ores and waste materials* / D. B. Johnson // *Current Opinion in Biotechnology*. – 2014. – V. 30. – P. 24-31.

3 Кондратьева Т. Ф., А. Г. Булаев, М. И. Муравьев. Микроорганизмы в биогеотехнологиях переработки сульфидных руд / – Москва: Наука, 2015. – 212 с.

4 Орехова, Н. Н., И. В. Шадрюнова. Эколого-экономические аспекты комплексной переработки техногенного гидроминерального сырья / Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2014. – С. 161–179.

5 Hatzikioseyan A., Tsezos M. *Modelling of microbial metabolism stoichiometry: application in bioleaching processes*//*Processing of the 16th Biohydrometallurgy Symposium*. – Cape Town, 2005. – P.3-9.

6 Clark M. E., Batty J., van Buuren C. et al. *Biotechnology in minerals processing: technological breakthroughs creating value*//*Processing of the 16th Biohydrometallurgy Symposium*. – Cape Town, 2005. – P.17.

7 Rawlings D. E., Dow D., Plessis C. *Biomineralization of metal-containing ores and concentrates* // *TRENDS in Biotechnology*. – 2003. – Vol. 21, N1. – P.38-44.

8 Алборов И.Д., Гегуева М.М. и др. Биогеотехнология золотосодержащих руд / Горный информационно-аналитический бюллетень – 2018. № 6. с. 126-133.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОДОГРЕВА МЕТАЛЛОШИХТЫ

ЕМБЕРГЕНОВА А. Р.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

БОГОМОЛОВ А. В.

к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

КУЛУМБАЕВ Н. К.

доцент, Торайгыров университет, г. Павлодар

Современные тенденции в производстве стали показывают, что отечественные металлургические заводы конкурируют на внутреннем и мировом рынке металлопродукции, что обосновывает необходимость проведения модернизации казахстанских металлургических предприятий.

ПФ ТОО «Кастинг» входит в число крупных интегрированных металлургических компаний Казахстана по производству металлопродукции из стали.

Однако, недостаточный уровень механизации и автоматизации, устаревающее оборудование и соответственно технология выплавки стали, приводят к большим затратам энергоресурсов и увеличивает себестоимость продукции.

Оценка эффективности производства стали осуществляется по трем параметрам: производительность, качество, стоимость.

Основным фактором снижения себестоимости в производстве стали в дуговых сталеплавильных печах является замена электрической энергии на более дешёвые виды энергии такие, как горючее топливо и природный газ [1].

«В современном электросталеплавильном производстве используют как отдельно, так и комплексно различные способы интенсификации плавки».

Из существующих способов интенсификации процесса плавания, нами был выбран подогрев металлошихты печными отходящими газами.

В результате рассмотрения существующих конструкций оборудования предварительного подогрева металлошихты выяснилось, что в технике предварительного подогрева металлошихты есть два направления:

- модернизация самих печей путем дополнения их устройствами подогрева шихты;

- нагрев металлошихты в загрузочных бадьях (корзинах) [3, с. 30].

Так согласно [4, с. 17] предложена технология и установка газового нагрева металлошихты в загрузочных бадьях специальной конструкции – «бадья-термосах».

Установка, прошедшая апробацию на белорусских предприятиях, показала, что подогрев шихты обеспечивает сокращение удельных затрат электроэнергии на 150 – 160 кВт·ч на тонну расплава при расходе природного газа 13 – 14 м<sup>3</sup> на тонну шихты или снижение стоимости жидкого металла [4, с. 17].

Обзор технических решений устройств для подогрева шихты показал, что их применение обеспечивает уменьшение расхода электроэнергии на расплавления металлолома, за счет энергии вносимой с шихтой и продувочными газами; сокращение расхода электродов; уменьшение расхода огнеупорных материалов для футеровки печи, в связи с сокращением продолжительности плавки; увеличение производительности печи; улучшение качества выплавляемой стали.

Для базового предприятия можно рекомендовать применение автономной установки для подогрева металлошихты типа загрузочная «бадья-термос» [3, 4]. Так как с ростом температуры шихты увеличивается ее окисление и увеличивается расход электроэнергии на восстановление оптимальная температура нагрева лома должна составлять 400–500 °С [1].

Однако теоретических данных недостаточно для того чтобы сделать какие-либо выводы о работе оборудования, технико-экономических показателях. Вследствие чего нами выполнено моделирование процесса подогрева металлошихты в программном комплексе ELCUT, а также проведена экспериментальная работа в лаборатории Торайгыров университет.

Методы моделирования применяются практически во всех областях деятельности человека – при решении научно-технических задач, для изучения социальных, экономических, медицинских, военных или экологических проблем [5, с.10].

Для моделирования процесса подогрева металлошихты в загрузочной бадье были заданы исходные данные:

- геометрическая модель;
- удельные свойства материалов;
- технологические параметры нагрева (режим, время).

Изначально создается геометрическая модель загрузочной бадьи, указываются удельные параметры материалов (таблица 1), температуру и время нагрева металлошихты.

Таблица 1 – Удельные параметры материалов

№	Наименование	Теплопроводность, Вт/м·К	Удельная теплоемкость, Дж/(кг·К)	Плотность, кг/м <sup>3</sup>
1	Железо	92	449	7850
2	Кирпич шамотный	1,5	0,88	1400
3	Печные газы	4,84	1,122	0,617
4	Сталь	45,5	460	7800

После того как все параметры выбраны, получаем решение задачи, которое показывает распределение температур в слое при температуре поступающих печных газов  $t = 1200^{\circ}\text{C}$  (рисунок 1).

Полученная модель позволяет проанализировать практически любое число вариантов, и выбрать оптимальные условия тепловой работы установки для подогрева металлошихты.

Для проверки на практике теоретических сведений по подогреву металлошихты, была проведена экспериментальная работа на оборудовании лаборатории Б-130, в результате которой ясно представлен весь процесс нагрева, влияние температуры металлошихты на скорость и продолжительность процесса плавления.

Эксперимент по предварительному подогреву металлошихты производили в муфельной печи, с дальнейшим расплавлением в индукционной печи.

При проведении экспериментальной работы применены методы наблюдения, фиксации и анализа данных.

В ходе проведения экспериментальных работ были зафиксированы следующие данные:

- время начала, окончания эксперимента (продолжительность нагрева и плавления лома);
- температура нагреваемого и выплавляемого металла;

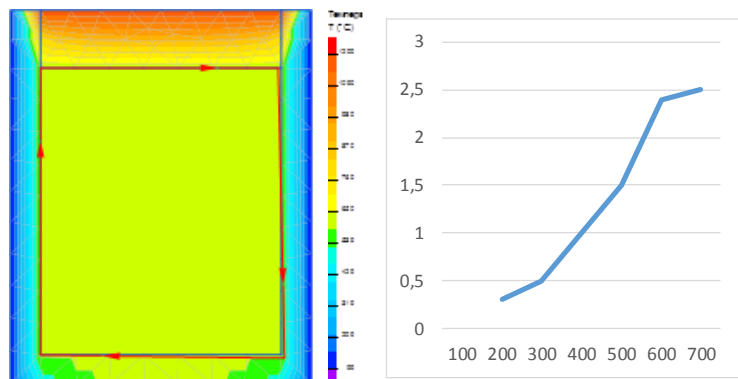


Рисунок 1 – Моделирование процесса подогрева в загрузочной бадье.  
а – спектральное распределение интенсивности теплового излучения; б – график процесса подогрева металлошихты по высоте бадьи

Так как в реальных условиях применяется оборотный, амортизационный лом и обрезки необходимо произвести сортировку по габаритам, видам, произвести резку, дробление в случае необходимости в зависимости от установленных требований, габаритов металлолома необходимого для дальнейшей переработки. В нашем случае использована проволока  $\varnothing 6$  мм марка стали конструкционная углеродистая обыкновенного качества Ст1кп, которая при помощи пресс-ножниц порезана до необходимых размеров.

Далее лом разделили на 4 партии и взвесили по 1 кг. Для того чтобы произвести предварительный подогрев лома при различных температурах, поочередно 300 °С, 400 °С, 500 °С.

В диапазоне данных температур при нагреве в металле не происходит фазовые превращения, изменение структуры, механических свойств, плавления. При температуре нагрева выше 600°С в металле начнут происходить внутренние превращения. Которое сопровождается изменением свойств металлов и сплавов: удельного объема, теплопроводности, электропроводности, магнитных, механических, и других свойств.

Первая партия лома весом 1 кг была загружена в индукционную печь без предварительного подогрева (рисунок 2). Продолжительность процесса плавления зафиксирована. 1

Вторую партию лома весом 1 кг загрузили в муфельную нагревательную печь для предварительного подогрева лома до 300 °С. Далее после завершения процесса подогрева, загрузили лом в индукционную печь для дальнейшего расплавления. Продолжительность процесса плавления зафиксирована.

Третью партию лома также загрузили в муфельную нагревательную печь для предварительного подогрева лома до 400°С, после завершения подогрева загрузили в индукционную печь.

Также произвели подогрев последней партии лома в муфельной нагревательной печи до 500 °С, после завершения подогрева загрузили в индукционную печь.

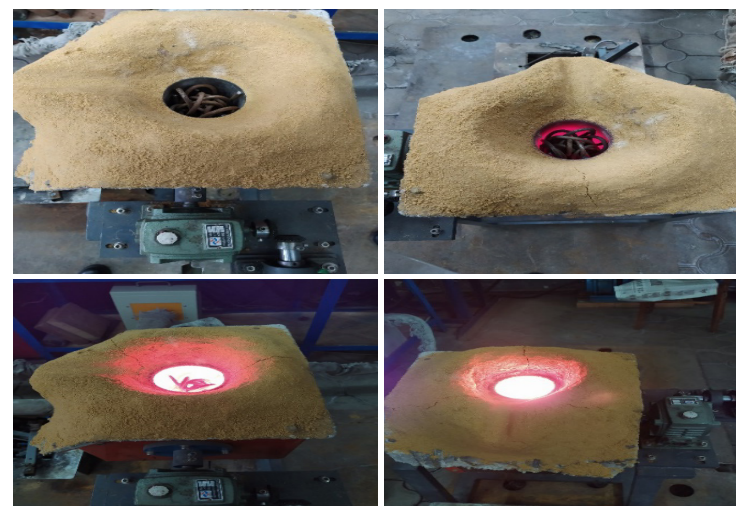


Рисунок 2 – Процесс плавления первой партии металлолома в индукционной печи

Все данные полученные в ходе проведения экспериментальных работ, внесены в таблицу 2.

Таблица 2 – Данные испытаний

№	Температура шихты, °С	Продолжительность		Экономия электро энергии, %	Уменьшение продолжительности, %	Примечание состояние оборудования
		нагрева, мин	плавки, мин			
1	20°С	0	11	-	-	удовлетворительное
2	300°С	15	10	10	9	удовлетворительное

3	400°C	3	8	27	27	удовлетворительное
4	500°C	4	15	-	-	неудовлетворительное
5	500°C	4	10	10	9	удовлетворительное

По результатам проведения экспериментальной работы по подогреву и плавлению металлолома можно сделать следующие выводы:

1. Шихту для печи следует составлять, учитывая рациональный подбор размеров кусков шихты и плотную их укладку в печи. В мелких кусках шихты генерируется недостаточно высокая удельная мощность, и это приводит к увеличению длительности плавления и расхода электроэнергии.

Так как перед загрузкой металлолома был осуществлен предварительный подогрев в муфельной печи, загрузка и плотная укладка в печь была затруднена, из-за размеров тигля и проволоки. Этот факт оказал влияние на увеличение продолжительности плавления второй, третьей и четвертой партии плавок.

2. Экспериментальная работа длилась 2 часа, при этом индукционная печь в начальный период работала без перебоев, однако в результате длительной эксплуатации система охлаждения не справилась, что привело к сбою. В результате чего произведено повторное плавление.

Заключение. В результате литературного обзора статей, патентов существующих конструкций оборудования подогрева металлолома наиболее подходящим является подогрев на отдельно расположенном участке непосредственно в загрузочной бадье перед загрузкой в печь.

Предлагаем для условий базового предприятия ПФ ТОО «Кастинг» приобретение оборудования, разработанного сотрудниками ГГТУ им. П. О. Сухого (г. Гомель) и УП «Технолит» (г. Минск) [3, 6]. При этом согласно расчетам [3] возможно сокращение следующих статей расходов:

- экономия электроэнергии составит около 250 кВт·ч (без учета потерь при перегрузках и простоях);
- удельного расхода электродов примерно на 20 %;
- затрат на материалы для футеровки.

После апробации установок был определен срок окупаемости установок на базе «бадей-термосов», который составит 3 – 6 месяцев в зависимости от объема производства и конъюнктуры цен на энергоносители.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Ембергенова А. Р., Богомолов А. В. Оборудование для предварительного подогрева металлошихты при производстве стали. /А. Р. Ембергенова, А. В. Богомолов // Материалы Международной научной конференции молодых ученых, магистрантов, студентов и школьников «XX Сатпаевские чтения» / ПГУ им. С. Торайгырова. – Павлодар, 2020. – Т. 17. – С. 160 – 165.

2 Рациональные способы интенсификации плавки в современных дуговых сталеплавильных печах / Ю.А. Гудим, И.Ю. Зинуров, А.Д. Киселев, А.М. Шумаков // Электротехнология. – №9. – 2005. С. 2 – 6.

3 Ровин Л. Е., Ровин С. Л. Высокотемпературный подогрев шихты в загрузочных бадьях. / Л. Е. Ровин, С. Л. Ровин // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого. – №1. – 2014. С. 29 – 38.

4 Ровин С. Л., Ровин Л. Е. Ресурсосберегающие технологии в литейном и металлургическом производствах. / С. Л. Ровин, Л. Е. Ровин // VII Московский Международный Салон Инноваций и Инвестиций. Семинар-презентация «Научно-технические разработки Беларуси, Казахстана, России для многостороннего сотрудничества» – Москва, 2007. – С. 15 – 22.

5 Цаплин, А.И. Моделирование теплофизических процессов и объектов в металлургии: учеб. пособие / А.И. Цаплин, И.Л. Никулин. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2011. – 299 с.

6 Патент РБ № 7458 от 28.12.2010 г. «Бадья-термос».

7 Memoli, F., Guzzon, M., Giavani, C. The evolution of preheating and the importance of hot heel in supersized consteel® systems. AISTech - Iron and Steel Technology Conference Proceedings. 2011. – PP. 823-832.



### ТАУ-КЕН ЖӘНЕ ТРАНСПОРТТЫҚ ҚҰРЫЛҒЫЛАР МЕН ЭКСПЛУАТАЦИЯ САПАСЫНА ТАУЛЫ- ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ШАРТТАРДЫҢ ӘСЕРІ

ЖАКСЫМБЕКОВ Д. Е.

магистрант, Торайғыров университеті, г. Павлодар

ТАСКАРИНА А. Ж.

PhD, профессор, Торайғыров университеті, г. Павлодар

ТЮЛЮБАЕВ Р. А.

магистр, преподаватель (ассистент), Торайғыров университеті, г. Павлодар

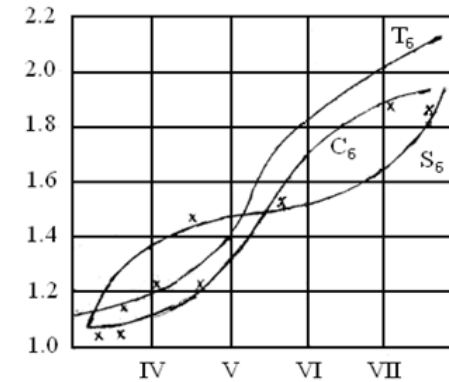
Таулы және транспорттық құрылғылардың негізгі механизмдері мен маңызды конструкцияларының мағыналы дәрежеде құрылуы, яғни, орташа кесектің өлшемі мен қалыпты емес заттардың шығуымен мінезделетін, өңделетін қалдықтардың физика-механикалық қасиеттері мен олардың ұсатылу сапасына байланысты, және де жоспардағы карьерлік жолдың өлшемі мен тереңдігіне байланысты ылдилар мен транспорттау арақашықтығымен мінезделеді. Таулы транспорттық құрылғылардың жұмысы кезінде туындайтын әртүрлі тербелістер, толық тоқтату тәртібінде жалғастырғыштардың жұмыс істеуі негізгі механизмдердің жүктемелі динамикалық мінездемесі болып табылады, бұлар машинаның конструкциясында мағыналы кернеуді анықтайды [1, 129 б.]. Бұл жоспарсыз жөндеулер санын өсіруге және оның дамуына, михнаттың көбеюіне және де бағаның жоғарылауына алып барады.

1 кестесінде таулы транспорттық комплекстердің жөндеу арасындағы жұмыстары шекті және базалық көрсеткіштері, михнаттың ұзаққа созылғандығы және әртүрлі кластардың бұзылған қалдықтарды қайта жөндеуге кететін жөндеу бағалары келтірілген (профессор В.В. Ржевскийдің классификациясы бойынша) [2, 41 б.].

Кесте 1 – Таулы және транспорттық комплекстің өндеудегі қалдықтарының кластарына байланысты жөндеулік техникалық көрсеткіштері

Көрсеткіш	Қалдықтардың кластары			
	IV	V	VI	VII
Қабылданбаған наработка:				
Мың.м <sup>3</sup>	58.7	50.1	46.4	40.7
Сағ.	110.3	102.1	93.3	89.4

Жөндеудің ұзақтылығы:				
Шекті, адам/(ГВт·сағ)	0.98	1.25	1.45	1.74
Базалық, T <sub>б</sub>	1.15	1.6	1.88	2.29
Михнат:				
Шекті, адам·сағ./ (ГВт·сағ)	4.28	4.57	4.81	5.02
Базалық, S <sub>б</sub>	1.14	1.59	1.68	2.10
Жөндеудің бағасы:				
Шекті, теңге/(ГВт·сағ)	91.5	123.5	176	199.5
Базалық, C <sub>б</sub>	5.2	7.7	9.25	10.4



T<sub>б</sub> байланысты ұзақтылықтың,  
S<sub>б</sub> михнаттың, C<sub>б</sub> құнының базалық мәні.

Сурет 1 – Түрлер классы

2 кестесінде жөндеу арасындағы істелген жұмысы, жалғастырудың жойылған және базалық мөндерін, михнаттары және әртүрлі көлденең бұзылған тұқымның тасымалдану кезіндегі көп жүкті карьерлік өзі төгетін машиналарды жөндеудің құны келтірілген.

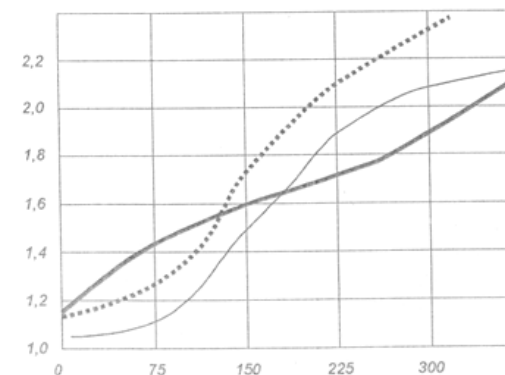
2 кестесінде көрсеткіштердің тәуелділіктері, 2 суретте карьераның тереңдігі келтірілген. Есептеу кезінде салыстырмалы мөндер ашық жұмыс істейтін өзі төгетін машиналардың көрсеткіштері қабылданған базалық сапасында А, В функционалдық өлшемдерінен анықталған [3, 134 б.].

Кесте 2 – Карьердің тереңдігіне байланысты көпжүкті карьералық өзі төгетін машиналардың жөндеу технологиялылығының көрсеткіштері

Көрсеткіш	Карьера тереңдігі, м			
	75	150	225	300
Қайтарымдағы істелген жұмыс: мың. т/км маши. – сағ	45,2 96,8	36,6 88,6	32,9 79,8	27,2 75,9
Жөндеудің ұзақтылығы: салыстырмалы, сағ/(ГВт·сағ) базалық $T_6$	0,66 0,83	0,93 1,28	1,13 1,56	1,42 1,97
Еңбексыйымдылық: салыстырмалы, адам. – сағ/(ГВт·сағ) базалық $S_6$	3,41 0,27	3,7 0,73	3,94 0,81	4,15 1,23
Жөндеу құны: салыстырмалы, теңге/ (ГВт·сағ) базалық $C_6$	88,9 2,6	120,9 5,1	173,4 6,65	196,9 7,8

2 кестесі мен 2 суретінде жөндеу арасындағы істелген жұмыстың карьералық тереңдігінің жоғарылауы кезінде және иілудің жоғарылауы кезінде төмендейтіні, ал ұзақтылығы, еңбексыйымдылығы және құны өсетіні байқалады. Сондай – ақ, карьера тереңдігінің көбеюі және иілудің жоғарылауы кезінде түтіктердің тозу қарқындылығы мен өзі төгетін машиналардың түйіндері өседі де сәйкесінше, жөндеудің саны және олардың көлемі де өседі [4, 136 б.].

1, 2 кестесі мен 1, 2 суреттерінде жөндеу аралығындағы істелген жұмыс тұқымның класстары мен карьераның тереңдігі жоғарылауы кезінде төмендейді, онымен қатар ұзақтылығы, еңбексыйымдылығы және құны өседі. Сондай-ақ, жасалынған тұқымның класстарының жоғарылауы және карьера тереңділігінің өсуіне байланысты тетіктердің тозу қарқындылығы мен таулы машиналарды түйіндері де өседі, сәйкесінше, жөндеу мөлшері мен олардың көлемдері де өседі.



$T_6$  жөндеу ұзақтылығының,  $S_6$  михнаттың,  $C_6$  құнының базалық мөндері.  
Сурет 2 – Карьер тереңдігі

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Чичинев Н.А. Надежность технологических машин: учебник / Н.А. Чичинев. – Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2019. – 264 с.
- 2 Кокушин Н.Н. Надежность машин и оборудования: учебное пособие / Н.Н. Кокушин, А.А. Тихонов, С.Г. Петров, В.Е. Головкин, И.В. Ключкин; СПбГТУРП.–СПб., 2013. – 67 с.
- 3 Лель Ю. И., Сандригайло И. // Физические критерии оценки эффективности транспортных систем карьеров // Материалы Международной научно-технической конференции. Екатеринбург: УГГГА, 2002. – 375 с.
- 4 Квагинидзе В.С. Эксплуатация карьерного оборудования (учебное пособие) / В.С. Квагинидзе, В.Ф. Петров, В.Б. Корецкий; // Успехи современного естествознания. – 2010. – 587 с.

## ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОЛИЗА НА БАЗЕ АО «КАЗАХСТАНСКОГО ЭЛЕКТРОЛИЗНОГО ЗАВОДА»

КАНДЫБАЕВ А. К.  
магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар  
БОГОМОЛОВ А. В.  
профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Сегодня динамично развивающаяся отрасль алюминия - один из самых распространенных металлов в мире. По объему использования он занимает второе место среди всех металлов после стали. Стремительное развитие автомобильной промышленности и усиление строительства городов, использование алюминия в большинстве случаев в промышленности энергетических средств сделали этот крылатый металл одной из главных потребностей человечества. Это также было вызвано большим количеством бокситовых месторождений, из которых можно получить алюминий в земной коре. По мнению экспертов, этот белый металл серебристого цвета будет и впредь укреплять свое место в качестве одного из самых конструктивных материалов XXI века [1].

Технологический процесс получения первичного алюминия АО «Казахстанского электролизного завода» основан на электролизе криолитно-глиноземного расплава. Процесс электролиза осуществляется в электролизере, электролизер состоит из катодных и анодных устройств. Катодное устройство состоит из металлического корпуса, обшитого угловыми лестницами и боковыми блоками.

Обожженные аноды, прикрепленные к анодному устройству, подвешиваются над электролизером. Обожженные аноды состоят из смеси кокса и представляют собой катод, соединяющий предварительно обожженную сварку при температуре около 1100°С с расплавленным алюминием. Электролит состоит из расплавленного криолита (Na<sub>3</sub>AlF<sub>6</sub>), содержащего глинозем (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), растворенного AlF<sub>3</sub> [2].

В ходе - опытно экспериментальной работы электролиз проводился при приближении массы от 1 до 8 % при колебательных концентрациях глинозема. При температуре электролиза расплавленный алюминий тяжелее электролита, поэтому он расположен в нижней части электролизера. В общем случае электролит не расходовался при электролизе, а имел определенные потери, связанные с испарением.

Также, было выявлено, что в современных электролизерах электролиты включают дополнительные компоненты:

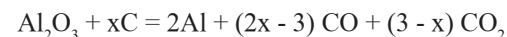
- Фторид алюминия (AlF<sub>3</sub>) до 6–13 % (по весу);
- До 4–6 % (по весу) фторида кальция (CaF<sub>2</sub>);
- От 2 до 4 % (по весу) глинозема (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Как мы знаем, расстояние между полюсами, другими словами, высота между анодным дном и поверхностью жидкого металла, которая берется вертикально, обычно составляет от 4 до сантиметра. Таким образом, в дополнение к основным функциям, которые позволяют глинозему образовывать растворитель и алюминий при электролитическом разложении глинозема, электролит обеспечивает физическое разделение между металлическим алюминием, образующимся на катоде, и углекислым газом, выделяемым на аноде. В ходе - опытно экспериментальной работы важно было поддерживать концентрацию глинозема в электролите (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) на уровне 2-4 %. При неполном распределении глинозема его низкая концентрация привело к анодному эффекту, поэтому в ходе работы произошло напряжение в электролизе, что способствовало нарушению процесса электролиза [3].

Результатом анодного воздействия является нарушение теплового баланса в ячейке, рост фторидных отходов и снижение токовых выбросов. Процесс, происходящий в электролизере, заключался в электролитическом разложении глины, растворенной в электролите. Из-за потери глинистости ее следует непрерывно подавать в силовые бункеры электролизеров. Для этого использовался строго синхронизированная конвейерная транспортная система. Затем глинозем поступает в электролит через точечные зубчатые шейки, которые являются частью металлических конструкций электролизеров. Если необходимо заменить количество глинозема на электролизер, то отверстие, разрушающее оболочку ванны, опускается вниз, после чего открывается клапан и количество глинозема попадает в электролизер.

В литейной ванне жидкий алюминий в ковшах с огнеупорной футеровкой для последующей подачи металла в смеситель литейного отделения отделяется от литейного слоя сифонным способом. На аноде углерод окисляется выделяющимся кислородом [4, с. 85].

Общая реакция, протекающая в электролизере, была определена следующим уравнением:



Таким образом, все материалы, поступающие в электролиз, должны иметь наименьшее количество, чем алюминий (железо, кремний, медь и другие). Дело в том, что примеси полностью превращаются в металл в процессе электролиза.

В ходе – опытно экспериментальной работы для расчета конструктивных и технологических расчетов совершенствования процесса электролиза алюминия были предоставлены следующие исходные данные:

- Производительность - 150000 т/год;
- Выход тока - 95 %;
- Сила тока в ванне - 300000 А;
- Плотность анодного тока - 0,85 А / см<sup>2</sup>;
- Среднее напряжение в ванне - 4,5 В.

Конструктивный расчет. Отечественные электролизеры с анодами с током 160 кА работают с плотностью анодов 0,71 А/см<sup>2</sup>.

Площадь сечения анода рассчитывался по формуле:

$$S_a = I / i_a = 300000 / 0,85 = 352941 \text{ см}^2$$

Количество анодных блоков в анодном массиве ( $n_a$ , шт.) определяется по формуле:

$$n_a = S_a / (l * b) = 35294100 / (1450 * 700) = 23 \text{ шт.},$$

где  $l$ -длина анодного блока, мм;  $b$ -ширина анодного блока, мм.

Общая длина анодного массива ( $L_a$ , мм) определяется из выражения :

$$L_a = (n_a/2) * b + 50 * (n_a/2 - 1) = 36/2 * 700 + 50 * (36/2 - 1) = 13450 \text{ мм}$$

ширина анода ( $B_a$ , мм):

$$B_a = 2l + 160 = 2 * 1450 + 160 = 3060 \text{ мм}$$

Оптимальное расстояние от продольной стороны анода до анода:

- боковая футеровка ( $b_{ш}$ ) - 360 мм;
- футеровка фланцевая ( $l_{ш}$ ) - 535 мм.

Длина внутренней шахты ванны ( $L_{ш}$ ):

$$L_{ш} = L_a + 2l_{ш} = 13450 + 2 * 535 = 14520 \text{ мм}$$

внутренняя ширина ванны ( $B_{ш}$ ):

$$B_{ш} = B_a + 2b_{ш} = 3060 + 2 * 360 = 3780 \text{ мм}$$

Глубина шахты ( $H_{ш}$ , м) определялся как сумма высоты металла ( $h_m$ , м), высоты электролита ( $h_э$ , мм) и толщины оболочки электролита с глиноземным слоем в нем ( $h_г$ , мм).

В соответствии с практическими данными для ванны высокой мощности:

$$h_m = 350 \text{ мм};$$

$$h_э = 170 \text{ мм};$$

$$h_г = 80 \text{ мм}.$$

$$H_{ш} = h_m + h_э + h_г = 350 + 170 + 80 = 600 \text{ мм}.$$

Укрупненные блоки катодного устройства имеют сечение 400×550 и длину 2200, 1400 мм. Принимаем расстояние между блоками 40 мм.

Количество катодных блоков ( $n_k$ , шт) рассчитывался по формуле:

$$n_k = L_{ш} / (550 + 40) = 13450 / (550 + 40) = 22 \text{ шт.},$$

где 40-расстояние между блоками, мм.

Расстояние между катодными блоками и боковой футеровкой шахты ( $C$ , мм) определялся по формуле:

$$C = (B_{ш} - (B_1 + B_2 + 40)) / 2 = (3780 - (2200 + 1400 + 40)) / 2 = 70 \text{ мм.},$$

где  $B_1, B_2$  – длина блока.

Ширина шва между катодными блоками и боковой футеровкой ( $d$ , мм):

$$d = (L_{ш} - (n_k/550 + (n_k - 1) * 40)) / 2 = (14520 - (22 * 550 + 21 * 40)) / 2 = 790 \text{ мм}.$$

Внутренние размеры стального кожуха (мм):

$$\text{Длина: } L = 14520 + 2 * 100 = 14720 \text{ мм};$$

$$\text{Ширина: } B = 3780 + 2 * 100 = 3980 \text{ мм};$$

$$\text{Высота: } H = 600 + 15 + 195 + 130 + 60 + 400 = 1400 \text{ мм}.$$

Фактическая плотность тока, приходящегося на одно катодное ядро указанного сечения ( $A / мм^2$ ):

$$I_c = I / (2/\pi k \cdot 115 \cdot 230) = 300000 / (2 \cdot 22 \cdot 115 \cdot 230) = 0,26 \text{ а / мм}^2$$

Также, в ходе практической части работы была определена суточная производительность электролизера ( $p$ , кг), которая определялась по следующей формуле:

$$P = I/gAl \cdot \eta_T \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 300000 \cdot 0,3356 \cdot 0,95 \cdot 24 \cdot 10^{-3} = 2295 \text{ кг,}$$

где 0,3356 – электрохимический эквивалент алюминия, г / а/ч (Таблица 1).

Расход электроэнергии ( $W$ , кВт/ч) на 1 тонну алюминиевого сырья при постоянном токе:

$$W = U_{орт} / (gAl / \pi k) \cdot 10^3 = 4,5 / (0,3356 \cdot 0,95) \cdot 10^3 = 14114 \text{ кВт/ч}$$

Таблица 1 – Основные технологические и конструктивные параметры электролизера

Наименование показателей	Единица измерения	проект
Сила тока	А	300000
Выход тока	%	95%
Суточная производительность электролизера	кг	2295
Среднее напряжение	В	4,5
Тип катодной упаковки		Контрфорст
Размер анодного блока: ширина, длина, высота	Мм	700x1450x600
Плотность анодного тока	А/см <sup>2</sup>	0,71
Количество анодных блоков	1 штук	24
Размер воронки шахты	Мм	3980x14720x1400
Расстояние до анода:	Мм	360x575
Количество дополнительных секций	1	16
Количество блюмсов	1 шт.	16
Сечение блюмса	Мм	115x230
Плотность тока в блюмстере	А/мм <sup>2</sup>	0,26
Срок службы электролизера	Год	4,5
Частота анодных эффектов	1 шт.	1
Продолжительность воздействия Анодтты	Мин	2
Объем всасывания газа:	М <sup>3</sup> /час	9000

Также, в ходе – опытно экспериментальной работы для расчета конструктивных и технологических расчетов высчитана расчет расхода сырья: расход глинозема:  $(1,93 - 1,89) \cdot 49,4 = 1,98$  кг / ч. Принимался состав анодных газов (объемные проценты), выделяющихся в результате электрохимического распада глинозема:  $70CO_2 + 30CO$ .

При получении алюминия 49,4 кг / ч выделялся кислород (кг / ч):  $\sigma = 48 \cdot P / 54 = 48 \cdot 49,33 / 54 = 43,91$  кг / т., где 48,54-молярная масса кислорода и алюминия  $Al_2O_3$ , г / моль.

Кислородная часть отделился:

$$\sigma CO_2 = 43,85 \cdot 2 \cdot 70 / (2 \cdot 70 + 30) = 36,16 \text{ г / моль;}$$

$$\sigma CO = 43,85 \cdot 30 / (2 \cdot 70 + 30) = 7,74 \text{ г / моль;}$$

Размер углерода:

$$\sigma' CO_2 = 36,11 \cdot 12 / (2 \cdot 16) = 13,56 \text{ г / моль;}$$

$$\sigma' CO = 7,74 \cdot 12 / 16 = 5,81 \text{ г / моль.}$$

При получении 49,33 кг алюминиевого сырья в час (кг/ч) выделялся:

$$\sigma CO_2 + \sigma' CO_2 = 36,11 + 13,54 = 49,72 \text{ кг / ч;}$$

$$\sigma CO + \sigma' CO = 7,74 + 5,85 = 13,56 \text{ кг / ч.}$$

Потери обожженных анодов связаны с газами коксования и механическими потерями (кг / ч) (Таблица 2):

$$= 0,58 \cdot 49,33 - \sigma' CO_2 - \sigma' CO - 6,92 =$$

$$= 28,65 - 13,56 - 5,81 - 6,92 = 2,36 \text{ кг / ч}$$

Таблица 2 – Расход сырья

Доход	Доход	%	Кг / ч	Расход Кг / ч	%
Глинозем	95,34	76,3	Алюминий	49,4	39,5
Обожженный анод	28,65	22,93	Анодный газ:		
			-CO <sub>2</sub>	49,72	39,8

Фтористые соли	0,97	0,77	-СО	13,56	10,9
			Расход:		
			-глинозем	1,98	1,6
			-фтор	0,96	0,8
			-анод	2,36	1,9
			- сожженный	6,92	5,5
Итог	124,92	100	Итог	124,88	100

В заключение хотелось бы отметить, что в ходе – опытно экспериментальной работы технологические расчеты совершенствование процесса и получение алюминия методом электролиза на базе АО «Казахстанского электролизного завода». В ходе исследования были рассмотрены технологические расчеты совершенствование процесса и получение алюминия и эффективности метода. Получение алюминия электролизом промышленно освоено на многих предприятиях, и, несмотря на колоссальные изменения в металлургии алюминия, этот процесс требует такж еще значительного совершенствования.

Необходимо отметить, что специалистами АО «Казахстанского электролизного завода» на постоянной основе ведется работа по совершенствованию процесса электролиза и по снижению себестоимости металла. К примеру, Казахстанский электролизный завод отказалась от импортного сырья и большей части основного состава в производстве алюминия [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1 О компании АО «Казахстанского электролизного завода» [Электронный ресурс] URL: <https://www.erg.kz/kk/content/o-kompanii> (дата обращения: 26.03.2021).

2 На гребне успеха: качество мирового уровня [Электронный ресурс] URL: <https://www.erg.kz/kk/content/o-kompanii> (дата обращения: 25.03.2021). URL: <https://atameken.kz/kk/articles/26051-na-grebne-uspeha-kachestvo-mirovogo-urovnya>

3 Ибрагимов А.Т. Электрометаллургия алюминия. Казахстанский электролизный завод / А.Т. Ибрагимов, Р.В. Пак. – Павлодар, 2009 – 200 с.

4 Бегунов А.И. Проблемы модернизации алюминиевых электролизеров. – Иркутск: изд-во ИрГТУ, 2000. –85 с.

5 «Крылатый металл» [Электронный ресурс] URL:<https://egemen.kz/article/6544-qanatty-metall> (дата обращения: 26.03.2021).

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОЛУЧЕНИЯ ГИЛЬЗ НА СТАНАХ ПОПЕРЕЧНО-ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ

ЖАКУПОВ А. Н.

PhD, асоц. профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

КОШЕЕВА И.

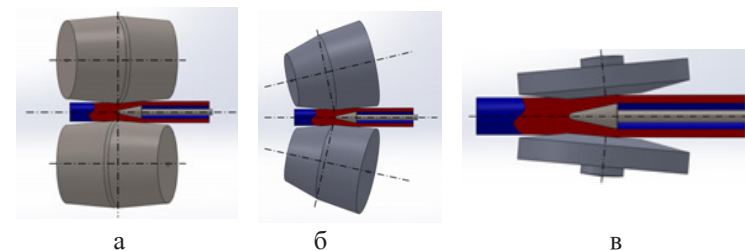
магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

### Введение

Бесшовные трубы находят широкое применение в нефтегазовой промышленности. Для добычи и транспортировки нефти и газа применяются бурильные, насосно-компрессорные, обсадные и магистральные трубы. Для их производства применяют в основном технологию производства труб посредством получения гильзы из непрерывнолитой стальной заготовки, с последующей ее раскаткой и редуцированием. Гильзу получают прошивкой на станах поперечно-винтовой прокатки, прессованием на гидравлических прессах или сверлением осевого отверстия на специальных станках. Однако, в связи с качеством получения внутренней поверхности и производительностью, наибольшее применение получил процесс получения полости методом прошивки на станах поперечно-винтовой прокатки.

При этом, станы поперечно-винтовой прокатки классифицируются по форме и количеству валков, а также применению направляющего инструмента. В данной статье проводится анализ следующих станов винтовой прокатки, обладающих как преимуществами, так и недостатками по сравнению друг с другом:

- по количеству валков: двух- и трехвалковые;
- по форме валков: грибовидные, бочкообразные и дисковые (рисунок 1, а-в);
- по типу направляющего инструмента: с линейками, с роликами, с дисками (рисунок 1, г-е).



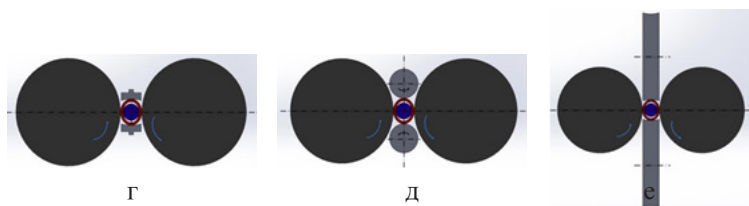


Рисунок 1 – Способы прошивки заготовок

### Анализ способов прошивки заготовок

Двухвалковые станы винтовой прокатки имеют направляющий инструмент для удержания заготовки в очаге деформации: линейки, ролики, диски (рисунок 1, г-е). Холостые валки, линейки, приводные и неприводные диски служат для направления и удержания обрабатываемой заготовки в определённом положении относительно валков, а также для ограничения течения металла в тангенциальном направлении [2]. Направляющим инструментом в прошивных станах с грибовидными и дисковыми валками служат неподвижные линейки. В прошивных станах с бочковидными валками используются как ролики, так и неподвижные линейки, а в так называемых «станах Дишера» – приводные диски [3]. Согласно данным работы [4] направляющий инструмент по-разному влияет на характер формоизменения в процессе двухвалковой прокатки. Ролики способствуют поперечной раскатке, диски, наоборот, ограничивают истечение металла в тангенциальном направлении, обеспечивая развитие продольной деформации.

Особенностью прокатки в двухвалковом стане является осевое разрушение заготовки [5], при этом нет общего мнения относительно причины появления разрушения подобного рода. Исследователи выделяют несколько факторов, обуславливающих разрушение [6]:

- неравномерность деформации и определённое соотношение между поперечной и продольной деформацией;
- число частных обжатий и температурно-скоростные условия;
- зависимость пластичности металла, определяемой химическим составом, качеством выплавки и структурным состоянием металла, от температуры и времени нагрева заготовки.

В работе [7] в зависимости от факторов, вызывающих данное явление, предложено классифицировать разрушение при прошивке в двухвалковом стане на несколько видов. Также в этой работе приведен ряд методик [6-8], которые, как отмечают авторы, имеют

определённую адекватность при прогнозировании осевого разрушения и в значительной степени учитывают факторы, перечисленные в [6].

Отмечают [3], что условия деформации металла в двухвалковых прошивных станах являются крайне неблагоприятными. В осевой зоне заготовки неизбежно возникают поперечные растягивающие напряжения, которые являются причиной нарушения сплошности металла и образования перед оправкой полости с дефектной поверхностью. В результате на внутренней поверхности гильз образуются дефекты, что приводит в дальнейшем к браку труб, служит причиной чрезмерно высоких требований, предъявляемых к качеству металла исходных заготовок, затрудняет или даже делает невозможной прошивку ряда легированных и высоколегированных сталей. Указанный недостаток только частично устраняется применением осевого подпора [3]. Долгое время считали, что прошивка в станах винтовой прокатки возможна лишь при наличии в заготовке перед оправкой полости [3]. Однако было установлено, что без предварительного вскрытия полости перед носиком оправки в заготовке не только улучшается качество гильз, но также возрастает стойкость оправок и снижается расход энергии [16].

По результатам исследований процессов винтовой прокатки не так давно появился новый способ – прокатка в трёхвалковых станах. Отмечают [3], что валки при трёхвалковой схеме образуют замкнутый калибр и отсутствует направляющий инструмент, т.е. устранялись недостатки существующих двухвалковых станов.

Анализируя результаты описанных исследований, следует отметить положительные стороны получения трубных заготовок на трёхвалковом стане винтовой прокатки по сравнению с двухвалковым станом различного типа конструкции. В двухвалковой схеме (рисунок 2, а) при прошивке с одной стороны имеет место самоцентрирование оправки, что способствует повышению точности стенки по периметру гильз, с другой стороны – оваллизация получаемых гильз, потеря энергии вследствие трения о неподвижные линейки и неприводные ролики и диски, что является большим недостатком. При трёхвалковой схеме получается более замкнутый, по сравнению с двухвалковой схемой, калибр (рисунок 2, б), что приводит к уменьшению овальности и разностенности получаемых гильз.

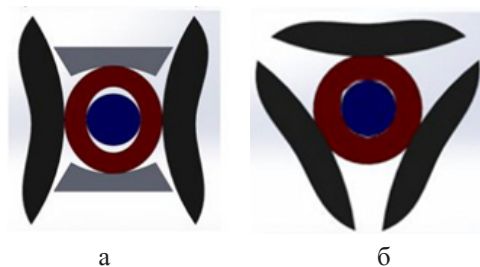


Рисунок 2 – Деформация заготовки в двух- и трехвалковом станках

### Вывод

В связи с вышеизложенным представляется актуальным разработка способа винтовой прокатки в трехвалковом стане, который бы не имел недостатков, присущим схемам показанных в работах [7-8], а также практическая реализация прошивки на действующем производстве ПФ ТОО «KSP Steel». На стадии разработки способа и оборудования, для его обоснования достаточно эффективным инструментом является компьютерное моделирование.

### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Романцев Б.А., Потапов И.Н., Гончарук А.В., Попов В.А. Изготовление полых профилированных заготовок. – М.: НПО Информ ТЭИ, 1992. – 263 с.
- 2 Потапов И.Н., Коликов А.П., Друян В.М. Теория трубного производства. Москва: Металлургия, 1991. – 424 с.
- 3 Тетерин П.К. Теория поперечно-винтовой прокатки. Москва: Металлургия, 1973. – 368 с.
- 4 Романцев Б.А., Гончарук А.В., Алещенко А.С. Винтовая прошивка в трубном производстве: учеб. пособие. М.: Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2017. – 262 с.
- 5 Никулин А.Н. Винтовая прокатка. Напряжения и деформации. М.: Металлургиздат, 2015. – 380 с.
- 6 Романцев Б.А., Гончарук А.В., Вавилкин Н.М., Самусев С.В. Трубное производство – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2011. – 970 с.
- 7 Erman E. The effect of processing parameters on the propensity for central fracturing in piercing // Journal of Applied Metalworking. – № 4. – 1997. pp. 331–341 [на англ. яз.].
- 8 Kocks F. Cross Rolling. Stahl und Eisen, 47, 1997. pp 433-646 [на англ. яз.].

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОШИВКИ ЗАГОТОВКИ В ТРЕХВАЛКОВОМ СТАНЕ

ЖАКУПОВ А. Н.

PhD, асоп. профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

КОШЕЕВА И.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

### Введение

В данной работе исследуется процесс формоизменения стальных заготовок на двухвалковом и трехвалковом станках посредством компьютерного моделирования в Deform 3D (Forming) с целью анализа изменения диаметра и разностенности получаемых гильз. Общеизвестным методом моделирования технологических процессов в данном программном обеспечении являются алгоритмы, основанные на применении вариационных принципов механики и метода конечных элементов. Программа состоит из трех модулей:

- модуль Preprocessor предназначен для создания моделей процессов и задания граничных условий (условия трения, силовые условия, условия теплопроводности, скоростные условия и т. д.);
- модуль Simulator предназначен для проведения вычислительных расчетов и записи полученных результатов в конечный файл базы данных, для задания количества процессоров, участвующих в процессе расчета, для остановки и запуска процесса расчета, а также для отображения результатов расчета;
- модуль Postprocessor предназначен для чтения базы данных после завершения моделирования и отображения результатов расчета в виде графика и массива чисел.

### Моделирование прошивки заготовки

Обзор исследований в области применения различных схем винтовой прокатки для получения полых изделий позволил установить, что имеется ряд существенных недостатков при двухвалковой схеме прошивки – осевое разрушение заготовок, овальность получаемых изделий, необходимость применения направляющего инструмента [1-3]. Указанные недостатки отрицательно влияют на показатели качества получаемых изделий, однако эти недостатки могут быть устранены использованием трехвалковой схемы прошивки [4-5].

Трехмерные модели инструментов проектировали в программном комплексе «Компас», геометрия которых затем была использована в Deform 3D в формате STL. Материалом заготовки выбрана



сталь AISI 1025 аналог стали 25. Остальные исходные параметры соответствовали параметрам, указанным в таблице 1 [6-7].

Таблица 1 – Параметры моделирования

Параметр	Двухвалковая прошивка	Трехвалковая прошивка
Диаметр заготовки	210 мм	210 мм
Скорость вращения валков	80 об/мин	80 об/мин
Диаметр валков	500 мм	500 мм
Диаметр оправки	135 мм	135 мм
Угол раскатки	7°	12°
Угол подачи	14°	16°

На рисунке 1 изображены модели двух- и трехвалковой модели прошивки сплошной заготовки. Толкатель предназначен для продвижения заготовки в пространство между валками до момента захвата заготовки валками. Заготовка имеет начальную температуру 1250 °С, по аналогии с технологическими параметрами, используемыми при прошивке на действующих трубопрокатных заводах. Для центрирования заготовки по оси оправки применяется проводка.

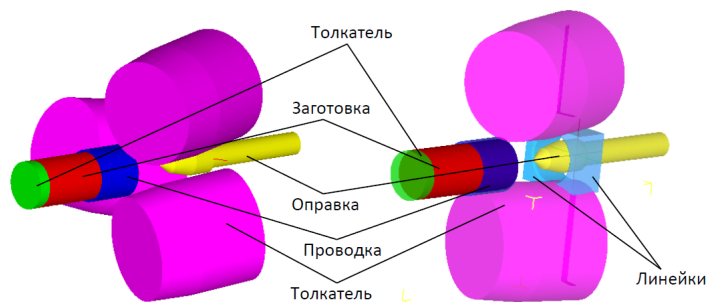


Рисунок 1 – Модели двух- и трехвалковой прошивки

С целью оценки изменения диаметра и толщины стенки по длине гильзы по результатам моделирования в Deform 3D провели измерения в сечениях, располагающихся друг от друга на расстоянии 50 мм по длине с помощью встроенного инструмента. В каждом поперечном сечении диаметр заготовки измеряли 4 раза, а толщину стенки измеряли в 8 точках каждого сечения с шагом 45°. По результатам измерений получили средние значения, приведенные на рисунке 2.

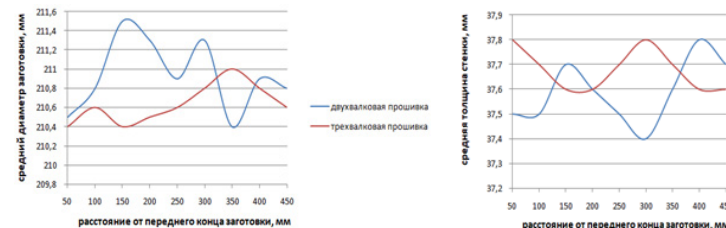


Рисунок 2 – Изменение диаметра и толщины стенки по длине заготовки

### Вывод

По результатам компьютерного моделирования процесса прошивки стальных заготовок установлено, что получаемые в трехвалковом стане полые заготовки имеют более высокую точность размеров: изменение диаметра после трехвалковой прошивки – 0,6 мм, после двухвалковой – 1,1 мм, изменение толщины стенки гильзы после трехвалковой прошивки – 0,2 мм, после двухвалковой прошивки – 0,4 мм.

На основе результатов проведенного моделирования представляется целесообразным использование конструкции трехвалкового стана винтовой прокатки вместо двухвалкового.

### ЛИТЕРАТУРА

1 Романцев Б.А., Чан Ба Хюи, Скрипаленко М.М., Скрипаленко М.Н., Гартвиг А.А., Гладков Ю.А. Исследование процесса винтовой прокатки в четырехвалковой клети методом моделирования. *Металлург*, №7, 2018, с. 21-29.

2 Колмогоров В.Л. Механика обработки металлов давлением. Екатеринбург: Изд-во Уральского ГТУ, 2001. – 836с. [Электронный ресурс]. URL: [https://tesis.com.ru/infocenter/downloads/deform/deform\\_es09\\_mgtu1.pdf](https://tesis.com.ru/infocenter/downloads/deform/deform_es09_mgtu1.pdf) (дата обращения: 23. 03. 2021).

3 Скрипаленко М.М., Романцев Б.А., Капуткина Л.М., Галкин С.П., Скрипаленко М.Н., Чан Ба Хюи. Компьютерное моделирование процессов винтовой прокатки с целью прогнозирования разрушения заготовок. VII Международная конференция «Деформация и разрушение материалов и наноматериалов». Москва. 7-10 ноября 2017 г./ Сборник материалов. – М: ИМЕТ РАН, 2017, с. 854-855.

4 Скрипаленко М.М., Чан Ба Хюи, Хе Чже Сун, Романцев Б.А., Галкин С.П., Капуткина Л.М., Скрипаленко М.Н. Прогнозирование деформируемости заготовок в процессах винтовой прокатки на

основе компьютерного моделирования и экспериментальной оценки. IX-я Евразийская научно-практическая конференция «Прочность неоднородных структур» ПРОСТ 2018, Москва, 24-26 апреля 2018 г.

5 М.А. Матвеев. Оценка вероятности разрушения металла при горячей пластической деформации с помощью критерия Кокрофта-Латама. Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки. Том 23, №2, 2017, с. 109-126.

6 Li S.Z., Meng W.H., Hu L.W., Ding B. Research on the tendency of inner crack during 3-roll skew rolling process of round billets. Advanced Materials Research. 145, pp 238–242 (2011) [на англ. яз.].

7 Ding X., Shuang Y., Liu Q. and Zhao C. New rotary piercing process for an AZ31 magnesium alloy seamless tube // Materials Science and Technology. 2017. Т. 34. № 4. С. 408-418 [на англ. яз.].

## ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА НА АКСУСКОМ ЗАВОДЕ ФЕРРОСПЛАВОВ

КУЗНЕЦОВ А. И.

д.т.н., асоц. профессор (доцент), Торайгыров университет, г. Павлодар  
СҮЮНДИКОВ М. М.

к.т.н., профессор, заведующий кафедрой,  
Торайгыров университет, г. Павлодар

КАПИАКПАРОВ А. Г.

д.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

АУБАКИРОВ А. М.

докторант, Торайгыров университет, г. Павлодар

В настоящее время во всех отраслях металлургии остро стоят задачи повышения экономичности, эффективности и экологичности производства.

Основными направлениями решения этих задач являются:

- производство высококачественной продукции с минимальным содержанием вредных примесей;
- рациональное использование природных ресурсов за счет снижения образования количества попутных продуктов и отходов производства;
- сокращения количества вредных выбросов;
- вовлечение в производство вторичных материальных и энергетических ресурсов.

Решение этих проблем на Аксуском заводе ферросплавов (АксЗФ) требует повышения качества подготовки сырья и совершенствования существующих технологий в направлении снижения материало- и энергоемкости процесса [1].

В связи с сокращением запасов богатого природного сырья, с минимальным количеством вредных примесей, главная роль отводится процессам подготовки компонентов шихты к плавке.

Наиболее дефицитным и дорогостоящим видом сырья при производстве ферросплавов является кокс, используемый в качестве восстановителя. Отсутствие собственной базы по производству кокса у АО «ТНК «Казхром», вынуждает приобретать его на стороне, что значительно повышает расходы на производство ферросплавов по статье восстановители и ставит АксЗФ в жесткую зависимость от количества и качества поставляемого восстановителя.

В настоящее время на АксЗФ кокс является основным поставщиком вредных примесей, определяющих качество и цену готового металла. Использование более чистых по содержанию вредных примесей восстановителей позволит получать высококачественную продукцию, пользующуюся повышенным спросом на мировом рынке.

Дефицит качественных коксующихся углей на территории Казахстана, требует изыскания возможности использования заменителей кокса из собственных углей других марок с использованием нетрадиционных технологий [2]. К таким видам восстановителей можно отнести уголь Шубаркольского месторождения, характеризующихся низким содержанием золы, фосфора и серы, и полученный из него спецкок. Заслуживают внимания более экологически чистые, по сравнению с традиционной схемой коксования, технологии получения спецкокса в шахтных печах и на подвижной колосниковой решетке. Шубаркольский уголь и спецкок в настоящее время с успехом применяются на АксЗФ [3].

При производстве ферросплавов неизбежно образуется большое количество побочных продуктов, всевозможных отсевов и пыли систем аспирации и газоочисток, которые, с одной стороны, составляют крупные потери минерального сырья, а, с другой, наносят огромный ущерб окружающей среде. За вывоз и складирование неиспользуемых отходов и отсевов завод обязан платить большие экологические штрафы [4].

Для устранения отмеченных недостатков и повышения экономической и экологической эффективности производства, на заводе был построен агломерационный цех. Уникальность схемы,

построенного аглоцеха, заключается в высокой степени автоматизации технологического процесса и возможности производства двух видов агломерата: марганцевого и хромового [5, 6]. При работе на хромовом или марганцевом сырье аглоцех обеспечивает переработку основного объема пыли текущего производства образующейся при выплавке того же вида ферросплавов и частично, в качестве флюса, пыль от выплавки кремнистых сплавов.

Преимуществом агломерации является возможность утилизации, рудной мелочи, образующихся отсевов и пыли и возвращение их в виде кускового материала в производственный процесс. До строительства аглоцеха пыли газоочисток и отсевы кварцита – будучи ценным сырьем, не могли быть использованы в существующих плавильных агрегатах по их техническим характеристикам и вывозились в отвал.

В качестве топлива для спекания используются отсевы мелочи кокса, отгружаемые раньше сторонним потребителям. Для зажигания шихты на агломашине в качестве основного топлива применяется вторичный энергоресурс предприятия – ферросплавный газ, имеющийся на заводе в избытке и дожигаемый раньше на «свечах». Подача его осуществляется от межцехового газопровода с давлением 0,2–0,6 кПа. В качестве резервного топлива, на случай перебоев в снабжении цеха ферросплавным газом, предусмотрено использование дизельного топлива. Их характеристика приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика топлива для зажигательного горна агломашин

Вид топлива	Состав, %							Теплота сгорания
	CO	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	
Ферросплавный газ	70,0	12,0	1,5	7,0	1,0	3,5	5,0	кДж/м <sup>3</sup> 9934
	C <sup>p</sup>		H <sup>p</sup>		O <sup>p</sup>		кДж/кг 42500	
Дизельное топливо	87,0		12,6		0,4			

Агломерация указанных мелкодисперсных материалов позволяет:

- снизить содержание серы в рудной части шихты;
- получить кусковой материал с пористой структурой;
- повысить газопроницаемость слоя за счет сокращения мелочи

в шихте;

- снизить аварийность на электропечах от выбросов шихты;
- обеспечить более эффективное протекание восстановительных процессов рудного сырья;

- сократить расход электроэнергии, за счет протекания при агломерации части эндотермических процессов, ранее идущих в электропечах.

Производство хромового офлюсованного агломерата, с применением в качестве флюса ранее неиспользуемого, содержащего до 20 % Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, отсева оборотного песка, позволяет повысить степень извлечения ведущего элемента при выплавке высокоуглеродистого хрома.

При использовании в качестве флюсующей добавки отсева кварцита их крупность не должна превышать 0-1 мм. Согласно результатам опытных спеканий, частицы флюса крупнее 1 мм при спекании не успевают прореагировать с вмещающей породой руды. Замена крупнозернистого отсева кварцита на мелкозернистый, в виде микросилики, обеспечивает, при прочих равных условиях, повышение механической прочности агломерата более чем на 20% и снижение выхода возвратного продукта вдвое.

Агломерационные цеха металлургических заводов наряду с их положительным эффектом по сокращению отходов производства и улучшение качества сырья, имеют отрицательное влияние на экологию, как источники загрязнения воздушной среды большим количеством пылегазовых выбросов [7].

Основными источниками пылеобразования в комплексе являются следующие операции и узлы:

- выгрузка сухих материалов на приемные склады и бункера;
- выдача сухих компонентов на сборные конвейеры в корпусе шихтовых бункеров;
- приемка и выдача пылей ферросплавного производства в корпусе шихтовых бункеров;
- загрузка шихты с пылью в смесительный и окомковательный барабаны;
- узел загрузки постели и шихты на агломашину;
- разгрузка агломерата с машины и его дробление;
- узел сортировки агломерата;
- участки перегрузки по тракту транспортировки агломерата, возврата и постели.

Учитывая это, при строительстве агломерационного цеха на АксЗФ, большое внимание было уделено внедрению эффективных систем газоочистки.

Технологическое оборудование и все узлы пересыпок сырья и агломерата оборудованы высокоэффективной системой отсоса и фильтрации запыленного воздуха.

Аспирационный воздух от мест выделения пыли поступает на пылеулавливающие установки. В качестве пылеулавливающих аппаратов принимаются фильтры Немцова и рукавные фильтры.

Фильтр Немцова отличается от других фильтров высокой степенью очистки до 99 %, большой пылевой емкостью, около 8 кг/м<sup>2</sup>, малым гидравлическим сопротивлением, компактностью конструкции и возможностью установки на открытом воздухе.

Зоны спекания и охлаждения агломашины оборудованы высокоэффективной системой фильтрации технологических газов, а также системой рециркуляции газов для экономии топлива и снижения выбросов вредных веществ в атмосферу.

С целью сокращения выброса пыли в атмосферу в аглоцехе предусмотрена новая схема двухступенчатой очистки технологических газов. Впервые в технологической схеме аглоцеха применена газоочистка с использованием рукавных фильтров. Очистка первой ступени представляет собой грубую очистку в батарейных циклонах. Тонкая очистка второй ступени проводится в рукавных фильтрах фирмы «Mannesman Demag». Она позволяет обеспечить остаточное содержание пыли не более 20 мг/м<sup>3</sup>.

Рукавный фильтр с импульсной системой регенерации состоит из корпуса, системы регенерации с автоматикой управления, фильтровых элементов и холодного укрытия.

Корпус рукавного фильтра выполнен в виде самонесущего блока, воспринимающего технологические и климатологические нагрузки, а также нагрузки пылегазового потока и холодного укрытия фильтра. Блоки регенерации смонтированы на корпусе фильтра, образуя его перекрытие, и уплотнены с помощью монтажных накладок и уплотнительных элементов.

Система регенерации фильтра обеспечивает восстановление фильтрующей способности рукавов посредством импульсной порядной продувки их сжатым воздухом по командам, формируемым микропроцессорным контроллером по перепаду разрежения на фильтре. Она состоит из блоков регенерации, трубопровода раздачи сжатого воздуха и автоматики управления.

После очистки воздух пылевыми вентиляторами и дымососом выбрасывается в атмосферу через дымовую трубу.

Срок службы рукавных фильтров составляет 2-3 года. Замена производится в течение суток.

Уловленная пыль газоочисток и аспирационных систем через шлюзовые питатели сбрасывается на ленточные конвейеры и сразу возвращают обратно в технологический процесс.

Пыли газоочисток ферросплавных печей подаются непосредственно на участок дозирования автотранспортными цистернами-цементовозами и загружаются пневмотранспортом в силосы. Схема доставки пыли из ферросплавных цехов в силосы аглоцеха представлена на рисунке 1.

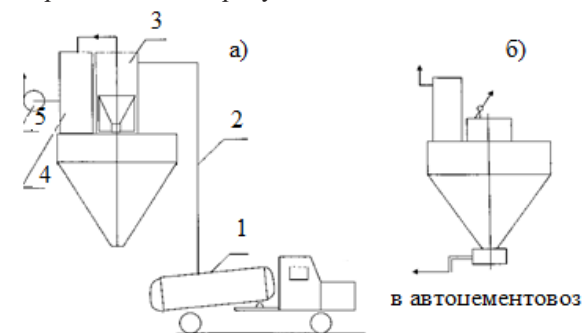


Рисунок 1 – Схема загрузки пыли в приемные силосы агломерационного цеха.  
а – приемный силос пыли; б – бункер загрузки пыли в автоцементовоз; 1 – автоцементовоз; 2 – загрузочный трубопровод; 3 – осадитель материала; 4 – фильтр; 5 – вентилятор

Для выдачи материала силосы оборудованы питателями «по потере веса». Объем силосов рассчитан на суточную работу цеха. Смешивание пылей с печей выплавки феррохрома и ферросиликомарганца в одном силосе не допускается. При работе на хромовом агломерате марганцевые пыли эвакуируются с производства по ранее существующей схеме.

Для исключения пыления все оборудование приемного устройства пыли представляет собой герметично закрытую систему со своей аспирацией для каждого силоса. Для каждого вида пыли предусмотрено по два силоса. Один силос является рабочим, другой

– резервным, в который ведется загрузка пыли. Объем силосов обеспечивает бесперебойную подачу пыли в течение суток.

Пыль из силосов, установленных на тензодатчиках, при помощи шлюзовых питателей, работающих по «потере веса», подается в интенсивный смеситель производительностью 10 т/час, туда же подается вода. Смеситель обеспечивает смешивание с увлажнением и микрогрануляцию пыли. Предусмотрена возможность подачи пыли из силосов, минуя интенсивный смеситель.

Перед загрузкой шихты на тележки агломашин укладывается слой постели крупностью 8-15 мм высотой 50 мм. Для этого в головной части машины дополнительно устанавливается питатель постели. Бункер питателя постели саморазгружающийся. Запас постели в бункере контролируется с помощью тензометрических датчиков.

Наличие слоя постели позволяет сократить количество просыпи шихты сквозь колосниковую решетку и предохраняет колосники от воздействия высоких температур при спекании хромового агломерата.

Таким образом, строительство агломерационного цеха на АксЗФ способствовало значительному повышению экономичности, эффективности и экологичности процесса производства ферросплавов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Головачев Н. П., Суслов А. В., Кузнецов А. И. и др. Основные направления ресурсоэнергосбережения на АЗФ / Н. П. Головачев, А. В. Суслов, А. И. Кузнецов и др. // Материалы Международной научно-практической конференции Абишевские чтения - 2006 «Жидкость на границе раздела фаз - теория и практика». - Караганда, 2006. - С. 459-463.

2 Калиакпаров А. Г., Кузнецов А. И., Рындин А. Н. и др. Новые направления в производстве кокса без улавливания химических продуктов коксования / А. Г. Калиакпаров, А. И. Кузнецов, А. Н. Рындин и др. // Сборник трудов Международной научно-практической конференции «Энергосберегающие технологии - основа индустриально-инновационного развития». – Павлодар, 2008. - С. 73-76.

3 Страхов В. М., Калиакпаров А. Г., Кариев А. Д., Жумагулов М. Г., Никифоров А. С. Промышленные исследования процесса термоокислительного коксования на цепных колосниковых решетках. / В. М. Страхов, А. Г. Калиакпаров, А. Д. Кариев, М. Г. Жумагулов, А. С. Никифоров // Кокс и химия. - № 5. - 2008. С. 22-28.

4 Привалов О. Е., Головачев Н. П., Суслов А. В., Кузнецов А. И., Прокопьев Л. Я. Основные направления повышения эффективности переработки рудного сырья при выплавке ферросплавов на заводах

АО «ТНК «Казхром» / О. Е. Привалов, Н. П. Головачев, А. В. Суслов, А. И. Кузнецов, Л. Я. Прокопьев // Материалы Международной Казахстанской металлургической конференции. - Астана, 2008. - С. 22.

5 Zhunusov A., Tolymbekova L., Abdulabekov Y., Zholdubayeva Z., Bykov P. Agglomeration of manganese ores and manganese containing wastes of Kazakhstan. Metalurgija, 2021, 60(1-2), стр. 101–103.

6 Едильбаев И. Б., Привалов О. Е., Кузнецов А. И. и др. Производство агломерата из хромитовых руд. / И.Б. Едильбаев, О. Е. Привалов, А.И. Кузнецов и др. // Горный журнал Казахстана. - № 2. - 2008. С. 6-9.

7 Витущенко М.Ф., Татаркин Н.Л., Кузнецов А.И. и др. Влияние твердого топлива на выбросы монооксида углерода и оксидов азота при агломерации. / М. Ф. Витущенко, Н. Л. Татаркин, А.И. Кузнецов и др. // Сталь. - № 8. - 2007. С. 18-21.

#### ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СТРУКТУРЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ В ЭЛЕКТРОЛИЗЕРЕ

ҚАБДОЛЛА О. Б.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

ТАСКАРИНА А. Ж.

PhD, профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

КАМЕНОВ А. А.

магистр, преподаватель, Торайгыров университет, г. Павлодар

Алюминий является одним из самых популярных металлов в современной промышленности и занимает первое место в производстве цветных металлов.

Согласно разным литературным источникам расходы электроэнергии, расходуемые на процесс электролиза алюминия составляют около 20-40 % от всех затрат на производство металла. Одна из основных причин увеличения энергетических потерь в электролизере и, следовательно, снижения выхода по току ( $m_j$ ) напрямую связана с проходящими в ванне сложными магнитогидродинамическими (МГД) процессами, которые формируются в расплаве в результате взаимодействия электрического и магнитного полей. Магнитная гидродинамика играет решающую роль в формировании циркуляции и перекосов катодного металла, приводящих к потерям алюминия в результате обратной окислительной реакции и его переходу в расплав с

образованием оксида, влияет на токораспределение в конструктивных элементах электролитных ванн. Поэтому при разработке новых и усовершенствовании действующих конструкций электролизеров особое внимание уделяется оптимизации их МГД-характеристик [1].

Электролизёр для получения алюминия представляет собой сложную инерционную систему, эффективность работы которой зависит от электрических, тепловых, магнито-, газо-, гидродинамических (МГД) и физико-химических факторов и явлений. При этом для мощных электролизёров проблема МГД стабильности является наиболее сложной и важной.

Достижение высоких технико-экономических показателей на сверхмощных электролизёрах без правильно сконструированной ошиновки, обеспечивающей высокую МГД-стабильность электролизёра при оптимальных магнитогидродинамических характеристиках, невозможно. Магнитогидродинамически сбалансированная конструкция ошиновки в наибольшей мере определяет эффективность конструкции электролизёра в целом и возможность достижения высоких технико-экономических показателей [2].

Известно, что при взаимодействии магнитного поля, создаваемого токоведущими элементами ванны, с токами, находящимися в расплаве металла, образуются электромагнитные силы Лоренца. В электролизёре силы Лоренца вызывают различные виды колебательного движения металла, ведущего в конечном итоге к его потерям. В зависимости от конструктивных особенностей электролизёра, а также специфики его работы поверхность металла может принимать разно образные формы движения. В том случае, когда колебательные движения металла достигают критических значений (частота колебаний  $0,07 - 0,02$  Гц и амплитуда  $70 \div 100$  мВ, возникает крайне негативное явление, называемое магнитогидродинамической (МГД) нестабильностью, сопровождающееся ухудшением основных технико-экономических показателей [3].

Измерение напряженности магнитного поля на исследуемых ваннах проводилось в середине слоя металла при помощи магнитометра МАЛ – 3.1 на группе, состоящей из 10 электролизёров с приблизительно одинаковыми технологическими показателями работы, согласно следующей схеме замеров (рисунок 1).

Средние результаты измерений напряженности магнитного поля на исследуемых электролизерах представлены в таблице 1.



Рисунок 1 – Точки замеров напряженности магнитного поля

Таблица 1 – Средние значения напряженности магнитной индукции электролизёров

Входная сторона			
Точки замеров	Vx	Vy	Vz
1	-2	9,6	-4
2	-2,3	11,2	-3,5
3	-1	12	-2,6
4	-0,8	12,7	-1,6
5	0,2	13	-0,9
6	0,6	13,7	0
7	1,1	13,5	1,1
8	1,4	13,1	2
9	2	11	2,9
10	2,5	10	3,8
Выходная сторона			
Точки замеров	Vx	Vy	Vz
11	2,3	-9,3	-2,1
12	1,5	-8,4	-2
13	1,6	-7,9	-1,8
14	0,5	-6,7	-1,7
15	0	-6,9	-0,8
16	-0,9	-6,4	-0,7
17	-1	-6,7	0
18	-1,9	-7	0,1
19	-1,7	-7,8	0,6
20	-2,5	-8,8	1,1

Из таблицы видно, что средние модульные значения поперечной (Vx) составляющей магнитной индукции имеют относительно небольшую величину – 1,4 мТл. Данный факт свидетельствует о незначительном влиянии Лоренцовых сил, действующих вдоль длинной стороны электролизера.

Значения продольной ( $B_y$ ) и поперечной ( $B_x$ ) составляющих магнитной индукции указывают на их симметризацию относительно осей электролизера с переменной знака максимально близким к ним.

Вертикальная ( $B_z$ ) составляющая является минимальной ( $B_z$ ) = 1,7 мТл и отвечает условию знакопеременности (табл. 1). Такое поведение данной составляющей магнитной индукции показывает на скомпенсированность магнитных полей, действующих от рядом стоящих ванн соседних корпусов, что в конечном итоге является одной из причин наилучшей циркуляции металла в этих условиях [4].

Для высокомошных электролизёров уровень скомпенсированности магнитного поля в расплаве металла играет важную роль в формировании перекося, а также контуров и скоростей циркуляции катодного металла. В общем виде основные требования к структуре магнитного поля мощных электролизеров с поперечным расположением формулируются следующим образом:

- минимизация поперечной составляющей магнитной индукции  $B_x$  для уменьшения Лоренцовых сил, действующих вдоль длинной стороны электролизера;

- симметризация планарных составляющих магнитной индукции относительно продольной ( $B_y$ ) и поперечной ( $B_x$ ) осей электролизера с переменной знака максимально близко к ним;

- знакопеременность вертикальной составляющей магнитной индукции ( $B_z$ ) по сторонам для снижения скорости циркуляции металла в контурах расплава;

- минимизация абсолютного значения (модуля) вертикальной составляющей магнитной индукции ( $B_z$ ) и ее градиента по длинной стороне электролизера для снижения пороговых значений МГД – неустойчивости.

Выполнение указанных требований позволяет обеспечить приемлемые показатели по созданию многоконтурной схемы циркуляции расплава с максимальной скоростью до 10 см/с, перекосям не более 2 см и достаточным запасом по МГД – устойчивости.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Степанов В.П. Основные вопросы электрохимии расплавленных солей / В.П. Степанов. - Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2012. – 292 с.

2 Larry Banta, Congxia Dai, Philip Biedler. NOISE CLASSIFICATION IN THE ALUMINUM REDUCTION PROCESS. // Light Metals 2003, p.431-435.

3 Jeffrey T Keniry, Eugene Shaidulin. ANODE SIGNAL ANALYSIS- THE NEXT GENERATION IN REDUCTION CELL CONTROL // Light Metals 2008, p.838-839

4 Е.Ю.Радионов, В.А.Ершов ОСОБЕННОСТИ МАГНИТНОЙ ГИДРОДИНАМИКИ ЭЛЕКТРОЛИЗЁРОВ ОА-300 5-ОЙ СЕРИИ ИРКУТСКОГО АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА // ВЕСТНИК ИРГТУ №4 (40) 2009. – С. 210-213.

### АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА АБРАЗИВНЫЙ ИЗНОС ТРУБОПРОВОДА ТРАНСПРОТИРОВКИ СЫРОГО УГЛЯ

МАЗДУБАЙ А. В.

д.т.н, профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

МАКУЛОВ С. С.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

Самым наиболее распространенным и быстро протекающим процессом износа на сегодняшний день является абразивный износ или абразивная эрозия. При котором поверхностный слой разрушается при взаимодействии более твердых частиц абразива с обрабатываемым или эксплуатируемым материалом.

Распространенность процесса эрозии связана с тем, что вне зависимости от выполняемых деталей функций материалы неизбежно взаимодействуют друг с другом. Так же причиной широкой распространенности абразивного износа стало то, что менее интенсивные процессы изнашивания деталей подавляются абразивной эрозией. Если не рассматривать взаимодействие деталей в процессе выполнения своих функций также причиной износа может стать загрязненность воздуха, воды, горюче-смазочных материалов, контактирующие с трущимися деталями, воздействие которой сложно исключить.

Сложность прогнозирования процесса абразивного износа трубопроводов и оборудования создает нужду в разработке метода моделирования протекаемых процессов при работе оборудования и на основе которых будет разработан метод защиты материала от абразивного износа, представляющий собой наиболее универсальный и широко применимый метод защиты.

Данная проблема существует давно и не теряет своей актуальности. Изученные труды подтверждают актуальность

проблемы на различных этапах развития промышленности в истории человечества. Главным отличием стало доступность новых материалов и инструментов в более современное время, позволяющая внести новшество в науку о контактном взаимодействии – триботехнику.

Так как в основе любой промышленности стоит баланс между производительностью и ее экономической выгодой стоит обратить внимание на затраты предприятий на ремонт линий трубопроводов и оборудования, подвергаемых износу. Это является основным фактором характеризующим актуальность разработки методов, способных сократить издержки при эксплуатации промышленных трубопроводов.

Согласно анализу [1] факторами, влияющими в условиях эксплуатации, зависит от физико-механических свойств транспортируемого материала, материала труб и условий транспортирования. Из наиболее важных автор отмечает: скорость транспортирования, угол атаки, концентрация золовоздушного потока, диаметр и форма частиц, степень полидисперсности транспортируемого материала, прочностные характеристики материала трубопровода и его внутренний диаметр. Невозможность определения угла атаки частиц транспортируемого материала создает необходимость ввода коэффициентов, связанных со всей совокупностью параметров транспортирования.

Автор [2] по опыту эксплуатации отмечает влияние величины диаметра трубопровода на износ материала стенок пылесистем. Это пропорциональная зависимость уменьшения износа квадратному корню из отношения диаметров.

Управление по исследованиям и разработкам в области горной промышленности Национального совета по углю Великобритании [3] провели исследования на основе которых можно спрогнозировать максимальный срок эксплуатации горизонтальных пылесистем. Исследования проводились на шахтах по добычи угля Шайрбрук и Фрайстон. В данных шахтах эксплуатируют пневмосистемы транспортировки угля. Данные рассчитаны для системы, транспортирующей 2 миллиона тонн угля при расходе 50 т/ч.



Рисунок 1 – Принципиальная схема системы пневмотранспорта угля шахты Шайрбрук

Таблица 1 – Характеристики трубопроводных систем для пневмотранспорта

Характеристика	Название шахты			
	Шайрбрук	Фрайстон	Грайттроп	Уорсоп
Горизонтальный подземный участок:				
диаметр, мм	300	350	350	350
длина, м	100	15	12,5	52
Участок вертикального подъема:				
диаметр, мм	300	300	300	300
высота, м	326	503	369	475
Горизонтальный надземный участок:				
диаметр, мм	350	350	400	400
длина, м	54	9,5	95	45
Производительность установки, т/ч	50	50	75	75
Проектный расход воздуха, м <sup>3</sup> /с	3,7	5,0	5,0	5,0
Диаметр воздухопровода, мм	400	500	500	500
Диаметр циклона, м	2,5	2,5	2,5	2,5
Размер частиц, мм	0,5	0,5	Нет данных	Нет данных

Данные позволяют произвести расчеты лишь для прямолинейных участков пневмосистемы. Куда более сложнее провести расчеты криволинейных сегментов линии транспортировки сыпучих материалов.



Таблица 2 – Результат расчета параметров трубопроводных систем для пневмотранспорта угля

Параметр	Название шахты			
	Шайрбрук	Фрайстон	Граймтроп	Уорсоп
Расход угля, кг/с	13,9	13,9	20,8	20,8
Масса расхода воздуха, кг/с	4,625	6,25	6,25	6,25
Массовая концентрация $m$ , кг/кг	3	2,2	3,3	3,3
Скорость потока на выходе из горизонтальной надземной трубы, м/с	38,5	52,0	39,8	39,8
Максимальный износ стенки трубопровода, мм: вертикальный участок, горизонтальный участок	0,2	Нет данных	Нет данных	Нет данных
	1,0	1,0	1,0	1,0
Давление на выходе из горизонтальной надземной трубы, Па $\cdot 10^5$	1,013	–	–	–

Для криволинейных участков общего метода расчета абразивного износа нет. Методики [4–7] основаны на эмпирических данных и эксперименты проводились в различных условиях, с различными параметрами. При этом авторы используют различные характеристики для проводимых им расчетов абразивного износа.

Однако основной параметр встречающийся больше всего и на основе которого чаще всего проводят расчеты износа металла является угол атаки мелкодисперсных частиц показанный на рисунке 2.

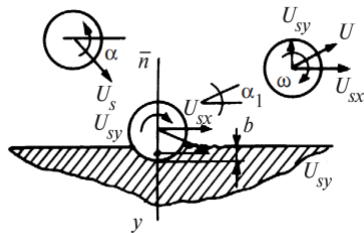


Рисунок 2 – Принципиальная схема для расчета соударения твердой сферической частицы, летящей под углом к преграде из упругопластичного материала

Нет общей формулы расчета, опирающийся на угол атаки частиц. Однако авторы [4–7] отмечают в своих исследованиях, что наиболее подвержен износу материал, атакованный под углом  $30^\circ$ , это принято для низкоуглеродистой стали, при уменьшении угла менее  $15^\circ$  полученный износ серьезно снижается.

Авторами методов [4–7] так же проводится анализ влияния независимых параметров: скорость пылевоздушных потоков, концентрация  $m$  и средний диаметр частиц материала  $d_0$ , фазовой плотности, твердости материала мишени, масса транспортируемого материал. Исследования проводились аналитическим методом и выявили закономерность влияния определенных факторов на износ, но так как эксперименты проводились с различными независимыми факторами общую зависимость выявить не получилось. В большинстве расчётов применялись эмпирические коэффициенты.

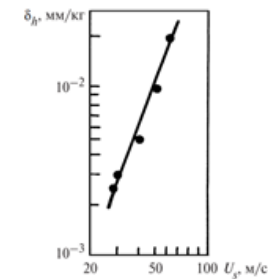


Рисунок 3 – Влияние скорости удара отдельной частицы на удельный линейный абразивный износ

При исследовании влияния скорости воздушного потока на износ металла большинство авторов склонны считать зависимость износа при ударном действии частиц пропорционально кинетической энергии самого ударного действия.

Влияние же твердости мишени применяемой при проведении эксперимента, автор [9] выявил степенную зависимость от твердости равную 0,4.

Эксперименты, проводимые для расчёта удельного абразивного износа, не дали точных числовых значений абразивной стойкости конкретных материалов или трубопроводов. Однако они позволили выявить потребность в проведении исследования в условиях позволяющие изменять перечисленные независимые факторы в широком диапазоне для выявления более точной зависимости

износа материала в рамках одной экспериментальной системы, имитирующей полевые условия.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Путилов, В. Я. Анализ абразивного износа трубопроводов при пневмотранспорте мелкодисперсных сыпучих материалов / В. Я. Путилов, В. Б. Прохоров, И. В. Путилова // Теплоэнергетика. – 2003. – № 1. – С. 61–67.
- 2 Смолдырев, А. Е. Гидро- и пневмотранспорт в металлургии: (Техника и технология, инж. расчеты) / А. Е. Смолдырев. - 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1985. – 280 с.
- 3 Fistbrook I. Operation and development of the pneumatic pipeline coal transportation system // International conference on the pneumatic transport of solids in proceedings of the pipes, London, UK.
- 4 Bitter I.Y.A. A Study of Erosion Phenomena // Wear. 1963. Vol. 6. P. 5–21, 169–190
- 5 Смелтвер, Гулден, Комптон Механизмы эрозии металлов при ударном действии пыли / Смелтвер, Гулден, Комптон // Теоретические основы инженерных расчетов. 1970. № 3. С. 225–238.
- 6 Neilson J. H., Gilkrist A. Erosion by a Stream of Solid Particles/ Neilson J. H., Gilkrist A. // Wear. 1968. Vol. 11. P. 111–122
- 7 Finnie I. Erosion of surfaces by solid particles // Wear. 1960. № 3. P. 87–103.
- 8 Попов А.Г. Износостойкость труб поверхностей нагрева котлов // Теплоэнергетика. 1988. № 11. С. 61–63.
- 9 Shimoda K., Yukawa T. Erosion of pipe in pneumatic conveyer/ Shimoda K., Yukawa T. // International Conference of Erosion by Solid and Liquid Impact, Cambridge. 1983. P. 59–1; 59–8

#### ИССЛЕДОВАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БРИКЕТОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТАЛИ

МАРАТОВ Ф. М.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

ЖУНУСОВ А. К.

к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

ЖУНУСОВА А. К.

ст. преподаватель, Торайгыров университет, г. Павлодар

При производстве ферросилиция образуется значительное количество промышленных отходов (аспирационной пыли, шлаков, шламов, отсевов ферросилиция), использование которых в металлургическом переделе может являться источником дополнительных вторичных сырьевых ресурсов. Рециклинг мелкодисперсной пыли, уловленной в пылегазоочистных и аспирационных установках, имеет экономическое, экологическое и социальное значение [1-4]. Также рециклинг может обеспечить снижение затрат на предварительную подготовку руды и получения кондиционного материала, увеличения степени извлечения ценных компонентов и обеспечения охраны окружающей среды.

На площадке хранения отходов на ПФ ТОО «KSP Steel» накоплено около 600 тонн отсева, образованных в результате дробления ферросиликоалюминия (ФСА). В виде отсева и пыли отходы ферросплавного производства малопригодны в сталеплавильном производстве. Следует отметить, что в данное время выплавка ФСА на базе предприятия не ведется, однако образовавшиеся отходы требуют дополнительной технологии утилизации, так как последние занимают определенные площади и загрязняют окружающую среду.

Для обеспечения предприятия дополнительным сырьем и улучшения экологической обстановки были проведены опытные испытания по производству брикетов в смеси отсева ФСА и аспирационной пыли ферросплавного цеха. По плану опытных плавок брикеты прошли испытания на пригодность замены ферросилиция марки ФС-75 брикетами при производстве стали на агрегате «ковш-печь». Брикеты обладают достаточной механической прочностью, способные выдержать транспортировку и другие операции по перемещению на узлах дозирования сталеплавильной печи. Проведенные исследования авторами работ [3-4] показали принципиальную возможность использования брикетов при внепечной обработке стали и достичь лучшего усвоения кремния.

При проведении исследований в качестве исходных материалов использовали отсев ферросиликоалюминия образованного при дроблении, аспирационная пыль ферросплавного цеха, жидкое стекло использовали как связующий материал.

Опытные испытания были разделены на два этапа:

- Первый этап – получение брикетов из отходов ферросплавного производства, с отработкой оптимального шихтового состава;
- Второй этап – использование брикетов при получении стали в ДСП и внепечной обработки стали.

Брикеты производили на гидравлическом прессе производства «Рифей-Варяг».

В результате проведения первого этапа опытных испытаний был отработан оптимальный шихтовый состав для получения брикетов, в котором использовали:

- отсев ФСА – 50 кг (84,7 %);
- пыль ФСА – 5 кг (8,4 %);
- жидкое стекло – 4 кг (6,7 %).

Брикеты с данным составом после прессования выходили прочными, цилиндрической формы, без обломов и трещин. Выход годных брикетов после прессования составил 99,0 %.

Полученная опытная партия брикетов в количестве 50 тонн по технологической цепочке подавалась в сушильную камеру. Сушка производилась при температуре 80 °С в течении 6 часов. После сушки были отобраны пробы для определения физико-механических характеристик. Средняя прочность брикетов составила 451,45 МПа при влажности брикетов 1,08 %.

Химический состав полученных брикетов представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав брикетов

№ п/п	Наименование показателей	Результаты испытаний
1	Массовая доля кремния (Si), %	51,5
2	Массовая доля алюминия (Al), %	17,98
3	Массовая доля железа (Fe), %	29,7
4	Массовая доля фосфора (P), %	0,02
5	Массовая доля серы (S), %	0,01

Во втором этапе опытных испытаний на агрегате «ковш-печь» № 1 электросталеплавильного цеха-2 (ЭСЦ-2) металлургического производства в условиях ПФ ТОО «KSP Steel» были проведены

опытные плавки с применением брикетов из отсева ФСА при выплавке стали марки 09Г2С с вакуумной дегазацией.

Усредненный химический состав шлака агрегата «ковш-печь» представлен в таблице 2, полученный химический состав стали представлен в таблице 3.

Таблица 2 – Усредненный химический состав шлака агрегата «ковш-печь»

Содержание химических элементов, %								
Fe <sub>общ</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	S	Основность	Σ
0,77	24,57	12,56	55,42	5,60	0,14	0,57	2,26	99,63

Таблица 3 – Химический состав стали

Содержание химических элементов в стали, %								
Номер плавки	C	Si	Mn	P	S	Cr	Al	Cu
5201265	0,10	0,53	1,49	0,011	0,011	0,036	0,017	0,20
5201266	0,10	0,61	1,46	0,010	0,010	0,033	0,023	0,19
5201267	0,11	0,58	1,50	0,013	0,008	0,039	0,018	0,17
5201268	0,12	0,57	1,50	0,012	0,005	0,040	0,019	0,16
5201269	0,12	0,54	1,46	0,010	0,007	0,054	0,011	0,18
5201270	0,09	0,54	1,40	0,010	0,008	0,037	0,016	0,17
5201271	0,09	0,57	1,49	0,012	0,007	0,032	0,021	0,16
5201272	0,10	0,60	1,44	0,010	0,005	0,038	0,021	0,15
5201273	0,09	0,57	1,34	0,011	0,004	0,041	0,015	0,18
5201274	0,09	0,59	1,36	0,010	0,007	0,030	0,020	0,17
5201275	0,10	0,57	1,39	0,012	0,006	0,043	0,017	0,17
5201276	0,09	0,56	1,44	0,015	0,008	0,042	0,017	0,16
Среднее	0,10	0,57	1,44	0,011	0,007	0,039	0,018	0,17

Присадка брикетов производилась на выпуске плавки из дуговой сталеплавильной печи, а также на агрегате ковш-печь, для доводки стали по содержанию кремния.

Из данных таблиц 2 и 3 видно, что основность шлака соответствует технологической инструкции базовых плавков и достигнута усваиваемость кремния. При этом расход брикетов из отсева ферросиликоалюминия составил 7,19 кг/т стали. Также при

применении брикетов уменьшается расход чушкового алюминия, его расход составил 0,92 кг/т, т.е. снижение на 23%.

В результате использования брикетов в качестве раскислителя стали, наблюдается заметное снижение производственной себестоимости непрерывнолитой заготовки. В денежном выражении снижение себестоимости продукции составляет 1055 тенге на тонну годной продукции.

#### **Выводы**

Таким образом, выполненные опытные исследования по брикетированию мелкой фракции пыли производства FeSi с использованием в качестве связующего жидкого стекла показала принципиальную возможность переработки образовавшихся отходов. На первом этапе был отработан оптимальный состав брикетов, с качественными физико-химическими параметрами. По химическому составу брикеты соответствовали технологической инструкции базовой технологии. Также следует отметить, что опытные испытания получения брикетов может быть успешно реализовано в условиях данного предприятия. Применение полученной опытной партии брикетов при обработке стали показывает оптимальную усваиваемость кремния, в результате достигнуто снижение себестоимости непрерывнолитой заготовки.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Спанов С. С. Опытно-промышленная выплавка стали с применением ферросиликоалюминия в ТОО «KSP Steel» / С.С. Спанов, А.К. Жунусов, Л.Б. Толымбекова // *Металлург.* – Москва, 2016. – № 11. – С.43-47.

2 Жунусов А.К., Кулумбаев Н.К., Толымбекова Л.Б., Спанов С.С. Исследования переработки отходов металлургических производств г. Павлодара // *Вестник ПГУ.* – Павлодар, 2015. – № 1. – С.54-58.

3 Галиев Б.Е., Спанов С.С., Жунусов А.К. Внепечная обработка стали с использованием ферросиликоалюминия // *Наука и техника Казахстана.* – Павлодар : Керек, 2016. – № 3-4. – С.48-50.

4 Спанов С.С., Жунусов А. К., Толымбекова Л.Б. Исследования вязкости шлаков с использованием флюсов при внепечной обработки стали // *Вестник ВКГТУ.* – Усть-Каменогорск: ВКГТУ им. Серикбаева, 2018. – № 1 (79). – С.76-80.

5 Костиков В.И. Варенков А.Н. Промышленная и экологическая безопасность металлургических производств. М.: Экомет, 2006. – 392 с.

6 Ожогин В.В. Основы теории и технологии брикетирования измельченного металлургического сырья. Мариуполь: ПГТУ, 2010. – 441 с.

7 Жуковский Т.Ф. Проценко Е.Л. Брикетирование отходов производства ферросилиция // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий,* 2013. – № 1 (61). – С. 4–8.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СНИЖЕНИЯ ОКАЛИНООБРАЗОВАНИЯ НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРУБ ПРИ УСКОРЕННОМ ОХЛАЖДЕНИИ**

МУХАМЕДЖАНОВА Г. С.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

МАЗДУБАЙ А. В.

доктор PhD, ассоц. профессор (доцент),  
Торайгыров университет, г. Павлодар

Сегодня как никогда актуальны задачи увеличения объемов и повышения экономической эффективности отечественного производства. Качественного улучшения в трубопрокатном производстве можно достигнуть за счет использования новых технологий, отвечающих современным требованиям и высоким международным стандартам.

Нагрев стальных заготовок при высоких температурах сопровождается интенсивным окислением стали и на поверхности заготовок образуется слой окалины. Чем продолжительнее нагрев и выше температура, тем больше угар металла [2, с. 53].

Регулирование окислительных процессов улучшает качество поверхности продукции и снижает потери на окалину.

В настоящее время на предприятиях для снижения окалинообразования используют защитные покрытия. В этом случае задача сводится к нанесению слоя на поверхность металла, который разделяет реагирующий газ и лежащий под слоем металл и подавляет при помощи такого барьера взаимодействие между ними [5, с. 44].

Использование защитных покрытий требует дополнительных затрат, а так же имеет трудности нанесения защитного материала на внутреннюю поверхность труб. В связи с этим в данной работе предлагается один из наиболее перспективных методов уменьшения образования окалины – ускоренное охлаждение труб.

Ускоренное охлаждение труб применяется, в линиях термообработки со специального или прокатного нагрева. При условии внедрения в производство этого процесса, можно снизить потери металла в окалину [3, с. 1–13].

Вместе с уменьшением окалинообразования, ускоренное охлаждение улучшает механические свойства стали [4, с. 222].

Ускоренное охлаждение может применяться как самостоятельная операция, но иногда как составная часть других технологических процессов. Оно используется на различных участках производства.

Наряду с уменьшением окалинообразования и улучшением механических свойств, установки ускоренного охлаждения могут быть использованы для утилизации тепла горячей прокатки [1, с. 54].

В данной работе было проведено исследование снижения образования окалина способом ускоренного охлаждения. Для проведения лабораторных экспериментов по исследованию окалинообразования в процессе охлаждения, были отобраны 9 образцов труб. Отбирались образцы, выполненные из углеродистой стали длиной от 10 см до 15 см. Наружный диаметр образцов составлял 48 мм, внутренний диаметр – 42 мм, толщина стенок – 3 мм.

Исследования по применению ускоренного охлаждения после нагрева труб проводились в лаборатории. Для проведения эксперимента была создана модель газового горна из огнеупорных кирпичей. Испытуемые образцы помещались в газовый горн и нагревались газовой горелкой до температуры 850. Затем образцы охлаждались тремя способами: медленное охлаждение на воздухе, ускоренное охлаждение водой и ускоренное охлаждение водо-воздушной смесью.

До и после опытов геометрические размеры образцов измеряли штангенциркулем и микрометром с точностью до 0,1 мм, массу определяли на технических весах с точностью до 0,1 мг.

На рисунке 1 показаны образцы труб для проведения экспериментальных исследований.



Рисунок 1– Образцы труб для проведения экспериментальных исследований

С целью снижения образования окалина ускоренным способом охлаждения, было использовано устройство, которое имеет дорн с укрепленным на его конце цилиндром с отверстиями для подачи жидкости и воздуха. Жидкость и водо-воздушная смесь подавалась под напором на внутреннюю поверхность образцов [1, с. 98].

Для определения массы окалина, образующейся после медленного охлаждения, в печь производилась посадка по 3 образца труб, и нагревались газовой горелкой. Затем образцы забирались из печи и охлаждались на воздухе. Далее снималась образовавшаяся окалина на внутренней поверхности образца и образцы снова взвешивались. Данные записывались в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты эксперимента при медленном охлаждении на воздухе

Образец №п/п	Длина образца, мм	Вес образца до нагрева, кг	Вес образца после охлаждения, кг	Окалина, кг
1	15	0,585	0,513	0,072
2	13	0,507	0,442	0,065
3	10	0,390	0,330	0,060

Из результатов, приведенных в таблице 1 видно, что после медленного охлаждения на воздухе в среднем на окалину теряется 0,065 кг металла.

На рисунке 2 представлен образец после нагрева газовой горелкой.



Рисунок 2 – Образец, после нагрева газовой горелкой

Для определения массы окалины, образующейся после ускоренного охлаждения внутренней поверхности образца водой, образцы с разной длиной также помещались в печь и нагревались газовой горелкой. После образцы забирались из печи и охлаждались под струей воды. После полного охлаждения образцы снова взвешивались, и данные записывались в таблицу 2. Далее снималась образовавшаяся окалина на внутренней поверхности образца после охлаждения водой и образцы взвешивались.

Таблица 2 – Результаты эксперимента после ускоренного охлаждения водой

Образец №п/п	Длина образца, мм	Вес образца до нагрева, кг	Вес образца после охлаждения, кг	Окалина, кг
1	15	0,585	0,500	0,085
2	13,2	0,515	0,442	0,073
3	10,5	0,410	0,344	0,066

Из результатов, приведенных в таблице 2 видно, что при ускоренном охлаждении водой потери металла на окалину составляет в среднем 0,074 кг.

На рисунке 3 показана внутренняя поверхность образца после охлаждения водой и снятия окалины с образца. Из рисунка видно, что на внутренней поверхности образца образовалась трудноудаляемая окалина, которая требует дополнительных затрат времени на удаление. Так же в результате механического удаления окалины, могут образоваться царапины.



Рисунок 3 – Образец после охлаждения водой

Для определения массы окалины, образующейся после ускоренного охлаждения внутренней поверхности водо-воздушной смесью, образцы также помещались в печь и нагревались газовой горелкой. После образцы охлаждались водо-воздушной смесью под напором, и результаты записывались в таблицу 3. Далее с образцов снималась образовавшаяся окалина на внутренней поверхности образца и образцы взвешивались.

Таблица 3 – Результаты эксперимента после ускоренного охлаждения водо-воздушной смесью

Образец №п/п	Длина образца, мм	Вес образца до нагрева, кг	Вес образца после охлаждения, кг	Окалина, кг
1	14,8	0,577	0,522	0,055
2	13,1	0,511	0,490	0,021
3	10	0,390	0,375	0,015

На рисунке 4 представлен образец, после снятия с него окалины, который охлаждался ускоренным способом водо-воздушной смесью.



Рисунок 4 – Образец, охлажденный водо-воздушной смесью, после снятия окалины

Из результатов, приведенных видно, что при ускоренном охлаждении водо-воздушной смесью средняя потеря на окалину составляет 0,030 кг, т.е. потеря на окалину меньше, чем в двух предыдущих способах охлаждения.

Таким образом, установлено, что ускоренный способ ускоренного охлаждения внутренней поверхности труб водо-воздушной смесью более эффективен для снижения окалинообразования.

#### Заключение

В данной исследовательской работе был предложен способ ускоренного охлаждения внутренней поверхности труб тремя хладагентами. Были проведены экспериментальные исследования предлагаемыми хладагентами. В результате проведенных экспериментов было установлено, что способ ускоренного охлаждения внутренней поверхности труб водо-воздушной смесью более эффективен.

Данное решение снижения окалинообразования с помощью ускоренного охлаждения водо-воздушной смесью, не только снижает образование окалины, но и улучшает механические свойства стали, а так же качество готовой продукции.

Таким образом, можно не только снизить потери металла на окалину, но и предотвратить появления дефектов, которые образуются на месте окалины после её удаления и сократить время на удаление окалины.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Губинский В. И., Минаев А. Н., Гончаров Ю. В. Уменьшение окалинообразования при производстве проката. – К.: Киев, – 1981. – 135 с.
- 2 Ковалева И. А., Кучков А.А. и др. Исследование влияния окалинообразования на состояние поверхности заготовок для повышения качества горячекатаных бесшовных труб. – Литье и металлургия. – 2014. – 53–57 с.
- 3 Chrysanthos Maraveas, Zacharias C. Fasoulakis, Konstantinos Daniel Tsavdaridis. Mechanical properties of High and Very High Steel at elevated temperatures and after cooling down // Fire Science Reviews. 2017. 13 p.
- 4 M. Yu. Matrosov, L. I. Éfron etc. Use of accelerated cooling to improve the mechanical and processing properties of rolled plates used to make large-diameter gas-line pipe. // Metallurgist. 2005. P. 220–228.
- 5 Sudhangshu Bose. High Temperature Coatings. // Butterworth-Heinemann. 2007. 312 p.

#### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕМОНТА КОНУСНОЙ ДРОБИЛКИ

НАБИЕВ У. В.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

КАСЕНОВ А. Ж.

к.т.н., доцент, Торайгыров университет, г. Павлодар

СМАГУЛОВА А. К.

преподаватель, Павлодарский машиностроительный колледж, г. Павлодар

Дробильное оборудование подвергается сильным динамическим нагрузкам, из-за чего выходят часто из строя различные узлы, а также изнашиваются посадочные места. Бронь дробилки также подвергается сильным нагрузкам, из-за чего со временем разрушается. Иногда в некоторых дробилках не срабатывает защитный механизм, и в дробящие полости попадают недробимые тела.

Перед началом работ необходимо удалить грязь и пыль, а также осуществить проверку защитных механизмов и пускового устройств, провести тщательный осмотр всей дробилки. За некоторыми показателями следует следить с особенной тщательностью ежедневно, так как они влияют на продуктивность агрегата, его срок службы и частоту капитального ремонта: температурный режим работы подшипников, работа систем смазки и охлаждения,

показания учётных приборов. Найденные неполадки должны быть устранены в кратчайшие сроки: дробилку необходимо отключить от питания и сделать соответствующие записи в журнале. Неисправности могут быть устранены самостоятельно или, при недостатке квалификации, с помощью специалиста.

Во время текущего ремонта происходит проверка электропривода, пусковой аппаратуры и замена масла. Наиболее прогрессивным методом текущего ремонта является аграрно-узловой – он позволяет не только быстро, но и точно обнаружить возможные дефекты. Таким образом можно обеспечить длительный срок службы дробилки и максимально сократить возможность поломки агрегата. После окончания текущего ремонта дробилку проверяют на холостом ходу, а также под нагрузкой.

Особенно важно для тяжелого дробильного оборудования, масса отдельных узлов которого достигает десятков и сотен тонн, обеспечить выполнение ремонтных работ производительно и с соблюдением мер безопасности. Так, неправильная установка броней на конусных дробилках, некачественная их заливка, чрезмерная или слабая затяжка приводят к преждевременному выходу их из строя, сокращая межремонтный период до 2–3 раз.

При сильном износе рабочих частей дробилки необходим капитальный ремонт. В данном случае нет универсального рецепта – требуется тщательная проверка всех деталей и разборка всех узлов. После того, как причина поломки найдена, дефектные детали заменяются на новые или ремонтируются. Чаще всего капитальный ремонт подразумевает замену основных деталей, станин, рам, возможно, из ремонт. Заключительный этап – регулирование дробилки. Стоит отметить, что капитальный ремонт дробилки может сильно отразиться на работе всего дробильного комплекса вплоть до его полного отключения. Рекомендуется капитальный ремонт назначать при комплексной модернизации.

Осмотр и очистку с промывкой деталей подвешеного устройства полезно производить не только во время плановых ремонтов, но и при каждом подходящем случае, так как пылеуплотнение этого узла весьма ненадежно.

Необходимо поддерживать нормальный уровень смазки механизмов 1 раз в месяц для частичной замены смазки необходимо 250 литров для обеспечения обильной масляной ванны в подшипниковых узлах скольжения ответно-сопрягаемых деталей. Один раз в шесть месяцев необходима полная замена смазки – 600 литров масла И-50.

В настоящее время на АО «АК» имеется шесть дробилок (рисунок 1), которые ремонтируются согласно графика ППР. В течении года производится разборка, чистка, дефектовка дробилок и в случае неисправности или выявления дефектов происходит замена детали. Данный план полностью отвечает состоянию оборудования. Нельзя забывать что для всякого оборудования самое главное чистка и смазка. Удовлетворив эти два условия на котором зиждется принцип надежности технологического оборудования мы уже продлеваем срок службы деталей и бесперебойной работы. Так же раз в шесть лет одна из дробилок выходит в комплексный капитальный ремонт в котором подлежат замене: эксцентрик, вал конуса, втулки цилиндрическая и коническая происходит замена броней, меняется электродвигатель.

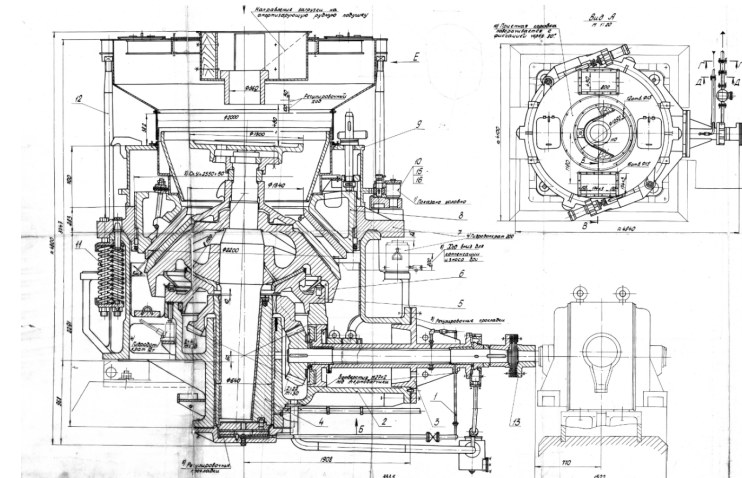


Рисунок 1 – Конус-дробилка КМД-2200

В объеме комплексного ремонта обновляются все рабочие детали дробилки ее состояние приходи ближе к заводскому. Такой ремонт длится 15 дней с составлением оперативного графика и пристальным контролем так как от его качества бесперебойность работы узла.

В данный момент происходит широкая цифровизация ремонтов – применение системы SAP позволяет систематизировать процесс планирования ремонтов соответственно закуп запчастей в нужный период времени. Так же SAP позволяет вести учет дефектов и их устранение. Из этого вытекает бесценная аналитика по поломкам оборудования и недопущения в следующих периодах.



Введении плановых осмотров дробилок с выдачей бланков для заполнения. Обслуживающий персонал один раз в семь дней производит полный обход дробилки с фиксацией дефектов и созданием сообщений в системе SAP. В дальнейшем сообщение обрабатывает механик и инженер по надежности где прописывается мероприятие необходимые для устранения дефекта и необходимые ресурсы.

Регламентация операций ТОиР должна в обязательном порядке предусматривать их правильное выполнение, обеспечивающее соблюдение заданных изготовителем норм точности сопряжения деталей, показателей качества применяемых материалов, параметры контроля качества выполнения ремонта, и в конечном итоге эксплуатационных качеств дробилки. приведены примеры механизации ремонтных операций.

В современных условиях наращивания производительности горнодобывающих предприятий для сокращения простоя дробильного оборудования требуется оптимизация системы ТОиР каждого вида оборудования, обеспечивающая при достаточном минимуме ремонтов безаварийную работу.

Оптимизация ремонтных служб на горнодобывающих предприятиях (нередко соответствующая аутсорсингу ремонтного персонала, его обновлению) и повышение интенсивности ремонтов требует наличия регламентирующе-обучающих методических материалов, позволяющих в короткие сроки обучить специалистов, обеспечить эффективное планирование ремонтов и заказа запасных частей и расходных материалов. Такими документами должны стать комплексные регламенты ТОиР, дифференцированные по моделям оборудования.

Разработанные регламенты технического обслуживания и ремонта по семействам дробильного оборудования производства АО «АК» выполнены по указанным выше принципам и учитывают:

- изложение устройства оборудования;
- описание структуры ремонтного цикла с дифференциацией по разным условиям эксплуатации;
- детализацию перечня работ по видам технического обслуживания и ремонтов;
- нормирование сроков службы узлов и деталей и критерии их выбраковки;
- формирование навыков по эффективной эксплуатации оборудования, предотвращению инцидентов, выявлению и устранению возможных неисправностей;

- описание операций по техническому обслуживанию и ремонту оборудования;

- требования безопасности при ведении ремонтных работ и технического обслуживания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Касенов А.Ж., Набиев У.В. Анализ технологии ремонта конусной дробилки. Международная научно-практическая конференция «XII Торайгыровские чтения», Павлодар, Торайгыров университеті, 2020. – С. 94-98.

2 Басов А.И., Ельцев Ф.П. Справочник механика заводоцветной металлургии. – М.: Металлургия, 1981. – 496 с.

3 Ибрагимов А. Т., Пак Р. В. Электрометаллургия алюминия. Казахстанский электролизный завод : монография. – Павлодар : Дом печати, 2009. – 276 с.

#### ИЗВЛЕЧЕНИЕ ГЛИНОЗЕМА ИЗ ЗОЛЫ УНОСА МЕТОДАМИ СПЕКАНИЯ

НАБИЕВА А. Б.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

ЖАКУПОВ А. Н.

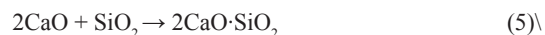
PhD, Торайгыров университет, г. Павлодар

Процессы спекания. В соответствии со средами для спекания процессы спекания можно классифицировать на: агломерат извести или известь-сода, процесс кальсинтера и другие процессы спекания (например, агломерат с солевой содой, агломерат сульфата аммония и агломерат фторидов). Процессы спекания включают высокотемпературную реакцию угольной летучей золы с порошкообразными агломераторами с образованием растворимых соединений оксида алюминия. Затем агломерат выщелачивают для отделения алюминия, а затем раствор для обработки обрабатывают для получения оксида алюминия высокой чистоты.

Процесс обжига с известью. Процесс спекания с известью представляет собой модификацию процесса Педерсона, который использовался для производства чугуна и алюминатного шлака из смеси бокситов, железной руды, кокса и известняка [1,2]. Оксид алюминия извлекали в процессе Педерсона путем выщелачивания шлака раствором карбоната натрия. В процессе агломерации извести

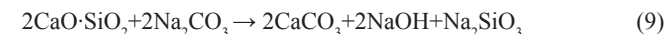
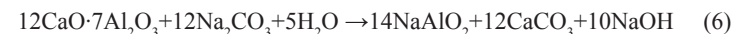
летучая зола реагирует с известью (добавленной в виде известняка) при повышенной температуре ( $> 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) с образованием алюмината кальция, растворимого в экстрагенте, и дикальция силиката, нерастворимого в том же растворе. Экстракция глинозема из агломерата осуществляется путем растворения растворимого глинозема в экстрагенте и оставления силиката кальция в твердых остатках. Обычные экстрагенты включают воду и разбавленные щелочные растворы, такие как растворы  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и  $\text{NaOH}$  [3]. После выщелачивания алюминий в маточном растворе впоследствии осаждается в виде  $\text{Al}(\text{OH})_3$  путем контактирования раствора с  $\text{CO}_2$ . Следующим этапом является прокаливание осадка с получением конечного продукта – глинозема или глинозема. Твердые остатки со стадии выщелачивания спекаются и смешиваются с гипсом во время измельчения для приготовления цемента. Основные этапы описаны следующим образом:

Спекание сырья. Стадия спекания проводится для активации угольной летучей золы. Известняк сначала диссоциирует на оксид кальция при высокой температуре. Неактивный муллит и кварц в золе затем реагируют с  $\text{CaO}$ , образуя  $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  соответственно. Формирование  $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$  является неотъемлемой частью процесса спекания извести. Этот агломерат легко растворяется в экстрагенте, образуя  $\text{NaAlO}_2$ . Однако Hignett сообщил, что  $5\text{CaO}\cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3$  является наиболее растворимым алюминатом, и образование других алюминатов кальция в этом процессе неизбежно.  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  могут образовываться в зависимости от наличия  $\text{CaO}$  в смеси. Эти два соединения не так растворимы, как  $12\text{CaO}\cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ . Образующийся  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  практически не растворяется, что полезно для разделения алюминия и кремния. Уравнения химических реакций, участвующих в этом процессе, могут быть представлены следующим образом:



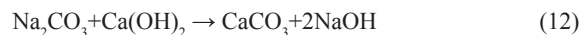
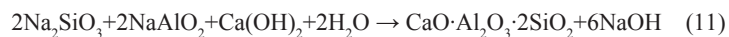
Авторагрушение агломератов. Во время охлаждения (температура ниже  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) происходит авторагрушение агломерата, явление, связанное с превращением метастабильного моноклинного  $\beta$ -полиморфа  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$  в ромбический  $\epsilon$ -полиморф. Превращение сопровождается увеличением объема на 11 %, в результате чего матрица разрушается в мелкий порошок. Этот распад полезен и избавляет от необходимости измельчать спекатели [4].

Выщелачивание агломератов: охлажденный агломерат выщелачивается раствором  $\text{Na}_2\text{-CO}_3$ . После выщелачивания алюминий остается в выщелачивателе в форме  $\text{NaAlO}_2$ , в то время как большая часть кремния остается в виде твердого остатка в виде  $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ , обеспечивая разделение алюминия и кремния. Для высоких уровней  $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ , образующихся на стадии спекания, экстрагент должен содержать избыток  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  для максимальной экстракции оксида алюминия. Уравнения химических реакций, участвующих в этом процессе, могут быть представлены следующим образом:



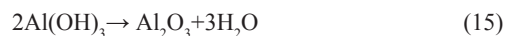
Удаление кремнезема из неочищенного выщелачивателя: в идеале весь кремнезем фиксируется как нерастворимые остатки в этом процессе. Тем не менее, растворение небольших количеств кремния во время выщелачивания неизбежно, что подтверждается уравнениями (9) и (10). Сообщалось, что 2–3% (в пересчете на оксид алюминия) является типичной концентрацией кремнезема в процессе спекания извести. Также сообщается, что растворимый оксид алюминия, полученный на опытной установке, ниже, чем в лабораторных испытаниях. Одной из основных проблем был контроль содержания кремнезема в растворе на опытной установке. Концентрация кремнезема в выщелачивателе может быть снижена до менее чем 0,02% (в пересчете на оксид алюминия) путем перемешивания раствора в присутствии извести при  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Поэтому

процесс обжига извести обычно включает стадию очистки раствора, обогащенного Al, перед осаждением алюминия. Удаление кремнезема проводится в основном путем добавления суспензий  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , чтобы кремний превращался в алюмосиликаты кальция с относительно низкой растворимостью. Реакция описывается следующим образом:



Карбонизация очищенного раствора: газообразный  $\text{CO}_2$  выдувается в раствор с удаленным кремнеземом  $\text{NaAlO}_2$  снизу с последующим интенсивным перемешиванием.  $\text{NaAlO}_2$  гидролизуется с образованием осадка  $\text{Al}(\text{OH})_3$ , при этом он падает до определенного значения. Первоначально сформированные частицы  $\text{Al}(\text{OH})_3$  легко агрегируются из-за высокой поверхностной активности, которая может побудить мелкие частицы перерасти в более крупные. Добавление диспергирующих агентов с высокими эксплуатационными характеристиками (например, полиэтиленгликоль, поливакохол) может контролировать форму осадка и облегчать фильтрацию. В исследовании [5] добавили 0,1% диспергирующий агент, полученный из акрилата аммония и акриламида, в обогащенный раствор  $\text{NaAlO}_2$ , и был получен ультрадисперсный порошок  $\text{Al}(\text{OH})_3$ .

Прокаливание осадка: полученный  $\text{Al}(\text{OH})_3$  прокаливают на основе термогравиметрического / дифференциального термического анализатора (TG-DTA) и анализа дифракции рентгеновских лучей (XRD) для превращения в  $\text{Al}_2\text{O}_3$  с высокой чистотой.



Известково-содовый процесс спекания. Первый известково-содовый процесс спекания был разработан Кайзером в 1902 году для отделения глинозема от кремнезема. Известно, что реакция смеси извести и соды с золой уноса дает растворимый алюминат натрия и нерастворимый силикат кальция. При высоких температурах (как правило, 1100–1400 °С) образование других соединений неизбежно в зависимости от типа летучей золы и условий спекания. Как и в процессе спекания извести, спеченный продукт выщелачивается водой, раствором едкого натра или карбоната натрия. Растворение небольших количеств кремнезема во время выщелачивания неизбежно.

Поэтому процесс известь-сода также включает в себя этап очистки раствора для беременных. Полученную суспензию фильтруют и раствор обрабатывают суспензиями  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  для осаждения любого растворенного диоксида кремния при высокой температуре и давлении, которые затем разлагаются, как в процессе Байера, или обрабатываются  $\text{CO}_2$  для осаждения гидратированного оксида алюминия.  $\text{Al}(\text{OH})_3$  отделяется и может быть превращен в оксид алюминия путем обжига. При работе в сочетании с процессом Байера он называется процессом комбинирования. Были изучены основные переменные на стадии спекания и кинетику образования алюмината натрия при спекании. Основные спекатели были идентифицированы как алюминат натрия и б-дикальций силикат. Извлечение оксида алюминия около 80 % было получено при оптимальных условиях.

Процесс предсилификации и агломерации извести и соды. Процессы известковой и известково-содовой агломерации были разработаны давно; однако они все еще находятся на ранних стадиях коммерциализации. Проблемы возникают при использовании процесса в промышленности из-за массового использования извести, а также из-за высокой стоимости энергии. Кроме того, значительное количество остатков силиката кальция образуется, но не используется эффективно, кроме как при производстве цемента. По приблизительным подсчетам, при извлечении 1 тонны глинозема будет образовываться 7–10 тонн остатков силиката кальция. Проблема возникает из-за значительного содержания кремнезема, что способствует большому расходу извести. Поэтому строго необходимо, чтобы массовое соотношение летучей золы  $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{SiO}_2$  составляло около 2 для процесса спекания с известью и содой. Однако, когда отношение летучей золы находится в диапазоне 0,8–1,0, обогащение алюминия путем удаления кремния представляется хорошим выбором. Кроме муллита и кристаллического кварца в летучей золе также присутствует аморфный и химически активный кремнезем, доля которого составляет 30–60 мас.%. Таким образом, для снижения содержания диоксида кремния и расхода агломерационных сред была разработана предварительная десиликация с последующим процессом спекания. Кроме того, обессоленный кремний можно повторно использовать в виде кремнезема белого и силиката кальция. В исследованиях извлекали глинозем путем предосилирования летучей золы, известково-содового агломерата, процессов растворения и карбонизации отходов. Скорость десиликации достигла 40%, а молярное отношение летучей золы  $\text{Al}_2\text{O}_3 / \text{SiO}_2$  увеличилось

после предварительной десиликации. Степень извлечения глинозема из агломерата достигла 91 %. Исследователи извлекли глинозем из осушенной летучей золы с помощью известково-содового процесса агломерации. Скорость восстановления достигла 90 % при оптимальных условиях. Обогащенный алюминий в летучей золе путем щелочной десиликации и карбонизации превращает аморфный диоксид кремния в продукт аморфных наночастиц.

**Calsinter процесс.** Процесс Calsinter был разработан в американской лаборатории Oak Ridge. В этом процессе угольная зола уноса смешивается и спекается с гипсом и известняком при температуре около 1000–1200 °С. Затем агломерат выщелачивают разбавленной кислотой. Твердые отходы удаляют фильтрацией, а из фильтрата извлекают металлы. В 1976 г. Гудбой сообщил об исследовании извлечения глинозема из отходов угля и глин, смешанных с известняком и сульфатом кальция. Извлечение глинозема в 90 % достигается спеканием при 1200 °С в течение 15 мин. Seeleyetal. [6] использовали процесс Calsinter для извлечения глинозема и определения коэффициентов распределения для ионов  $Fe^{3+}$  и 16-ти других металлов в системе экстракции жидкость-жидкость. Результаты показали, что этот процесс может эффективно удалить из летучей золы более 95 % алюминия, а также значительные количества некоторых других металлов.

**Другие процессы спекания.** В дополнение к известковому и известково-содовому агломерату сообщается также о других процессах агломерации, таких как агломерат с кальцинированной содой, агломерат сульфата аммония и агломерат фторидов. В процессе спекания соль-сода смесь  $NaCl-Na_2CO_3$  спекается с золой уноса, гасится в водном выщелачивании, и выщелачивается в разбавленном кислотном растворе.

В патенте США US 4254088 А [7] летучая зола сначала спекалась смесью  $NaCl$  и  $Na_2CO_3$  при температуре 700–900 °С.

Затем агломерат выщелачивают азотной или серной кислотой, извлекая 90–99 % алюминия. Декарло и соавтор [8] изучали влияние отдельных компонентов солевой соды на извлечение глинозема.

Угольная зола уноса спекалась с  $NaCl$  и последовательно выщелачивалась растворами  $Na_2CO_3$  и  $HNO_3$ . Извлечение глинозема составило всего 27 %. Однако спекание летучей золы с  $Na_2CO_3$  дало извлечение глинозема 66%. Описывается процесс с использованием  $CaCl_2$  в качестве спекающей среды. Он состоит из спекания летучей золы с гидратированным  $CaCl_2$ , выщелачивания продукта

спекания с  $HCl$  и извлечения глинозема из кристаллизованного  $AlCl_3$ . Декарло и соавтор [9] сообщили, что спекание летучей золы  $CaCl_2 - Na_2CO_3$  и  $NaCl - CaCO_3$  с последующим выщелачиванием растворами  $H_2O$  и  $HNO_3$  растворило 78% и 74% глинозема в летучей золе соответственно. Скорость выщелачивания летучей золы с использованием процесса спекания  $CaCl_2 - CaSO_4 - NaCl$  и извлечения  $H_2SO_4$  составила 30 %. Тонг и соавтор [10] спекла летучую золу с помощью  $KF$  и выщелачивала агломерат с помощью  $HCl$ . Коэффициент выщелачивания достиг 96,92 %. Квасцы обычно синтезируются в качестве промежуточного материала для производства глинозема из  $Al$ -содержащего небокситового сырья. Парк и соавтор прокаленная зола уноса с сульфатом аммония при 400 °С в течение 2 ч с образованием  $NH_4Al(SO_4)_2$ . Квасцы высокой чистоты осаждали реакцией  $NH_4Al(SO_4)_2$  и аммиака в воде с последующей кристаллизацией.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гужелев Э.П. Рациональное применение золы ТЭЦ: Результаты научно-практических исследований / Э.П. Гужелев, Ю.Т. Усманский. Омск: Омский гос. ун-т, 1998. – 238 с.
2. Z.T. Yao et al. / Fuel 120 (2014) 74–85
- 3 WU, C., YU, H., & ZHANG, H. (2012). Extraction of aluminum by pressure acid-leaching method from coal fly ash. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 22(9), 2282–2288. doi:10.1016/s1003-6326(11)61461-1
- 4 Li, H., Hui, J., Wang, C., Bao, W., & Sun, Z. (2014). Extraction of alumina from coal fly ash by mixed-alkaline hydrothermal method. Hydrometallurgy, 147-148, 183–187. doi:10.1016/j.hydromet.2014.05.012
- 5 YANG, Q., MA, S., ZHENG, S., & ZHANG, R. (2014). Recovery of alumina from circulating fluidized bed combustion Al-rich fly ash using mild hydrochemical process. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 24(4), 1187–1195. doi:10.1016/s1003-6326(14)63178-2
- 6 Nayak, N., Chitta, R. P., 2009. Aluminium extraction and leaching characteristics of Talcher Thermal Power Station Fly Ash with Sulphuric Acid. Fuel, pp. 53-58.
- 7 Duval, D.J., Risbud, S.H., Shackelford, J.F., 2008. Ceramic and Glass Materials Structure, Properties and Processing. Springer, New York
- 8 Loubser, M., Verryn, S., 2008. Combining XRF and XRD analyses and sample preparation to solve mineralogical problems. South African Journal of Geology, Vol. 111, pp. 229-238.

9 AHMARUZZAMAN M. A review on the utilization of fly ash [J]. Progress in Energy and Combustion Science, 2010, 36(3): 327–363.

10 BOUZOUBA N, BILODEAU A, TAMTSIA B. Carbonation of fly ash concrete: Laboratory and field data [J]. Canadian Journal of Civil Engineering, 2010, 37(12): 1535–1549.

## ПЕРЕРАБОТКА КРАСНОГО ШЛАМА ГЛИНОЗЕМНОГО ПРОИЗВОДСТВА

НУРПЕИСОВА А. С.

магистрант, Торайгыров университет,  
уполномоченный по СМОЗиОБТ, СМК,  
АО «Алюминий Казахстана», г. Павлодар

Отходы и их утилизация считаются одной из важнейших проблем, стоящих перед человечеством. Накопление значительных масс твердых отходов во многих отраслях промышленности обусловлено низким уровнем технологии переработки соответствующего сырья и недостаточностью его комплексного использования. Переработка отходов, а также их хранение являются дорогими мероприятиями.

Это делает актуальной проблему утилизации отходов путем их переработки с до извлечением содержащихся полезных компонентов. В Павлодарском регионе одним из видов таких отходов являются шламы глиноземного производства. [1]

Исследования по переработке красных шламов ведутся по всему миру и в настоящее время разработаны сотни способов их утилизации. В последние годы число публикаций по теме рециклинга красных шламов значительно возросло. Несмотря на многочисленные исследования, до сих пор лишь незначительная часть красных шламов подвергается переработке, что обусловлено низкой рентабельностью большинства технологий, высокими капитальными затратами на освоение новых и сложностью реализации получаемой продукции. Многокомпонентный состав этих отходов позволяет использовать их в разных отраслях промышленности [2].

Многокомпонентный состав этих отходов позволяет использовать их в разных отраслях промышленности [2]. Способы переработки красных шламов можно условно разделить на пирометаллургические, гидрометаллургические и способы

непосредственного использования шламов, например в строительстве [2] или в качестве катализатора химических реакций [3].

Такое разделение является условным, потому что в большинстве случаев предложенные технологии включают в себя как пирометаллургические, так и гидрометаллургические переделы.

Обзор научно-технической литературы показал, что в настоящее время предлагаются различные способы переработки и использования красных шламов глиноземного производства. Это использование красного шлама как: добавки при агломерации, окомкование, доменной плавки железных руд, сырья для получения железа, шлакообразующего агента для рафинирования чугуна и стали, частичного заменителя глины при изготовлении литейных форм, добавки при производстве цемента и керамики, добавки при производстве строительного кирпича и огнеупоров, как основа для минеральных удобрений [4].

В настоящей работе приведен обзор исследований, рассматривающих эти методы в технологическую схему.

Высокое содержание в шламах оксидов железа позволяет рассматривать их, прежде всего, в качестве источника железа для металлургической промышленности. Красные шламы представляют собой остаток выщелачивания бокситов раствором NaOH, поэтому содержание в них Na<sub>2</sub>O может достигать до 12,36 % [5].

Из-за столь высоких различий в их составе нельзя выделить одну, подходящую для всех видов шламов, технологию переработки. Однако в большинстве случаев приблизительный состав красных шламов следующий, % 41 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 17 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 10 SiO<sub>2</sub>; 9 CaO; 9 TiO<sub>2</sub>; 5 Na<sub>2</sub>O; 10 – влага, летучие, РЗМ [6].

По фазовому составу красные шламы разных заводов также сильно различаются. Наиболее типичными минералами являются гематит (присутствует в количестве от 7 до 29 % практически во всех шламах), гетит, бемит, гиббсит, анатаз, рутил, ильменит, перовскит, кварц, а также сложные алюмосиликаты типа содалита, канкринита и каолинита. Размер частиц красных шламов очень мал и в среднем составляет от 100 нм до 200 мкм [7–8].

Основной целью восстановительной плавки красных шламов является перевод железа в отдельную фазу и получение шлака, пригодного для извлечения ценных компонентов, например глинозема, титана, РЗМ или использование его в строительстве, сельском хозяйстве, в качестве десульфуратора стали и т.д. В последнее время все больше работ направлено на разработку

многостадийных схем переработки красных шламов с целью максимального использования всей массы шлама без образования дополнительных отходов.

В зависимости от концентрации различных элементов в исходном шламе и цели дальнейшего использования шлака плавку ведут с получением чугуна или ферросилиция, железотитан-кремнистой лигатуры, с добавками различных флюсов (в большинстве случаев извести), а также кварцевого песка, глинозема,  $\text{CaSiO}_3$ .

Показано, что добавки извести в процессе восстановительной плавки красного шлама способствуют снижению вязкости шлака и улучшают разделения фаз. При этом, по данным авторов работы, оптимальное соотношение  $\text{CaO/SiO}_2$  равно 0,5. По другим данным [8], оптимальной следует считать основность, равную единице, при которой температура плавления шлака составляет  $1400^\circ\text{C}$ , а извлечение железа 97,6%. При основности 0,9 и температуре плавки  $1750\text{--}1800^\circ\text{C}$  кремний, содержащийся в красном шламе, может быть восстановлен алюминием. Добавки глинозема также приводят к получению шлаков с низкой температурой плавления и вязкостью [8]. Для восстановления содержащихся в шламе оксидов железа обычно используют кокс или уголь, а наиболее полное отделение железа достигается при температурах в интервале  $1400\text{--}1700^\circ\text{C}$ .

Наиболее распространенными технологиями регенерации щелочи из красного шлама обратно в процесс Байера являются способы ее удаления путем добавок извести в систему промывки или после нее. Известно, что добавки извести в шламовую пульпу, в состав которой входит слабощелочная промывная вода, позволяют удалить 70-80% щелочи. Исследования регенерации щелочи из красных шламов путем добавки извести позволили установить оптимальные параметры процесса: температура  $80\text{--}95^\circ\text{C}$ ; Ж:Т от 3:1 до 8:1; дозировка извести 1,5-4,0 моля на 1 моль  $\text{Na}_2\text{O}$  шлама и продолжительность обработки 1,5-3,0 ч.

В работе красный шлам, содержащий, %: 13,36  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 45,52  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 2,8  $\text{Na}_2\text{O}$  после промывки в мешалке при Ж:Т = 3:1 и  $90^\circ\text{C}$  в течение двух часов перемешивали с известью из расчета 3 моля  $\text{CaO}_{\text{акт}}$  на 1 моль  $\text{Na}_2\text{O}$  шлама при продолжительности обработки 1,5-3,0 ч. Полученный слабый щелочной раствор был направлен в ветвь Байера основного глиноземного производства.

Шлам после регенерации, фильтрации и промывки имел следующий состав, % 12,6  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ; 7,9  $\text{SiO}_2$ ; 42,7  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ; 3,9  $\text{TiO}_2$ ; 18,8

$\text{CaO}$ ; 0,9  $\text{Na}_2\text{O}$ . Также известны другие способы нейтрализации красных шламов, такие, как обработки газами  $\text{CO}_2$  и  $\text{SO}_2$ , нейтрализация водным раствором, содержащим  $\text{CaSO}_4$ , и микробиологическая нейтрализация.

Использование традиционных металлургических плавильных агрегатов требует специальной подготовки красных шламов к плавлению окускованию, сушке и удалению щелочи. Эти операции приводят к высоким затратам и снижению экономической эффективности переработки, поэтому для получения наибольшего экономического эффекта предложено использовать для рециклинга этих отходов новые жидкофазные процессы, такие как РОМЕЛТ [10] и МАГМА [9].

В работе [10] показано, что красные шламы с добавками извести и обожженного доломита могут быть переработаны в жидкофазном плавильном агрегате РОМЕЛТ с получением чугуна и шлака, который пригоден для использования в цементной промышленности.

При этом получают приемлемые по вязкости шлаки, которые имеют температуру плавления около  $1450^\circ\text{C}$  при соотношении  $\text{CaO/SiO}_2 = 1,5$ . Получаемый в результате плавки чугун содержит 0,051% S и 0,12% P.

Основными недостатками этого процесса являются высокий расход энергоносителей и низкое качество получаемого металла, что приводит к невысокой экономической эффективности технологии.

Описана пирометаллургическая технология переработки красного шлама путем плавления в топливно-кислородном гарнисажном агрегате МАГМА.

Агрегат представляет собой печь, охлаждаемую жидкометаллическим теплоносителем с подачей материалов сверху печи, нагрев осуществляет сжиганием смеси природного газа с кислородом. Процесс заключается в проплавлении высушенного отходящими газами и нагретого до температуры  $900\text{--}950^\circ\text{C}$  красного шлама с добавками извести и восстановителя, плавлении шихты и выпуске чугуна и шлака, который представляет собой клинкер глиноземистого цемента. Кроме того, методом углетермического восстановления из такого шлака может быть получен комплексный Fe – Si – Al – Ti сплав и алюмо-кальциевый шлак [9].

Производительность такого агрегата по проплавленному осушенному шламу составляет 300-320 тыс.т в год. Процесс переработки красного шлама полностью безотходный. На 1 т переплавленного шлама производится 320-350 кг чугуна и 500-550 кг клинкера глиноземистого цемента. При переработке 1 т осушенного до

влажности 10 % шлама расходуется 170-200 кг энергетического угля, 50-100 кг известняка, 50 м<sup>3</sup> природного газа и 100 м<sup>3</sup> кислорода. Сведения о промышленном использовании процессов МАГМА и РОМЕЛТ для переработки красных шламов в литературе отсутствуют.

Компанией NALCO разработан процесс получения чугуна из красных шламов в плазменной печи. Смесь из красного шлама, извести, кварца и графита плавил в плазменной печи при температуре 1600 °С в течение 20–30 мин. В качестве плазмообразующего газа использовали аргон.

Наилучшее извлечение железа составило 70 % при основности 0,3 выдержке 25 мин и мощности 12,5 кВт. В результате экспериментов был получен чугун состава, % 4,1 С; 0,051 S; 0,198 P; 0,07 Si и шлак состава, %: 13,49 SiO<sub>2</sub>; 41,82 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 20,29 CaO; 3,94 Na<sub>2</sub>O; 5,03 FeO; 5,8 MgO. Полученный шлак предложено использовать в строительстве.

В дальнейшем работа была продолжена и разработана экологически чистая технология переработки красных шламов с получением «зеленой стали», включающая стадии магнетизирующего обжига, магнитной сепарации восстановленного железа и плавку концентрата в водородном плазменном плавильном реакторе.

При этом исследован процесс магнетизирующего обжига в обжиговой печи с нижним уклоном. Магнитную фракцию выделяли водной сепарацией в низко-интенсивном магнитном сепараторе с магнитной индукцией 2000 Гс. Полученный концентрат плавил в плазменной печи при температуре 2000 °С и продувкой водородом. В результате плавки получили металл с низким содержанием углерода содержащий, % : 0,02 P; 0,07 S; 0,02 C.

Предложенные методы имеют ограниченное применение в промышленности из-за конструктивных недостатков плазменных печей и высокой стоимости получения чистого водорода.

Анализ представленных в научно-технической литературе работ показал, что красные шламы представляют собой сложные техногенные материалы, содержащие ряд ценных компонентов, в том числе железо, алюминий, титан, редкоземельные металлы. Красных шламов в мире накоплено около млрд.т, они представляют большую опасность для окружающей среды.

Максимальный экологический и экономический эффект от их переработки может быть получен только при использовании высокопроизводительных комплексных технологий, не приводящих к образованию новых отходов.

Этому требованию отвечают пирометаллургические технологии, которые позволяют наиболее полно извлекать из красных шламов железа, а также получать шлаки, которые могут быть использованы для извлечения глинозема, титана и РЗМ, получение строительных материалов, таких как цементы различных марок, минеральная вата и флюсовых материалов для металлургии.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Лихолобов Е.Ю., П. О. Быков Переработка шламов глиноземного производства АО «АК». Наука и техника Казахстана. - 2010. - № 2. - С. 38-42.
- 2 Tsakiridis P.T., Agatzini-Leonardou S., Oustadakis P. Red mud addition in the raw meal for the production of Portland cement clinker// Journal of Hazardous Materials. 2004.Vol.116.No.1 – 2.P.103 – 110.
- 3 Cakici A.I., Yanik J., Karayildirim S.U.T., Anil H. Utilization of red mud as catalyst in conversion of waste oil and waste plastics to fuel. // Journal of material cycles and waste management. 2004.Vol. 6.No.1.P.20-26
- 4 Иванов А.И., Кожевников Г.Н., Ситдииков Ф.Г., Иванова Л.П. Комплексная переработка бокситов./ А.И. Иванов, Г.Н. Кожевников, Ф.Г. Ситдииков, Л.П. Иванова // – Екатеринбург, 2003. – 180 с.
- 5 Grafe M., Power G., Klauber C. Bauxite residue issues: Alkalinity and associated chemistry // Hydrometallurgy. 2011.Vol.108. No.1 – 2.P.60 – 79. [на англ. яз.].
- 6 Liu Y., Naidu R. Hidden values in bauxite residue (red mud): recovery of metals/Y.Liu, R. Naidu // Waste Management. 2014. Vol.34.No.12.P.2662 – 2673. [на англ. яз.]
- 7 Pradhan J., Das S.N., Das J. Characterization of Indian red muds and recovery of their metal values // Conference paper on: Annual meeting and exhibition of the Minerals, Metals and Materials Society 4-8 February, 1996, Anaheim, CA (United States). P. 87 – 92.[на англ.яз.].
- 8 Roach G.I.D., Jamieson E., Pearson N., Yu A.B. Effect of particle characteristics on the solids density of Bayer mud slurries // Chapter in Book: Light Metals, TMS, 2001, New Orleans. P.51–58. [на англ.яз.].
- 9 Голубев А.А., Гудим Ю.А. Пат.2479648 RU. Способы пирометаллургической переработки красных шламов, за явл. 07.11.2011, опубл. 20.04.2013
- 10 Роменец В.А., Валавин В.С., Усачев А.Б. Процесс Ромелт / В.А. Роменец, В.С. Валавин, А.Б. Усачев // – М.: МИСиС. Руда и Металлы, 2005. – 400 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛИТЫХ ПОМОЛЬНЫХ ШАРОВ МЕЛЬНИЦ

ОШАНОВА Т. Н.

магистр, ст. преподаватель, Торайгыров университет, г. Павлодар

АБДРАХМАНОВ Е. С.

к.т.н, PhD, профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

АХМЕДЬЯНОВА Г. К.

магистр, ст. преподаватель, Торайгыров университет, г. Павлодар

КУЛУМБАЕВ Н. К.

магистр, ст. преподаватель, Торайгыров университет, г. Павлодар

Современное производство мелющих шаров осуществляется на шаропрокатных станах (ШПС) с использованием в качестве исходных заготовок длиномерных цилиндрических заготовок различных диаметров, полученных на установках непрерывный разливки стали (УНРС). Достоинствами ШПС является: высокопроизводительность, качество выпускаемых шаров, относительная компактность стана.

Недостатками ШПС является: повышенная энергоемкость самого стана, необходимость применения дорогостоящих заготовок полученных на УНРС, дороговизна и дефицитность газа СПБТ для нагрева заготовок. Ниже приведен сравнительный анализ применения длиномерных заготовок и шаровых заготовок полученных после нагрева.

При исследовании мы перед собой ставили задачу применения в качестве исходного сырья цилиндрическую прокатную заготовку диаметром 100 мм, длиной 6000 мм нагретую до 1080 °С и заготовку в виде стальных литых шаров, полученных в литейных цехах, песчано-глинистых формах. Сопоставительные расчеты велись в следующем порядке:

1 Определяем площадь сферической поверхности шаровой заготовки

$$F_{ш} = 4\pi R^2 = 4\pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 = 4\pi \frac{D^2}{4} = \pi D^2 \quad (1.1)$$

$d=10\text{см}$  – диаметр шара.

Тогда

$$F_{ш} = \pi \cdot 100 = 314 \text{ см}^2$$

2 Определяем суммарную площадь сферической поверхности всех шаров

$$\sum F_{ш} = F_{ш} \cdot 60 \quad (1.2)$$

где  $\sum F_{ш}$  – суммарная поверхность всех шаров;

60 – количество шаров равной длине цилиндрической заготовки.

$$\sum F_{ш} = 314 \cdot 60 = 18\,840 \text{ см}^2$$

3 Определяем поверхность цилиндрической заготовки

$$\begin{aligned} \sum F_{ц} &= 2 \cdot \frac{\pi d^2}{4} + \pi d \cdot l = \frac{\pi}{2} \cdot 100 + \pi \cdot 10 \cdot 600 = \pi \cdot 50 + \pi \cdot 10 \cdot 600 \\ &= 50\pi + 6000\pi = 6050\pi = 18997 \text{ см}^2 \end{aligned} \quad (1.3)$$

4 Сопоставляем соотношение объемов суммарной шаровой поверхности и цилиндрической заготовки в виде соотношения

$$e = \frac{\sum F_{ш}}{\sum F_{ц}} = \frac{18840}{18997} = 0.99 \text{ раза} = 1:1 \quad (1.4)$$

что показывает они как бы равны

5 Определяем массу одного шара

$$m_{ш} = \rho \frac{\pi d^3}{6} = \frac{\pi}{6} \cdot 1000 \rho = 523 \cdot 7.8 = 4082 \approx 4,082 \quad (1.5)$$

6 Тогда масса шестидесяти шаров

$$\sum m_{ш} = m_{ш} \cdot 60 = 244,920 \approx 245 \text{ кг} \quad (1.6)$$

7 Масса цилиндрической заготовки определяется аналогично

$$m_{ц} = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l \cdot \rho = \frac{\pi}{4} \cdot 100 \cdot 600 \cdot 7.8 = 25\pi \cdot 600 \cdot 7.8 = 367380 \approx 367 \text{ кг} \quad (1.7)$$

8 Разница двух заготовок в металлах

$$K_{ш} = m_{ц} - \sum m_{ш} = 367 - 245 = 122 \text{ кг} \quad (1.8)$$

является в виде излишек в одной цилиндрической заготовке по сравнению с шаровой.

9 Рассчитаем, что из этих излишек металла цилиндрической заготовки, можно было бы изготовить

$$X = \frac{K_{ш}}{m_{ш}} = \frac{122}{4,082} = 29,88 \approx 30 \text{ шаров} \quad (1.9)$$

10 То есть в цилиндрической заготовке имеется

$$N = 60 + X = 60 + 29,88 = 89,88 \approx 90 \text{ шаров} \quad (1.10)$$

11 Тогда суммарная площадь шаровой поверхности увеличится

$$\sum S_{ш} = 4 \pi n d_{ш}^2 \cdot 90 = 4 \cdot 3,14 \cdot 100 \cdot 90 = 113040 \text{ см}^2 \quad (1.11)$$

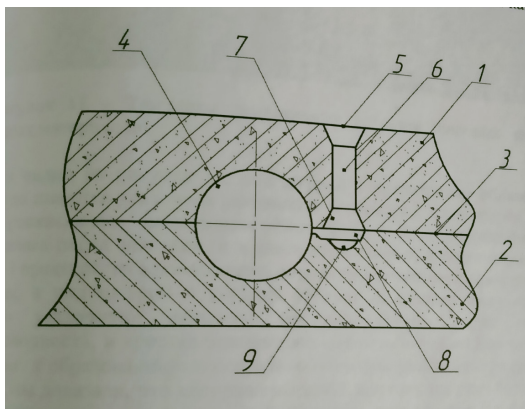
$$e = \frac{\sum F_{ш}}{\sum F_{ц}} = \frac{113040}{18997} = 5,9 \approx 6 \text{ раз} \quad (1.12)$$



То есть, площадь теплообменной шаровой поверхности в 6 раз больше, чем у цилиндрической заготовки длиной 6000 мм. А это говорит о том, что процесс нагрева шаровых заготовок в 6 раз будет быстрее, чем у цилиндрической заготовки, которые в свою очередь внесут коррективы на затраты топлива и энергии.

Отсюда видно, что использование стальных литых шаровых заготовок диаметром 100 мм в качестве исходного материала себя вполне оправдывают с точки зрения экономии топлива и повышения производительности процесса. Но использование литых шаров в ПГФ связано литыми дефектами, как усадочные раковины, пористости в отливках. Поэтому, сравнительный анализ получения цилиндрических заготовок на УНРС и шаровых заготовок в ПГФ показывает, что последнее 2,7 раз дешевле, так как энергоёмкость низкая.

Таким образом, чтобы использовать шаровые заготовки, препятствуют вышеназванные литейные дефекты, которые необходимо устранить. Для этого предлагается новая технология и оборудование по получению готовых качественных 100 мм шаров из стали марки 65ФЛ.



1 – верхняя полуформа, 2 – нижняя полуформа,  
3 – разъем формы, 4 – шаровая полость,  
5 – литниковая форма, 6 – стояк,  
7 – шлакоуловитель, 8 – питатель, 9 – зумф.  
Рисунок 1 – Фрагмент формы

Проведенные исследования показали, что применение литых шаров зависит от режима работы шаровой мельницы.

В металлургии, подготовка руд осуществляется мокрым способом, где над поверхностью размалываемого материала течет густая суспензия (пульпа).

При водопадном режиме шары, падая с определенной высоты, теряют свою ударную энергию в пульпе и к тому же, этот режим по сравнению со смешанным и каскадным режимами энергоёмкий.

Поэтому, если руду предварительно дробить до 6–4 мм в молотковых дробилках, то применение подготовленных стальных и отбеленных чугуновых шаров в каскадном режиме приемлемо и менее энергоёмко. В каскадном режиме шары размалывают руду в основном трением, что вполне оправдано применения отбеленных чугуновых шаров.

Одним из путей получения качественных стальных (чугуновых) шаров является так называемая «гирляндовая» заливка, разработанная нами (рис.2), где слева показана модель деревянная для формовки, а справа – литая заготовка разрезанная механическим способом.



Рисунок 2 – Модель и разрез отливки

Суть данной технологии заключается в следующем. Модели шаров на одной половине связаны друг с другом с помощью коротких перешеек так, что каждый верхний шар для нижележащего является прибылью. А на другой половине такие же шары не связаны между собой. Применена модель для шаров 100, 80, 60, 40, 25 мм.

Модели формуются в песчано-глинистых полуформах горизонтально, а заливаются начиная 20° уклоном до полный

вертикальности на специальном устройстве. На рисунке 2 видно, что «гирляндная» часть отливки не имеют усадочных раковин, а в теле свободных шаровых отливок имеются усадочные раковины. Результаты данного эксперимента показали пригодность данной технологии для серийного производства, а для массового производства – применение автоматической литейной линии безопочный формовки с вертикальным разъемом.

Выводы:

- 1 Установлены достоинства и недостатки ШПС.
- 2 Установлены влияющие факторы на применение литых шаровых заготовок.
- 3 Проведен сравнительный расчет на нагрев заготовок.
- 4 Предложен новый способ получения различных по диаметру шаров литым способом.

#### Литература

- 1 Кульбовский И.К. и др. «Исследование стойкости литых мелющих шаров // тез докл. междунар. науч.-техн. конф. «Изкосостойкость машин», Ч.П.Брянск, 1994.-С.37.
- 2 Чиж Е.В. и др. Чугунные изкосостойкие шары для шаровых мельниц // Материалы X междунар. науч.-проект.конф. Саратов, 2016 с. 58-62.
- 3 Слямев Д.Т., Абдрахманов Е.С. // Материалы междунар. науч. конференции. «XVII Саптаевские чтения» Т.20. - Павлодар: ПГУ имени С. Торайгырова, 2019.- с. 83-87.
- 4 Куманин И.Б. вопросы теории литейных процессов. Уч. пособие, М «Машиностроение» 1976. С.215.

## СПОСОБ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАННОЙ ФУТЕРОВКИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ В УСЛОВИЯХ АО «КАЗАХСТАНСКИЙ ЭЛЕКТРОЛИЗНЫЙ ЗАВОД»

САУТОВ А. Е.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар  
ТОЛЫМБЕКОВА Л. Б.

PhD, асоц. профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

В данной статье предлагается рассмотреть возможность применения комплексной переработки отработанной футеровки электролизеров в условиях АО «Казахстанский электролизный завод», которая позволит организовать производство по переработке отходов, посредством оптимальной переработки отработанной угольной футеровки получая набивку для анодной массы на предприятии, уменьшению доли складирования отходов электролизного производства, возможность повторного использования продуктов переработки.

Рассмотрены различные технологии по переработке отработанной угольной футеровки (далее ОФЭ), химический состав ОФЭ, продукты переработки ОФЭ.

Ключевые слова: катодные блоки, угольная футеровка, отходы, переработка, аноды.

В Павлодарском регионе широко развита металлургическая промышленность. Одним из перспективных направлений Павлодарской области является переработка отходов металлургического производства. В данном направлении работают такие предприятия как: АО «Алюминий Казахстана», ТОО «KSP Steel», ТОО «Кастинг», АО «Казахстанский Электролизный Завод» (далее АО «КЭЗ»). Большинство отходов за невозможностью утилизации складывается на предприятиях и прилегающих территориях. Одними из таких отходов является отработанная угольная футеровка электролизера предприятия АО «КЭЗ» [1]. Хранение отходов футеровки электролизера (ОФЭ) представляет большую экологическую проблему вследствие того, что в процессе эксплуатации футеровка пропитывается фторсодержащими солями и другими компонентами, входящими в состав электролита [1]. ОФЭ в среднем содержит 30,0 % углерода, 26,0 % глинозема, 13,0 % криолита, 8,0 % фтористого натрия, 3,0 % фтористого кальция, 3,0 % кварца, 6,0 % соды и остальных примесей около 11,0 %. При этом фактическое содержание компонентов зависит от

конкретных заводских условий: параметров работы электролизёров, конструкции и срока службы футеровки, качества футеровочных материалов и т.д. [7].

В качестве футеровки электролизера на АО «КЭЗ» используются катодные блоки. Сырьем для производства блоков служат предварительно обожженный высококачественный антрацит, кокс, искусственный графит для повышения эксплуатационной стойкости и в качестве связующего каменноугольный пек в жидком виде. Катодный блок является важной частью алюминиевого электролизера, что способствует энергосбережению и улучшению срока службы при производстве электролиза алюминия. катодный блок обладает высокой термостойкостью, устойчивостью к эрозии расплавленной соли, хорошей электрической и теплопроводностью, высокой механической прочностью, хорошей стойкостью к тепловому удару и высокой стойкостью к воздействию натрия.

В процессе эксплуатации угольная футеровка подвергается высокотемпературному (800–1000 °С) и химическому видам износа. Данный вид отходов содержит в себе большую массовую долю углерода. Полный химический состав отработанной угольной футеровки представлен в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Химический состав отработанной угольной футеровки

№ пробы	Содержание элементов								
	Na	Al	Mg	Ca	Li	Fe	Cu	K	Si
1	10,6	0,81	0,08	0,32	0,09	0,32	<0,005	0,02	0,67
2	16,4	2,75	0,09	0,59	0,1	0,15	<0,005	0,01	0,24
3	18,6	3,79	0,09	0,52	0,09	0,14	<0,005	0,02	0,2
4	13,4	9,8	0,2	4,77	0,22	0,08	<0,005	0,02	0,36
5	10,7	10,4	0,11	1,05	0,13	0,27	<0,005	0,03	0,61
6	2,08	22,4	1,47	0,43	0,05	1,59	<0,005	0,44	23,2

Как известно, в процессе электролиза алюминия, протекающего в течение длительного периода времени, обозначены периоды монтажа футеровочных блоков с утвержденным химическим составом, регламентируемым ТУ крупных компаний [1-2].

Существуют различные способы переработки отработанной футеровки [3], включающие в себя различные технологические операции, такие как:

- 1 Флотационное обогащение;
- 2 Спекание при производстве глинозема;

3 Измельчение отработанной угольной футеровки до более мелкой и пригодной для последующей переработки фракции;

4 Высокотемпературный обжиг в реакторе.

Данные операции являются своего рода эталонными на электролизных предприятиях. Большинство предприятий лишь вносят малые нововведения в уже существующую схему, включая такие операции как: поверхностное рафинирование и механическую обработку.

Эти операции также применимы в условиях предприятия АО «КЭЗ». Помимо производства катодных блоков по схожей схеме на предприятии производят обожжённые аноды для своих нужд.

Схожие режимы и технологические параметры производства, родственный химический состав катодных и анодных блоков наталкивают на мысль переработки и использования отработанной футеровки, в качестве добавки в анодную массу и дальнейшее применение в набивке анода, не влияющих на качество конечного продукта – алюминия [3].

В процессе анализа существующих технологий переработки, можно выделить следующие основные принципы переработки отработанной футеровки [3]:

1 обработка ОФЭ с целью обезвреживания опасных веществ и ее дальнейшего захоронения в отвалах;

2 нейтрализация и придание ОФЭ свойств, переводящих их в класс техногенных материалов для использования в других отраслях промышленности;

3 переработка для повторного использования материалов ОФЭ в производстве алюминия.

Последнее направление можно разделить на два основных способа: пирометаллургический и гидromеталлургический. В работе [3] обобщен промышленный опыт переработки ОФЭ. На данный момент можно выделить четыре крупных предприятия: Reynolds (США), Chalco (Китай), RT (Rio Tinto, Великобритания), RTA (Rio Tinto Alcan, Канада). Данные предприятия являются мировыми лидерами по переработке ОФЭ и изготовлению полу-продуктов (зеленых продуктов) из отходов, используют различные варианты и комбинации пирометаллургической и гидromеталлургической технологий при переработке ОФЭ. Основным продуктом переработки является обеззараженная футеровка, захораниваемая как безопасный промышленный техногенный материал (или направляемая в производство цемента) [4].

Особенно хочется выделить предприятие РУСАЛ (рисунок 1), которое впервые предложило схему по переработке отработанной футеровки электролизера, конечными продуктами которого будут являться не строительный материал, а добавочные компоненты для электролизного производства. Благодаря данной технологии экспериментально доказано получение фтористого алюминия и раствора сульфата технической концентрации. Данные добавки можно применять в электролизном процессе, тем самым уменьшая себестоимость производства алюминия [5].

Данную технологию можно отнести к способам комбинированной переработки, за счет пиро- и гидрометаллургических процессов.

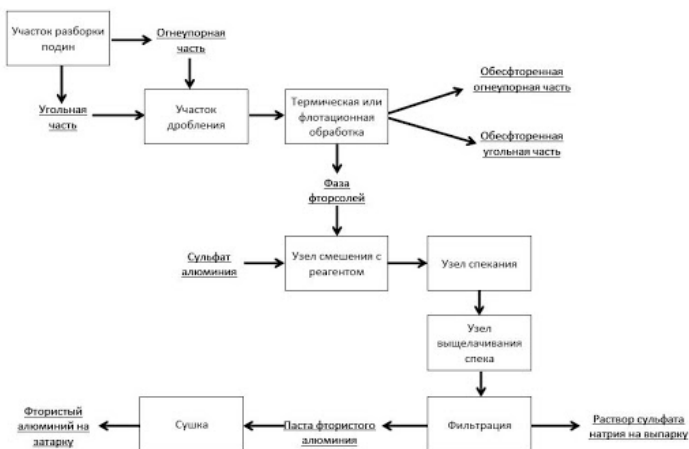


Рисунок 1 – Комбинированный способ переработки сушкой-фильтрацией

Несмотря на весомые достоинства предлагаемой РУСАЛом технологии можно выделить не менее большие недостатки, а именно: невозможность замены стадии фильтрации, в виду специфики технологии получения раствора сульфатов, обслуживание сложной технологической линии, отходящие газы при переработке (фтористые и хлористые соединения) [5-6].

Данные недостатки натолкнули авторов работы на мысль разработки новой технологии по переработки отработанной угольной футеровки электролизера, применимой в условиях местных производств. За основу была взята технология РУСАЛа

и переработаны элементы в ней, с расчетом на получения иных продуктов, а именно добавки анодной массы.

Для достижения необходимой крупности в качестве добавки было решено расширить сектор дробления и исключить флотационные и фильтрационные блоки. В результате отработанная футеровка после демонтажа должна пройти участок первичного дробления и через смесь их дробильных агрегатов перейти на участок прессования. Спрессованный материал далее передается на обжиг для стабилизации химического состава, приближенного к анодному. Общая схема процесса переработки отражена на рисунке 2.

Предлагаемая технология позволит организовать производство по переработке отходов, посредством оптимальной переработки отработанной угольной футеровки получая набивку для анодной массы на предприятии АО «КЭЗ». Стоит также отметить, что огнеупорная часть футеровки не будет складироваться на предприятии, а также пускаться на цикл переработки через участок дробления.

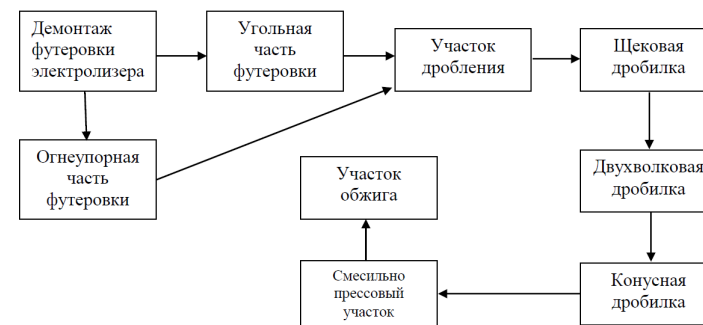


Рисунок 2 – Схема измельчения отработанной угольной футеровки (в условиях АО «Казахстанский электролизный завод»)

В результате проведенного анализа были рассмотрены способы переработки отработанной угольной футеровки и возможные продукты переработки. В виду специфики производства предприятий Павлодарской области предложена оптимальная технология для переработки отработанной угольной футеровки на базе АО «Казахстанский Электролизный Завод». Конечным продуктом предлагаемой технологии является добавка для изготовления анодов.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ибрагимов А.Т. Электрометаллургия алюминия. Казахстанский электролизный завод /А. Т. Ибрагимов, Р.В. Пак. – Павлодар: Дом печати, 2009. – 263 с.
- 2 Ибрагимов А.Т. Развитие технологии производства глинозема из бокситов Казахстана. / А.Т. Ибрагимов, С.В. Будон. – Павлодар: Дом печати, 2010. – 299 с.
- 3 Малюков С.В. Утилизация отходов металлургического производства. / С.В. Милюков, О.Б. Прошкина. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ», 2010. – 88 с.
- 4 Shening K., Solkheim A., and Skaibekmoen E. «Fracture of the lining of the bottom in electrolytic aluminum-smelting baths. Part II. Laboratory Data and Inspection Results», in: Siberian Aluminum: Symposium, Krasnoyarsk (2008), pp. 85–91.
- 5 Вольфсон Г.Е. Производство алюминия в электролизерах с обожженными анодами. / Вольфсон Г.Е., Ланкин В.П. – М.: Металлургия, 1974. – 136 с.
- 6 Янко Э.А. Аноды алюминиевых электролизеров. – М.: Издательский дом «Руда и металлы», 2001. – 673 с.
- 7 Мартин Сорлье Катоды в алюминиевом электролизе. 2-е издание. / Мартин Сорлье, Харольд А.Ойя. – Красноярск, 1997 г. – 460 с.

### ОПЫТ ЛИТЬЯ ТРУБОПРОКАТНЫХ ВАЛКОВ ИЗ ЧУГУНА ТШХН – 50

СУХАНОВА Ж. Г.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

БЫКОВ П. О.

к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

ТУСУПБЕКОВА М. Ж.

магистр, ст. преподаватель, Торайгыров университет, г. Павлодар

В условиях литейного цеха ПФ ТОО «KSP Steel» производят трубопрокатные валки из чугуна с шаровидным графитом марки ТШХН-50 по СТО-005-2019 (рисунок 1).

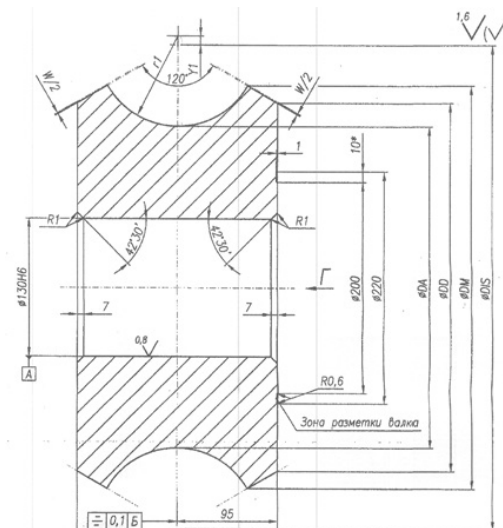


Рисунок 1 – Общий вид отливки «Трубопрокатный валок» из чугуна ТШХН-50 [1]

Производство трубопрокатного валка производится согласно [1]. Химический состав чугуна ТШХН-50 для валков согласно СТО-005-2019 составляет, %: 2,7-3,9 С; 1,2-2,6 Si; 0,4-1,0 Mn; 0,2-1,0 Cr; 0,8-1,6 Ni;  $\leq 0,30$  P;  $\leq 0,02$  S.

Допускаются отклонения массовой доли С, Mn, S, P, Cr, Ni, Mo, V, Si не более  $\pm 5\%$  от пределов при условии соответствия твердости.

В валках из легированного чугуна допускается наличие химических элементов, не предусмотренных в составе, вносимых шихтой и не влияющих на качество.

Твердость заготовки бочки валка (литейный передел) должна соответствовать HSD50-70, что соответствует твердости 354-488 НВ.

Твердость обработанного валка на рабочей поверхности должна соответствовать HSD52-65, что соответствует твердости 363-461 НВ.

В ряде случаев производят легирование чугуна Cr, Ni, Mo, V, Ti, Al и другими элементами в количестве более 0,5 - 1 % или повышают концентрацию Mn и Si.

Производство валков для горячей прокатки металлов из чугуна ТШХН – 50 в условиях литейного цеха ПФ ТОО «KSP Steel» [1]. В качестве исходных шихтовых материалов при выплавке чугуна для валков ТШХН-50 используются:

1) «болото» (остаток в печи жидкого чугуна от предыдущей плавки, применяется для ускорения процесса расплавления твердой шихты за счет ее растворения в расплаве). Примерный химический состав «болота», %: 3,0-3,5 C; 0,5-0,7 Si; 0,5-0,7 Mn; ≤ 0,7 Cr; 1,2-2,0 Ni;

2) шихтовая нелегированная заготовка (полученная из чугунного и стального лома методом высокотемпературного переплава в дуговой печи с основной футеровкой). Примерный химический состав шихтовой нелегированной заготовки, %: 3,3-3,6 C; ≤ 0,7 Si; ≤ 0,5 Mn; ≤ 0,05 S; ≤ 0,20 P; ≤ 0,10 Cr;

3) шихтовая легированная заготовка - промежуточный продукт, полученный из возврата собственного производства валков путем «низкотемпературного» переплава в дуговой электропечи с основной футеровкой с окислением кремния до остаточного содержания 0,5-0,7 %. Примерный химический состав шихтовой легированной заготовки, %: 2,8-3,3 C; ≤ 0,7 Si; ≤ 0,5 Mn; ≤ 0,7 Cr; ≤ 1,2 Ni; ≤ 0,30 P; ≤ 0,02 S;

4) возврат собственного производства валков ТШХН-50 (литники, прибыли, брак, сливы неиспользованных остатков чугуна, стружка, образующаяся при механической обработке литых заготовок валков ТШХН);

5) лом валков ТШХН-50, отработавших свой ресурс в условиях эксплуатации;

6) ферросплавы: феррохром ФХ800 ГОСТ 4757-91, ферросилиций ФС45 - ФС75 ГОСТ 1415-93, ферромарганец ФМн70-ФМн78 ГОСТ 4759-96;

7) никель Н-1, Н-2, Н-3 ГОСТ 849-97.

В качестве карбюризатора для науглероживания исходного чугуна применяется коксик фракции 0-10 мм или электродная стружка.

Для рафинирования валкового чугуна производится его раскисление: железистый самородный шлак из печи удаляется и наводится раскислительный шлак из смеси дробленного ферросилиция ФС75 фракции 0-10 мм и дробленного коксика фракции 0-10 мм в соотношении 1:1 в количестве ~ 0,2 % от веса металлозавалки.

Для внепечной сфероидизирующей обработки исходного чугуна для сплава ТШХН используются магнийсодержащие мелкодисперсные смеси фракции 3,0-10,0 мм (комплексный модификатор Ферромаг 611).

В качестве теплоизолирующей присыпки для предотвращения теплопотерь жидким металлом в ковше и теплоизоляции прибылей отлитых заготовок валков применяется: смесь 1:1 асбестовая крошка с коксиком или молотый просушенный коксик.

Подготовка шихтовых материалов [1]. Перед завалкой шихты на подину электропечи ДСП-5МТ мерной специальной тарой загружается известняк в количестве 5-6 % от веса металлозавалки и расчетное количество карбюризатора (2 – 3 %).

Металлошихта в количестве 4-6 тонн загружается в дуговую сталеплавильную печь ДСП-5МТ с основной футеровкой, расплавляется под самородным шлаком, перегревается до температуры 1550-1560 °С и выдерживается при этой температуре 15-20 мин. В процессе выдержки расплав самоочищается от включений SiO<sub>2</sub>.

В процессе плавки химический состав расплава не корректируется.

После 20-минутной выдержки при температуре 1550-1560 °С отбирается проба чугуна для анализа его химического состава, в процессе которого определяется содержание углерода, кремния, марганца, фосфора, серы.

Выдержанный расплав сливается в разливочный ковш и переливается в миксер. Остатки чугуна для шихтовой заготовки сливаются в специально подготовленные изложницы и маркируются.

Данные маркированные шихтовые заготовки передаются на шихтовый двор в специальные закрома для последующего использования в производстве валков.

Плавка чугуна для отливки валков из ТШХН-50 [1]. Процесс выплавки исходного чугуна для литья валков исполнения ТШХН может осуществляться по двум вариантам:

1) базовый вариант – с дефицитом углерода в «Шихтовой заготовке», с использованием коксика или электродной стружки в качестве карбюризатора для науглероживания расплава до заданного уровня, с термо-временной обработкой (ТВО) расплава при 1520-1530 °С до полного растворения в нем карбюризатора и охлаждением расплава присадкой стального лома в количестве 5 % от веса металлозавалки.

2) альтернативный вариант – без использования карбюризатора при достаточном внесении углерода в расплав компонентами «Шихтовой заготовки», без ТВО и добавки стали, с ограничением перегрева расплава в печи пределом температур 1380-1400 °С.

Сфероидизирующая обработка чугуна для сплава ТШХН [1]. Для сфероидизирующей обработки исходного жидкого чугуна магнийсодержащим модификатором используются крановые разливочные ковши емкостью 5т. На дне ковша параллельно траверсе выкладывается перегородка высотой 200–260 мм из шамотного кирпича ШБ-5 на плашку к стенке кожуха, разделяющая донную часть ковша

на два равновеликих «кармана». «Карман» со стороны сливного носка, называемый реакционной камерой, предназначается для загрузки модификатора. Высота перегородки между «карманами» должна быть достаточной для размещения в реакционной камере всей порции модификатора и чугунной стружки, прикрывающей модификатор.

После выкладки перегородки ковш должен быть хорошо просушен, а непосредственно перед приемом чугуна для модифицирования разогрет до температуры 500–600 °С, т.е. до начала свечения футеровки (контроль степени разогрева футеровки ковша осуществляется визуально).

В отдельную коробку засыпают модификатор (25-30 кг/т жидкого чугуна) и молотый 75 % ферросилиций (2-3 кг/т жидкого чугуна) и тщательно перемешивают. За 15-20 минут до слива чугуна из печи данная смесь загружается в реакционную камеру подогретого ковша. Сверху присыпают ровным слоем чугунной валковой стружки. Загрузка модификатора и стружки производится таким образом, чтобы материал не пересыпался через перегородку в «холостой» карман.

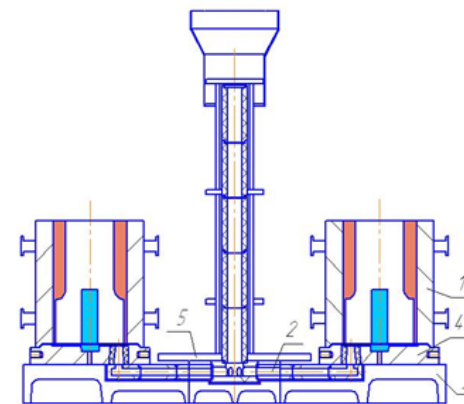
Сливают в ковш весь подлежащий сфероизирующей обработке исходный чугун, не допуская попадания струи в реакционную камеру.

Поддают ковш на стенд для скачивания шлака и ожидают окончания реакции модифицирования, т.е. окончания бурления металла в ковше. Замер температуры чугуна производится термопарой погружения ПТПР-91-900. При температуре чугуна 1330-1350 °С ковш подают на заливку валка.

Разливка модифицированного магнием чугуна должна быть завершена не позднее 18-20 минут от начала реакции модифицирования.

Окончательная проба для маркировочного анализа химического состава валка («пяточок» и «скрапина») берутся при сливе в изложницу избыточного количества чугуна хорошо прогретой отшлакованной ложкой.

Заливка форм валков [1]. Заливка валков осуществляется в литейную форму (рисунок 2).



1 – кокиль; 2 – плита разводящая; 3 – поддон;  
4 – поддончик; 5 – кожух центральной нижней.

Рисунок 2 – Общий вид литейной формы для литья валков

Порядок заливки форм [1]. К разливке чугуна подготавливается ковш емкостью 5 тонн:

- тщательно очищается емкость и носок ковша от настывшей, при необходимости «промывается» горячим чугуном;
- носок ковша заправляется огнеупорной массой;
- футеровка ковша просушивается и прокаливается под зонтом до вишневого цвета (600–800 °С).

Приготовление теплоизоляционной смеси для присыпки прибылей отливаемых валков производят из расчета ее расхода: на одну литейную форму 3-4 кг.

В качестве теплоизоляционной смеси применяется: смесь 1:1 асбестовая крошка с коксиком, сухой молотый коксик или рисовая лузга.

Проверка готовности форм к заливке:

- температура кокилей в собранных под заливку формах должна равняться температуре окружающей среды;
- против каждой формы на видном месте должна лежать маркировочная пластина с индивидуальным номером заливаемого валка.

По готовности металла в печи к выпуску, подают ковш под желоб печи.

По окончанию выпуска чугуна из печи, в присутствии контролера ОТК измеряют температуру металла в ковше термопарой погружения ПТПР-91-900, удаляют с зеркала металла шлак, выдерживают чугун до заданной температуры разливки 1330–

1320 °С, при необходимости повторно удаляют из ковша новые шлаковые образования и подают ковш на заливку.

Для валков из сплава ТШХН окончательная проба на полный химический анализ берется из основного разливочного ковша хорошо прогретой и отшлакованной ложкой при сливе в изложницу избыточного количества чугуна.

Первые 5-7 секунд металл в форму подается с малой интенсивностью, ровной без прерывания струей. Затем плавно (во избежание образования «корольков») увеличивают скорость подачи металла до максимальной внимательно следя за поплавком-сигнализатором, находящимся в форме и затем сбавляют темп заливки металла в два раза (быстрое заполнение всей полости формы валка приводит к браку по усадочным раковинам). Заливку металла в форму производят с переливом.

В течение последующих 60–90 секунд производят 3–4х-кратную подкачку металла через воронку с переливом.

По окончании заливки быстро подрывают скрапину и сбрасывают ее с формы, вставляют в прибыль отлитого валка маркировочную пластину с выбитым на ней индивидуальным номером валка, засыпают прибыль слоем теплоизолирующей смеси.

По окончании разлива всей плавки оставшийся в ковше избыток чугуна сливают в изложницу для сливов.

Анализ технико-экономических показателей производства. Опыт литья трубопрокатных валков из ТШХН-50 в условиях ПФ ТОО «KSP Steel» за 2018–2020 годы показывает повышенную себестоимость производства валков по сравнению с конкурентами (производители с Китая и России).

Из таблиц 1 и 2 видно, что нормативные расходы основных материалов составляют: расход металла на литники и прибили более 44,84 % от жидкого металла, расход магнийсодержащего модификатора (Ферромаг 611) более 50 кг/т годного.

Литературный обзор показывает [2–8], что резервами снижения затрат на производство валков являются:

- снижение расхода металла на литники;
- снижение расхода магнийсодержащего модификатора и другие технологические мероприятия.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 ТИ «Производство трубопрокатных валков из ТШХН-50 в ПФ ТОО «KSP Steel» // ПФ ТОО «KSP Steel», 2015.

2 Ресурсоэффективность литейного производства в России: исследование и сравнительный анализ // IFC, 2010. - 88 с.

3 Воздвиженский В.М., Грачев В.А., Спасский В.В. Литейные сплавы и технология их плавки в Машиностроении. - М.: Машиностроение, 1984. – 432 с.

4 Вейник А.И. Расчет отливки. – М.: Машиностроение, 1964. – 403 с.

5 Радя В.С., Горбунов К.Р., Рябов Д.Г., Воронцова В.А., Усольцев И.А. Опыт литья трубопрокатных валков ТПХН-60 в неспециализированном литейном цехе // Прогрессивные технологические процессы и подготовка кадров для литейного производства : материалы регион. науч.-практ. конф., 23 окт. 2006 г., г. Екатеринбург / Рос. гос. проф.-пед. ун-т. - Екатеринбург : Издательство РГППУ, 2007. - С. 82-89.

6 Скаланд Т. Производство высокопрочного чугуна – Сравнение альтернативных методов обработки магнием на высокопрочный чугун // Литейщик России, №3, 2011. – С. 28 – 37.

7 Болдырев Д. А. Комбинированное влияние технологических параметров модифицирования и микролегирования на структуру и свойства конструкционных чугунов : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – М. : ЦНИИчермет им. И. П. Бардина, 2009. – 40 с.

8. Назаратин В. В. Исследование эффективности действия теплоизоляционных смесей на основе зол – уносов // Литейное производство. – 2009. – №2. – С. 20 – 25.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМА РАБОТЫ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗМАЛЫВАНИЯ

АБДРАХМАНОВ Е. С.

к.т.н., PhD, Торайгыров университет, г. Павлодар  
ТЛЕУБЕКОВ О. Н., САГИТОВ К.

магистранты, Торайгыров университет, г. Павлодар  
ТЮЛЮБАЕВ Р. А.

магистр, Торайгыров университет, г. Павлодар

Вступление

В Павлодарском регионе одним из основных продуктов сталелитейной промышленности являются стальные мелющие шары, которые находят применение в размольно-дробильном оборудовании.



Развитая в Казахстане горнорудная промышленность обеспечивает огромный спрос на мелющие шары, а заново вводимые в эксплуатацию месторождения в свой черед обеспечивают прирост потребления мелющей продукции. Проведенный нами анализ мелющих шаров в РК показывает, что начиная с 2009 года их потребление имеет стабильный рост. Особенно впечатляющий рост, начиная с 2016-2017 годов, наметился после ввода в эксплуатацию компанией «KAZ Minerals» Бозшакольского и Актогайского ГОК по переработке сульфидной руды.

Проведенный анализ также показывает, что режимы работ установленных шаровых мельниц и способы получения самих мелющих шаров не соответствуют оптимальной технологии и подбора оборудования.

В основу настоящих исследований положена следующая гипотеза – при мокром помоле водопадным режимом шаровой мельницы – шары ударяясь о поверхность пульпы утрачивают начальную скорость, таким образом не достигая крупной породы, что оседает на дне мельницы, тем самым не обеспечивая требуемую эффективность процесса измельчения.

Выбор механического режима работы шаровой мельницы (иногда называют «режим работы мелющих тел») зависит от трех основных параметров:

Относительная частота вращения барабана, которая равна отношению фактической частоты вращения к критической частоте вращения барабана шаровой мельницы.

Условная критическая частота вращения барабана мельницы соответствует такой частоте вращения, при которой сила инерции вращательного движения мелющих тел, центр тяжести которых располагается на внутренней поверхности барабана мельницы, равна силе тяжести этого тела. Наряду с этим измельчающее тело бесконечно малых размеров, поднятое в самую верхнюю точку барабана мельницы, находится в динамическом равновесии, т. е., не отрывается от поверхности футеровки барабана и вращается с ней как одно целое (центрифугирует). Условная критическая частота вращения выявляется по формуле:

$$n_{кр} \approx \frac{42.3}{\sqrt{D}}$$

где, D – внутренний диаметр барабана, м.

Коэффициент относительного наполнения барабана мелющими телами, равно отношению доли мелющих тел к внутреннему объему барабана.

Величина отношения доли мелющих тел в мельнице к рабочему объему мельницы выявляется по следующей формуле:

$$\varphi = \frac{4G}{\gamma\pi D^2 L}$$

где, Gн – масса мелющих тел, кг;

$\gamma$  – насыпная плотность мелющих тел, кг/куб.м;

L – длина барабана, м.

Насыпная плотность мелющих тел находится в зависимости от диаметров шаров в сборке и плотности материала.

Технологические параметры измельчения: измельчаемый материал, крупность питания, требование к степени измельчения и т.д.

В отношении всех указанных факторов на практике отличают последующие режимы работы мельницы: (рис.1 – а,б,в).

Каскадный – с перекатыванием мелющих тел внутри барабана мельницы (см.рисунок ниже);

Смешанный – перекатывание мелющих тел, вместе с тем, доля мелющих шаров следует по круговой траектории повдоль вращения барабана с последующим падением;

Водопадный – главным образом процесс движения мелющих тел выполняется по круговой траектории с последующим ее переменной под силой тяжести;

Сверхкритический или «махового колеса», с центрифугированием всего количества мелющих тел.

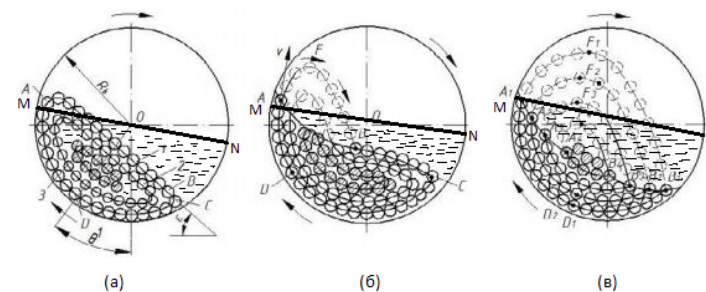


Рисунок 1 – Контур и схема движения мелющих тел (шаров) при каскадном (а), смешанном (б) и водопадном (в) режимах работы мельницы, где MN – поверхность пульпы при вращений барабана

Непосредственное воздействие конструкции шаровой мельницы и разновидность футеровки на их эффективность общепринято на основании применимых данных. Шаровые мельницы, эксплуатируемые с малым уровнем пульпы, обладают производительность в большей мере, чем шаровые мельницы с повышенным уровнем пульпы. К примеру сказать, производительность мельниц с решеткой предположительно на 15 % выше производительности шаровых мельниц с центральной разгрузкой. Производительность мельниц с гладкой футеровкой не в такой степени, чем шаровые мельницы с ребристой футеровкой. Производительность мельницы также связан с другими факторами: количество оборотов мельницы, тонкости размола, влагосодержанию и крупноты измельчаемой руды, своевременности извлечения готовой руды.

Массу мелющих тел  $M_M$  в шаровой мельнице с внутренними параметрами  $D \cdot L$  (в метрах) при объемной соотношений мелющей загрузки в шаровой мельнице вычисляют по формуле:

$$M_M = \varphi \frac{\pi D^2}{4} L$$

При исчислениях полезной мощности шаровых мельниц массивность загрузки нужно вычислять с учетом заполнения пульпой пустот промеж дробящими телами. Плотность пульпы в шаровой мельнице (плотность пульпы в мельнице больше плотности пульпы, по причине несколько быстрого протекания воды через мельницу) находят по формуле:

$$\rho_{\Pi} = \rho_p \varepsilon_p + \rho_c (1 - \varepsilon_p), \quad \rho_{\Pi} = \frac{\rho_p}{\rho_p - m(\rho_p - 1)}$$

где,  $\rho_{\Pi}$  – плотность руды, т/м<sup>3</sup>;

$\varepsilon_p$  – объемная доля руды в пульпе ( $\varepsilon_p \gg 0,58$ );

$\rho_c$  – плотность среды, охватывающей участок промеж частицами (для воды  $\rho_c = 1000$  кг/м<sup>3</sup>);

$m$  – массовое содержание твердого тела в пульпе (для шаровых и стержневых мельниц  $m \gg 0,8$ ).

В общей сложности объемная масса загрузки с учетом охватывающих пустот пульпой будет:

$$\rho_3 = \rho_k + (1 - \varepsilon_m) \rho_{\Pi}$$

Объемная масса загрузки мельницы полусамоизмельчения  $\rho_3$  определяется в зависимости от объема набавляемых шаров  $\varphi_{ш.д}$  и уровня заполнения шаровой мельницы шарами  $j$ :

$$\rho_3 = \frac{\varphi_{ш.д}}{\varphi} 0,6 \cdot 7,8 + \frac{\varphi - \varphi_{ш.д}}{\varphi} 0,6 \cdot \rho_p + 0,4 \cdot \delta_{\Pi}$$

где,  $\varphi_{ш.д}$  – соотношение объема шаров к объему шаровой мельницы (как правило составляет 0,06–0,1);

$\varphi$  – соотношение объема загрузки (мелющие шары, крупные частицы руды, пульпа) к объему шаровой мельницы;

$\frac{\varphi_{ш.д}}{\varphi}$  – объемная часть, заложенная мелющими шарами с пустотами в загрузке;

$\frac{\varphi - \varphi_{ш.д}}{\varphi}$  – часть, заложенная рудными массами с пустотами.

Обычно = 0,3 к 0,35;

Выводы

1 Выполнен анализ на действующую технологию и оборудование в шаропрокатном цехе «KSP Steel» и на его концепции выявлены достижения и несовершенства работы шаропрокатного стана, а также созданы экономичные, передовые пути получения преобладающих стальных шаров до  $\varnothing 100$  мм.

2 Экспериментальным путем выявлена взаимосвязь между диаметрами шаров и рабочим диаметром барабана шаровой мельницы, а также их взаимосвязь с оптимальной угловой скоростью барабана мельницы.

3 Расчетно-экспериментальными путями выявлен оптимальный рабочий режим шаровой мельницы, в взаимосвязи от твердости, хрупкости размалываемой руды.

4 Установлен режим каскадный для мокрого способа размалывания руды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Перов В.А., Андреев Е.Е., Биленко Л.Ф. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых, - М.: Недра, 1990, 300 с.

2 Кульбовский И.К., Поддубный А.Н., и др. Исследование стойкости литых мелющих шаров // Тез. Докл. Междунар. Науч.-техн. конф. «Износостойкость машин», ч. П.-Брянск, 1994. – с.37.

3 Поддубный А.Н. Технология изготовления мелющих тел из чугуна на Сукремльском чугунолитейном заводе. – Брянск: БГТУ, 1997.-с75.

## АНОД МАССАСЫН АРАЛАСТЫРУДЫҢ САПАСЫН ЗЕРТТЕУ

ӘБДІРАХМАНОВ Е. С.

т.ғ.к., PhD, профессор, Торайғыров университеті, Павлодар қ.  
ШЕРАЛЫ Ш., ЗАРКЕН М.-Р., СЕРІКҚАЛИЕВ А.  
магистранттар, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

Анод массасын дайындау, бір-бірімен тығыз байланыстағы екі процесстен, яғни масса компоненттерін араластыру (ортақтандыру) және анод композициясының барлық компоненттерінің өзара әрекеттесулерінің физико-химиялық процесстерінен тұрады. Бұл процесстер бір-біріне қосарлана жүреді.

Араластыру үрдісінің сапалық жағын бағалау үшін, араласатын массаның гомогенделу (ірілігі, температурасы, байланыстырғышпен шылану қасиеті бойынша ортақтандыру) дәрежесін басты көрсеткіш ретінде қабылдау қажет. Осы тұрғыдан алғанда, толықтай гомогенделген анод массасының кез-келген макроқөлемінде, компоненттердің өзара шашырау дәрежесі мен гранулометриялық құрамын біркелкі болулары қажет. Себебі, технологиялық араластыру уақыты араластырғанда сапалы араласқан масса алу үшін, араласатын компонент түйіршіктерінің белгілі дәрежеде бірдей ірілікте болулары қажет. Бұл жағдайда, сол түйіршіктердің барынша сфералық (домалақ) түрге жақын болулары, араласу сапасын арттырады. Сондықтан, араластырғыштың жұмысын бағалау өлшемі ретінде, белгілі бір араластыру уақыты аралығында, массадан алынған пробаның стандарттың мөлшерден ауытқу мәні алынады.

Олай болса, араластыру сапасын бағалауды таралудың статистикалық параметрлері тұрғысынан да қарастыруға болады. Араластыру сапасының критеріі ретінде, араласатын заттардың ірілігінің біркелкі еместігін көрсететін вариациялау коэффициенті қабылданған:

$$\vartheta_c = \frac{100S}{\bar{m}} = \frac{100}{\bar{m}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{m})^2}{n-1}}, \%$$

мұндағы,  $S$  – орташа квадраттың ауытқуы;

$\bar{m}$  – барлық пробалардағы бақыланатын компоненттің орташа арифметикалық мәні;

$n$  – пробалар саны;

$x_i$  – кездейсоқ  $x$  шамасының  $i$ -тәжірибедегі мәні;

Анод массасының араластыру сапасын белгілі бір іріліктегі түйіршіктерді (мысалы,  $1,0 \div 1,5$  мм немесе  $1,5 \div 3,0$  мм) бақылай отыра жүргізген оңтайлы. Бұл жағдайда вариациялау коэффициенті былайша анықталады:

$$\vartheta_c = \frac{100S}{\bar{c}} = \frac{100}{\bar{c}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\bar{c}_i - \bar{c})^2}, \%$$

мұндағы,  $\bar{c}_i$  – жеке  $i$ -пробалардың орташа арифметикалық мәні %;  
 $\bar{c}$  - зерттелген пробалардағы бөлшектер санының орташа арифметикалық мәні %.

Бірақ, жоғарыда атап өткеніміздей, механикалық араластыру (гомогендеу) тұрақты поликомпозиция ретіндегі анод массасын өздігінен бермейді. Екінші стадия – адгезия (шылау, сорбция), капиллярлы сіңіру және т.с.с., абразив-субстрат шекарасында тұрақты жұқа қабаттар туындатады және олар ванн-дер-вальс, молекуляр және электростатикалық күштермен тығыз байланыста болады. Осы күштердің туындау нәтижесінде, анод массасының көлемді структурасы қалыптасады. Бұл процесстердің аяқталуынан кейін ғана, анод массасы сусымалы-тұтқыр, барынша концентрацияланған және стабильді структурасы аталған субстанция құрамына иілгіштік, тұтқырлық және тұрақтылық береді.

Анод массасын дайындағанда, негізгі процесстердің (гомогендеу, адгезиялық әрекеттесу, түйіршіктердің байланыстырғыш пен көмкерілуі, шылану, сіңірілу және т.с.с) толық аяқталуы қажет. Сол сияқты, анод массасының реологиялық сипаттамалары (ағындау тұтқырлығы, иілгіштігі, байланыстырғыштың сұйық фазадан седиментациялық беріктігі және т.б) есепке алынулары қажет.

Авторлардың жүргізген эксперименттері негізінде, шикі анодтың құрамының гранулометриялық көрсеткіштері белгілі бір дәрежеде болулары шарт. Олай болмағанда шикі анодтың беріктігі шұғыл төмендейді, оларды графиттеу кезінде ішкі сызаттар пайда болады, яғни анодтың ішкі қарсылығы артады.

Қорытынды:

1 Анод массасын сапалы араластырудың негізгі шарттары анықталған.

2 Анод массасы компоненттерінің гранулометриялық мәндері зерттелген.

## ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Гуль В. Е., Кузнецов В. Н. Структура и механические свойства полимеров. – М.: Высшая школа, 1972, 168 с.
- 2 Свердлин В. А., Казакевич В. И. Современное состояние технологии и техники формования анодных блоков для алюминиевых электролизеров – М.: ЦНИИЭИЦМ, 1982. – 470 с.
- 3 Сумм Б. Д., Горюнов Ю. В. Физико-химические основы смачивания и растекания – М.: Химия, 1976, 236 с.

**3.2 Машина жасау саласын  
индустриялық-инновациялық дамыту  
3.2 Индустриально-инновационное развитие  
машиностроительной отрасли**

**СТРЕЛОЧНЫЕ ПЕРЕВОДЫ – КЛЮЧЕВЫЕ  
КОНСТРУКЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ**

АМАНГЕЛЬДИЕВА Д.  
магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар  
ЯНЮШКИН А. С.  
д.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Путь на перегоне – это одна, две или три стальные колеи, по которым пропускают поезда. Кроме путей на перегоне для нормальной эксплуатации железных дорог необходимы специальные устройства верхнего строения пути: стрелочные переводы и глухие пересечения. Соединение двух или более путей и перевод подвижного состава с одного пути на другой осуществляется стрелочными переводами. Пересечение одного рельсового пути другим в одном уровне обеспечивается так называемыми глухими пересечениями [1-4].

Практически почти все стрелочные переводы и глухие пересечения располагаются на станциях. Одна треть общего количества стрелочных переводов лежит на главных путях и сосредоточена в горловинах станций.

Стрелочные переводы являются особыми, наиболее сложными и ответственными конструкциями железнодорожного пути, работающим в специфических по сравнению с обычным путем и более тяжелых условиях эксплуатации. Они служат для соединения и разветвления путей и предназначены для

перевода подвижного состава с одного пути на другой. Стрелочные переводы подразделяются на одиночные, двойные, перекрестные и совмещенные. В свою очередь, одиночные переводы подразделяют на обыкновенные, односторонние несимметричные, разносторонние симметричные и разносторонние несимметричные. Наиболее распространены на сети дорог и чаще всего употребляют на главных и станционных путях односторонние обыкновенные переводы, количество которых составляет около 97 %. Вторыми по распространению являются симметричные переводы, количество которых достигает 2–3 %.

Стрелочные переводы практически являются ключевыми конструкциями пути. Без них невозможно осуществить все виды перевозочной работы на станциях и перегонах, т. е.: формирование и расформирование составов, переводов поездов с одного пути на другой, направление поездов или отдельных вагонов на требуемые пути, обгон движущихся или объезд остановленных поездов и др. То есть без стрелочных переводов практически невозможно осуществлять весь перевозочный процесс на транспорте. Их различают по конструкции, типам рельсов, из которых они изготавливаются, по углам разветвления, характеризующим маркой крестовины, а также по конструктивному оформлению основных узлов. Классификация стрелочных переводов показана на рисунке 1.



Рисунок 1 – Классификация стрелочных переводов

Таким образом, стрелочные переводы являются, по существу, ключевой конструкцией пути, позволяющей осуществлять перевозочный процесс. Количество стрелочных переводов, необходимых для укладки в железнодорожные пути магистральных дорог в развитых странах достигает 2-2,5 шт. на 1 км развернутой длины путей (в Казахстане этот показатель составляет 2,2 шт. на 1 км), еще большей густотой укладки стрелочных переводов характеризуются промышленные железные дороги, особенно металлургических предприятий, где этот показатель, для Казахстана составляет 3,0 шт. на 1 км пути.

Стрелочные переводы являются ключевыми конструкциями пути не только для осуществления перевозочного процесса в целом, но и для решения, например, таких важных задач на транспорте, как повышение скоростей движения поездов, повышения провозной и пропускной способности железных дорог [5-6].

Исследования показали, что без наличия стрелочных переводов, позволяющих реализовать установленную на перегоне скорость, практически нельзя решить задачу об увеличении скорости на участке в целом, да и на перегоне в частности. Расчеты показали, что при укладке на станциях стрелочных переводов типовой конструкции, позволяющих поездам следовать со скоростями 120–140 км/час, не имеется возможности реализовать на перегонах между станциями повышенные скорости 160–200 км/час, так как не хватает длины пути для разгона и торможения поезда.

Следовательно, конструкция стрелочных переводов должна быть такой, чтобы обеспечивать возможность реализации на главных путях станции скорости движения поездов не меньше, чем на перегоне.

Другим не менее важным условием является обеспечение достаточной прочности конструкции, соответствующей условиям эксплуатации. Стрелочные переводы являются наиболее ответственными конструкциями верхнего строения пути, на которых реализуются наибольшие динамические силы взаимодействия. Эти силы могут вызвать преждевременные расстройств и выход из строя конструкций в случае несоответствия их мощности обрабатываемым нагрузкам, или, наоборот, при чрезмерной мощности и жесткости конструкций будут вызывать повешенный износ и расстройств подвижного состава.

Поэтому конструкция стрелочных переводов в целом и их отдельных узлов должны всегда соответствовать условиям

эксплуатации, обеспечивать безопасность движения поездов с установленными скоростями движения. Конструкция стрелочных переводов должны постоянно совершенствоваться, они не должны отставать от динамики наращивания мощности верхнего строения пути в целом, должны учитывать изменяющиеся условия эксплуатации, должны воплощать в себе современные достижения отечественной и зарубежной науки и техники и должны соответствовать уровню мировых стандартов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Шахуняц Г.М. Железнодорожный путь. 1987. – 479 с.
- 2 Шахуняц Г.М. Проектирование железнодорожного пути. 1972. – 320 с.
- 3 Смыков Е.К. Расчеты стрелочных переводов. 1986. – 71 с.
- 4 Золотарский А.Ф., Вершинский С.В., Ершков О.П. Железнодорожный путь и подвижной состав для высоких скоростей движения. 1964. – 277 с.
- 5 Крейнис ЗЛ. Организация, технология и управление техническим обслуживанием железнодорожного пути. – М.: Маршрут, 2004. – 330 с.
- 6 Карпущенко Н.И., Николаенко А. А., Карманов А.А., Величко Д.В. Организация и технология механизированного текущего содержания пути на дистанции. Новосибирск: СГУПС, 2005. – 194 с.

#### АНАЛИЗ ПРИМЕНЯЕМОСТИ РАСПРОСТРАНЕННЫХ МАРОК СТАЛИ В КРАНостроении

ЖҮСІП Д.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар  
МУСИНА Ж. К.

к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Кран грузоподъемный это общее название для подкласса грузоподъемных машин, предназначенных для пространственного перемещения грузов, временное зацепление которых осуществляется с применением различных грузозахватных приспособлений: крюковых подвесок, грузозахватных органов специального конструктивного исполнения.

По конструкции краны можно разделить на следующие виды:

- краны стрелового типа;
- краны мостового типа;
- краны кабельного типа.

В нашем случае, будем рассматривать кран мостовой и кран козловой. Данные виды грузоподъемного механизма относятся к крану мостового типа, и являются разновидностями крана одного класса. Краны имеют общее назначение это подъем, перенос, перемещение и прочие операции, связанные с изменением дислокации поднимаемого объекта внутри определенной территории. Территории могут быть как складские помещения, гаражи, мастерские, цеха и другие закрытые объекты, так и быть открытого типа, то есть не иметь крыши или другой закрывающей конструкции. Единственное, что требуется для работы крана мостового типа это путь, или же точнее подкрановые пути. Если же это мостовой кран, то в данном случае подкрановые пути это металлическая усиленная конструкция из двутавра, закрепленная на балках помещения на определенной высоте. Если же это козловой кран, то в данном случае подкрановые пути это рельсы. Регламентируется нормативным документом ГОСТ Р 56944-2016. Пути козловых кранов принадлежат к категории наземных и во многом схожи с путевыми аналогами башенного подъемно-транспортного оборудования.

Мостовой кран состоит из главной балки, концевых балок, крановой тележки, колесной базы, кабины, крюковых подвесок, площадки.

Распространенные марки сталей это СТЗ (всех степеней раскисления), 20, 40Х, 45. Три, и возможно все марки сталей из написанных можно встретить во всех производственных организациях, так как данные стали являются оптимальными по механическим, физическим характеристикам, имеют широкую распространенность, вследствие чего, данные марки сталей не трудно найти и имеют приемлимую цену.

Рассмотрим марку стали СТЗ (всех степеней раскисления).

Данная сталь хорошо зарекомендовала себя. Это конструкционная углеродистая сталь обыкновенного качества, широко распространена во всех сферах промышленного производства. Является самым распространенным металлом для несущих строительных конструкций. Из этого сплава делают лист, профиль, трубу, двутавры и другой металлопрокат.

Сталь СТЗ это самая используемая марка металла, применяемая в строительстве и в машиностроении. Низкая цена в сочетании

с физико-механическими показателями, которые определили популярность этого материала.

Перечислим механические показатели СТЗ:

- предел текучести 225-260 МПа;
- временное сопротивление разрыву 370-480 МПа;
- относительное удлинение 22-26 %;
- твердость НВ : 131 МПа.

Прочностные показатели предел текучести и относительное удлинение – зависят от толщины и формы проката. Чем больше толщина металлопроката, тем ниже значение показателя, самые низкие показатели у труб, высокие показатели у листов, толщиной 5-10 мм. Плотность СТЗ составляет 7850 кг/м<sup>3</sup>. Сплав относится к хорошо свариваемым материалам.

Спокойная сталь раскисляется с использованием марганца, кремния и алюминия. Это дорогой и высококачественный материал. За счёт однородной структуры спокойный металл пластичнее и коррозионно устойчивее. Применяется для изготовления несущих ответственных конструкций, узлов машин, механизмов, которые работают при отрицательных температурах и динамических нагрузках.

Полуспокойная сталь раскисляется марганцем и алюминием. Показатели прочности и пластичности у этого материала близки к спокойной стали, но уступают ей. Применяется при возведении несущих металлоконструкций, где требования к прочностным показателям ниже, чем у конструкций из спокойного металла. Преимуществом этого сплава – его стоимость дешевле.

Кипящая сталь самая дешёвая, раскисляется только марганцем. При заливке этого расплава в слябы происходит активное кипение – выделяются содержащиеся в сплаве газы. В разных частях слитка может иметь неоднородные свойства. Кипящая металл хрупкий, плохо сваривается и подвержена коррозии. Применяется для изготовления конструкций, к которым не предъявляются высокие требования.

При производстве грузоподъемных механизмов сталь марки СТЗ используется в изготовлении неотвественных узлов и деталей, такие как площадки, кабина крановщика, полы, ограждения. Для использования изготовления более ответственных узлов данная сталь не подходит, так как механические характеристики ниже, чем у сталей, входящих в нормативный документ ГОСТ 19281-2014. Также, нижний предел работы стали марки СТЗ это -40 С, что не позволяет использовать данную сталь в производстве грузоподъемных механизмов в большинстве стран СНГ и холодным климатом.

Сталь марки 20.

По классификации сталь марки 20 относится к углеродистым конструкционным качественным соединениям. Химический состав стали 20 регламентирован ГОСТ 1050-2013. Согласно его требованиям, массовая доля углерода в ковшевой пробе сплава должна составлять от 0,17 % до 0,24 %. Поэтому сталь 20 относится к низкоуглеродистым.

Нормы содержания в ней других химических элементов по нормативному документу ГОСТ 1050-2013:

- никеля и меди – не более 0,3 %
- мышьяка – не выше 0,08 %;
- марганца – 0,35 % – 0,65 %;
- хрома – не выше 0,25 %;
- кремния – 0,17 % – 0,37 %;
- серы и фосфора – соответственно, не более 0,035 % и 0,030 %.

Углеродистая сталь марки 20 отличается низкой хрупкостью. Благодаря невысокому содержанию углерода она также: 1) мало подвержена образованию флокенов (внутренних разрывов) при изготовлении; пластична, 2) легко поддается штампованию; 3) отлично сваривается; 4) обладает повышенной износостойкостью.

Механические характеристики стали марки 20:

- предел текучести 175-245 МПа;
- временное сопротивление разрыву 350-550 МПа;
- относительное удлинение 7-28 %;
- ударная вязкость 39-64 Дж/
- твердость 101-179 НВ.

Сталь 20 применяется для слабонагруженных и неотвественных деталей, отлично варится, как со сталью марки 20, так и другими марками стали. Сталь 20 имеет возможность для термообработки, но данная операция не приводит к особо высоким показателям. Сталь углеродистая, есть возможность проводить химико-термическую обработку, и именно после этой обработки применяемость данной стали возрастает в несколько раз. Ранее применявшаяся только к малонагруженным узлам и деталям сталь, теперь может применяться в ответственных деталях. Благодаря повышению поверхностной твердости и износостойкости при невысокой прочности сердцевины данный материал применяется во многих видах деталей вращения, это: фрикционные диски; поршневые пальцы; кулачковые валики; червяки, шестерни; толкатели и другие детали.

После ХТО сталь данной марки не рекомендуется подвергать сварке или другим операциям с температурным воздействием, так как сталь, или поверхность детали может утратить обретенные свойства твердости и износостойкости. В случае необходимости сварки, необходим отдельный технологический процесс по сварке.

Механические характеристики стали марки 20 после ХТО (цементация):

- предел текучести 290-340 МПа;
- временное сопротивление разрыву 490-590 МПа;
- относительное удлинение 18 %;
- ударная вязкость 54 Дж/
- твердость 156 НВ (сердцевины)
- твердость 55-63 HRC.

Широкое распространение данная сталь нашла в узлах и изделиях трубопроводов для ТЭС и АЭС. Многие трубные водоснабжающие системы изготовлены из стали марки 20, к трубным системам можно отнести: трубные пучки; коллекторы; змеевики; амбразуры и другие детали.

В краностроении данная сталь применяется в изготовлении болтов, гаек, шпилек без термообработки. Применяется для изготовления ограждений для крановой тележки. Также, в случае отсутствия стали марки СТЗ не критично использование стали марки 20 вместо стали марки СТЗ.

Сталь марки 40Х.

Сталь марки 40Х относится к классу конструкционной легированной стали. Сталь низколегированная, так как содержание легирующих элементов около 1 %. Нормы содержания в ней других химических элементов по нормативному документу ГОСТ 4543-2016:

- углерод 0,36-0,44 %;
- кремний 0,17-0,37 %;
- марганец 0,5-0,8 %;
- хром 0,8-1,1 %;
- никель не выше 0,3 %;
- медь не выше 0,3 %;
- серы и фосфора не выше 0,035 %.

Сталь трудносвариваемая, после сварки которой, требуется дополнительная термообработка и нагрев самой стали для сварки. Назначение этой стали, это: оси, валы, вал-шестерня, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели,

оправки, рейки, зубчатые венцы, болты, полуоси, втулки и другие улучшаемые детали повышенной прочности.

Данная сталь имеет довольно обширную распространенность, благодаря своим механическим характеристикам без термообработки, или с термообработкой. К примеру, данная сталь без ТО в состоянии поставки имеет следующие характеристики:

- твердость не выше 217 НВ.

Другие механические характеристики согласно нормативному документу ГОСТ 4543 не определяются. Также, в состоянии поставки данная сталь проходит термообработку – отжиг. Отжиг происходит при температуре 820-840 °С.

После проведения операции термообработки, закалки с отпуском сталь приобретает следующие характеристики:

- предел текучести 720 МПа;
- временное сопротивление разрыву 860 МПа;
- относительное удлинение 14 %;
- относительное сужение 60 %;
- ударная вязкость 147 Дж/
- твердость 265 НВ.

Механические характеристики взяты при температуре отпуска 600 °С.

После проведения термообработки, закалки с отпуском при 200 °С у стали следующие механические характеристики:

- предел текучести 1560 МПа;
- временное сопротивление разрыву 1760 МПа;
- относительное удлинение 8 %;
- относительное сужение 35 %;
- ударная вязкость 29 Дж/
- твердость 552 НВ.

В краностроении данная сталь часто применяется в деталях повышенной или высокой прочности, это детали вращения, такие как: колеса; зубчатые колеса; валы; оси; кронштейны; сборочные детали, не требующие сварочного соединения.

Сталь марки 45.

Сталь марки 45 относится к углеродистым конструкционным качественным соединениям.

Химический состав стали 45 регламентирован ГОСТ 1050-2013.

- углерод 0,42-0,50 %;
- кремний 0,17-0,37 %;
- марганец 0,5-0,8 %;

- хром 0,25 %;
- никель не выше 0,25 %;
- медь не выше 0,25 %;
- серы и фосфора не выше 0,04 и 0,035 %.

Сталь марки 45 применяется при изготовлении горячекатаного и холоднокатаного плоского и сортового проката и поковок, которые впоследствии используются при создании металлоконструкций и изделий машиностроительного назначения различных форм и размеров. Конструкционная сталь 45 имеет обширное применение в производстве шпинделей и кулачков, шестерней, крепежных изделий, валов различного назначения. Из такой стали изготавливаются ответственные изделия (консоли, оси, штоки, балки, плунжеры и пр.), от которых требуется повышенная прочность после термической обработки.

Марка стали 45 – трудносвариваемая. Для достижения качественных сварных соединений необходимы дополнительные операции: подогрев до +200-300 °С при сварке, а также термообработка стали 45 после сварки, то есть её отжиг. Использование, назначение и ограничения стали марки 45 аналогичны со сталью марки 40Х, с тем отличием, что механические характеристики стали марки 45 немного ниже, чем у марки стали 40Х, как в состоянии поставки, так и после проведения термообработки.

В краностроении, применяемость марки стали 45 аналогична марке стали 40Х.

Грузоподъемные механизмы это металлоконструкция, имеющая возможность передвижения для перемещения и подъема груза, металлоконструкции и прочего. Основной конструкцией кранов считается главная балка, концевые балки, тележка передвижения барабана, барабан, кабина. Основные узлы крана, чаще всего изготавливаются из марок стали, указанных в нормативном документе ГОСТ 19281. Данный ГОСТ это нормативно-технический документ, содержащий информацию про технические требования изготавливаемого проката из марок стали, входящих в этот НТД.

Стали марок описанные в этом НТД, ГОСТ 19281 это низколегированная конструкционная сталь. Все стали в данном НТД используются в ответственных металлоконструкциях на территории СНГ. Стали из описанного документа имеют сбалансированные механические характеристики, хорошую/отличную свариваемость, хорошие возможность для холодной и горячей штамповки. Все это обуславливает широкое распространение марок стали из этого НТД.



Хотя металлоконструкцию можно изготовить из любого предоставленного металла, но окончательный результат и характеристики получившейся металлоконструкции не будут соответствовать требуемому. Исходя из этого, например, возможно изготовление ГПМ и из стали 40Х или 45. Полученная металлоконструкция будет иметь великолепные механические характеристики, но для этого потребуются огромная работа инженеров производства. Также, в случае, если узлы из данных сталей прошли термообработку, то последующая сварка при надобности, будет осложнено требуемым подогревом до 300-400 град. С. К тому же, подогрев всего сварного шва повысит время сборки конструкции около 30-40 %, если не больше. Имеется возможность коробления узлов при невыполнении технологического процесса или недостаточной компетентности выполняющих лиц.

Все выше сказанное ведет к тому, что металлоконструкцию можно получить из «неудобных сплавов и сталей», возможно это даже будут специальные заказы, но для их выполнения потребуется огромная база знаний изготовляющего предприятия, высококвалифицированные исполнители, высококачественный контроль производства и постоянная связь выполняющих лиц между друг другом. Все это объясняет использование распространенных марок стали и сплавов, так как это не требует лишних или ненужных усилий.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Марочник сталей и сплавов. 2-е издание. Зубченко А.С. 2003. Стр 65-68.
- 2 Марочник сталей и сплавов. 2-е издание. Зубченко А.С. 2003. Стр 89-92.
- 3 Марочник сталей и сплавов. 2-е издание. Зубченко А.С. 2003. Стр 160.
- 4 Марочник сталей и сплавов. 2-е издание. Зубченко А.С. 2003. Стр 102-104.
- 5 <https://truststal.by/stati/55-stal-st3-khimicheskij-sostav-i-svoystva.html>

## АНАЛИЗ РАСПРОСТРАНЕННОСТИ МАРОК СТАЛИ НТД ГОСТ 19281 В КРАНОСТРОЕНИИ

ЖҮСІП Д.  
магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар  
МУСИНА Ж. К.  
к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Кран грузоподъемный это общее название для подкласса грузоподъемных машин, предназначенных для *пространственного* перемещения грузов, временное зацепление которых осуществляется с применением различных грузозахватных приспособлений: крюковых подвесок, грузозахватных органов специального конструктивного исполнения.

По конструкции краны можно разделить на следующие виды:

- Краны стрелового типа;
- Краны мостового типа;
- Краны кабельного типа.

Конструкция грузоподъемного механизма или же крана мостового, козлового состоят из следующих узлов, это главная балка, концевые балки, тележка с барабаном, барабан, кабина и прочее. По справочным данным, технической литературе и прочим нормативным документам запас прочности грузоподъемного механизма должен быть не менее 25 процентов от максимальной грузоподъемности. В испытаниях кранов есть два вида проверок, это:

- Статические;
- Динамические.

Статические испытания крана обычно должны проводится при нагрузке крана нагрузкой, превышающий на 25 % паспортную грузоподъемность крана. Статические испытания мостового крана проводятся следующим образом: Кран устанавливается над опорами кранового пути, а его тележка – в положение, отвечающее наибольшему прогибу моста. Контрольный груз поднимается краном на высоту 100-200 мм и выдерживается в таком положении в течение 10 мин. По истечении 10 мин груз опускается, после чего проверяется отсутствие остаточной деформации моста крана. При наличии такой деформации, явившейся следствием испытания крана грузом, кран не должен допускаться к работе до выяснения причин и определения возможности дальнейшей работы. крана.

Кран считается выдержавшим статические испытания, если в течение 10 мин поднятый груз не опустится на землю, а также не будет

обнаружено трещин, остаточных деформаций и других повреждений металлоконструкций и механизмов. Динамические испытания крана проводятся грузом, масса которого на 10 % превышает его паспортную грузоподъемность, и имеют целью проверку действия ее механизмов и тормозов. При динамических испытаниях кранов производятся многократные (не менее трех раз) подъем и опускание груза, а также проверка действия всех других механизмов при совмещении рабочих движений, предусмотренных руководством по эксплуатации крана. Для проведения статических и динамических испытаний владелец крана должен обеспечивать наличие комплекта испытательных грузов с указанием их фактической массы.

При изготовлении ГПМ чаще всего используются марки стали, описанные в нормативно-техническом документе ГОСТ 19281-2014. Данный документ содержит много информации для лиц, принимающих участие в изготовлении кранов. В данном документе содержатся информация про химический состав, виды проверок, механические характеристики, методы их контроля, правила приемки и транспортировки. Данный НТД носит название «Прокат повышенной прочности. Технические условия». То есть данный ГОСТ имеет связь с нормативно-техническими документами, такие как ГОСТ 2590, ГОСТ 2591, ГОСТ 19903, ГОСТ 19904, ГОСТ 8239, ГОСТ 8509, ГОСТ 8510.

ГОСТ 2590 это НТД на горячекатаный прокат круглого сечения, содержащий информацию про сортament, геометрические параметры описанных в нем сортамента, предельные отклонения, разновидности по степени точности изготовления и поверхности проката, максимально и минимально возможные размеры. Также есть информация про предпочтительность описанного внутри документа вида сортамента.

ГОСТ 2591 это НТД на горячекатаный прокат квадратного сечения, содержащий информацию про сортament, геометрические параметры описанных в нем сортамента, предельные отклонения, разновидности по степени точности изготовления и поверхности проката, максимально и минимально возможные размеры. Также есть информация про предпочтительность описанного внутри документа вида сортамента.

ГОСТ 19903 это НТД на листовой горячекатаный прокат, содержащий информацию про сортament, геометрические параметры описанных в нем сортамента, предельные отклонения, разновидности по степени точности изготовления и поверхности проката, максимально и минимально возможные размеры листов

и их толщина. Также есть информация про предпочтительность описанного внутри документа вида сортамента.

ГОСТ 19904 это НТД на листовой холоднокатаный прокат, содержащий информацию про сортament, геометрические параметры описанных в нем сортамента, предельные отклонения, разновидности по степени точности изготовления и поверхности проката, максимально и минимально возможные размеры листов и их толщина. Также есть информация про предпочтительность описанного внутри документа вида сортамента.

ГОСТ 8239 это НТД на горячекатаный прокат двутаврового сечения, содержащий информацию про сортament, геометрические параметры описанных в нем сортамента, предельные отклонения, разновидности по степени точности изготовления и поверхности проката, максимально и минимально возможные размеры листов и их толщина. Также есть информация про предпочтительность описанного внутри документа вида сортамента.

ГОСТ 8509 это НТД на горячекатаный прокат равнополочного угольного сечения, содержащий информацию про сортament, геометрические параметры описанных в нем сортамента, предельные отклонения, разновидности по степени точности изготовления и поверхности проката, максимально и минимально возможные размеры листов и их толщина. Также есть информация про предпочтительность описанного внутри документа вида сортамента.

ГОСТ 8510 это НТД на горячекатаный прокат неравнополочного угольного сечения, содержащий информацию про сортament, геометрические параметры описанных в нем сортамента, предельные отклонения, разновидности по степени точности изготовления и поверхности проката, максимально и минимально возможные размеры листов и их толщина. Также есть информация про предпочтительность описанного внутри документа вида сортамента.

Марки стали из НТД ГОСТ 19281 широко распространены на территории СНГ благодаря широкому диапазону имеющихся преимуществ. Марки стали представляют из себя качественную конструкционную низколегированную или среднелегированную сталь, с низким содержанием углерода. Легированные элементы в данном документе чаще всего предназначены для небольшого увеличения предела прочности и предела текучести, при этом легирующие элементы чаще всего марганец и кремний. Данные элементы отлично помогают в сварке и нужны при сварочных работах. При сварке эти два элемента уменьшают доступ к кислороду, повышая

таким образом качество сварного соединения. А получающиеся внутри шва газы хорошо реагируют с этими элементами и выходят из зоны сварки. Это одно из основных преимуществ марок стали из этого нормативно-технического документа. Но это не все преимущества марок стали, сюда же можно включить уже написанную выше повышенную прочность, повышенные механические характеристики. Так как марки стали довольно сильно распространены, приобретение проката этого ГОСТ-а не станут проблемой лицам, занимающимся закупкой материала.

Материалы с описанными марками стали из НТД ГОСТ 19281 получили распространение неспроста. С конструкторской точки зрения данные материалы имеют отличные механические характеристики, которые позволяют меняя геометрические параметры узлов и деталей не проигрывать в жесткости, прочности и надежности конструкции. С технологической точки зрения данные материалы не имеют никаких ограничений по видам обработки, кроме термической обработки. Проведение термической обработки не имеет никакого смысла, обусловлено это низким процентным содержанием углерода в составе сплава и отсутствием надобности в такой операции. С повышением класса прочности наличие термообработки повышается из-за легирования элементами значительно повышающих механические характеристики, такие как хром и никель. Прокат из данных сталей, особенно листовой прокат, который только и используется при изготовлении главных балок, также корпусов концевых балок чаще всего обрабатывается на машинах термической резки на всю длину листа. При плазменно-дуговой или кислородно-ацетиленовой резке листового металла данных марок стали заготовка нет никаких возможностей получения дефекта, только геометрических. Основная длина толстолистовых листов, толщиной от 4 мм идет 6000 мм или 6 метров. Главные балки мостовых кранов идут разной длины в зависимости от требований под устанавливаемое помещение. И стенки, и нижние и верхние пояса главных балок идут сборными. Если же вспомнить про обработку давлением на гильотинных ножницах, то в данном случае и здесь все отлично. Единственное, чем будет ограничено использование гильотинной ножницы так это ширина листа и максимальная длина отрубаемой детали. При сборочных и сварочных работах материалы хорошо свариваются как с собственными марками стали, так и другими марками стали. Коробления после сварочных работ чаще всего нет, но это уже обусловлено квалификацией исполняющего.

На территории стран Европы есть аналоги данных сталей и их обозначение начинается с английской буквы S, далее идет цифра и буквенный индекс. Цифра обозначает класс прочности или же предел текучести. Класс прочности обычно равен пределу текучести. К примеру, сталь 17Г1С имеет класс прочности 355, и такой же предел текучести 355МПа. Европейский аналог S355, класс прочности аналогичен 355. Нормативно-техническим документом является EN 10025. Этот нормативно-технический документ изнутри подразделяется на 6 подкатегории, это: EN 10025-1; EN 10025-2; EN 10025-3; EN 10025-4; EN 10025-5; EN 10025-6.

Резюмируя все сказанное, можно сделать следующие выводы.

Распространение марки стали из нормативно-технического документа ГОСТ 19281 нашли благодаря своим многим различным характеристикам, к ним можно отнести:

- Повышенные механические характеристики и возможность наличия у разновидности одного и того же сплава несколько классов прочности,
- Отсутствие ограничений при проведении работ термической резкой, давлением, резкой или сваркой,
- Диапазон изготавливаемого проката по НТД ГОСТ и сортаменту.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 <https://www.gutman.com.ua/uslugi-ispytanie-krana.php>
- 2 Марочник сталей и сплавов. 2-е издание. Зубченко А.С. 2003. Стр 127-175.
- 3 Справочник конструктора-машиностроителя. Том 1. Ануриев В.И. 2001. Стр 79.
- 4 Справочник конструктора-машиностроителя. Том 1. Ануриев В.И. 2001. Стр 82.
- 5 [https://emk24.ru/wiki/euronorm\\_en/en\\_10025\\_3496129/](https://emk24.ru/wiki/euronorm_en/en_10025_3496129/)

## ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ГИДРОАБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ

КЕМЕЛОВА А. К.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

МУСИНА Ж. К.

к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Гидроабразивная резка – это один из видов обработки резанием, где в роли режущего инструмента выступает водяная струя с добавлением абразивного вещества, которая подается на поверхность с сверхвысокой скоростью и под высоким давлением. В природе такое явление, происходит естественным образом, и называется водной эрозией [1].

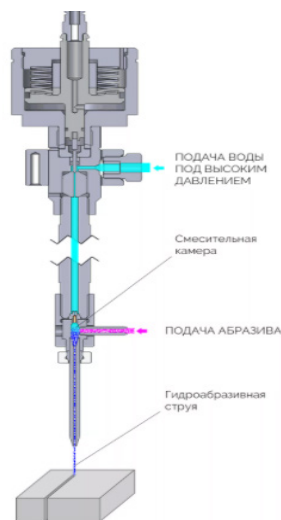


Рисунок 1 – Принцип работы гидроабразивной обработки

Принцип действия гидроабразивной обработки заключается в том, что, нагнетенная под давлением (1000-6000 атмосфер) вода подается в режущую головку. В режущей головке энергия давления воды меняется в кинетическую энергию водяной струи. Вырываясь из узкого отверстия сопла, диаметр которого обычно 0,08-0,5 мм с сверхзвуковой скоростью (до 900-1200 м/с и выше), водяная струя подается в смесительную камеру. Далее вода попадает в смеситель и смешивается с абразивным веществом. В качестве абразива применяются естественные (наждак,

пемза, алмаз, кварц), и искусственные (электрокорунд, карбид кремния, карбид бора, монокорунд и др.) абразивные материалы. Так же используется мелкий песок (гранатовый, кварцевый, алмадин), с размером от 0,08 до 0,8 мм и твердостью до 8-9 по шкале Моос. Выбор абразивного материала зависит от вида и твердости изделия которое подвергается обработке. Также стоит отметить, что чем тверже абразив, тем быстрее изнашиваются узлы режущей головки [4].

После смешивании воды с абразивом, они образуют гидроабразивную смесь. Сформированная гидроабразивная смесь, подается из смесительной трубки, внутренний диаметр которой составляет примерно 0,5-1,5 мм. При этом на заготовку действует давление, величина которого 400 МПа и больше. Скорость резки можно изменять в зависимости от параметров и обрабатываемого материала [2].

При помощи данной технологии можно обрабатывать множество материалов, такие как картон, бумага, разные виды тканей, мрамор, гранит, железобетон, пластик, резина и другие полимерные материалы.

Самые главные и основные преимущества гидроабразивной резки заключаются в следующем:

Нивелирование температуры воздействия. Тепло формирующееся во время резания материала моментально уносится жидкостью. За счет этого температура заготовки не повышается и не перегревается. Такое свойство особенно важно при обработке особо чувствительных к нагреву материалов. Сила величиной 1-10 Н и температура в +60-+90 °С в районе резания не подвергают заготовку деформированию, пригоранию и оплавлению материала в зоне прилегания. Именно гидроабразивная обработка превосходит другие методы (механическая резка, лазерная резка, плазменная резка) тем что, отсутствует термическое воздействие на материал вблизи пропила.

Отсутствие дополнительной обработки. С помощью гидроабразивного метода обработки легко вырезаются изделия сложного профиля. Кромки среза не нуждаются в дополнительной обработке, так как термическое влияние на них отсутствует.

Универсальность. Труднообрабатываемые материалы с высокой твердостью и прочностью, коррозионно-стойкие и жаропрочные стали и сплавы, а также сплавы на основе титана и тугоплавких металлов эффективно обрабатывать на гидроабразивных установках, с жидкостно-абразивной струей.

Возможность обработки сверхтвердых материалов, таких как, стекло, керамика, пластик и других композитных материалов с большой скоростью.

Осуществление фасонной резки толстых и крупных материалов с достаточно высокой точностью. Так же легко осуществляется резка пористых и прозрачных материалов. Возможность выполнения обработки мягких материалов таких как, поролон, пластмассы и т.д. Возможность обработки крупногабаритных деталей с высокой точностью и без дальнейшей механообработки.

Воспроизведение сложных контуров и профилей. При помощи САД системы есть возможность резания криволинейных поверхностей с высокой точностью. Скосы под разным углом, сложные формы поверхностей, изделия могут осуществляться при помощи водоструйной резки.

За счет струи, технические свойства которой похожи на точечный инструмент могут обрабатывать сложные профили с разным радиусом закругления.

Поверхность высокого качества. Разрезаемая поверхность методом гидроабразивной обработки имеет достаточно высокое качество. Можно добиться финишной поверхности с шероховатостью Ra 0,5-1,5 мкм, что не требует последующих дополнительных обработок.

Технологичность. Инструмент резки, то есть струя воды не нуждается в переточке. За счет отсутствия непосредственного контакта между инструментом и заготовкой, ударная нагрузка на поверхность равна нулю. Низкое тангенциальное усилие на деталь в некоторых случаях исключает использование зажимных приспособлений. Возможность выполнения разных операций одним, единственным инструментом.

Экономичность. Резку можно начать с любой точки на заготовке и не делать предварительно отверстие. Возможность экономии материалов при раскрое реза, за счет малой ширины. Невысокое потребление воды, около 3-4 л/мин, при достаточно высоких давлениях использования 400 МПа и больше.

Автоматизация. Возможность применения компьютерной системы, оптических следящих устройств и полномасштабных шестикоординатных роботов.

Доступность. Обработка выполняется с помощью доступных, относительно недорогих элементов, то есть вода и абразивное вещество.

Безопасность. Из-за отсутствия накапливания тепла, процесс полностью взрывобезопасный. Возможность обработки емкостей содержащих газ, трубопроводов и т.п.

Так же можно добавить, что, уровень шума варьируется в диапазонах 85-95 дБ и отсутствует радиационное излучение.

К недостаткам технологии гидроабразивной обработки относятся:

- существенно меньшая скорость разрезания стали малой толщины, в сравнении с лазерной и плазменной резкой;
- трудности конструктивного характера, то есть проблемы с подачей высокого давления жидкости;
- значительно высокий уровень шума, из-за истечения струи со сверхзвуковой скоростью;
- низкая стойкость сопла и сложности при ее изготовлении;
- высокая энергоемкость;
- высокая стоимость установки, высокие эксплуатационные затраты;

- иногда нерентабельность оборудования, так как у некоторых потенциальных потребителей нет требуемого масштаба производства [3].

- вероятность образование ржавчины на изготовленных деталях;
- малая скорость при резке тонколистовых материалов.

Последние два недостатка весьма исправимы. Чтобы не допустить коррозию, нужно протирать изготовленные детали и продувать их воздухом. Для того чтобы повысить скорость резания тонких металлов, перед тем как их обработать, соединить по несколько штук в пакеты.

Таким образом, учитывая вышеизложенное можно сделать вывод что, гидроабразивный метод обработки является практически универсальным. Важно отметить, что с помощью гидроабразивной резки можно решить ряд важных производственных задач, таких как резка толстых материалов, резка хрупких материалов, керамики, гранита и особо чувствительных к температуре материалов. Возможность осуществления резки мягких материалов и пластика.

Данный метод обработки имеет высокие технологические возможности и может использоваться для различных видов обработки. Процесс выделяется высокой производительностью и хорошим качеством поверхностного слоя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Гидроабразивная резка [электронный ресурс]// RU.WIKIPEDIA.ORG: Свободная энциклопедия «Гидроабразивная резка». 2012 г. –

Электрон. данные. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Гидроабразивная\\_резка](https://ru.wikipedia.org/wiki/Гидроабразивная_резка). – Заглавие с экрана. [дата обращения 3.03.2021]

2 Мендалиева С. И., Косатбекова Д. Ш., Акулович Л. М. Технология и оборудование гидрорезки и гидроабразивной обработки в современном машиностроении. – Вестник Науки Казахского агротехнического университета имени С. Сейфуллина. – 2016. – № 2 (89). – С.144-153 [дата обращения 3.03.2021]

3 Xreferat.com [электронный ресурс] // XREFERAT.COM: Крупнейшая база рефератов Гидроабразивная обработка. 2010 г. – Электрон. данные. URL: <https://xreferat.com/76/3375-1-gidroabrazivnaya-obrabotka-obrabotka-vzryvom.html>.

4 Stanki.ru [электронный ресурс] // Технология гидроабразивной резки: плюсы и минусы 2014 г. – Электрон. данные. URL: <https://news.stanki.ru/tehnologiya-gidroabrazivnoy-rezki-plyusy-i-minusyi/>

## АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ИЗНОСА ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ПЛАСТИН РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ

МОИСЕЕВ И. Н.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

МУСИНА Ж. К.

к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Одной из важнейших задач современного машиностроения является повышение производительности технологических процессов механической обработки различных материалов на станках с ЧПУ. Производительность обработки в значительной степени определяется ресурсом режущего инструмента, среди которого основное место занимает инструмент, оснащённый сменными твердосплавными пластинами.

Как известно, в процессе обработки инструменты могут быстро приходиться в негодность в случае активной эксплуатации. Продлить эксплуатационный срок инструментов, повысить общую эффективность труда и сэкономить на расходных материалах позволяет применение твердосплавных пластин.

Выделяют следующие преимущества и недостатки сменных пластин [1, 2, 3, 4].

Инструменты, оснащенные сменными пластинами, имеют следующие преимущества перед непаянными:

- более высокая надежность, стойкость и прочность,

- меньшие расходы на смену и утилизацию пластин,
- меньшие простои оборудования при замене и наладке инструмента,
- более благоприятные условия для нанесения износостойких покрытий, позволяющих значительно (до 4-5 раз) повысить стойкость и производительность процесса резания,

- меньшие потери дефицитных материалов (вольфрама, тантала, кобальта и др.) за счёт увеличения возврата пластин на переработку.

Недостатки инструментов, оснащенных сменными пластинами:

- высокая стоимость из-за их высокой точности, следовательно, высокая трудоемкость изготовления пластин,

- увеличение габаритов корпусов инструмента из-за необходимости размещения элементов крепления пластин,

- невозможность полного обеспечения оптимальной геометрии режущей части инструмента из-за заданной формы пластин и условий их крепления.

На надежность пластин из твердых сплавов сборных инструментов определяющее влияние оказывают физико-механические характеристики твердых сплавов, форма и тип используемых пластин, схемы базирования и крепления, режимы резания [5].

Выделяют следующие механизмы изнашивания режущего инструмента: адгезионно-усталостное, абразивное, диффузионное, окислительное, пластическое деформирование и разрушение режущего клина [2].

Основными причинами износа являются абразивное воздействие, адгезию, диффузию и окислительные процессы [4].

Выделяет пять основных механизмов изнашивания пластин и даются им следующие описания [6]:

- адгезионный износ, который происходит в результате прилипания трущихся поверхностей и последующего отрыва частиц материала инструмента. Такой износ уменьшается при повышении твердости материала пластин,

- абразивный износ происходит из-за внедрения стружки в рабочую полость пластины, которая, царапая, удаляет металл с поверхности. Интенсивность такого изнашивания повышается при снижении скорости резания,

- химическое или окислительное изнашивание происходит под воздействием высоких температур и давлений, этот процесс требует доступ воздуха. Это изнашивание происходит в месте, где режущая кромка только начинает контактировать со снимаемым припуском, что приводит к появлению глубокой выемки,

- диффузионный износ происходит из-за взаимного растворения металла инструмента и металла детали. При возрастании скорости резания процесс только интенсифицируется,

- усталостное изнашивание происходит, если режущий материал не выдерживает колебаний температуры вместе с изменениями нагрузки. Это приводит к образованию трещин и разрушению режущей кромки. Причиной такого изнашивания может служить неправильное применение охлаждения.

Рассматриваются восемь основных видов износа и их профилактика [6]:

1 Износ по задней поверхности пластины. Такой износ является естественным и наиболее ожидаемым. Пластина по всей длине режущей кромки стирается равномерно, происходит при обработке любых материалов. Процесс износа интенсифицируется при обработке абразивных материалов, таких как ковкий чугун, жаропрочные сплавы, кремний-алюминиевые сплавы, а также неметаллические материалы, такие как стекловолокна, армированных пластмасс и керамики.

Причинами такого износа могут быть как химические реакции между материалами при высоких скоростях резания, так и трение при низких скоростях резания.

Так как износ по задней поверхности является естественным процессом, применяются методы только для предотвращения быстрого износа, путём подбора пластин из более твердого сплава с применением износостойких покрытий с правильным обеспечением подачи СОЖ.

2 Лункообразование. Такой вид износа возникает при высокоскоростной обработке чугуна или титановых сплавов из-за нагрева или химической реакции, в результате которых пластина растворяется в стружке. Лунка может увеличиваться со временем и стать достаточно большой, чтобы привести к выкрашиванию задней поверхности пластины, деформировать её или увеличить скорость износа по задней поверхности.

3 Наросты на режущей кромке. Образуется, когда фрагменты заготовки под давлением привариваются к режущей кромке, что происходит из-за химического сходства материалов пластины и заготовки, высокого давления обработки и высокой температуры в зоне резания. Процесс чаще возникает при металлообработке вязких металлов и сплавов, жаропрочных материалов, нержавеющей стали и цветных металлов. Этот нарост может отломиться в любой момент и привести к выкрашиванию пластины и быстрому износу по задней поверхности.

Образование наростов можно контролировать путём увеличения скорости резания и подачи, также рекомендуется использовать пластины с покрытием из нитрида титана при правильной подаче СОЖ.

4 Выкрашивание кромки. Происходит из-за механической нестабильности при отсутствии жестких настроек, плохих подшипниках или изношенном шпинделе, наличии твердых участков в материале или из-за прерывистого резания. Следы выкрашивания заметны отчетливо по длине режущей кромки.

Предотвращению выкрашивания способствует обеспечение правильной установки инструмента, свести к минимуму изгиб, контролировать образование наростов на кромках, использовать пластины из более прочных сплавов.

Устранение последствий выкрашивания пластин требует значительных временных затрат, что снижает производительность. Если в условиях эксплуатации вероятность выкрашивания высока – интенсификация режимов резания недопустима [7].

5 Тепломеханическое повреждение. Такое повреждение происходит при сочетании резких скачков температуры и механического давления. Вдоль рабочей поверхности появляются трещины, при этом частички материала могут отпадать, пластины становятся более подверженными выкрашиванию. Тепломеханические повреждения чаще всего наблюдаются в процессе фрезерования.

Предотвратить образование трещин можно правильным применением СОЖ (по возможности исключить её из процесса обработки), применением более ударостойких пластин, уменьшением скорости подачи.

6 Деформация кромки. Образуется из-за комбинации из избыточного нагрева и механической нагрузки. Сильный нагрев возникает при высокой скорости резания и подаче или при обработке твердых сталей и жаропрочных сплавов и приводит к размягчению кобальта или связующего твердого сплава пластины. Механическая нагрузка возникает при деформировании или изгибе пластины из-за давления на заготовку.

О такой деформации обычно свидетельствуют размеры готовой детали, не соответствующие заданным. Деформацию режущей кромки можно контролировать правильным применением СОЖ, использованием более износостойких пластин с меньшим содержанием связующего материала, уменьшением скорости резания и подачи.

7 Образование бороздки или зазубривание. Образуются, когда поверхность заготовки из абразивного материала обдирает или

выкрашивает режущий инструмент на уровне глубины резания. Разрушение становится заметным, когда бороздки и следы выкрашивания появляются в зоне глубины резания на пластине.

Предотвратить зазубривание можно использованием инструмента с большим заходным углом, увеличением скорости резания при обработке жаропрочных сплавов, предотвращением образования наростов на кромках.

8 Механическое разрушение. Происходит, когда внешнее усилие превышает внутренний запас прочности режущей кромки. Все перечисленные выше виды износа могут способствовать механическому разрушению.

Предотвратить механическое разрушение можно только устранив указанные выше разрушения, кроме естественного износа по задней поверхности.

Понимание восьми типов разрушения пластин и методов их анализа обеспечивает рост производительности, увеличение срока службы инструмента, следовательно, уменьшение остановок производства и повреждений деталей.

Общими рекомендациями для предотвращения (уменьшения) вероятности возникновения указанных выше видов износа являются: необходимость использования пластин из более ударостойких сплавов, выбор пластин с усиленной геометрией и с большей толщиной, использование рекомендуемых скоростей и подач, проверка заготовки на наличие твердых включений или труднообрабатываемых участков [6].

Все виды износа и разрушения сменных пластин из твердых сплавов являются следствием неправильного выбора инструментального твердого сплава или неправильного назначения режимов резания, т.е. нерационального применения металлорежущего инструмента, что приводит к низкой эффективности механической обработки [5].

Таким образом, своевременный осмотр и контроль инструмента, правильная настройка оборудования, системы подачи СОЖ, подбор пластин в соответствии с рекомендованными материалами, режимами обработки позволяют предотвратить преждевременный износ режущих кромок. Следовательно, оборудование будет работать дольше и стабильнее, риск неожиданного разрушения и затупления пластин будет сведен к минимуму. Улучшится качество получаемых изделий, повысится производительность обработки.

Выводы:

1 Существует пять основных механизмов изнашивания твердосплавных пластин: адгезионный износ, абразивный износ, химическое или окислительное изнашивание, диффузионный износ, усталостное изнашивание.

2 Восемь основных видов износа режущих пластин: износ по задней поверхности пластины, лункообразование, наросты на режущей кромке, выкрашивание кромки, тепломеханическое повреждение, деформация кромки, образование кромки, механическое разрушение.

3 Износ является естественным явлением при эксплуатации пластин. Увеличенная скорость износа является следствием неправильного выбора материала и неправильного назначения режимов резания.

4 Уменьшение износа возможно при использовании пластин из более ударостойких сплавов, посредством выбора пластин с усиленной геометрией и с большей толщиной, использованием рекомендуемых скоростей и подач.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Кирсанов С. В. и др. Режущий инструмент: учебник для вузов. – М.: Машиностроение, 2014. – 520 с.

2 Самойлов В. С. и др. Металлообрабатывающий твердосплавный инструмент. - М.: Машиностроение, 1984. – 367 с.

3 Дрожин В. Ф., Кравченко Л. С. Резцы с механическим креплением сменных многогранных твердосплавных пластин для станков с ЧПУ и гибких производственных систем. Учебное пособие. – Харьков, 1987. – 86 с.

4 Драгун А. П. Режущий инструмент. – Л.: Лениздат, 1986. – 271 с.

5 Артамонов Е. В., Василега Д. С., Остапенко М. С. / под общ. ред. М.Х. Утешева. Влияние качества применения сборных инструментов на эффективность механической обработки: монография. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. – 112 с.

6 Реченко Д. С. Виды износа твердосплавных пластин при лезвийной обработке и методы борьбы с ними / Д. С. Реченко, А. А. Ежов, Д. Г. Балова, И. А. Царенко // Омский научный вестник. Сер. Приборы, машины и технологии. – 2015. – № 3 (143). – 83 – 87 с.

7 Курзалов А. С. САПР технологических процессов, реализуемых на станках с ЧПУ: учеб.-метод. пособие. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. – 114 с.



## АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

МУМИНОВА М. А.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

ЯНЮШКИН А. С.

д.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Машиностроение – важнейшая отрасль любой промышленно развитой страны, обеспечивает стабильность основным секторам экономики. Устойчивое развитие и надежное функционирование машиностроительного сектора во многом определяют уровень энерго- и материалоемкости экономики, производительность труда, экологическую безопасность промышленного производства и, в конечном счете, экономическую безопасность страны. Машиностроительные предприятия выпускают все виды оборудования, машин, станков, инструментов и товаров, оказывает существенное влияние на развитие смежных отраслей производства (сельское хозяйство, энергетика и металлургия, транспортный сектор и др.), обеспечивая тем самым конкурентоспособность всей экономики и, как следствие, увеличивая занятость населения. В настоящее время машиностроительная промышленность Казахстана решает системные проблемы, такие как недостаточная инвестиционная привлекательность отрасли, низкая конкурентоспособность продукции на внутреннем и внешнем рынках, нехватка квалифицированных кадров [1-4].

В статье рассмотрено современное состояние машиностроительного комплекса Республики Казахстан, выделены наиболее актуальные проблемы и предложены приоритетные направления развития отрасли.

Для повышения конкурентоспособности и экспортного потенциала отечественного машиностроения необходимо привлечение масштабных инвестиций. Однако нынешний уровень инвестиционной привлекательности машиностроительных конгломератов является проблематичным. К сожалению, при норме доходности 10% в машиностроительном подсекторе, ни иностранные, ни отечественные инвесторы не готовы вкладывать свои средства в этот сектор, потому что доходность, которая должна быть заработана, не ожидается в течение как минимум 10 лет; инвестиции в нефтяной сектор с нормой доходности 35-80% окупаются примерно через три года.

Важной задачей для казахстанского машиностроения является внедрение инновационных технологий и ускорение модернизации

машиностроительного комплекса. Кроме того, процесс интеграции в единую экономическую зону окажет существенное влияние на дальнейшее развитие машиностроительной отрасли Казахстана.

Для повышения конкурентоспособности казахстанского машиностроения с партнерами по единому экономическому пространству (ЕЭП), созданному для условий стабильного и эффективного развития экономик государств-участников и повышения уровня жизни населения, в ближайшем будущем должны иметь основные факторы развития, создающие спрос на его продукцию и провести:

- технологическое перевооружение и комплексную модернизацию собственного производственного оборудования на базе отечественного и, при необходимости, преимущественно импортного оборудования (если позволяет технологический процесс) с целью создания условий для производства конкурентоспособной машиностроительной продукции, особенно в наукоемких отраслях промышленности;

- технологическую модернизацию существующего производственного оборудования в других отраслях экономики Казахстана на основе использования отечественного и импортного передового оборудования;

- еще одним фактором, повышающим конкурентоспособность машиностроительной отрасли Казахстана, является развитие человеческого капитала и подготовка кадров [5].

Машиностроительный комплекс, являющийся одним из локомотивов роста экономики Казахстана, сейчас переживает сложный период восстановления своего интеллектуального потенциала. Чтобы эффективно конкурировать на мировом рынке, необходим баланс всех возрастных групп, от молодых специалистов до опытных мастеров. Однако в отечественных инжиниринговых компаниях не хватает высококвалифицированных специалистов в возрасте от 25 до 40 лет, которые могли бы адаптировать опыт старых рабочих к современным технологиям. На этом фоне все большее значение приобретают различные формы внутреннего обучения и развития сотрудников. В то же время очень важно найти нестандартные подходы к привлечению молодежи в реальные рабочие секторы экономики.

Реорганизация предприятий, например, по производству цемента, изоляции, отделке стен и крыш идет медленно. Машиностроение в стране не развито и практически нет предприятий, производящих лифты, подъемно-транспортные механизмы, строительную технику и оборудование.

Текущая ситуация и краткосрочные перспективы автоматизации в машиностроительной отрасли связаны, прежде всего, с переходом от создания отдельных машин и агрегатов к разработке автоматизированных механических систем, охватывающих различные стадии производственного процесса, от подготовки производства до сборки, с оптимизацией технических решений.

Важнейшим направлением развития является переход от серийного производства к непрерывному с широкой автоматизацией и механизацией вспомогательных процессов и автоматизацией технических процессов и функций управления [6-9].

Обширная автоматизация основана на постоянном совершенствовании технических средств (от простых механизмов до сложных электронных систем, систем управления, электронных компьютеров, управляющих машин и т.д.), широком использовании унифицированных методов и средств на различных стадиях производственного процесса, применении унифицированных методов.

Характерной особенностью развития автоматизации на современном этапе является то, что акцент в развитии смещается с массового производства на непрерывное, которое составляет большую часть машиностроительной отрасли (около 80% машиностроительной продукции выпускается на непрерывных отдельных производствах).

Другой особенностью является диверсификация решений задачи автоматизации производственных процессов за счет распространения и тиражирования технологического обеспечения.

Стратегия широкой автоматизации машиностроительного производства, являющаяся основой технологической политики республики Казахстана, определяется правильным пониманием природы и направления автоматизации, а также объективной оценкой перспектив и целесообразности применения новых методов и средств автоматизации и их связи с известными традиционными ситуациями и методами.

Обсудим эти моменты более подробно. До сих пор автоматизация производства часто приравнивается и интерпретируется как замена человеческих функций оборудованием и системами управления, т.е. внедрением автоматизации на промышленных предприятиях. Предполагается при этом, что технические процессы, конструкции и машины остаются в значительной степени неизменными. В реальности работающие производства состоят из технологических процессов, в которых определяются все возможности в отношении качества, количества и эффективности выпускаемого продукта, а

система управления является лишь одним из средств реализации этих возможностей. Автоматизация производства в машиностроении - это сложная проектно-конструкторская задача, создания новых машин, которые представляют собой высокоинтенсивные технические процессы и средства производства, которые не могут быть непосредственно реализованы человеком.

В области автоматизации очень важно правильно и объективно оценивать, и применять новейшие методы и инструменты. Даже самые перспективные инновации проходят через ряд этапов, таких как «разработка идеи», «создание прототипа (только функция)», «прочная конструкция» и «экономичный дизайн».

В быстро меняющейся технологической среде компаниям необходимы новые решения, которые позволят им:

- увеличить пропускную способность продукта;
- выполнять трудоемкие технические задания за меньшее время;
- сокращение сырья и отходов;
- выполнять задачи, которые не могут быть выполнены людьми,

а реализовываться автоматизированными робототехническими комплексами.

Только инновационные системы, такие как автоматизация производства, которые передают функции управления и контроля от человека к техническому оборудованию, могут решить эти сложные задачи [8,9].

Автоматизация производственных процессов является основным направлением, в котором в настоящее время движется мировая производственная деятельность. Все, что раньше делалось человеком, не только физическое, но и интеллектуальное, постепенно переносится в технологический цикл, который сам по себе выполняет и контролирует технологический цикл.

Таким образом, в настоящее время это общее направление современных технологий. Во многих отраслях промышленности роль человека уже считается не более чем контроллером за устройством автоматического управления.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Казахстан в 2011 году: Статистический ежегодник. Астана, 2012. – 496 с.

2 Промышленность Казахстана и его регионов: Статистический сборник. – Астана, 2012. – 230 с.

3 Абдужапаров А.С., Жумабекова С.А. Современные проблемы машиностроения в разрезе процесса модернизации. Горные машины. № 6. 2011. С. 18-22.

4 Янюшкин А.С., Рычков Д.А. Методика расчета критериальных показателей производства при рационализации технологического процесса обработки деталей В сборнике: Инновации в машиностроении. сборник трудов VIII Международной научно-практической конференции. 2017. С. 33-40.

5 Архипов П.В., Лобанов Д.В., Янюшкин А.С. Совершенствование оборудования под процессы комбинированной обработки. Вестник Таджикского технического университета. 2013. № 2 (22). С. 32-37.

6 Гартфельдер В.А., Янюшкин А.С., Секлетина Л.С., Лобанов Д.В. Проблемы и перспективы подготовки инженерных кадров для машиностроительной отрасли. Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. 2018. Т. 21. № 3. С. 230-235.

7 Михалев О.Н., Янюшкин А.С. Автоматизация технологического оснащения машиностроительных производств. Прогрессивні технології і системи машинобудування. 2011. № 2 (42). С. 198-203.

8 Михалев О.Н., Янюшкин А.С., Петров Н.П. Современный подход к построению модульных cad/cam систем. Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2013. Т. 1. С. 149-152.

9 Михалёв О.Н., Янюшкин А.С., Попов А.Ю. Современный подход к автоматизации технологической подготовки производства. Автоматизация и современные технологии. 2011. № 4. С. 39-43.

10 Янюшкин А.С., Лобанов Д.В., Рычков Д.А. Комплексная автоматизация проектирования, подготовки и управления инструментальным производством: материалы международной научно-технической конференции. Современные проблемы механики сплошных сред. 2009. Т. 416. С. 416.

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИННОВАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ СТРУКТУР С УЧЕТОМ КРИТЕРИЕВ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ

САДЕНОВА А. М.

PhD докторант, Торайгыров университет, г. Павлодар

РАХИМОВА С. А.

к.э.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Результативность и эффективность инновационной активности предпринимательских структур напрямую зависит от формирования и развития их инновационного потенциала. Поскольку формирование и развитие инновационного потенциала предпринимательских структур и его проектирование базируется на общей теории управления, общем инновационном и стратегическом менеджменте, то, соответственно, совокупность используемых подходов, инструментов и средств управления характеризует состав методов, т.е. представляет собой методику.

Проектирование – это сознательная деятельность предпринимательских структур по созданию прототипа или прообраза какого-либо объекта, состояния, явления, а также регламентации и документирования, необходимого для воздействия на данный объект, состояние, явление с целью получения необходимых результатов и требуемых эффектов [1].

Проектирование инновационного потенциала предпринимательских структур может быть реализовано в нескольких основных направлениях (рисунок 1):

- научно-исследовательское направление;
- технологическое направление;
- организационно-производственное направление;
- маркетинговое направление;
- воспроизводственное направление.

Научно-исследовательское проектирование инновационного потенциала предпринимательских структур преимущественно касается выбора и обоснования идеи, проведения научно-исследовательских работ, получения научных результатов и разработок по воплощению идеи в конкретный объект интеллектуальной собственности, готовых к переходу к следующему направлению проектирования. Научно-исследовательское проектирование требует кадрового, информационного,

финансового обеспечения. Также наличия лабораторий, научно-исследовательских отделов в предпринимательских структурах для проведения исследования и получения научного результата [2].

Технологическое проектирование касается разработки, апробации и получения новшества. Здесь требуется кадровое, инженерное, информационное, знаниевое обеспечение, развитая инфраструктура, финансовое обеспечение. Результатом технологического проектирования должно являться новшество.

Организационно-производственное проектирование направлено на организацию процесса производства инновации, то есть введения новшества в производство и получение инновации. Это направление проектирования требует всех форм и видов ресурсной поддержки, также определяет необходимость участия предпринимательской структуры в научно-технологическом обмене и межфирменной научно-технической кооперации (если предприятия самостоятельно не занимаются исследованиями и разработками).

Организационно-производственное проектирование основывается на совокупности новшеств, которые в результате производственного процесса перейдут в продуктовую инновацию. Здесь в ходе производственного процесса могут возникнуть организационные, процессные и продуктовые инновации.



Рисунок 1 – Основные направления проектирования инновационного потенциала предпринимательских структур с учетом критериев результативности и эффективности

Благодаря данному направлению проектирования должна качественно улучшиться организация бизнес-процессов, связанных с взаимодействием как внутри самих предпринимательских структур, так и между ними.

Маркетинговое направление проектирования имеет интересную особенность присутствовать во всех направлениях проектирования. Раньше, при линейной модели инновационного процесса («Модель технологического толчка») маркетинговое направление может быть имела бы место только после организационно-производственного проектирования [3]. Однако, в нынешних условиях, в основном формируются нелинейные модели, зачастую «сетевые», «интегрированные», соответственно проектирование маркетингового направления должно присутствовать на всей протяженности и во всех видах проектирования, начиная с научно-исследовательских и завершая воспроизводственной. Маркетинговое проектирование направлено на: эффективное взаимодействие предпринимательской структуры с рынком сбыта; эффективное взаимодействие предпринимательской структуры с научными, технологическими структурами, с предприятиями в целях усиления научного, технологического, производственного потенциала; с рынком труда, рынком образовательных услуг; с потенциальными и фактическими потребителями и производителями инноваций.

Для данного маркетингового вида проектирования важно финансовое, кадровое, информационное ресурсное обеспечение, важна организационная поддержка. Здесь появляется маркетинговая инновация.

Воспроизводственное направление проектирования предполагает в зависимости от выбора: замена новым или значительное усовершенствование, наличие всех видов ресурсов и концентрацию имеющегося потенциала для воспроизводственного процесса. В любом случае, уже в данном направлении у предпринимательских структур имеется опыт. И должно быть ресурсное обеспечение, только более наполненное качественными характеристиками.

Важно отметить, что все рассмотренные направления проектирования должны быть взаимосвязаны между собой, поэтому используемые организационные инновации и управленческая составляющая должны характеризоваться системностью и комплексностью. Так что при проектировании важно ориентироваться на критерий результативности, критерий эффективности, в том числе поиск новых возможностей и

перспектив, постоянное наращивание внутреннего потенциала поиск стратегического развития исходя из возможностей и путей взаимодействия с внешней средой.

Критерий результативности означает, что любое решение, связанное с проектированием инновационного потенциала развития предпринимательских структур должно быть выражено через конкретный результат.

Результатом научно-исследовательского и технологического проектирования является получение новшества, оформленного в виде объекта интеллектуальной собственности. Результатом организационно-производственного проектирования является получение инновации. Результатом маркетингового проектирования является успешная коммерциализация инновации на рынке. Результатом воспроизводственного проектирования является замена новой или значительное усовершенствование имеющейся инновации.

Критерий эффективности означает, что любое решение, связанное с проектированием инновационного потенциала развития предпринимательских структур должно характеризоваться наличием совокупности положительно оцениваемых эффектов. К видам эффектов можно отнести:

- экономический эффект, ведь предпринимательские структуры функционируют с основной целью – извлечение выгод и получение дохода;

- социальный эффект, ведь предпринимательская деятельность осуществляется работниками, специалистами, и каждый этап инновационного процесса требует знаний, умений и навыков и в каждом из этапов он специфичен, происходит формирование, рост и развития инновационной личности, и полученный эффект распространяется на все общество. Даже предложение инновационной продукции требует от потенциальных потребителей соответствующих способностей, позволяющих потреблять инновации;

- научно-технический эффект состоит в развитии научных, технических отраслей в результате проектирования инновационного потенциала, содержит новизну, уровень изобретения и практическую применимость. Задаёт основу и уровень развития науки и техники;

- технологический эффект, при котором обеспечивается максимально возможный объем выпуска продукции при заданном количестве ресурсов.

На основе определения основных направлений проектирования инновационного потенциала предпринимательских структур с

учетом осуществления критериев эффективности и результативности можно оценить готовность предпринимательских структур к инновационно-ориентированной деятельности, выявить проблемы инновационного процесса в предпринимательских структурах по основным направлениям, которые были рассмотрены в данной статье, и сформировать благоприятные условия хозяйствования, влияющих на формирование инновационного потенциала предпринимательских структур, для дальнейшего осуществления эффективного инновационного процесса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Васичев Б. Н., Фатьянова Н. Г., Савченкова И. Н. Инновационные решения как многокритериальная оптимизация управления бизнес-процессом: учебное пособие. – М.: ФГБОУ ВПО «РЭУ им. Г.В.Плеханова», 2012. –С. 47

2 Бокова О.А., Шамарина Е.В. Основные направления развития инновационного потенциала научно-исследовательской работы современного педагогического университета. //Наука и образование: современные тренды.-№1(7).-2015.-с.80-87

3 Гармашова Е. П. Развитие теории инновационных процессов. //Молодой ученый.- №2 (25).-2011.-с.90-94

#### АНАЛИЗ ПЛАНОВО-ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫХ РЕМОНТОВ АО «АЛЮМИНИЙ КАЗАХСТАНА»

ИТЫБАЕВА Г. Т.

к.т.н., доцент, Торайгыров университет, г. Павлодар

ТЕМИРОВ А. Х.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

Планово-предупредительный ремонт (далее – ППР) – это форма технического обслуживания, которую планируется проводить на оборудовании. При такой форме обслуживания осмотры и ремонты оборудования проводятся через регулярные промежутки времени специально обученным техническим персоналом для предотвращения потенциальной поломки, подтверждения безопасности и обеспечения его эффективности в эксплуатации. Система ППР обычно включает в себя тщательное планирование и составление графиков. Иногда это становится очень сложным процессом, особенно для предприятий, которые имеют более

крупные активы, несколько разных площадок и большое количество оборудования и техники. Ремонты могут зависеть от времени или с учетом состояния оборудования. Планово-предупредительные ремонты по времени включает в себя планирование обслуживания через регулярные интервалы, в то время как обслуживание по состоянию включает выполнение профилактического обслуживания на основе определенных показателей. Эти показатели чаще всего основаны на износе оборудования или его состоянии.

Система ППР основано на фиксированной частоте выполнения действий, которая формирует календарный график. План обслуживания для оборудования основан на предустановленной периодичностью их выполнения для этого оборудования. Эта периодичность может быть основана на гарантийных письмах, инструкциях, прилагаемые к оборудованию, законодательстве или опыте. Система ППР направлена на то, чтобы предсказать, когда оборудование может выйти из строя, и предотвратить его появление путем выполнения правильного обслуживания [1].



Рисунок 1 – Пример системы Планово-предупредительного ремонта

Преимущества планово-предупредительных ремонтов:

– увеличенный срок службы оборудования – основная цель

ППР – повысить производительность оборудования и продлить

срок его службы. Обеспечивая эффективную работу оборудования в течение длительного времени, это исключает преждевременную замену оборудования и механизмов;

– уменьшение времени простоя оборудования – когда оборудование работает с максимальной эффективностью и сокращается время простоя оборудования, это, в свою очередь, увеличивает производительность компании;

– снижение финансовых издержек и расходов – планово-предупредительный ремонт увеличивает срок службы оборудования, что снижает потенциальные расходы на замену оборудования и его дорогостоящих составных компонентов. Также вероятно сокращение затрат на энергоснабжение, поскольку оборудование в хорошем рабочем состоянии часто потребляет меньше энергии. Это экономит деньги на дорогостоящую замену и обеспечит максимальную отдачу от вложенных средств. Таким образом, высокоэффективное оборудование позволяет предприятию увеличить прибыль [2].

– эргономичное использование трудовых ресурсов – ППР – это более экономичное использование рабочего времени трудового персонала по техническому обслуживанию, поскольку они могут работать на основе плановых планов профилактического обслуживания, а не на основе реагирования. Аварийное и обслуживание по состоянию часто требует времени на организацию и нарушает рабочий день, система ППР может помочь предотвратить это;

– предотвращение крупномасштабных поломок и ремонтов – регулярный характер проведения планово-предупредительного ремонта предотвращает накопление симптомов, которое представляют из себя накопление мелких проблем в более крупные. Поскольку детали оборудования, нуждающиеся в ремонте, выявляются на ранних стадиях отказа во время проведения ППР;

– повышенная безопасность на рабочем месте – наивысший уровень безопасности на рабочем месте может быть достигнут только тогда, когда оборудование работает, а оборудования предприятия находится в наилучшем возможном состоянии. Также существует потенциал для снижения травмоопасных ситуаций, поскольку оборудование и здания в хорошем состоянии считаются более безопасными для персонала, задействованного в работе с этим оборудованием и зданиями. Это означает, что можно быть уверенными, что предприятие соответствует всем нормам и законам об охране труда и здоровья, безопасности, помогая избежать дорогостоящих судебных издержек и сохраняя на предприятии безопасное место для работы;

– непрерывность выпуска продукции очень важна для того, чтобы оставаться прибыльным и заслуживающим доверия предприятием. Наличие работающей системы ППР поможет обеспечить непрерывность бизнеса, поскольку при проведении регулярных ремонтов и проверок проблемы будут выявляться до того, как они обострятся. Любой ремонт также может быть произведен в соответствии с часами наработки, чтобы свести к минимуму неудобства [3].

Недостатки системы планово-предупредительного ремонта:

– первоначальные инвестиции. Стоимость поддержания системы ППР часто считается расходом для предприятия. Чаще всего экономия по сравнению с первоначальными инвестициями является значительной благодаря мерам экономии, которые может реализовать компания;

– избыточное обслуживание – Система ППР выполняется даже в том случае, если нет никаких признаков неисправностей или проблем в оборудовании. Это можно считать лишней тратой ресурсов, однако в случае обнаружения неисправности или проблемы это сводит на нет этот недостаток;

– повторение сбоев, выходов из строя – несмотря на время и усилия, затраченные на обеспечение безопасной, эффективной и действенной работы оборудования, это не исключает вероятность сбоев, а только сводит их к минимуму [4].

Производство всегда было и остается очень конкурентоспособной отраслью, где производственные процессы и производственное оборудование являются ключевыми факторами, обеспечивающими более высокую производительность. Безусловно, сохранение мощных производственных активов является ключом к стратегическому преимуществу, но в наши дни правильное поддержание работоспособности имеет важное значение.

На АО «Алюминий Казахстана» используются современная система планово-предупредительных ремонтов. Основным документов, на который опирается ППР предприятия – это Положение о планово-предупредительных ремонтах (ППР) механического оборудования предприятий черной металлургии СССР.

Основным достоинством в их организации является то, что регламентирование ремонтных работ, их периодичности, продолжительности, затрат на эти работы носит плановый характер. Однако, индикаторами для определения сроков выполнения плановых ремонтов служат различные показатели.

Система ППР АО «Алюминий Казахстана» «Павлодарский алюминиевый завод» включает:

- техническое обслуживание;
- плановый ремонт оборудования.

Техническое обслуживание – это комплекс операций по поддержанию работоспособности оборудования при использовании его по назначению, при хранении и транспортировке. Техническое обслуживание составляет 40% планово-предупредительного ремонта цеха. Техническое обслуживание включает: текущее межремонтное обслуживание и периодические профилактические ремонтные операции.

Периодические профилактические ремонтные операции регламентированы и выполняются ремонтным персоналом по заранее разработанному графику без простоя оборудования. К числу таких операций относятся:

- осмотры, проводимые для выявления дефектов, подлежащих устранению немедленно или при ближайшем плановом ремонте;
- промывка и смена масла, предусмотренные для оборудования с централизованной и картерной системой смазки;
- проверка точности, выполняемая персоналом отделов технического контроля и главного механика.

К плановому ремонту относят оставшиеся 60% планово-предупредительного ремонта:

- текущий ремонт
- капитальный ремонт.

Текущий ремонт производится в процессе эксплуатации оборудования с целью обеспечения его работоспособности до очередного планового ремонта (следующего текущего или капитального). Текущий ремонт состоит в замене или восстановлении отдельных частей (деталей, сборочных единиц) оборудования и выполнении регулировки его механизмов и составляет четверть всего планового ремонта.

Капитальный ремонт проводится с целью восстановления полного или близкого к полному ресурсу оборудования (точности, мощности, производительности). Капитальный ремонт, как правило, требует проведения ремонтных работ в стационарных условиях и применения специальных средств технологического оснащения. Поэтому обычно требуется снятие оборудования с фундамента на месте эксплуатации и его доставка в специализированное подразделение, где проводится капитальный ремонт. Он составляет

75 % планового ремонта. При капитальном ремонте производится полная разборка оборудования с проверкой всех его частей, заменой и восстановлением изношенных деталей, выверкой координат [5].

Контроль продолжительности межремонтных периодов работы оборудования, регламентирование времени простоя оборудования в ремонте, прогнозирование затрат на ремонт оборудования, узлов и механизмов, анализ причин поломки оборудования, расчет численности ремонтного персонала в зависимости от сложности ремонта оборудования.

Уменьшить отсутствие удобных инструментов планирования ремонтных работ, уменьшить сложность оперативной корректировки планируемых ремонтов, повысить трудоемкость расчетов трудозатрат.

Система планово-предупредительных ремонтов – это достойное вложение времени и ресурсов для повышения безопасности и надежности. Рентабельная система является результатом сбалансированной оценки затрат на техническое обслуживание, эксплуатационных и аварийных расходов, таких как стоимость простоев, вызванных поломками, рабочая сила, используемая для аварийных работ, расчетные затраты на профилактические задачи и бюджет технического обслуживания, израсходованный на аварийные работы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Басов А.И., Ельцев Ф.П. Справочник механика заводов цветной металлургии. – М.: Металлургия, 1981. – 496 с
- 2 Борисов Ю.С. «Организация ремонта и технического обслуживания оборудования», М, 1978;
- 3 Зайцев Н.Л. Экономика, организация и управление предприятием. – М.: ИнфраМ, 2004. – 502 с.
- 4 Жуйков В.А. «Эксплуатация и ремонт оборудования: Учебное пособие» Киров: Изд-во ВятГУ, 2008;
- 5 Епифанцев Ю.А. «Организация технического обслуживания и ремонтов механического оборудования металлургических предприятий: Учебное пособие» СибГИУ. – Новокузнецк, 2008.

## МҰНАЙ-ГАЗ ӨНЕРКӘСІБІНДЕ ІЛМЕКТІ АРМАТУРАСЫНЫҢ БӨЛШЕКТЕРІН ЖӨНДЕУ ЖӘНЕ ПАЙДАЛАНУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

ШИНГИСОВА М. Б.

арнайы пәндер оқытушысы, Химия-механикалық колледжі, Павлодар қ.

ҚАНАТҰЛЫ Ә.

студент, Химия-механикалық колледжі, Павлодар қ.

Ысырма газ өткізетін құбыр жүйесінің ажырамас бөлігі болып табылады және күрделі жөндеу, ағымдағы жөндеу, техникалық қайта жарактандыру кезінде жұмыс ортасын жабу үшін қолданылады. Ысырмалар келесі өнеркәсіптік объектілерде қолданылады:

- магистральдық және технологиялық құбырларда;
- сұйытылған газды сақтауға арналған қоймалар мен сыйымдылықтарда;
- газ өндеу және газ зауыттарының газ жинау және кәсіпшілік пункттерінің өртүрлі жабдықтарында;
- объектілердегі технологиялық компрессорлық, газ тарату, газ өлшеу және сығымдау станцияларының орамдарында [3,15 б.].

Орнатылған ысырмасы бар газ құбырында тасымалданатын сұйытылған табиғи газ жұмыс ортасы болып табылады. Оның құрамында этиленгликоль, көмірқышқыл газы, сұйық көмірсутектер, турбиналық майлар, метанол, сонымен қатар су мен механикалық қоспалар бар:

- конденсат және ылғал 1500 мг/м<sup>3</sup> дейін;
- 10 мг/м<sup>3</sup> дейінгі механикалық қоспалар;
- қоспадағы жекелеген бөлшектердің мөлшері 1 мм-ге дейін;
- күкіртсутегі 1 мг/м<sup>3</sup> артық емес;
- 1 мг / м<sup>3</sup> аспайтын сомадағы натрий және калий.

Ысырма үшін жұмыс ортасының температурасы -10-нан +80 °С-қа дейінгі аралықта болады.

Ысырмаларды басқару мынадай тәсілдермен жүзеге асырылады:

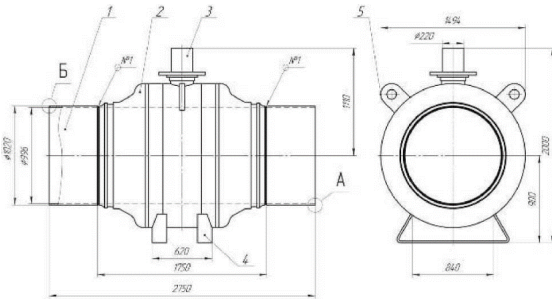
- қол жетегімен;
- электр жетегімен;
- пневмогидроцилиндрмен;
- пневможетекпен;
- электрогидролық жетекпен;
- ағынды жетек.

Ысырма көлденең орналасқан газ құбырына орнатылады.



Есептеулер бойынша ысырманың есептік қызмет ету мерзімі отыз жылдан астам, ал диаметрі 1020 мм ысырмаға арналған есептік пайдалану ресурсы 1500 циклден астам болуы тиіс.

Ысырманың негізгі элементі-тұрқы. Ысырма тұрқының жалпы көрінісі 1 суретте көрсетілген.



- 1 – Орама; 2 – Тұрқы; 3 – Ілмекті түйіннің тұрқысы;  
4 – Тірек алаңы; 5 – Тесік.

Сурет 1 – Ысырма тұрқының жалпы көрінісі

Ысырманы дайындау технологиясы келесі жалпы шарттардың орындалуын ескере отырып жасалған:

- келесі операциялардан тұратын сапаны бақылау жүйесін міндетті және үздіксіз қолдану:

- 1) кіріс бақылау;
- 2) операциялық бақылау (ағымдағы);
- 3) қабылдау бақылауы.

Пісірілген қосылыстарды механикалық сынау келесі талаптарды қамтамасыз ету мақсатында жүргізіледі:

- тігіс металының уақытша кедергі шегі ( $\sigma_B$ ) үзілу кезінде негізгі металдың уақытша кедергі шегінің ең аз мәнінен кем болмауы тиіс;

- ию бұрышы кемінде 120 °С мәні ұзындығы оның енінен 12,5 %-дан астам, бірақ 3 мм-ден аспайтын жарықшақтың немесе үзілістердің болмауын қамтамасыз етуі тиіс;

- пісірілген металл және пісірілген қосылыстың термиялық әсер ету аймағы 275 HV10 мәнінен аспайтын қаттылыққа ие болуы керек;

- пісірілген қосылыстар тігіс металынан негізгі металға тегіс ауысумен орындалуы керек. Дәнекерленген жіктің білікшесінің биіктігінің мәні 1,5-3,5 мм аралықта рұқсат етілмейтін ағындарсыз және шалапісірілмеген болуы тиіс;

Газ құбырымен пісірлеуге арналған ысырманың шеткі учаскелеріне мынадай талаптар қойылады:

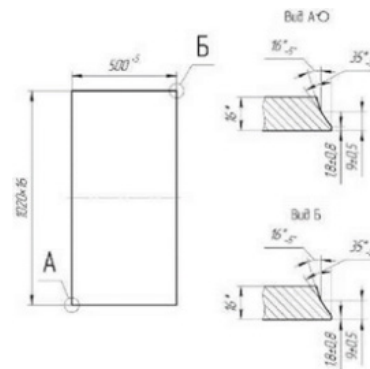
- пісірілген қосылым аймағындағы теориялық шеңберден ауытқу соңғы учаскеде ұзындығы 200 мм-ден кем емес және периметр доғасы бойынша ұзындығы 200 мм номиналды диаметрден 0,15 %-дан аспауы тиіс. Ораманың диаметрі 1020 мм кезінде ең жоғары ауытқу мәні 1,53 мм-ден аспауы тиіс;

- кесу қисықтығы 1,6 мм-ден аспауы тиіс, өлшеу корпусының негізгі өтуіне тексеру бұрыштамасын орамамен орнатқан кезде, оны ұштардың біріне қысып және бұрыштаманың ені арқылы тереңдікті өлшеуішпен екінші ұшына дейінгі қашықтықты өлшеу кезінде жүргізіледі;

- пісірілген жалғауға арналған ұштардағы номиналды сыртқы диаметрден шеткі ауытқу шетінен кемінде 200 мм ұзындықта  $\pm 1,6$  мм аспауы тиіс, өлшеу периметрді өлшей отырып, икемді өлшеуіш көмегімен жүргізіледі. Сондықтан оңтайлы интервал – 3198-3208;

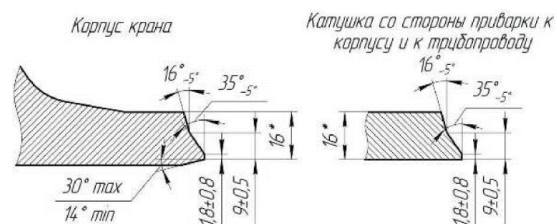
Құбырмен қосылу кезінде корпуста пісіруге арналған орамалар мен орамалардың корпусқа және құбырға конструкциясы беріктікке тең талап жүргізілетін пісірілген қосылыстың орындалуын қамтамасыз етуі тиіс [1, 98 б.].

Ораманың жалпы көрінісі 2 суретте көрсетілген.



Сурет 2 – Ораманың жалпы көрінісі

Негізінен, тепе-теңдік жағдайына белгілі бір типтегі фасканы қолдану арқылы қол жеткізіледі. Ол жиектерді өңдеу процесінде пайда болады. Механикалық өңделген жиектердің параметрлері 3 суретте көрсетілген.



Сурет 3 – Механикалық өңделген жиектердің параметрлері

Қолданыстағы технологияның жетілмегендігін сипаттайтын негізгі факторлар:

- қолмен доғалық пісіру кезінде төмен өнімділік;
- төбелік пісіру сияқты ыңғайсыз жағдай;
- адам факторының қосылысқа жоғары әсері;
- өндірістің төмен мәдениеті;
- пісіру кезінде өнімнің ыңғайсыз орналасуы.

Осы факторларды жою үшін құрастыру және пісіру технологиясына келесі өзгерістер енгізу ұсынылады:

- қолданыстағы қолмен доғалық пісіру технологиясын флюс қабатының астында автоматты пісіруге ауыстыру;
- пісіру материалдарын ілеспе ауыстыру және пісіру режимдерін өзгерту;
- флюс қабатының астында автоматты пісіруді орындауға мүмкіндік беретін арнайы жабдықты қолдану;
- алдын ала қыздыруды жүргізу кезінде сақиналы пропан жанарғыларын индукциялық жанарғыларға ауыстыру.

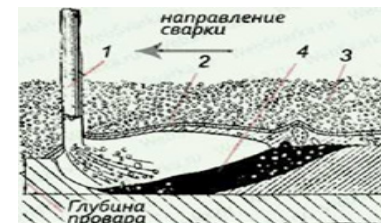
Ысырманың корпусын орамалармен пісіру кезінде қолмен доғалық пісірудің қолданыстағы әдісін автоматты түрде ауыстыру қажет. Мұның бәрімен процесті 2 жолмен жүргізуге болады:

- ағын қабаты астында автоматты пісіру;
- қорғаныс газдарының ортасында автоматты пісіру.

Автоматты ағынды пісіру – бұл пісіру өндірісінің ең маңызды өнертабысы.

Ағын қабаты астында пісіру әдісінің мәні-ағынды қорғаумен жабылған атмосферадағы электрод пен өнім арасындағы доғаның жануы [4, 126 б.].

Пісіру кезінде ағын қабатының қалыңдығы электрод сымының диаметріне және пісірілген өнімдердің қалыңдығына байланысты таңдалады және 25 мм-ден асады. Ол доғамен үздіксіз пайда болатын газдар мен булардың әсерінен қалыптасады.



1 – электрод; 2 – газ көпіршігі; 3 – борпылдақ флюс; 4 – сұйық металл ваннасы.

Сурет 4 – Ағын қабаты астында пісіру кезінде пісіру ваннасының схемалық бөлімі

Ағынды қорғаныссыз пісіру кезінде доғаның пісіру ваннасына термиялық әсері 500-600 А-дан асатын ток күшімен пісіру процесін тұрақсыз және қиын етеді. Бұл металдың шашырауы артып, тігістің пайда болуының бұзылуына байланысты. Ағын қабаты астында пісіру кезінде қолданылатын пісіру токтарының мәні орташа есеппен 1000-2000 А дейін және өте 3000-4000 А дейін өседі.

Ағын қабаты астында пісіру кезінде өнімділік айтарлықтай артады, ал тігістің пайда болу сипаты өзгереді.

Ағын қабатының астында пісіру кезінде қорғаныс газдарының ортасында пісірумен салыстырғанда өнімділіктің жоғарылауы байқалады.

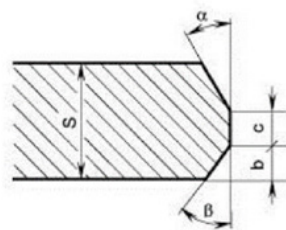
Сонымен қатар, ағын қабаты астында пісіру кезінде ақаулардың пайда болу ықтималдығы төмендейді.

Сондықтан, корпусы орамалармен дәнекерлеу үшін ағын қабаты астында пісіру әдісін қолданамыз.

Өндіріс технологиясының ұсынылған нұсқасында қолдан доғалық пісіруді ағын қабаты астындағы Автоматты екі жақты пісіруге электродтармен ауыстыру ұсынылады. Ол үшін мынадай түзетулер енгізу қажет:

- ысырмаға пісіру кезінде ысырманың корпусында және орамаларда пісірілетін жиектердің кесілуін өзгерту;
- пісіру алаңын қосымша жабдықпен жабдықтау.

Ағын қабаты астында автоматты екі жақты пісіруге арналған жиектерді кесудің жалпы көрінісі 5-суретте көрсетілген [3, 129 б.].



Сурет 5 – Ағын қабаты астында автоматты екі жақты пісіруге арналған жиектерді кесудің жалпы көрінісі

Кесудің өзгеруі ағынның қабаты астында пісірудің технологиялық ерекшеліктеріне байланысты, өйткені пісірудің осы әдісімен энергияның жоғары концентрациясы байқалады [5, 51 б.].

Жиектерді кесудің геометриялық параметрлері 1 кестеде көрсетілген.

Құрастыру ішкі орталықтандырғышта жүзеге асырылады.

Кесте 1 – Жиектерді кесудің геометриялық параметрлері

Параметрді белгілеу	Мәні
$\alpha$ , град	25-30
$\beta$ , град	30-35
$b$ , мм	0,5-1,5
$c$ , мм	6-8
$S$ , мм	10-18

Құрастыру тәртібі келесідей:

- құрастыру алаңында корпусты орнату;
- ішкі центратордың көмегімен ораманы корпуспен құрастыру;
- диаметрлі қарама-қарсы нүктелерде екі қармауышты орнату;
- екінші ораманы құрастыру;
- орталықты алып тастау.

Ең алдымен, пісірілген жиектердің ығысуының қажетті мөлшерін, сондай-ақ аралықты орнату қажет.

Флюс қабатының астында автоматты екі жақты пісіру кезінде саңылаудың шамасы  $0^{+0,5}$  мм болуы тиіс, осының бәрінде саңылау түйіспе учаскелерінде ұзындығы 100 мм артық болмауы тиіс.

Жиналған корпусты ротаторға орнатқаннан кейін алдын ала қыздыруға арналған жылу белдіктерін орнату жүргізіледі. Пісіру

бағанына ілінген пісіру бастиегі көмегімен жүзеге асырылады. Пісіру бастиегі бар пісіру бағанасы сыртқы және ішкі тігістерді де дөнекерлейді. Бұл жағдайда пісіру аймағында екі өнім бар [2, 156 б.].

Пісіру тәртібі келесідей:

- көлденең ротордың және жиналған түйіннің роликті тіректерінің көмегімен шұңқырлар еденнің бетіне көлденең болатындай етіп бұраңыз;

- алдын ала қыздыру қондырғысын қосу;

- пісіру басын орнату;

- бірінші корпустың орамасында бірінші сыртқы тігісті дөнекерлеу;

- тігісті ішінен және сыртынан тазалау;

- бірінші корпустың орамасында екінші сыртқы тігісті пісіру;

- тігісті ішінен және сыртынан тазалау.

Бірінші корпуста сыртқы тігістер тазаланған кезде, баған екінші корпустың ішкі тігістері пісірілген күйде орнатылады. Содан кейін пісіру келесі тәртіпте жалғасады:

- екінші корпустың орамасында бірінші ішкі тігісті пісіру;

- екінші корпустың орамасында екінші ішкі тігісті пісіру;

- тігістер мен тігіс айналасын тазалау.

Пісіруден кейін түйін жабдықтан алынып, сапаны бақылау бөліміне жіберіледі.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1 Поляков Г.В. Сертификация промышленной трубопроводной арматуры// Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 1998. – №1. – С. 34–35.

2 Рахмилевич З.З., Радзин И.М., Фармазов С.А. Справочник механика химических и нефтехимических производств. – М.: Химия, 1985. – 592 с., ил.

3 Миркин А.З., Усиныш В.В. Трубопроводные системы. Справочник. – М.: Химия, 1991. – 256 с., ил.

4 Гуревич Д.Е. Трубопроводная арматура. – Л.: Машиностроение, 1981. – 487 с.

5 Михаэль С.Ю., Бенин Л.А. Технология арматуростроения. – Л.: Машиностроение, 1976. – 325 с.

**3.3 Көлік кешенінің инновациялық дамуының ғылыми-техникалық аспектілері**  
**3.3 Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса**

**ВИБРОРЫХЛИТЕЛЬ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ПОЛУВАГОНОВ ПРИ РАЗГРУЗКЕ**

АЙДАРХАНОВ Т. Н.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

ЗАРИПОВ Р. Ю.

докторант PhD, преподаватель, Торайгыров университет, г. Павлодар

СУЛЕЙМЕНОВ А. Д.

магистр технических наук, ст. преподаватель,

Торайгыров университет, г. Павлодар

СЕМБАЕВ Н. С.

к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

С наступлением зимнего периода предприятия, имеющие горно-перегрузочные комплексы, начинают ощущать существенные трудности связанные со смерзанием угольной массы перемещаемой в железнодорожных полувагонах. Сложность этого технологического процесса в зимнее время в значительной мере определяется степенью смерзаемости угольного сырья при его транспортировании и необходимостью разрыхления агрегированной массы в железнодорожных полувагонах в период разгрузки. Особенно смерзанию подвержена угольная масса (рисунок 1), транспортируемая в открытых полувагонах по территории Казахстана, где дожди и снег чередуются с низкой температурой. Рассмотрению вопроса эффективной разгрузки из ж.д. полувагонов смерзшихся углей и посвящена данная статья.

Авторами был выполнен комплекс исследований по восстановлению сыпучести смерзшихся грузов в зависимости от его влажности, температуры и времени транспортирования [1-3]. Необходимо отметить, что к настоящему времени разработан и опробованы целый ряд вибрационных, ударных систем для очистки смерзшегося сыпучего материала от стенок вагонов, перегрузов, бункеров и пр. целым рядом организаций. Кроме того, для устранения этой проблемы был предложен целый ряд решений, в частности в установке вибраторов на вагонах, использование низкочастотных инерционных устройств, использование виброразгрузчиков, штыревых и торцовых рыхлителей и пр. Однако большинство предложенных

вибромашин имеют ряд общеизвестных недостатков, а главное имели низкую производительность разгрузки полувагона. Следует отметить, что ряд зарубежных средств малой механизации или не приспособленные к нашим условиям, или непомерно дорогие [2].



Рисунок 1 – Уголь, транспортируемый в полувагонах, начинает смерзаться превращаясь в цельный агрегат

На многих предприятиях предусмотрена следующая транспортная цепочка для разгрузки сыпучих грузов из ж.д. полувагонов в зимнее время: разогревающее устройство «тепляк» – вагоноопрокидыватель. При этом, технологией предусматривалось весь грузопоток делить на сцепки из 20 полувагонов, которые вначале поступали в «тепляк», а затем для разгрузки на вагоноопрокидыватель. После чего груз поступал в бункерно-конвейерный комплекс, посредством которого направлялся для погрузки в судна либо на склад. Продолжительность разгрузки сцепки из 20 полувагонов через опрокидыватель составляла около 2 часов, поэтому все остальные операции по восстановлению сыпучести груза должны были привязываться к этой цифре. В противном случае они бы снижали производительность разгрузочного комплекса. Кроме того, после выгрузки полувагона с грузом через ротор вагоноопрокидывателя в зимнее время, даже после прогрева груза в течение 6-24 часов в тепляке груз выпадал на подбункерные решетки, с ячейкой 0,5\*0,5 м, 2-3 блоками, которые не могли пройти в бункер образуя заторы на решетках. Эти заторы, в виде нескольких блоков смерзшегося

угля на решетках, приходилось разрушать вручную отбойными молотками, либо отбойными молотками совместно с бурфрезерной машиной типа ДФМ. На разрушение и уборку такого затора уходило до 1-5 час. Несмотря на наличие в порту параллельно размещенных 2-х вагонопрокидывателей проектная технологическая цепочка не могла справляться с зимним грузопотоком особенно в холодные периоды времени. При этом, в последнее время, объемы поступающих на разгрузку через опрокидыватель полувагонов с углем в зимнее время достигали 100-200 вагонов в сутки. Это ставило серьезные вопросы перед разгрузочным комплексом особенно в зимнее время.

При проверке работоспособности ВРУ было установлено, что один ее модуль выполнял один проход по смерзшему углю в полувагоне за 2-4 мин. На один полувагон в зависимости от свойств, влажности и степени смерзаемости угля было необходимо выполнить 2-3 прохода, а некоторых редких случаях до 5 проходов.. Поэтому в процессе испытаний рыхлящие элементы рабочего органа виброустановки по длине полувагона были увеличены почти в 2 раза с одновременным изменением шага их расстановки и формы самих рыхлящих элементов. Это позволило, скорость внедрения в рыхлящих элементов в груз оставить практически прежней, а производительность рыхления существенно повысить.

Испытания установки показали, что принятая технология разрыхления смерзшегося угля практически решила существовавшую проблему выгрузки угля и показала высокую свою эффективность. Однако необходимо было повысить производительность рыхления смерзшегося груза для получения резерва при возможном резком увеличении грузопотока или ухудшения условий работы. В последнее время, при разгрузке полувагонов с углем производительность разгрузки составила до 200-250 полувагонов в сутки.

В дальнейшем был осуществлен 2-й этап по модернизации виброрыхлительной установки в которой уже были размещены 3 виброрыхлительных модуля. Виброрыхлительная установка представляет собой металлическую этажерку шириной в нижней части 5,3 м, длиной и высотой по 12 м, состоящую из 2-х ярусов. Виброрыхлительная установка располагается над ж.д. путем таким образом, чтобы её продольная ось совпадала с осью ж.д. пути и при этом обеспечивалось беспрепятственное прохождение полувагона под этажеркой, для чего был выдержан габарит подвижного состава для территорий промышленных предприятий (рисунок 2). Внутри виброрыхлительной установки размещено рабочее перекрытие,

на котором с помощью установленных 3 лебедок, работающих соответственно, с 3х полиспадами грузоподъемностью по 12 т, подвешенных к несущим балкам. С помощью полиспадов осуществляется вертикальное перемещение виброрыхлителей, причем подъем их выполняется лебедками с полиспадами, а опускание – при расторможенной лебедке, под собственным весом и воздействием вибрации. Для избежания перекосов виброрыхлительных элементов и исключения смещения их в плане предусмотрены вертикальные направляющие, а для ограничения и управления перемещений вибромодуля по высоте – система концевых выключателей.



Рисунок 2 – Общий вид 3-х модульной ВРУ

Виброрыхлительные модули располагаются с заданным интервалом между собой обеспечения незначительные размеры не разрыхленных участков между заходками. В рабочем перекрытии металлической этажерки для прохода виброрыхлительного модуля предусмотрены проемы, а для удобства их обслуживания и необходимого ремонта предусмотрены вокруг проемов свободные проходы.

Виброрыхлительный модуль состоит из двух плит, которые выполняют направленные колебания перпендикулярно днищу полувагона, при этом верхняя рама служит пригрузом нижней рамы, снабженной рыхлящими штырями. Обе рамы соединены между собой нелинейными упругими связями. Обязательным условием нормальной работы виброрыхлительного модуля является наличие жесткой пространственной рамы с направляющими, обеспечивающими перемещение верхней и нижней масс вдоль их.

Разработанная конструкция виброрыхлительного модуля работает в далеко резонансном режиме, верхняя и нижняя рамы должны быть соединены между собой «мягкими» линейными упругими связями. Вибровозбудитель, установлен на нижней раме, снабженной рыхлящими штырями, а электродвигатель установлен на верхней раме, являющейся демпфером виброколебаний, передаваемых эстакаде через направляющие, по которым перемещается верхняя рама (рисунок 3). Снижение указанных динамических нагрузок, передаваемых на эстакаду, достигается за счет соблюдения необходимых соотношений верхней рамы по сравнению с нижней, что способствует повышению срока службы электродвигателя и эффективности работы ВРУ. Конструкция позволяет регулировать величину динамической силы, передаваемой нижней плите вибромодуля. Величина динамической силы регулируется также количеством дебалансных масс, размещенных на валу вибровозбудителя, расчетными амплитудно-частотными характеристиками воздействия, а также выдержкой строго определенного соотношения между массой верхней рамы и всего вибромодуля и жесткостью нелинейных упругих связей.



Рисунок 3 – Вид на рыхлящие штыри перед внедрением в смерзшийся угольный агрегат

Управление виброрыхлительной установкой осуществляет один оператор из специального помещения, расположенного рядом с основной конструкцией установки, из которого хорошо просматривается рабочее пространство над полувагоном и внутреннее пространство выше рабочего перекрытия. Пульт

управления выполнен так, чтобы перемещение, остановку и включение каждого виброрыхлительного модуля можно было осуществлять индивидуально или совместно всех вместе в зависимости от принятой технологии. Операторная представляет собой отапливаемое помещение площадью 1,95×2,1 м и высотой 2,4 м, располагаемое на опорных конструкциях высотой более 3х м и примыкающее вплотную к главному фасаду основного корпуса для удобства управления технологическим процессом и хорошего обзора рабочего пространства. Управление ВРУ возможно с использованием разработанной НГУ системы АСУ [3, 4]. В качестве управления ис-пользованы фотодатчики, концевые выключатели и система проверки работоспособности этих датчиков.

Фотодатчики на виброрыхлительном модуле выполняют функцию определения положения вагонов. Наиболее частой причиной неисправности фотодатчиков является их запыленность и загрязненность в процессе работы ВРУ. Концевые выключатели на ВРУ используются для контроля механизма спуска- подъема вибромодулей и должны проверяться системой аналогично фотодатчикам.

Для защиты работающих и каркаса сооружения виброрыхлительной установки от воздействия вибрации, возникающей в процессе рыхления смерзшихся грузов, разработана специальная противовибрационная траверса, удерживающая блок виброрыхлительного модуля, а в несущих балках для полиспастов опорные узлы выполнены с резиноэластичным амортизированием. Операторное помещение выполнено в виде отдельно стоящего сооружения на отдельных фундаментах и установлено на собственных амортизаторах для устранения действия вибрации на оператора. В качестве дополнительных мер было предусмотрено амортизирующее кресло для оператора и мягкий коврик на полу.

Технический проект и смонтированная виброрыхлительная прошли техническую экспертизу в полном объеме и полностью соответствуют существующим требованиям в плане пожарной безопасности, промсанитарии, технике безопасности и охране окружающей среды.

Таким образом, в процессе выполнения работы были установлены закономерности взаимодействия в системе углепородная масса - виброкомплекс, которые явились основой для разработки новых технологий по разгрузке агрегированного сыпучего груза. В технологическом аспекте выполненная работа позволяет

механизировать процесс дезинтеграции смерзшей угольной массы в процессе ее транспортирования от шахты к потребителю.

Наиболее перспективными участками для применения подобных технологий при транспортировании угольной массы от шахты к конечному потребителю могут быть такие узлы угледобывающего комплекса, как: перегрузочной системы поверхностного комплекса шахт, складские бункера, шахтный погрузочный комплекс на железной дороге, а также разгрузочные системы конечного потребителя в портах, коксохимическом производстве, угольных складах, ГРЭС и прочих.

Коллектив разработчиков и изготовителей ВРУ готов оказать посильное содействие организациям, проявившим интерес к данной разработке.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Ким К. К. и др. К вопросу об эффективности разгрузки смерзшихся грузов / К. К. Ким и М. А. Шпилев // Специальная техника и оборудование, ПГУПС, 2010. – 6 с.

2 Батицкий В. А. и др. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в горной промышленности / В. А. Батицкий, В. И. Куроедов и А. А. Рыжков. - М. : Недра, 2001. - 303 с.

3 Попович Н. Г. и др. Автоматизация производственных процессов угольных шахт / Н. Г. Попович, Г. И. Данильчук, В. С. Лисовский и Г. М. Янчук. – Киев : Высшая школа, 2003. - 336 с.

4 Минеев С.П., Сахненко А.Л., Обухов С.А Вибрационное и волновое рыхление агрегированной сыпучей горной массы. - Днепропетровск: Днтро, 2005. - 212 с.

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭЛЕКТРОБУСОВ

АХИЯРОВ О.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

ЗАРИПОВ Р. Ю.

докторант PhD, преподаватель, Торайгыров университет, г. Павлодар

КАРАКАЕВ А. К.

д.т.н., профессор РК и РФ, Торайгыров университет, г. Павлодар

Целью исследования является определение качественного показателя процесса эксплуатации электробусов.

Мировое сообщество двадцать первого века можно охарактеризовать как динамически развивающееся. Данная тенденция прослеживается во всех значимых отраслях и видах человеческой деятельности, в частности экономической. Это является основополагающей причиной увеличения числа перевозок, как в промышленном и производственном секторах, так и для удовлетворения личных потребностей людей.

Доля перевозок, осуществляемых автомобильным транспортом согласно данным государственной статистики составляет приблизительно 67,9 % от общего количества перевозок [2; 3]. Доля перевозок осуществляемых автомобильным транспортом приведена на рисунке 1.



Рисунок 1 – Доля перевозок осуществляемых автомобильным транспортом

В связи с необходимым увеличением количества подвижного состава и наращиванием производственных мощностей автотранспортных предприятий (АТП), для эффективной организации перевозок грузов и пассажиров, неизбежно возникают проблемы экономического и экологического характера: проблема ограниченности углеводородных ресурсов, продукты переработки которых используются как топливо на автомобильном транспорте, а также, проблема загрязнения окружающей среды путем выбросов в неё продуктов сгорания углеводородов.

Одним из возможных решений данных проблем является перевод подвижного состава АТП на автобусы, оснащенные электродвигателем (электробусы).

В настоящее время на автотранспортных предприятиях отсутствует инфраструктура, требуемая для бесперебойной эксплуатации электробусов. Основной проблемой является отсутствие требуемых электрических мощностей на АТП, так как большинство предприятий специализируется на автобусах с дизельным двигателем [1]. Это значительно увеличивает

изначальные капиталовложения в данную отрасль в связи с необходимостью установки электрических подстанций.

Электрическая мощность – величина, характеризующая скорость передачи электрической энергии от одного тела другому, либо ее преобразование в другие формы энергии.

Электрическая подстанция – это электроустановка, предназначенная для приема, преобразования и распределения электрической энергии, состоящая из трансформаторов или других преобразователей электрической энергии, устройств управления, распределительных и вспомогательных устройств.

Проблема эффективности эксплуатации подвижного состава, оснащенного электродвигателем, обуславливается, в первую очередь, экономическим эффектом. Таким образом, для рационального выбора подвижного состава и электроподстанции, обеспечивающей его требуемой мощностью, следует использовать качественный показатель.

В ходе априорного ранжирования и экспертного опроса было установлено, что основными факторами, влияющими на экономическую составляющую эксплуатации электробусов являются: разница в затратах на топливо, потребляемое автобусом и электробусом, разница в затратах на технологические жидкости, разница в затратах на утилизацию запасных частей [3].

В данной работе предлагается ввести и применить  $K_{рэ}$  – коэффициент рациональности эксплуатации.

Коэффициент рациональности эксплуатации представляет собой показатель отношения экономического эффекта от эксплуатации электробусов к затратам, необходимым для обеспечения требуемого количества мощности.

$$K_{рэ} = \frac{n(S_p + Q_m + Q_{ж} + Q_y)}{S_n}$$

где  $S_p$  – разница в стоимости автобуса и электробуса;

$Q_m$  – разница в затратах на топливо, потребляемое автобусом и электробусом;

$Q_{ж}$  – разница в затратах на технологические жидкости, потребляемые автобусом и электробусом;

$Q_y$  – разница в затратах на утилизацию запасных частей автобуса и электробуса;

$S_n$  – стоимость подстанции, способной обеспечить необходимое количество мощностей, для эксплуатации электробусов;

$n$  – количество электробусов.

Эффективнее всего наращивание мощности предприятия происходит за счет достройки дополнительной типовой электроподстанции к уже имеющимся на предприятии мощностям.

Разницу в затратах на технологические жидкости можно определить следующим образом. Из опыта эксплуатации можно сделать вывод, что расход технологических жидкостей электробусом приблизительно на тридцать процентов ниже, чем расход технологических жидкостей дизельным автобусом, следовательно, при отсутствии экспериментальных данных на предприятии можно взять 0,3 показателя расхода жидкостей автобуса для расчета планового показателя.

В связи с использованием электродвигателя в качестве устройства, обеспечивающего движущую силу, в конструкции электробуса отсутствуют такие базовые составляющие как воздушный фильтр, топливный фильтр, масляный фильтр. В первую очередь, стоит обратить внимание на затраты, необходимые для утилизации вышеперечисленных запасных частей.

Показатели  $Q_m$ ,  $Q_{ж}$ ,  $Q_y$  следует брать за период эксплуатации в течение 15 лет (цикл эксплуатации заявленный заводом изготовителем на примере Volgabus -5270E).

Чтобы определить  $S_n$  следует рассчитать

$N_{тр}$  – необходимую требуемую мощность подстанции по следующей формуле:

$$N_{mp} = N_e \cdot n \cdot K_{cn}$$

где,  $N_e$  – мощность, требуемая для зарядки одного электробуса ;

$n$  – количество электробусов;

Коэффициент спроса  $K_{cn}$  – коэффициент, показывающий отношение одновременно заряжающихся электробусов к их списочному количеству. Коэффициент спроса учитывает, что часть электробусов будет выполнять транспортную работу на линии, пока остальные находятся в процессе зарядки.

Полученное значение следует округлить до ближайшего наибольшего показателя мощности типовой электроподстанции, так как в формуле уже присутствует сп, который характеризует очередность зарядки электробусов и их выпуск на линию.



Таким образом, осуществляется выбор типовой подстанции. Стоимость данной подстанции следует подставить в формулу (1).

Можно сделать вывод, что коэффициент рациональности эксплуатации является качественной величиной, характеризующей эффективность использования электробусов. Данный коэффициент отображает рациональность подбора подвижного состава и электроподстанции, необходимой для его эксплуатации.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Кочкарев А.Н. Структурный анализ производственно-технической базы автотранспортных предприятий - Бюллетень транспортной информации, 2005.

2 Щекин А.В. Априорное ранжирование факторов. - Хабаровск: ХГТУ, 2004.

3 [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/economydevelopment/](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/economydevelopment/) - электронный ресурс.

### СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЕМ

КОПЕЕВ А. Е.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

ТОКТАГАНОВ Т. Т.

к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Профессиональная деятельность водителей характеризуется сложностью и высокой ценой ошибки, которая в случае аварии может привести не только к большим материальным затратам, но и к жизненным потерям.

Для контроля соблюдения безопасности водителя на автомобилях устанавливаются тахографы, которые стали одним из первых компонентов системы для обеспечения безопасности управления транспортным средством. Их введение, безусловно, повысило безопасность дорожного движения.

С 2012 года переход на цифровые тахографы стал обязательным в странах Европейского Союза. С целью оценки эффективности применения тахографов можно проанализировать количество смертей в столкновениях с участием автобусов, которые могут перевозить больше 9 человек.

Кроме того, на примере Германии можно отслеживать более раннюю статистику изменений количества дорожно-транспортных происшествий (таблица 1). На графике вы можете увидеть, как с вступлением в силу законов и правил дорожного движения повышается уровень безопасности и уменьшается количество дорожно-транспортных происшествий. Особенно заметно устойчивое снижение числа аварий с начала введения тахографа.

Кроме повышения безопасности, соблюдение режима вождения увеличивается ресурс двигателя, шин, тормозных систем и транспортного средства в целом на дороге, снижается расход топлива, устраняются расходы на ТО.

Особенности деятельности водителей в некоторых случаях приводят к значительному снижению их работоспособности, главным образом из-за нарушения функционального состояния организма. Среди функциональных ситуаций, профессионально важных для деятельности водителей, частотой их возникновения и влияния на производительность занимают ситуации усталости и переутомления. В результате усталости водитель теряет готовность к экстренным действиям, и это увеличивает вероятность аварий.

В 2011 г. Mercedes-Benz представила систему «Attention Assist», которая впоследствии использовалась «Volkswagen», «Audi», «BMW» и «Volvo». Она основана на чувствительном датчике, встроенном в рулевое колесо, и оценивает более 70 параметров и изучает стиль вождения. Во время поездки она постоянно следит за тем, как водитель управляет своей машиной, и распознает ситуации, когда человек может утомиться. В качестве дополнительных параметров система связывает стиль вождения со временем суток и продолжительностью поездки.

Данные из вышеприведенной системы управления показывают отклонения от нормы, что позволяет сделать вывод о степени усталости водителя. В этом случае система отобразит изображение горячей чашки кофе на приборной панели и поддержит его звуковым сигналом. Однако самым большим недостатком этой системы является сложность, а также ее стоимость. Кроме того, система оставляет на усмотрение водителя принятие меры для восстановления движения.

Большой интерес к автомобильному транспорту представляет система непрерывного контроля психофизиологического состояния водителя «Вигитон» разработанная компанией «Нейроком». Система предназначена для постоянного мониторинга физиологического состояния водителя транспортного средства и предотвращения перехода водителя из активного состояния в состояние психофизиологической

релаксации или сонного состояния. Устройство блокирует наступление сна, выдает сигнал тревоги за несколько десятков секунд до начала засыпания водителя. Это устройство является эффективным и относительно недорогим, но недостатком является необходимость иметь браслет, который считывает информацию, которая может вызвать некоторый дискомфорт для водителя.

Рекомендуется рассмотреть несколько зарубежных разработок.

О. И. Антипов и А. В. Захаров предлагает способ контроля уровня бдительности водителя транспортного средства, который состоит из измерения индуцированного альтернативного электрического потенциала мозга. Устройство содержит два электроэнцефалографических сигнальных электрода. Предлагаемое устройство предполагает наличие электродов на голове водителя, что отвлечет его от процесса управления.

В. В. Плетнев разработал устройство с кольцевым датчиком давления и звуковыми сигналами на рулевом колесе. Когда давление подушечек кончиков пальцев руки водителя уменьшается, система подает звуковой сигнал. В этом методе нет необходимости в дополнительных устройствах на руке или голове водителя, но снижение давления пальцев рук на рулевом колесе может быть вызвано несколькими причинами, которые не влияют на безопасность вождения.

В. М. Круглов, М. В. Руфинский и М. А. Сучков (ОАО «Завод Автоприбор») рекомендуемая система, состоящая из датчика наклона головы, соединяемый с аудиоустройством, на который крепится на ушную раковину. Эта система компактна и самодостаточна, но также может вызвать дискомфорт у водителя.

Поэтому основным недостатком вышеуказанных разработок является контакт водителя с различными датчиками и высокой стоимостью.

Система мониторинга состояния водителя предлагается на основе мониторинга и фиксации направления глаз. Для этой цели можно использовать технологию «слежения за глазами». Специальное устройство «eyetracker» состоит из нескольких установленных камер и инфракрасных ламп. Лучи инфракрасных ламп направляются в глаза человека и образуют блики на поверхности роговицы. По лучам фокусируются камеры, которые следуют за движением глаз. Синхронизация этого устройства с тахографом для передачи координат движения глаз, созданного для анализа усталости водителя, сообщает диспенсеру и органам управления автотранспорта критическую усталость водителя.

Особенностью этой системы является учет идентификационного фактора водителя с помощью тахографической карты, адаптация системы к индивидуальным характеристикам водителя, накопление статистики для конкретного человека. Программа, используемая в системе, может быть самообучена и собирает статистику для конкретного водителя. В результате после нескольких дней работы накапливается индивидуальная статистика работы, определяющая степень усталости конкретного водителя, и при ухудшении его психофизиологического состояния выдается сигнал тахографу и в диспетчерскую.

Преимуществом предлагаемой системы является относительно низкая стоимость и отсутствие прямого контакта любого датчика с телом водителя, а также рассмотрение индивидуальных поведенческих характеристик водителя при использовании транспортного средства несколькими водителями. Применение системы к транспортному средству поможет водителю избежать субъективной оценки усталости и, безусловно, повысит безопасность вождения, установив предельное состояние усталости водителя.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Как устроены системы мониторинга водителей.
- 2 Моисеев Ю.// Тахоконтроль - инструмент повышения безопасности движения автомобиля. К. А. Писарев / / автотранспортная промышленность, 2014. - № 3. - С. 22-23.
- 3 Спирин И.А. исследование и применение технологии слежения за глазами человека // Молодой ученый, 2016. - №2. - С. 227-230.
- 4 Федеральное статистическое управление. - Висбаден, 2017.

#### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА КОСТРУКЦИИ ХРЕБТОВОЙ БАЛКИ ВАГОНА-ПЛАТФОРМЫ

МАХМЕТ М. Д.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

АБИШЕВ К. К.

к.т.н., доцент, Торайгыров университет, г. Павлодар

К изменению структуры перевозимых крупнотоннажных контейнеров привела постоянно увеличивающаяся доля экспортно-импортных и транзитных грузопотоков. Если в 2000-ые годы основной

объем составляли 20-футовые контейнеры, то в настоящее время 60–65 % объема перевозок составляют 40-футовые контейнеры. Задача создания длиннобазных платформ для перевозки крупнотоннажных контейнеров стала актуальной после того, как были предприняты попытки модернизации и переоборудования универсальных платформ, однако такое решение оказалось экономически невыгодным из-за низкой производительности платформы.

Одной из сложных задач при проектировании грузовых вагонов является прогнозирование усталостной прочности конструкции при действии циклических нагрузок. Это связано с недостоверностью методик расчета, поскольку для определения амплитуды напряжений используется метод конечных элементов. Он в свою очередь является лишь приближенным методом при расчете, в результате которого получается погрешность в пределах 15–20 %. Стоит также отметить, что при теоретическом расчете не учитываются технологические особенности изготовления конструкции.

Нарращивание размеров перевозок грузов настоятельно просит внедрения вагонов свежего поколения, которые бы сумели гарантировать все потребности перевозчиков. Но это внедрение нельзя без обновления ремонтной базы с использованием свежих технологий и модернизацией ремонтного процесса. Починка подвижного состава считается главным моментом, от которого нужно отталкиваться при разработке свежих вагонов, например как не все изобретения вполне вероятно вводить в нынешних критериях, когда основная масса вагоноремонтных депо внутренне стали неактуальными. Задача – изучить вероятность увеличения производительности ремонтного процесса методом внедрения свежих ремонтных технологий или же улучшение имеющих место быть, собственно что позволит увеличить не лишь только качество починки, но и его скорость [1].

Работы по совершенствованию систем грузовых вагонов ведутся почти всеми конструкторскими организациями буквально во всех промышленно развитых государствах. Это вынуждает ремонтные организации (депо и вагоноремонтные заводы) модернизировать ремонтный процесс. Достижение установленной цели вполне вероятно за счет улучшения технологий починки и его реорганизации методом использования гибких поточных технологий, которые на нынешний денек считаются более действенными при починке подвижного состава [2].

При выполнении анализа трудности было определено, собственно что есть вагоны всевозможных систем. Основная масса

вагонов считаются универсальными, и их починка не вызывает проблем у вагоноремонтных компаний. Впрочем численность предназначенных вагонов считается еще важным, и технологии их починки нужно улучшать. Одной из оснований подобной надобности считается то, собственно что почти все модели предусмотрены для перевозки небезопасных грузов, и сбой в работе вагона в момент перемещения не положим.

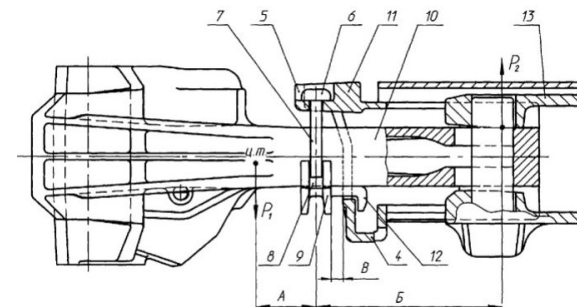


Рисунок 1 – Хребтовая балка

Произведенный ликбез и тест передового состояния вопроса дают возможность заявить надлежащее: на нынешний денек главная множество эксплуатируемых вагонов-платформ вагоны с рамой в облике балок переменного по возвышенности сечения с пониженной нейтральной осью поперечного сечения сравнительно оси автосцепного прибора. Для вагонов подобной системы применимы общепризнанные отраслевые способы расчетов и, как демонстрирует практика, задач с эксплуатацией этих вагонов не появляется. В последние годы были замечены системы кузовов с совпадающей и увеличенной нейтральными осями поперечного сечения сравнительно оси автосцепного прибора. Кое-какие из их эксплуатируются благополучно, но кое-какие оказались и менее крепкими (вагон-платформа модели 13-9751 ОАО «Трансмаш»). Для этих вагонов еще применимы общепризнанные, общепринятые отраслевые способы расчетов, в следствие этого нужно квалифицировать, как конструктивный эксцентриситет воздействует на нагруженность рам вагонов-платформ.

Установлено, что несущие сварные системы кузова вагона метрополитен чувствуют сложное нагружение, причём в процессе эксплуатации вероятны всевозможные сочетания деятельных нагрузок [3].

Разработана свежая способ и конечно-элементная модель 1-го шага кузова вагона метрополитен, позволяющая отметить в системы зоны сосредоточении деструкций и напряжении, а еще исполнена расчетная оценка НДС с внедрением предоставленной модели. Расчеты исполнены в области условно-упругих деструкций и напряжений. Установлено, собственно что зоной сосредоточении деструкции и напряжений для кузова считается хребтовая опора рамы кузова. Наибольшие напряжения появлялись в опоре при приложении продольной силы величиной 490 кН. Этот картина нагружения считается малоцикловым.

Разработана свежий способ и конечно-элементная модель 2-го шага расчета хребтовой опоры рамы кузова вагона с целью проведения уточнённой оценки НДС в зонах сосредоточении деструкций и напряжений, а еще улучшения системы по аспекту понижения наибольших растягивающих напряжений [4].

Тест итогов расчетов зарекомендовал, собственно что условно-упругие обычные напряжения в деталях швеллера N13 и N35, а еще примыкающих к ним деталях вертикального листа крепления гнезда автосцепки N1 и N22, при варианте нагружения продольной мощностью 490 кН, близки или же превосходят граница текучести для материалов из коих производится опора. При данном, зона сосредоточении растягивающих напряжений соответствует области начала и завершения флангового таврового сварного шва соединения швеллера и вертикального листа крепления гнезда автосцепки хребтовой опоры [5].

Выполнено моделирование всевозможных конструктивных разновидностей хребтовой опоры рамы кузова на основе разработанной КШ 2-го шага предоставленного узла с целью отыскать подходящий. оптимальный вариант системы о точки зрения понижения деструкций и напряжений в зонах; сосредоточении по сопоставлению с серийной системой. Установлено, собственно что наилучшим методом улучшения системы хребтовой опоры рамы кузова считается дорога понижения эксцентриситета приложения продольной нагрузки в области гнезда автосцепки, т.е. сокращение высоты вертикальных листов крепления гнезда. При уменьшена эксцентриситета приложения продольной нагрузки на 90 мм степень интенсивности напряжений в зонах сосредоточении снижен больше, чем на 40 X по сопоставлению с серийным вариантом системы, собственно что важно ниже. Данный конструктивный вариант принят за базу А/0 «Метровагонмаш» при разработке

многообещающих систем вагонов метрополитена на основе дюралевых сплавов и нержавеющей сталей [6].

Улучшен способ и исполнена оценка ресурса сварных соединений хребтовой опоры рамы кузова при цикловой вялости с внедрением программки МСУ. Зона сосредоточения растягивающих напряжений соответствует меньшему сечению таврового сварного соединения служащего для крепления гнезда автосцепки сквозь вертикальные листы к швеллерам хребтовой опоры. Программка МСУ была доработана и дополнена для проведения расчетов с внедрением IBM-совместимых компов. Замечено, собственно что расчетная сумма условных долговечностей в малоцикловой области выше 1 в случае применения в системы хребтовой опоры материала ВСт3 сп или же стали 20, и Менше 1 в случае использования низколегированной стали 09Г2Д. Имеется не плохое (менее 3X) соотношение расчетных и статистических данных о трещинообразовании в исследуемой зоне. Ткань 09Г2Д рекомендован для применения в системы серийных вагонов метрополитена 81-717.5 и 81-714.5 и их трансформаций.

При участии создателя разработана способ и применены метод и программное обеспечение для заключения задач теплопроводности и термоупругопластичности применительно к сварным соединениям вагонов с учетом физиологической и геометрической нелинейности. Способ базирована на ведущих положениях способа конечных составляющих для задач термоупругопластичности с внедрением доктрине пластического течения, ассоциированной с условием текучести Гу-бера-Мизеса. Заключение производится в квазистатической постановке с учетом предьстории нагружения как на различных шагах по времени при сварке 1-го шва, например и при мультислойной сварке [7].

Проведено изучение кинетики температурных полей и НДС сварных соединений рам тележек вагонов метрополитена серий 81-717.5 И 81-714.6.

Установлено, собственно что нет реальной способности подходяще перераспределить остаточные напряжения в зоне сварных соединений шпилькованных узлов методом конструктивных перемен отдельных подробностей. Предложен ряд технологических заключений основная масса из коих внедрено в серийном производстве вагонов метрополитена моделей 81-714.5, 81-717.5 и их трансформаций полученным в данной ситуации [8].

Животрепещущим при совершенствовании системы вагонов считается и улучшение имеющейся ремонтной базы. Не считая

такого, технологии починки, применяющиеся на сейчас при починке вагонов, внутренне стали неактуальными и настоятельно просят совершенствования. Рассмотренная организация ремонтного процесса содержит фактическую значение и имеет возможность быть применено как при разработке свежих ремонтных компаний, например и при модернизации имеющих место быть [9].

В ходе эксплуатации и в результате испытаний длиннобазных платформ был выявлен целый ряд существенных недостатков в их конструкции, связанных с недостаточной прочностью рамы. Анализ случаев разрушения сварных конструкций, работающих при переменных нагрузках, свидетельствует о том, что чаще всего их разрушение начинается с дефектов, возникающих в сварном соединении или металле. В ходе испытаний длиннобазных платформ было выявлено, что разрушение происходило в основном в зоне сварных швов, являющихся концентраторами напряжений. Это связано с тем, что при проектировании вагонов не были учтены особенности сварных соединений балок и напряжения, возникающие при сварке, а также нарушения технологии изготовления сварных швов и контроля их качества [10].

Основные разрушения происходили из-за смещения сварных швов в зонах с высокой концентрацией напряжений и неоптимальной формы сопряжения несущих элементов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Пастухов И. Ф., Лукин В. В., Жуков Н.И. Вагоны – М.: Транспорт, 1988. – 171 с.
- 2 Быков Б. В. Технология ремонта вагонов – М.: Желдориздат, 2001. – 559с.
- 3 Герасимов В.С. Технология вагоностроения и ремонта вагонов – М.: Транспорт, 1988. – 381с.
- 4 Кебал И. Ю. Проектирование грузовых вагонов нового поколения – Санкт-Петербург : Транспорт, 2014. – 25с.
- 5 Мямлин В. В. Повышение надежности работы вагоноремонтных потоков за счет формирования их гибкости – Днепропетровск : ЧФ «Стандарт-Сервис», 2011. – 93с.
- 6 ГОСТ 33738–2016 «Вагоны грузовые и пассажирские». Методы испытаний на прочность и динамические качества.
- 7 Мехеда В. А. Тензометрический метод измерения деформаций. Издательство СГАУ, Самара 2011. – С. 5–23.

8 Конструирование и расчет вагонов: учебник для вузов ж.-д.-трансп./ В. В. Лукин, Л. А. Шадур, В. Н. Котуранов и др; под ред. В.пВ. Лукинаг. – М. : УНК МПС, Россия. 2016. – 720 с.

9 Кутателадзе С. С. Теплопередача и гидродинамическое сопротивление. Справочное пособие. – М. : Энергоатомиздат, 2009. – 421 с.

10 Лозбинев В. П. Проектирование и оптимизация несущих систем кузовов вагонов : учеб.пособие. – Брянск : БГТУ, 2010. – 88 с.

### О НЕКОТОРЫХ ВАРИАНТАХ МОДЕРНИЗАЦИИ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

ОХАП А. А.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар  
СЕМБАЕВ Н. С.

к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Сочлененные вагоны-платформы. При беглом анализе грузооборота железнодорожного транспорта можно прийти к выводу, что доля грузов, перевозимых на платформах, незначительна. Однако в действительности сейчас наблюдается постепенный переход от использования крытых вагонов к использованию контейнеров, а следовательно, и вагонов-платформ. Кроме того, увеличиваются объемы перевозок техники на колесном и гусеничном ходу и грузов, требующих особых условий перевозки.

Мировой рынок контейнерных перевозок в настоящее время является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей. Среди перевозимых контейнеров стали преобладать 20-, 40- и 45-футовые модификации (причем особенно большой рост объемов перевозок наблюдается в 40- и 45-футовом сегменте).

В СССР и позднее в России перевозки крупнотоннажных контейнеров в большинстве своем осуществлялись на специализированном подвижном составе – фитинговых платформах. Подавляющую часть парка фитинговых платформ составляли вагоны моделей 13-935, 13-470, 13-9004, 13-9007 длиной по концевым балкам 18,4 м (по осям сцепления – 19,62 м). В настоящее время в парке находится около 19 тыс. таких вагонов. На этих платформах допускается перевозка 20- и 40-футовых контейнеров, однако их недостаток состоит в том, что при перевозке 40-футовых контейнеров появляется избыточная погрузочная длина: платформа

перевозит только один контейнер, размещенный по центру, в результате чего ее полезная длина используется только на 60 %, а грузоподъемность на 50 %.

Частично проблема дефицита специализированного подвижного состава для перевозки контейнеров 40 и 45 футов решается путем дооборудования универсальных платформ модели 13-401, 13-4012 и их модификаций длиной 13,4 м, однако вывод вагонов из запаса, процесс дооборудования и восстановление ресурса требуют, как правило, достаточно существенных затрат. В последние годы основное внимание уделялось разработке длиннобазных вагонов.

На основании анализа рынка вагонов-платформ было решено спроектировать два типа вагонов-платформ: универсальную платформу увеличенной грузоподъемности и контейнерную платформу с увеличенной конструкционной скоростью.

При реализации проекта по созданию универсальной платформы были поставлены следующие задачи:

- увеличить погрузочную площадь вагона;
- уменьшить коэффициент тары;
- снизить стоимость вагона.

В рамках проекта разрабатываются две конструкции сочлененных платформ.

Первая, универсальная платформа модели 15-9895, позволит перевозить три груженых 40-футовых контейнера, пакетированные грузы, насыпные грузы, лесоматериалы, длинномерные грузы, колесную и гусеничную технику с конструкционной скоростью 100 км/ч при максимальной грузоподъемности 120 т.

Вторая, скоростная платформа модели 15-9894, создана для перевозки двух груженых 40-футовых контейнеров, четырех груженых 20-футовых контейнеров, двух груженых 45-футовых контейнеров с конструкционной скоростью 140 км/ч при максимальной грузоподъемности 90 т.

На этапе исследований предложен вариант инновационного вагона-платформы с увеличенной грузоподъемностью.

За счет расширения номенклатуры перевозимых грузов сочлененный вагон-платформа может быть востребован крупными строительными организациями.

Увеличение скорости движения поездов, сформированных из вагонов- платформ с повышенной конструкционной скоростью, приведет к существенному снижению эксплуатационных расходов. Наибольшего экономического эффекта при эксплуатации платформ

можно будет достичь при формировании из них контейнерных поездов. Перевозки на контейнерных поездах являются одним из наиболее эффективных методов транспортировки грузов по железной дороге, поскольку осуществляются за более короткое транзитное время и отличаются рядом ценовых преимуществ.

Буксовые узлы с кассетными подшипниками. В настоящее время в Казахстане 100 % грузового вагонного парка и все пассажирские вагоны оборудованы буксами с подшипниками качения.

Цилиндрический подшипник типа 36-42726E2M, 36-232726E2M, 30- 23726E2M и 30-42726E2M на горячей прессовой посадке по ТУ ВНИПП 072-01 является основным, и массово применяется в конструкции типового буксового узла в грузовых вагонах на сети железных дорог. Этот буксовый узел широко используется с 60-х годов прошлого века, и стал прогрессивным шагом в вагоностроении того времени по сравнению с применявшимися в тот период подшипниками скольжения и подшипниками на втулочной посадке из-за простоты изготовления, монтажа, обслуживания в эксплуатации и ремонта.

В след за развитием железнодорожного транспорта и ростом объемов перевозок нагрузка на вагонный парк. Для увеличения эффективности работы грузового вагона, производители вагонов стали увеличивать нагрузку на ось. Это привело к росту отказов буксового узла.

Причиной повышенной повреждаемости такого торцевого крепления является конструктивный дефект буксового узла с цилиндрическими подшипниками. В эксплуатации, осевая сила действует на элементы торцевого крепления, ослабляя и разрушая это крепление, что приводит к существенным износам и задирам бортов колец, трещинам, излом внутренних или наружных колец подшипника, трещина упорного кольца, наличию посторонних примесей в смазке и неравномерному износу роликов по длине.

В середине прошлого века на железных дорогах США наибольшее распространение получили буксы с коническими роликовыми подшипниками фирмы Тимкен. Ряд фирм, таких как СКФ, Хайят и др., на оборудование букс грузовых вагонов поставляли малогабаритные, цилиндрические роликовые подшипники.

Сегодня машиностроительная промышленность предлагает вагоностроителям новые подшипники «кассетного» типа – ТВУ .

В настоящее время, на Российских железных дорогах имеется реальный опыт эксплуатации вагонов с кассетными буксовыми узлами с коническими роликами в двух конструктивных вариантах размещения:

- в типовом корпусе буксы;
- без корпуса буксы с адаптером-нагрузателем.

Преимущество буксового узла оборудованного кассетным подшипником с коническими роликами, является восприятие осевых сил.

Как следует из вектора распределения нагрузок, осевая сила  $F_A$ , действующая на конические поверхности колец и ролики перераспределяется в нормальную составляющую силы, действующих на ролик. Эта сила воспринимается рабочими поверхностями дорожек качения колец и роликов подшипников в нормальном режиме трения качения. Причем сила, примерно 14% от рабочей осевой нагрузки, может перемещать блоки внутренних колец с роликами в осевом направлении до исчезновения радиального зазора.

Главным недостатком варианта с применяемым ранее адаптером является неравномерное (асимметричное) распределение эквивалентных динамических сил на внутреннюю и наружную части подшипника при движении вагона в кривых и 8-образных участках пути по неровностям в плане и профиле. Для обеспечения равномерного распределения нагрузок от боковой рамы через адаптер на переднюю и заднюю часть подшипникового узла необходимо провести модернизацию адаптера путем изменения геометрии контактного взаимодействия на его опорные и упорные поверхности.

Вариант с адаптером имеет главное преимущество в снижении необрессоренной массы буксового узла, примерно на 16 кг. Это положительно отражается на снижении напряженно-деформированного состояния контактных поверхностей подшипников и колесных пар, работающих.

Для равномерного распределения нагрузок от боковой рамы через адаптер на переднюю и заднюю часть подшипникового узла необходимо изменить конструкцию адаптера-нагрузателя путем изменения геометрии контактного взаимодействия на его опорные и упорные поверхности.

Кроме этого, требуется дополнительно проанализировать распределение нагрузок на корпус буксы и адаптер с целью повышения динамических качеств и износоустойчивости деталей тележки для увеличения межремонтного пробега за счет недорогого изменения конструкции упорной площадки адаптера в ходовой части грузовой тележки.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Болотин М. М., Новиков В. Е. Системы автоматизации производства и ремонта вагонов.– М. : Маршрут, 2004. – 305 с.
- 2 Лукин В. В., Анисимов П. С., Федосеев Ю. П. Вагоны. – Маршрут, 2004. – 424 с.
- 3 Попов А. И., Королев А. Н. Экономика, организация и планирование вагонного хозяйства. – М. : Транспорт, 1968.– 296 с.
- 4 Альбом-справочник. Грузовые вагоны колеи 1520 мм железных дорог. – М. : Транспорт, 1989. – 176 с.

## АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НЕТРАДИЦИОННЫХ ТОПЛИВ В ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

САДВОКАСОВ Е. Е.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

СЕМБАЕВ Н. С.

к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Двигатели с воспламенением от сжатия по праву считаются наиболее экономичными из существующих на сегодняшний день. По этой причине они получили широкое распространение на коммерческих автомобилях, тракторах, строительных и дорожных машинах. Однако современная экономическая ситуация в Республике Казахстан поставила организации, эксплуатирующие подобную технику, в сложное положение из-за снижения рентабельности, обусловленного в том числе и большой долей затрат на топливо в общих затратах на эксплуатацию техники. Одним из эффективных путей снижения издержек производства является уменьшение затрат на топливо. До недавнего времени этот вопрос применительно к дизельным двигателям был не столь актуален. Однако в настоящее время цены на дизельное топливо растут и уже сравнялись с ценой на бензин АИ-80, значительно выросли требования к топливной экономичности и экологичности силовых установок дорожных машин. Обычно эта проблема решается ещё на стадии проектирования и производства дизелей, однако в настоящее время организации не имеют возможности для полного обновления автомобилей, тракторов и дорожных машин, и в эксплуатации находится значительное количество далеко не новой техники [1, с. 17].

Экологические параметры двигателей внутреннего сгорания наряду с экономическими имеют огромное значение по причине

быстрого роста автомобильного парка. Таким образом, имеется необходимость снижения эксплуатационных затрат на топливо и токсичных выбросов путём, не требующим изменения конструкции двигателя и значительных капиталовложений. Таковую возможность предоставляет использование разного рода альтернативных топлив для двигателей с воспламенением от сжатия. В связи с этим рассмотрим возможности применения нетрадиционных топлив для дизельных двигателей.

История развития дизельных двигателей насчитывает уже более 100 лет. За это время двигатели с воспламенением от сжатия значительно эволюционировали. Обращаясь к истории дизелестроения, мы видим, что ещё при создании первых дизельных двигателей среди их достоинств видное место занимали их большие возможности как многотопливных двигателей, среди возможных топлив упоминались сырая нефть, угольная пыль и т.д. Действительно, известно об эксплуатации в 20-е годы калоризаторных двигателей, работавших на сырой нефти, их производство продолжалось достаточно долгое время.

Следующим этапом развития многотопливности дизелей стали 50-е годы. В это время инициаторами исследований в этой области стали военные, которых интересовали возможности эксплуатации танковых дизелей на высокооктановых бензинах. К этому периоду относится создание специализированных двигателей, которые могли работать не только на смесях дизельного топлива и бензина, но и на чистом бензине, в том числе и авиационном. Другим направлением исследований в эти годы было использование водотопливных эмульсий в качестве топлив для дизелей. В этой области были получены положительные результаты: при работе двигателя на эмульсиях с содержанием воды до 30 % фиксировалось улучшение эффективных показателей двигателей по причине улучшения распыливания топлива. Широкого распространения такие топлива не получили, главным образом, из-за нарушения подачи водотопливной эмульсии при низких температурах окружающего воздуха. Для снижения дымления дизелей преимущественно использовались антидымные присадки, такие как тетраэтилсвинец (ТЭС), метилциклопентадиенилтрикарбонилмарганец (МЦТМ), бариевые присадки, например Шелл SSA, SLD, A-2, однако их применение оказалось экономически невыгодно; кроме того, некоторые из этих присадок вызывали повышенный износ топливной аппаратуры [2, с. 18].

Современный мировой автомобильный парк насчитывает более 700 млн. единиц автомобилей и продолжает быстро расти. При этом подавляющее большинство автомобилей оборудуются либо бензиновыми двигателями с принудительным воспламенением бензино-воздушной смеси, либо дизельными двигателями с воспламенением рабочей смеси от теплоты сжатия.

Все большее распространение на транспорте получают дизельные двигатели. Зарубежные автомобилестроительные фирмы при меняют дизели не только на грузовых автомобилях большой и средней грузоподъемности, автобусах, которые традиционно оснащаются такими двигателями, но и расширяют применение дизелей на легковых и малотоннажных грузовых автомобилях. Сектор транспортных средств с дизельными двигателями в ближайшей перспективе также будет возрастать - их доля к 2007 г. составила около 50 %. При этом следует отметить, что действительный рост числа легковых автомобилей с дизелями в Европе превышает прогноз увеличения их количества. В целом в настоящее время в мире ежегодно производится около 13 млн. автомобилей с дизельными двигателями и их выпуск продолжает увеличиваться.

Такие темпы дизелизации автомобильного транспорта обусловлены более низкой стоимостью дизельного топлива по сравнению с автомобильными бензинами, а также лучшей топливной экономичностью дизелей и меньшей токсичностью их отработавших газов (ОГ) по сравнению с бензиновыми двигателями [3, с. 19].

Штатное дизельное топливо по ГОСТ 30582 представляет собой многокомпонентную смесь индивидуальных углеводородов, выкипающих при различных температурах и имеющих различные физико-химические свойства. Оптимизация диапазона температур перегонки нефти при производстве дизельного топлива и его фракционного состава позволяет получить топливо, в наибольшей степени адаптированное для использования в дизельных двигателях. Дизельное топливо среднего состава имеет диапазон температур выкипания 160–360 °С, цетановое число – 45 единиц, температуру самовоспламенения – 250 °С, что обеспечивает его хорошее воспламенение в цилиндрах дизеля, сравнительно плавное сгорание, хорошие топливно-экономические показатели и приемлемые характеристики токсичности ОГ [5, с. 65].

Нетрадиционные (альтернативные) топлива обычно имеют физико-химические свойства, отличные от свойств дизельного топлива. Поэтому при их использовании возникают проблемы



адаптации этих топлив к транспортировке, хранению и заправке на существующих автомобильных заправочных станциях (АЗС), использованию в дизельных двигателях. Дизельное топливо, являющееся слабо испаряющимся нефтепродуктом, практически не изменяющим своих свойств при хранении, хорошо адаптировано к транспортировке и хранению. Функционирует сеть АЗС, обеспечивающих заправку транспортных средств этим видом топлива. Однако использование дизельного топлива имеет и ряд указанных выше недостатков, основными из которых являются ограниченность нефтяных ресурсов и их невозобновляемость. Особую значимость в настоящее время приобретает сокращение выбросов в окружающую среду углекислого газа (диоксида углерода)  $CO_2$ . В настоящее время в атмосферу ежегодно выбрасывается более 25 млрд. т углекислого газа, а к 2030 г. ежегодные выбросы  $CO_2$  в атмосферу достигнут 35 млрд. т. Углекислый газ не оказывает токсического действия на организм человека, но при его повышенном содержании в атмосфере создается парниковый эффект, приводящий к так называемому тепловому загрязнению. С этой точки зрения важным фактором является невозобновляемость запасов нефти, природного газа и других полезных ископаемых. Поэтому более предпочтительны топлива, вырабатываемые из возобновляемого источника энергии - сырья растительного происхождения. Использование топлив из этого сырья не нарушает баланс между кислородом и углекислым газом в атмосфере, поскольку при сгорании топлив растительного происхождения выделяется такое количество  $CO_2$ , которое было потреблено из атмосферы растениями за период их жизни [4, с. 47].

Применение некоторых нетрадиционных топлив позволяет устранить и еще ряд недостатков, присущих нефтяным топливам. Так, несмотря на невозобновляемость ресурсов природного газа, они существенно больше, чем запасы нефти. Кроме того, производство компримированного природного газа (очищенного от механических примесей и сжатого на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях) и его сжигание в дизелях весьма экологичны. Снижение токсичности ОГ дизеля при его работе на природном газе вызвано существенным улучшением процесса смесеобразования, поскольку топливо (природный газ) и окислитель (воздух) находятся в одном агрегатном состоянии. В результате топливовоздушная смесь оказывается гомогенной и наблюдается ее более полное сгорание по сравнению с дизельным топливом.

Значительное влияние на показатели дизеля оказывает процесс топливоподачи. Особенно жесткие требования к процессу топливоподачи (по продолжительности подачи, давлению впрыскивания, качеству распыливания) предъявляются в двигателях с объемным и объемно-пленочным смесеобразованием. При работе таких двигателей на облегченных топливах, отличающихся меньшими плотностью и вязкостью и большей сжимаемостью, уменьшается производительность топливоподающей аппаратуры, что приводит к значительному уменьшению мощности дизеля. Уменьшение давления впрыскивания облегченных топлив, приводящее к ухудшению параметров процесса смесеобразования, и увеличение неравномерности цикловой подачи топлива по секциям. В частности, при работе дизельного двигателя на бензинах и сохранении неизменным активного хода плунжера наблюдается снижение цикловой подачи на 20–35 %, запаздывание начала впрыскивания на 2–3° поворота коленчатого вала (п.к.в.), снижение максимального давления впрыскивания на 30–40%, уменьшение длины и увеличение угла раскрытия топливного факела, увеличение среднего диаметра капель топлива – на 50–60%, увеличение неравномерности подачи по секциям в 1,5–2 раза. Поэтому в таких дизелях появляется необходимость корректирования процесса топливоподачи, как по величине подачи, так и по моменту начала подачи – углу опережения впрыскивания топлива (УОВТ) [6, с. 7].

Аналогичные проблемы возникают и при использовании спиртовых топлив. Для предотвращения падения мощности двигателя из-за меньшей весовой подачи спирта (вызванной, в основном, его меньшей плотностью) и его пониженной теплотворной способностью, требуется увеличение количества подаваемого топлива: метанола – примерно в 2,3 раза, этанола – в 1,7 раза, т.е. корректирование топливоподачи.

В топливной аппаратуре «многотопливного» дизеля ЯМЗ-238М применена вентилируемая система низкого давления. Эта аппаратура отличается от системы питания серийного дизеля наличием топливоподкачивающего насоса с электроприводом и дренажной трубки, предназначенной для перепуска топлива, просочившегося через плунжерные пары ТНВД.

Большое значение для работы дизеля на нетрадиционных топливах имеет процесс смесеобразования. Качество смесеобразования можно повысить путем улучшения характеристик распыливания топлива при увеличении давления впрыскивания или

организацией вихревого движения воздуха в цилиндрах двигателя. Интенсификация впрыскивания является эффективным средством улучшения качества смесеобразования. Но необходимо учитывать, что чем выше уровень давления впрыскивания, тем больше утечки облегченного топлива, больше ход плунжера, затраченный на сжатие топлива до требуемого давления, и тем значительнее уменьшение подачи при переходе на облегченное топливо.

Одним из важных факторов обеспечения работы дизеля на нетрадиционных топливах является организация вихревого движения воздушного заряда в цилиндрах. Такое движение воздуха способствует более равномерному распределению топлива по объему КС, его лучшему испарению и многоочаговому характеру воспламенения. Одной из наиболее сложных проблем, возникающих при работе дизелей на низкоцетановых нетрадиционных топливах, является обеспечение их самовоспламенения. Эта проблема усугубляется многорежимностью транспортного двигателя и достаточно большой долей режимов с невысокой нагрузкой и, соответственно, с пониженным уровнем температур топливовоздушного заряда.

Эффективным способом улучшения воспламеняемости низкоцетановых нетрадиционных является позднее впрыскивание и управление моментом начала впрыскивания - УОВТ. При позднем впрыскивании топливо подается в камеру сгорания с воздушным зарядом, имеющим более высокие температуру и давление. Это создает более благоприятные условия для надежного воспламенения топлива. При работе на альтернативных топливах целесообразно уменьшение УОВТ может достигать 10–15° поворота коленчатого вала (п.к.в.). Такая задержка подачи топлива позволяет также снизить период задержки воспламенения и жесткость сгорания низкоцетановых топлив. Поскольку тепловое состояние воздушного заряда зависит и от режима работы двигателя необходимо организовать управление УОВТ в соответствии со скоростным и нагрузочным режимами.

Кроме рассмотренных методов обеспечения надежного воспламенения нетрадиционных низкоцетановых топлив в КС дизелей разработаны также различные схемы двухстадийного впрыскивания. Этот способ улучшения воспламеняемости топлива заключается в том, что предварительно впрыснутая часть топлива успевает пройти необходимые перед воспламенением стадии физической и химической подготовки с образованием активных центров, от которых воспламеняется основная часть топлива. В результате основная часть топлива воспламеняется с минимальной задержкой.

Причем, предварительная, доза топлива может воспламеняться еще до основного впрыскивания. Одним из возможных способов осуществления двухстадийного впрыскивания является впрыскивание небольшой части заряда топлива во впускной трубопровод дизеля. Такие схемы топливоподачи позволяют расширить диапазон режимов с устойчивой работой двигателя на низкоцетановых топливах, снизить жесткость работы и дымность ОГ [7, с. 50].

Одним из наиболее простых и распространенных методов улучшения воспламеняемости топлив в КС дизелей является применение присадок к топливу. Для увеличения цетанового числа (ЦЧ) в топливо вводят различные органические нитраты, наиболее известными из которых являются циклогексилнитрат (ЦГН)  $C_6H_{13}NO_3$ , более дешевый этилгексилнитрат  $C_8H_{17}NO_3$ , а также изопропилнитрат и изоамилнитрат.

Указанные выше мероприятия, обеспечивающие работу дизелей на нетрадиционных топливах, использованы в разработанных конструкциях «всеядных» («многотопливных») двигателей.

Таким образом, практическое использование нетрадиционных топлив в дизельном топливе возможно; решает проблему утилизации отходов производства, не требует больших капитальных вложений, не ухудшает эксплуатационные показатели дизельного двигателя, а следовательно, способно в значительной мере повысить экологическую безопасность двигателей с воспламенением от сжатия.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Анискин В.И. Внедрение в сельскохозяйственное производство техники, работающей на компримированном природном газе // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. – 2015. – №1. – С. 17–18.
- 2 Будзуляк Б.В. Перспективы использования природного газа в качестве моторного топлива // Газовая промышленность. – 2015. – №4. – С. 17–19.
- 3 Звонов В. А., Козлов А. В., Теренченко А. С. Оценка традиционных и альтернативных топлив по полному жизненному циклу // Автостроение за рубежом. – 2011. – №2. – 12. – С. 14–20 с.
- 4 Каменев В., Фомин В., Хрипач Н. Водород - альтернативный энергоноситель для автотранспорта: проблемы и решения // Автогазозаправочный комплекс + альтернативное топливо. – 2014. – №1. – С. 43–48.

5 Лиханов В. А., Попов В.М./Опыт подачи метанола на впуске дизеля//Двигателестроение.– 2001. – №1. – С. 47–50.

6 Лапидус А. Л., Крылов И.Ф. Природный газ как моторное топливо //Химия и технология топлив и масел.– 2015. – №2. – С. 3–8.

7 Результаты испытаний дизеля, использующего в качестве топлива диметиловый эфир I Л.Н. Голубков, Т.Р. Филипосянц, Г. А Иванов и др. 11 «Автомобили и двигатели»: сб. науч. трудов НАМИ. – М. : 2013. – ВЫП.231. – С. 41–51.

## РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЗИМНЕЙ ВСЕПОГОДНОЙ БЕЗОПАСНОЙ ШИНЫ

САХИЕВ А. А.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

АБИШЕВ К.К.

к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

В условиях постоянного возрастания скорости и интенсивности движения автомобильного транспорта особую важность приобретает обеспечение его активной безопасности на дорогах разных категорий, в том числе имеющих на поверхности слой снежно-ледяной массы, существенно снижающей сцепные свойства машины – главного фактора гарантии ее устойчивого управляемого движения.

В связи с этим проведение работ, направленных на повышение надежности сцепления колеса с дорогой, имеет большую значимость, а с учетом смены температурного режима и состояния дорожной поверхности зачастую требует неординарного подхода к решению данной проблемы.

Цель работы – разработка концептуальной модели зимней всепогодной безопасной автомобильной шины для обеспечения безопасности движения автомобиля в экстремальных зимних условиях, повышения надежности работы шины и шипов противоскольжения, улучшения ресурсосбережения дорожной сети.

Актуальность работы. Безопасность движения автомобильного транспорта всегда будет оставаться актуальной задачей, так как связана с гибелью и травматизмом людей, исчисляемых десятками тысяч убитых и сотнями тысяч получивших травмы и потерявших трудоспособность. Так, в 2018 г. в нашей стране в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) погибли 18214 и ранены 214853 чел., а за первые четыре месяца 2019 г. погибли 4000 и получили травмы 54847 чел. [1].

Согласно статистическим данным, скользкое покрытие и плохое содержание дорог в зимнее время входят в первую тройку причин ДТП, связанных с дорожными условиями [2]. По мере возрастания интенсивности движения эта проблема обостряется, приобретает особую важность в экстремальных зимних условиях эксплуатации, характеризующихся наличием замерзших осадков на поверхности дороги и ограниченной видимости и требующих повышенной бдительности от водителей и строго контролируемого скоростного режима.

В этих условиях сцепление колеса с дорогой приобретает первостепенное значение среди прочих факторов безопасности движения [3], так как от него зависит реализация тяговых возможностей, устойчивость, управляемость и, что самое главное, тормозная динамика автомобиля как наиболее частая причина ДТП.

При разработке конструктивных мер, направленных на обеспечение безопасности движения, одним из основополагающих факторов является надежное сцепление колеса с дорогой, по крайней мере, снижающего до минимума риск потери управляемости движения в скоростном потоке, особенно на городских дорогах. Изучению сцепных свойств шин с опорными поверхностями посвящено много работ, в частности.

При разработке концепции зимней шины основным требованием, которому должны быть подчинены другие, является безопасность, особенно в условиях, когда дорога, покрытая слоем тающего льда, имеет практически нулевой коэффициент сцепления. Самым надежным средством, исключающим скольжение шины, служат шипы противоскольжения (ШП), безальтернативность которых подтверждена практикой эксплуатации и результатами экспериментов, приведенных далее.

В целях определения эффективности шипованных шин на заснеженной, заледенелой и чистой асфальтобетонных дорогах были проведены испытания на Автополигоне НАМИ. Для этого на динамометрической дороге (прямой в плане, горизонтальной) были подготовлены участки, покрытые укатанным снегом, слоем льда и свободные от снежно-ледяного слоя (чистые). В испытаниях участвовали зимние шипованные и нешипованные шины.

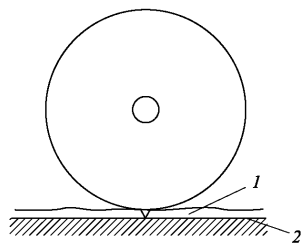
На дороге, покрытой ледяным слоем, шипованные шины обеспечили качественно лучшие результаты во всех режимах движения, включая разгон, равномерное перемещение и торможение с различной интенсивностью. На участке с укатанным снегом шипованные и нешипованные шины показали практически

одинаковые результаты, так как характер сцепления определял рисунок протектора, наличие же шипов никак не проявилось. На чистом участке показатели нешипованных шин оказались лучше, чем у шипованных, так как коэффициент сцепления твердосплавных шипов несколько меньше, чем у резины.

Эти испытания позволили сделать вывод о безусловной эффективности шипованных шин на ледяной поверхности, о бесполезности шипов на участках, покрытых укатанным снегом, и о несколько худших показателях на чистой дороге.

Если рассмотреть взаимодействие шины с поверхностью дороги, покрытой слоем тающего льда, схематически показанное на рисунке 1, то становится ясно, что практически все меры, включая рисунок протектора, состав его резиновой смеси и так называемый липучий протектор [1] оказываются бессильными, если между шиной и ледяной поверхностью образовалась водяная пленка.

Чтобы обеспечить в этих условиях сцепление колеса с дорогой, необходимо преодолеть водяной слой и внедрить жесткое тело в дорожную поверхность, что достигается применением ШП. Попытка обойтись «липкостью» протектора без шипов заранее обречена на не-удачу. Это ясно каждому специалисту, и рассчитано на дилетантов как рекламный ход.



1 – водяная пленка; 2 – лед

Рисунок 1 – Взаимодействие шины с поверхностью дороги, покрытой слоем тающего льда

Однако насколько ШП эффективны на ледяной поверхности, настолько же они бесполезны и даже вредны на чистой дороге. Это объясняется несколькими причинами, включая вред, который причиняется самой шине в части интенсивного износа, расшатывания и выпадения шипов и, как следствие утраты их работоспособности. Но не меньший ущерб наносится и дороге [2]:

ее поверхность испытывает концентрические удары твердосплавных шипов и приходит в негодность.

В некоторых европейских странах с более мягким, чем в России, климатом, использование ШП запрещено в целях ресурсосбережения дорожной сети. В то же время в скандинавских странах – родине таких шипов, как и в России, ШП рекомендованы для зимней эксплуатации. В настоящее время для минимизации вреда, наносимого шипами дорожной сети, проводятся работы по определению их минимального количества, допустимого по условиям безопасности. По нашему мнению, это занятие не имеет перспектив, поскольку предполагаемый выигрыш в ресурсосбережении дорог не может быть принесен в жертву безопасности.

Таким образом, при разработке концепции безопасной шины в основу должна быть положена шипованная шина, что эффективно решает проблему безопасности на заледенелых дорогах. Что касается того периода, когда дорога пребывает свободной от ледяного покрова, то шипы должны быть выключены из взаимодействия с ее поверхностью. Следовательно, задача состоит из двух противоположных условий, что на первый взгляд исключает традиционное решение.

Теоретическая часть. Чтобы успешно решить поставленную задачу, необходимо найти мех низм адаптации шины к дорожным условиям. Такой механизм был подсказан самой шиной, представляющей собой эластичную пневматическую оболочку. При взаимодействии с жесткой опорной плоскостью эта оболочка изменяет положение равнодействующей сил, перераспределяя ее положение между центром при повышении жесткости и периферией в случае снижения данного параметра, увеличивая при этом контактную площадь.

Это положение, широко известное специалистам, используется для шин переменного давления. В частности, при преодолении труднопроходимых участков уменьшается внутреннее давление в шине, вследствие чего становится больше ее опорная площадь, снижается жесткость центральной части беговой дорожки протектора и увеличивается жесткость крайних зон контакта шины, куда и смещается равнодействующая контактных усилий. При этом более мягкая центральная часть шины в меньшей степени деформирует колею, а более жесткая контактирующая часть по краям препятствует выдавливанию грязи из-под колес, что способствует повышению проходимости.

Следовательно, регулируя внутреннее давление воздуха в шине и таким образом варьируя ее жесткость, можно сосредоточивать равнодействующую контактных усилий либо в центре при некотором увеличении этого давления, либо на периферии беговой дорожки протектора при снижении этого параметра.

Именно это свойство было положено в основу создания концептуальной модели зимней всепогодной безопасной шины автомобильного колеса. Тогда, располагая ШП там, где они наиболее эффективны (т.е. в крайних, наиболее жестких зонах беговой дорожки, можно создать механизм адаптации шины к дорожным условиям. Шипы будут либо включаться в работу при наличии ледяного слоя на дороге, понижая давление воздуха в шине на 0,01...0,02 МПа, либо выключаться из работы, если дорога сухая, путем повышения этого давления на указанное значение.

Анализ полученных результатов показал, что варьирование нагрузки  $P$  несущественно отражается на характере изменения контактной площади, которая, как и следовало ожидать, несколько возрастает с увеличением нагрузки. При этом влияние внутреннего давления воздуха в шине существенно повышается вследствие изменения длины площади контакта, прирастая на каждые 50 кПа уменьшения давления воздуха примерно на 15.20 %.

Применение для испытаний шин установки XSENSOR, построенной на принципе цветовой идентификации измеряемого давления в контакте шины, не позволило получить точное количественное значение этого параметра. Тем не менее, результаты эксперимента дают возможность довольно точно оценить качественную картину распределения давления в контакте, а также подтвердить факт перераспределения контактных усилий в зависимости от внутреннего давления воздуха в шине, сосредоточивая их равнодействующую либо в центральной части контактной площади при повышении давления воздуха, либо на периферии при его уменьшении.

Снижение давления воздуха в шине сопровождается ростом площади контакта, что следует рассматривать как положительный фактор, способствующий увеличению сцепной площади шины, количества шипов, входящих в зацепление с дорогой, а следовательно, и суммарной сцепной силы колеса. Согласно результатам эксперимента, указанные закономерности проявляются как при максимальной нагрузке, так и при частичной, утверждая инвариантность свойств шины перераспределять удельные силы в

контакте шины между центральным и периферийными участками беговой дорожки протектора независимо от нагрузки на колесо.

Кроме того, полученные данные позволяют рекомендовать снижать внутреннее давление воздуха в шинах при эксплуатации на скользких зимних дорогах, повышая тем самым их сцепные возможности и безопасность движения.

Результаты компьютерных исследований шины радиальной конструкции 175/70R13,

Проведенный цикл исследований позволяет сформировать концептуальную модель всепогодной безопасной шины, способной адаптироваться к различным дорожным условиям, обеспечивая реализацию оптимальных ходовых качеств мобильной машины. Эта шина будет иметь преимущества перед аналогами как на дорогах, покрытых снежно-ледяным слоем (за счет шипов), так и на чистых (благодаря возможности взаимодействовать с дорожным покрытием той частью беговой дорожки протектора, на которой отсутствуют ШП).

Инструмент адаптации шины к состоянию дорожной поверхности позволяет либо использовать шипы, либо выключать их из зацепления путем регулирования внутреннего давления воздуха в шине.

Повышение внутреннего давления воздуха в шине, к которому рекомендовано прибегнуть для выведения из работы ШП, приводит к увеличению жесткости шины и сокращению площади беговой дорожки, что должно отрицательно сказываться на интенсивности износа шины и снижать ее ресурс. Можно предположить, что это также не окажет существенного негативного влияния согласно рассуждениям, изложенным ранее. При этом ожидается, что в результате уменьшения интенсивности деформационного режима, по крайней мере, не изменится значение сопротивления качению.

При оценке влияния повышенной жесткости шин на виброакустический режим мобильной машины [4] также необходимо учитывать количественный аспект. Как известно, при высокой скорости движения транспортного средства внутреннее давление воздуха в шинах рекомендовано увеличивать [4] для снижения интенсивности нагрева обычных летних шин, и, соответственно, интенсивности деформаций от возросшего динамического фона.

#### Выводы

Все изложенные соображения основаны на логическом посыле и обоснованы накопленным опытом эксплуатации, равно как и законами механики. Чтобы составить точное представление о

рабочем процессе предлагаемой зимней всепогодной безопасной пневматической шины, необходимо осуществить следующий этап разработки данного проекта, экспериментируя на реальных моделях. Это позволит уточнить некоторые положения и создать конструкторско-технологическую документацию для серийного производства такого изделия.

Предлагаемое перспективное решение не имеет зару=бежных аналогов и гарантирует коммерческий успех на международном рынке. Это решение будет способствовать повышению безопасности эксплуатации в экстремальный зимний период и обеспечит финансовое предпочтение для пользователей, увеличив ресурс зимних шипованных шин.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Балакина Е.В., Кочетков А.В. Коэффициент сцепления шины с дорожным покрытием. Москва, Инновационное машиностроение, 2017. 292 с.

2 Степанов А.С., Шаратинов А.Д., Старостин А.В. Исследование влияния технологии установки шипов противоскольжения на эксплуатационные свойства ошипованной шины. Конструкции из композиционных материалов, 2007, № 4, с. 104-107.

3 Тарасик В.П. Теория движения автомобиля. Санкт-Петербург, БХВ-Петербург, 2006. 478 с.

4 Умняшкин В.А., Филькин Н.М., Музафаров Р.С. Теория автомобиля. Ижевск, Изд-во ИжГТУ, 2006. 272 с.

#### ИНФРАСТРУКТУРА ДЛЯ ВЕЛОТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ

ТЕМИРБОЛАТ О. Ж.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

ЗАРИПОВ Р. Ю.

докторант PhD, преподаватель, Торайгыров университет, г. Павлодар

САДЫКОВ А., МУРАТОВ Д.

студенты, Торайгыров университет, г. Павлодар

КАРАКАЕВ А. К.

д.т.н., профессор РК и РФ, Торайгыров университет, г. Павлодар

При планировании и проектировании велосипедной инфраструктуры в городах приходится иметь дело с двумя часто противоречивыми потребностями.

- Необходимо понимать, что велосипедисты – это отдельная категория участников дорожного движения, со своими специфическими потребностями. Это означает, что на дороге для них нужно выделять отдельное пространство.

- Велосипедную инфраструктуру требуется интегрировать в общественное пространство, которого зачастую и так уже не хватает. Это означает, что необходимо как-то совмещать противоположные потребности различных категорий горожан, и при этом обеспечивать должный уровень среды [1-2].

Если мы делаем акцент на использовании электровелосипеда как транспортного средства для ежедневных поездок, необходимо сфокусироваться на создании утилитарной велотранспортной сети (противоположностью такой сети является сеть рекреационная). Цель такой утилитарной, или как её ещё иногда называют, функциональной сети – соединить между собой точки назначения поездок, совершаемых с функциональными целями, такими как покупки, работа, образование, социокультурные мероприятия и визиты и т.п. Маршруты для подобных поездок должны быть как можно более короткими и прямыми. Создание утилитарной велотранспортной сети в масштабах города или более крупных территорий обычно происходит в три этапа.

Этап 1: определение основных районов генерации и назначения трафика и основных связей между ними

Выбор точек отправления и назначения зависит от размера исследуемой области. В масштабе всего мегаполиса центр города можно считать единой точкой генерации трафика, тогда как для сети в самом центре различные его части необходимо считать отдельными точками.

Типичные пункты назначения велотрафика – это:

- жилые кварталы и микрорайоны;
- школы и университеты;
- торгово-развлекательные центры, супермаркеты и другие крупные торговые предприятия;
- спортивные сооружения;
- районы концентрации мест приложения труда – офисы крупных компаний, промышленные предприятия, бизнес-парки;
- станции и транспортно-пересадочные узлы общественного транспорта (пригородного железнодорожного сообщения, автобусов, трамваев, метро).

После того как все эти точки определены, их можно соединить на карте прямыми линиями. Полученная схема – это так называемый

паук корреспонденций, идеальная (теоретическая) сеть, набор связей с высоким потенциалом, которые должны быть представлены в сети.

Город Павлодар представляет собой быстро развивающийся промышленный центр экономической и культурной жизни Казахстана. В связи с этим городские власти придают развитию системы городского пассажирского транспорта большое значение.

В 2015 году проведена работа по оптимизации пассажиропотоков общественного транспорта города. В соответствии с календарным планом работ была разработана, согласована и представлена методика обследования пассажиропотоков в системе городского транспорта общего пользования. Для проведения обследования пассажиропотоков ТОО «НИИ ТК» привлек субподрядную организацию в лице Павлодарского государственного университета, факультета металлургии, машиностроения и транспорта, преподаватели, магистранты и студенты.

Согласно Технической спецификации, на разработку проекта развития городского пассажирского транспорта города Павлодара, и имеющихся информационных, временных и финансовых ресурсов в качестве основного метода было выбрано разовое выборочное обследование пассажиропотоков. Разовое выборочное обследование – обследование пассажиропотоков по отдельным транспортным коридорам, маршрутам и/или на ограниченном количестве задействованных транспортных средств. Целью проведения разового выборочного обследования является получение информации для корректировки ранее выполненных сплошных или системных обследований. Обследование пассажиропотоков по планам разовое сплошное и/или системное рекомендуется проводить в городах с населением более 500 тыс. человек не менее одного раза в пять лет. В условиях быстро меняющихся социально-экономических условий этот период желательно сократить до трех лет[2].

На основании полученных данных авторами определены места наибольшей концентрации пассажиропотоков, что позволило определить пункты размещения велостанций.

Этап 2: детализация предпочтительных линий и конвертирование их в маршруты

На следующем этапе прямые линии, соединяющие отдельные точки генерации и назначения трафика, необходимо преобразовать в более конкретные маршруты. Их следует наметить на карте, проложив по существующим дорогам и велодорожкам, отмечая при этом участки, где не хватает соединений и где необходимо сделать

велосипедные проезды, позволяющие спрямить путь. В первую очередь необходимо рассматривать и проверять на соответствие другим критериям наиболее прямые и короткие варианты маршрутов.

Уровень маршрута в иерархии и требования к его техническим и проектным параметрам зависят от важности формируемой им транспортной связи. Иными словами – от количества, текущего или ожидаемого, велосипедистов на этом маршруте. Если уже имеются данные о текущей интенсивности велосипедного движения между районами, необходимо сопоставить эти значения каждому запланированному маршруту. Данные по транспортным предпочтениям или количеству велосипедных потоков в разных частях города также могут помочь в выявлении наиболее важных веломаршрутов. Обращаться к математическому моделированию трафика имеет смысл только в городах и местностях, где уже имеется интенсивное велодвижение. Здесь при помощи моделирования можно определить, например, потенциальный выигрыш от постройки велосипедного моста, спрямляющего популярный маршрут.

Этап 3: построение иерархии сети

Протяжённая велотранспортная сеть наиболее эффективна, если имеет ясную иерархию.

В некоторых продвинутых велогородах, и, конечно же, в городах-велочемпионах, отдельные веломаршруты используются значительным числом велосипедистов [3-4]. На таких маршрутах велосипедистам необходимо больше пространства, и значительную роль начинает играть управление потоками трафика. На рисунке 1 показаны основные точки расположения велостанций и наиболее выгодные маршруты поездок.

На начальном этапе параметры велотранспортной сети представлены следующим образом:

- В городе Павлодар устанавливаем 10 станций;
- Вместимость одной станции 12 велосипедов;
- Общее число электровелосипедов – 120 ;
- Максимальное расстояние между соседними станциями – 3 км;
- Время работы проката : 15 апреля – 15 октября

Станции будут снабжены солнечными панелями питания, что позволит заряжать электровелосипеды на стоянках (рисунок 2).

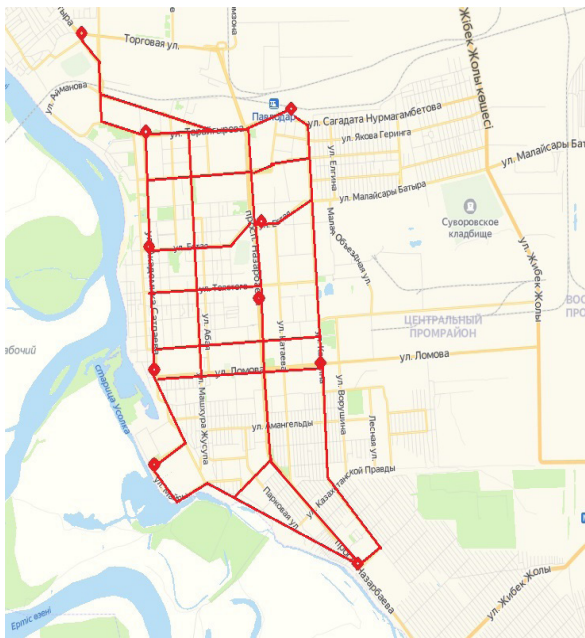


Рисунок 1 – План велотранспортной сети города Павлодар



Рисунок 2 – Велостанция с солнечными панелями

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

- Предложенные схемы маршрутов велошеринга в городе Павлодар и запуск велошеринга позволят снизить нагрузку на дорожную сеть, частично сократить выбросы отработавших газов ДВС автомобилей за счет снижения их участия в транспортном потоке, а также предоставить горожанам дешевый или бесплатный способ передвижения по городу. Выбранные улицы являются наиболее оптимальными для прокладки велодорожек. Ширина дорожного полотна позволяет отделить велодорожки.

Расположение станций будет отражено в приложении на картах, а также на информационных табло.

Велосипед также выгоден и потому, что площадь, необходимая для его парковки, в 8 раз меньше площади парковки автомобиля. Устроить многоуровневую парковку для велосипедов на ограниченной площадке у офисного центра, театра, стадиона, вуза - это просто и дешево, а для автомобилей - практически невозможно. Для парковки велосипеда можно также использовать разрывы между озеленением тротуаров.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Трофименко Ю.В. [и др.]. Велосипедный транспорт в городах: монография / М.: МАДИ, 2020. – 154 с.
- 2 Harms, L. Cycling Facts / L. Harms, M. Kansen. – Netherlands Institute for Transport Policy Analysis (KiM), 2018. – 16 p.
- 3 RU-PRESTO\_Cycling\_Policy\_Guide\_Infrastructure. Развитие велодвижения. Велосипедная инфраструктура — Общее руководство / Dirk Dufour, «Ligtermoet & Partners», Нидерланды, Февраль 2010 г.
- 4 Боровских О.Н. Развитие велоинфраструктуры как решение транспортных и экологических проблем современного города // Российское предпринимательство. – 2017. – Том 18. – № 15. – С. 2263-2276. doi: 10.18334/rp.18.15.38172



## ИННОВАЦИОННЫЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ КРЦ (КОЛЕСНО-РОЛИКОВЫЙ УЧАСТОК)

ШАНДАКБАЕВА Б. К.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

КАРАКАЕВ А. К.

д.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Приоритетными задачами вагоно-ремонтных компаний являются повышение качества ремонта и обеспечение безопасности движения. Ежегодно вагоноремонтные компании берут на себя гарантийные обязательства на безотказную работу более 250 тыс. вагонов, прошедших плановые виды ремонта в депо, а для обеспечения качественного ремонта инвестируют значительные средства в приобретение оборудования, обеспечение и повышение квалификации персонала, разработку и внедрение новых технологий.

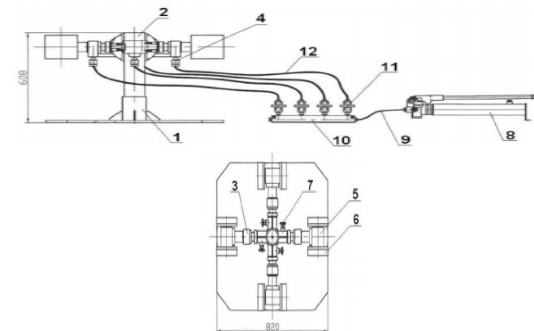
Проведенным анализом отказов технических средств за 2019 г. установлено, что доля отказов буксового узла в работе технических средств всех категорий по вагоноремонтным компаниям составляет 70 % из общего количества из общих допущенных отказов технических средств [1, с. 30].

В вагоноремонтных компаниях на постоянной основе проводится работа по повышению совершенствование изготовления надежности буксовых узлов в эксплуатации. Реализуются организационно-технические и технологические мероприятия по обновлению, дооснащению и модернизацию технологического оборудования колесно-роликовых участков депо, также автоматизация операций измерения и подбора параметров деталей буксовых узлов.

Установка УРБ20-4.

Установка УРБ20-4 предназначена для эксплуатации в составе комплекса для ремонта наплавкой изношенных направляющих и опорных поверхностей корпусов букс тележек подвижного состава железных дорог. Предварительное усилие, создаваемое универсальной посадочной матрицей с гидроцилиндрами в надетой на неё буксе, позволяет сохранить необходимую геометрию буксового узла при термическом воздействии в процессе наплавки. Буксовые узлы с нарушенной геометрией правятся той же матрицей при изменении величины и направления усилия. На опоре установлена стойка, которая имеет четыре паза. В пазы стойки установлены четыре штанги с быстроразъемными соединениями, по каналам которых гидравлическую жидкость подают к гидроцилиндрам, установленным

на торцах штанг. На штоке и дне корпуса гидроцилиндров установлены щеки (универсальные матрицы), которые при выдвижении штока упираются во внутреннюю поверхность буксы и фиксируют ее положение. На стойке предусмотрены четыре стопора, предназначенные для фиксации штанги в четырех положениях при вращении. Для создания давления в гидросистеме установки применяется ручной гидравлический насос НРГ-7010. Насос соединен через рукав высокого давления с распределителем потока, имеющим четыре выхода с регулировочными кранами. Краны позволяют частично или полностью перекрывать потоки жидкости для работы отдельных гидроцилиндров. Краны соединены с гидроцилиндрами рукавами высокого давления с полумуфтами БРС [2, с.15].



- 1 – Опора; 2 – Стойка; 3 – Штанга; 4 – Соединения;  
5 – Гидроцилиндр; 6 – Щека; 7 – Стопор; 8 – Стойка;  
9 – Насос; 10 – Поток; 11. Кран; 12. Рукав.

Рисунок 1 – Установка УРБ20-4

Стенд распрессовки колес с осей колесных пар СКР-600.

Стенд СКР-600 предназначен для демонтажа (распрессовки) колес с осей, тип РУ1, РУ1Ш и РВ2Ш по ГОСТ 22780, колесных пар грузовых железнодорожных вагонов. Стенд ориентирован на использование в условиях вагоноремонтных предприятий и ремонтных цехов железнодорожных депо. По металлоемкости и занимаемой площади значительно меньше существующего оборудования. Состав стенда: гидроцилиндр пресса (с гидравлическим возвратом): усилие 630 тс, ход штока 365 мм; плита задняя; стойка опорная; плита домкратная; устройство гидравлическое подъемно-поворотное; рама стенда; шпильки силовые; насосная станция: с электроприводом;

двухступенчатая; двухпостовая с электромагнитным управлением, с реле давления; дроссельное регулирование расхода.

Стенд оснащен датчиком хода гидроцилиндра и реле ограничения хода. Стенд укомплектован грузоподъемной траверсой.

Стенд устанавливается на фундаменте, чертеж фундамента в составе технической документации.

Анализатор ресурса подшипников АРП 1.

Ультразвуковой акустико-эмиссионный прибор сборщик данных технического состояния подшипников.



Рисунок 2 – Анализатор ресурса подшипников АРП 1

Контроль технического состояния подшипников качения на основе анализа сигналов акустической эмиссии работающего подшипника в ультразвуковых частотах 20-300 КГц, определение ресурса подшипникового узла, составление базы данных оборудования различных типов, сложности, конфигурации с диапазонами частот эксплуатируемых подшипников без останова от 10 до 10000 об/мин.

Чем сложнее, компактнее и мощнее диагностируемое оборудование, тем сложнее установить истинную причину, которая может привести к поломке, аварии, катастрофе. Тем опытнее требуется специалист по диагностике ответственного оборудования.

Мы измеряем не вибрации машин и механизмов, которые зависят от неуравновешенности (дисбаланса частей и узлов), центровки и скорости эксплуатации. Так как в приборе реализована автоматизированная технология обработки акустико-эмиссионных сигналов, то не требуется опытный специалист диагностик. Расчет технического состояния подшипника производится за 5 секунд [3, с.35].

Наша технология диагностики:

Достоверность 95-98 %

Защита от шумов эксплуатируемого оборудования

Обнаружение дефектов на ранней стадии развития

Обнаружение недостатка смазки, обводнения смазки

Рассмотрев параметры АЭ, проанализируем источники акустико-эмиссионного сигнала в ультразвуковом диапазоне, которые генерирует работающий подшипник.

Основными источниками формирования акустико-эмиссионного сигнала в ультразвуковом диапазоне частот являются:

- упругие волны от нормальных и касательных напряжений пятен контакта в приповерхностных слоях тел и дорожек качения при вращении от действующих нагрузок.

- микроудары вследствие шероховатости поверхности тел и дорожек качения, которые усиливаются из-за деструкции смазки; гидродинамические эффекты от смазки в зоне контактных напряжений тел качения с дорожками качения;

- импульсные сигналы от образования трещин в металле тел качения; микроудары и удары от перекатывания дефектных поверхностей (шелушение, сколы и др.);

- микроперемещения наружного кольца в гнезде корпуса; износ посадочных мест подшипника, сопровождаемый скользящими перемещениями посадочных колец относительно посадочных мест;
- микропроскальзывания тел вращения по дорожкам качения.

Достоинства диагностики:

- 1 Высокая скорость обследования оборудования
- 2 Простота управления прибором.
- 3 Цифровое и графическое представление параметров диагностики
- 4 Представление на дисплее энергетического спектра дефектного узла
- 5 Дружественное ПО под «Windows»
- 6 Автотест эл. блоков прибора перед работой
- 7 Создание базы данных с формированием 3 видов отчетов

#### ЛИТЕРАТУРА

1 «Вагоны и вагонное хозяйство» ISSN 1817-6089, 2 квартал 2018 г.-54 с.

2 Инструкция по размещению, установке и эксплуатации средств автоматического контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда (утверждена приказом Главного инженера акционерного общества «Национальная компания «Қазақстан темір жолы» №809-ІІЗ от 8 октября 2018 года).

3 «Вагоны и вагонное хозяйство» ISSN 1817-6089, 1 квартал 2020 г.-61 с.

3.4 Құрылыстағы, құрылыс материалдарындағы, сәулет пен дизайндағы инновациялар мен технологиялар  
3.4 Инновации и технологии в строительстве, строительных материалах, архитектуре и дизайне

**ПОЛУЧЕНИЕ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЗОЛЫ ГИДРОУДАЛЕНИЯ**

АЙДАРОВ А. С.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

Введение

Статья посвящена проблеме использования отходов ТЭС. Исследованы основные физико-механические свойства и разработаны оптимальные составы мелкозернистого бетона. Подобран оптимальный гранулометрический состав золошлаковых отходов для использования их в качестве заполнителей для бетона. В результате деятельности предприятий топливно-энергетического комплекса Казахстана образуются крупнотонажные отходы. Наиболее изученным как сырье для строительных материалов являются золошлаковые отходы, которые составляет свыше 8 млн.т. в год. Однако вопрос широкомасштабной их утилизации стоит довольно остро на сегодняшний день. В зависимости от отбора, горения и хранения отходы делятся на: зола гидроудаления, золошлаковая смесь (ЗШС) и топливный шлак.

Основная часть.

В исследованиях при подборе состава мелкозернистого бетона (МЗБ) использована зола гидроудаления (ГУ), которая перемешивается с водой при влажности 40-50% и пневмонасосом транспортируется в золоотвалы.

Анализ химического состава золы ГУ и ЗШС показывает, что в них практически отсутствует свободная известь, потери при прокаливании составляют (12,13...15,30); содержание глинозема ( $Al_2O_3$ ) -20,00..21,58 %.

Различные приемы введения золы ГУ к цементу показали, что наиболее эффективным является использование их в измельченном виде. Активизация позволяет значительно увеличить гидравлическую активность и стабилизировать физико-химические характеристики.

Разработанные ранее малоклинкерные вяжущие с содержанием золы ГУ 10-50 % рекомендованы для использования в мелкозернистых бетонах.

Регулирование гранулометрического состава является главным технологическим приемом для получения МЗБ. При использовании непрерывной гранулометрии общим является повышенная пустотность в рыхлом состоянии, наименьшая расслаиваемость, лучшая удобоукладываемость. Наилучшими прочностными и деформативными свойствами обладает бетон с зернами  $d_{max}=10$ мм и 8-15 % зерен 5-10 мм. Закономерность свойственная МЗБ – при уменьшении соотношения Ц:Ш (от 1:3 к 1:2), оптимальное содержание в шлаке фракций  $< 0,16$ мм постоянно увеличивается.

В таблице 1 представлены 7 различных составов мелкозернистого бетона на основе золы гидроудаления ЦЗВ с содержанием золы 10, 30, 50%.

Таблица 1 – Физико-механические характеристики МЗБ на основе цементнозолыных вяжущих (ЦЗВ)

№ сос-тава	Соотношение компонентов	Подвижность смеси, см			В/Ц			Плотность образца ( $\rho$ ) кг/м <sup>3</sup>			прочность при сжатии, МПа					
		% золы			% золы			% золы			После ТВО			28 сут возрасте при твердении в НУ.		
		10	30	50	10	20	30	10	30	50	10	30	50	10	30	50
1	ЦЗВ-1 груб. Шлак (5-10мм)-2 песок -1 1:2:1	5	5	6,5	0,65	0,6	0,6	1970	1990	2000	11,92	15,82	16,2	15,7	17,7	20,8
2	ЦЗВ-1 груб. шлак (5-10мм) )- 2 1:2	6	5,5	6	0,7	0,6	0,65	1900	1860	1900	11,3	13,2	14,75	16,2	16,8	21,2
3	ЦЗВ -1 груб.шлак (5-10мм) - 3 1:3	6	6	6	0,71	0,87	0,93	1760	1850	1780	5,82	7,1	7,4	10,2	10,6	10,41
4	ЦЗВ -1 шлак (0-5мм) - 3 1:3	5	4,5	5,5	1,07	0,8	0,33	1800	1810	1710	3,2	8,56	6,12	11,21	11,8	7,3
5	ЦЗВ-1 груб.шлак (5-10мм)-3 шлак-1 1:3:1	5	5	5,5	1,0	0,93	1,0	1600	1720	1700	6,31	3,98	5,1	6,41	4,7	8,9
6	ЦЗВ-1 шлак (0-5мм) -2 1:2	4,5	4,6	4	0,61	0,6	0,59	1850	1800	1850	10,3	12,8	24,3	18,64	23,4	26,5

В качестве мелкого заполнителя использовался природный песок Айсаринского месторождения и топливный шлак, который был предварительно разделен на грубые фракции 5-10 мм и мелкие менее 5мм.

Исследованиями установлено, что рациональной является такая гранулометрия шлака, которая обеспечивает минимальную водопотребность бетонной смеси для получения бетона требуемой прочности и долговечности при оптимальном соотношении ЦЗВ:Ш.

Образцы из МЗБ на основе цементных зольных вяжущих (ЦЗВ) с содержанием золы ГУ (10, 30, 50 %) и топливном шлаке характеризуются достаточной прочностью при сжатии как при ТВО 5,11 – 24,3 МПа, так и в условиях нормального твердения от 6,41 МПа до 26,5 МПа.

Из приведенных данных следует, что почти равнозначная подвижность смеси (5-6см) достигается при В/Ц 0,7-0,65 (состав 2), т.к. соотношение вяжущего к заполнителю 1:2 и 1:3. С увеличением количества шлакового заполнителя увеличивается водопотребность смеси. Образцы из указанных составов характеризуются плотностью, находящейся в пределах 1860-1900кг/м<sup>3</sup>.

Образцы, подвергнутые ТВО, характеризуются прочностью 24,3 МПа и 20,3 МПа. Образцы нормального твердения 28 суточного возраста состава 1:2 имеют более высокую прочность 26,5 МПа, чем из состава 1:3 (21,6 МПа).

По-видимому, в приведенных составах в зольной части цемента недостаточно более активной стеклофазы, поэтому в наборе прочности эффект повышения прочности золосодержащих цементов при ТВО не оказывается столь заметным.

В смесях 6 и 7 в качестве заполнителя используется смесь шлака фр 0-5 и фр5-10. В смеси 6 соотношение компонентов вяжущее – заполнитель составляет 1:2, а в см 7-1:3.

Смесь (6) отличается более низкой подвижностью 4,5 4,6 4см при В/Ц=0,61 0,6 и 0,59, а образцы высокой плотностью (1850, 1800, 1850кг/м<sup>3</sup>) и прочностью 10,3 12,8 24,3 МПа при ТВО и 18,64 23,4 26,5МПа при нормальном твердении. Образцы из смеси (7) имеют плотность (1800, 1780, 1820кг/м<sup>3</sup>) и прочность 7,4 9,3 20,1МПа при ТВО и 10,2 14,4 21,6МПа при твердении в нормальных условиях.

Повышенные прочности образцов нормального твердения, показывают о доминирующей роли минералов клинкера в процессе гидратации и наборе прочности, т.к. в последних образцах и степень гидратации выше. Более высокая плотность и прочность образцов из составов смеси 6-7 показывает о предпочтительном использовании в качестве заполнителя в МЗБ смеси шлака по гранулометрическому составу.

Плотность образцов МЗБ на природных песках колеблется от 1970 – 2000кг/м<sup>3</sup>.

Для этой серии образцов выявлена закономерность: образцы, твердевшие в нормальных условиях в 28 суточном возрасте, характеризовались прочностью более высокой, чем при тепловлажностной обработке. Это можно объяснить преобладающей ролью цементных минералов в процессе гидратации, чем активацией золы. Это подтверждено степенью гидратации цементного камня.

Прочность образцов из МЗБ, изготовленных на композиционных вяжущих с более низким содержанием золы гидроудаления (30 и 10%), характеризуются более высокой прочностью, что подтверждает доминирующую роль клинкерных минералов в упрочнении цементно-зольного камня.

Исследование влияния содержания микрокремнезема на активность цемента в настоящей работе были проведены исследования влияния микрокремнезема на активность цемента. Исследования производились заменой части цемента на микрокремнезем марки МКУ-95 (отход кремниевого завода «Tau-Ken Temir, г. Караганда) и влияние на прочностные характеристики цемента.

Испытания проводились согласно ГОСТ 310.4-81 «Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии».

Были испытаны образцы пяти составов: стандартный состав на основе портландцемента М400; 4 состава с введением микрокремнезема в количестве 10 %, 20 %, 30 %, 40 % взамен цемента.

Таблица 2 – Результаты определения предела прочности при изгибе и сжатии образцов

Состав	№ образца	Значение прочности на изгиб, R изг (Мпа)	Значение прочности на сжатие R сж (Мпа)	
Стандартный образец	Балочка №1	5,17	27,7	23,44
	Балочка №2	4,71	33,76	30,72
	Балочка №3	5,42	32,48	19,12
Среднее значение		5,1	31,16	
10% МК	Балочка №1	6,25	46,8	48,92
	Балочка №2	5,31	37,6	43,0
	Балочка №3	6,24	47,96	38,96
Среднее значение		5,93	46,67	
20% МК	Балочка №1	6,37	54,08	51,32
	Балочка №2	6,31	52,96	56,0
	Балочка №3	5,39	49,44	44,8

Среднее значение		6,02	53,59	
30% МК	Балочка №1	5,43	36,72	26,92
	Балочка №2	3,41	24,52	34,84
	Балочка №3	1,87	18,56	20,6
Среднее значение		3,57	30,75	
40% МК	Балочка №1	3,04	14,56	17,8
	Балочка №2	1,74	9,44	16,44
	Балочка №3	3,37	14	16,96
Среднее значение		2,71	16,44	

Результаты испытаний показали что при замене цемента микрокремнеземом в количестве 10 % прочность на сжатие и на изгиб увеличивается на 50 % и 16 % соответственно. При увеличении количества микрокремнезема до 20 % наблюдается наибольшее повышение прочности (72 % и 18 % соответственно при сжатии и изгибе).

Дальнейшее увеличение содержания микрокремнезема до 30-40 % приводит к снижению прочности. Это можно объяснить тем, что при небольшом содержании микрокремнезема в цементе сокращение объема свободной воды в системе и значительное увеличение количества коагуляционных контактов компенсируется слабостью этих контактов из-за оболочки адсорбционно связанной воды вокруг частиц, а также, возможно, тем обстоятельством, что объем микрокремнезема еще недостаточен для получения непрерывной среды с особым комплексом.

При применении микрокремнезема в бетонной смеси необходимо учитывать, что в силу высокой дисперсности и аморфной структуры присутствие микрокремнезема вызывает увеличение водопотребности, поэтому его необходимо сочетать с суперпластификаторами либо в части комплексной добавки.

Положительно изменяя характер структуры бетонной смеси, которая фиксируется при ее затвердевании, и оказывая заметное влияние на структурообразование затвердевшего бетона в направлении получения плотной структуры, состоящей из устойчивых тонкодисперсных элементов, микрокремнезем и суперпластификатор соответственно влияют на прочность цементного камня и бетона.

Обоснованность и достоверность научных положений, заключений и рекомендаций. Лабораторные исследования проводились в следующих аккредитованных лабораториях: испытательной лаборатории инженерного профиля «Комплексное освоение ресурсов минерального сырья» на базе КарГТУ,

испытательном центре ТОО «ЭКОЭКСПЕРТ», испытательном центре ТОО «КарагандаТехноСервис», оснащенных современным оборудованием. Результаты лабораторных исследований обоснованы в соответствии с заключениями и рекомендациями, подтверждены опытно-промышленными испытаниями.

Основные источники сырья. Основными техногенными отходами ТЭС И ГРЭС являются золошлаки и дымовые газы. Следовательно главным поставщиком золошлаковых отходов (ЗШО) являются все ТЭЦ, ТЭС, ГРЭС и другие крупнейшие электроэнергетические комплексы Республики Казахстан.

Вывод. Установлено, что использование топливных шлаков в качестве мелкого заполнителя в составе МЗБ на основе композиционных цементно-зольных вяжущих способствует получению изделия из МЗБ достаточно высокой прочности (М100-200). Целесообразно использование смеси топливных шлаков фр 5-10; фр 0-5мм.

В этих составах была произведена замена части цемента золой ГУ при расходе вяжущего 250кг/м<sup>3</sup> без снижения прочности. Эта замена эффективна для пропаренного бетона в сравнении с бетоном естественного твердения. При замене цемента золой повышается удобоукладываемость бетонной смеси, что можно объяснить пластифицирующим действием золы за счет того, что в золе в основном зерна округлой формы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Баженов Ю.М. Высокопрочный мелкозернистый бетон для армоцементных конструкций М., Госстройиздат. 1963.
- 2 Джусупова М.А., Кульшикова С.Т. «Композиционные вяжущие на основе отходов» Актуальная наука 2017 №5 Волгоград
- 3 Джусупова М.А., Кульшикова С.Т. «Особенности получения композиционного цементнозольного вяжущего» Regional Academy of Management European Scientific Foundation Institute Materials of the II International scientific-practical conference «THE EUROPE AND THE TURKIC WORLD: SCIENCE, ENGINEERING AND TECHNOLOGY» May 29-31 2017г. Измир, Турция
- 4 Абдыкалыков А.А. Оптимизация зернового состава наполнителя для бетонов / Сб. научных трудов КыргызНИИП строительства (1994-1995гг.) – Бишкек: Илим, 1995-с. 150-157.
- 5 Джусупова М.А., Талантбек кызы А. «Оптимизация зерновых составов бетонов с использованием компьютерного моделирования» Вестник КГУСТА им.Н. Исанова Вып 2(60), 2018г.

## МОНОЛИТТІ ТЕМІРБЕТОН ЕДЕНДЕРІ БАР КӨП ҚАБАТТЫ ҒИМАРАТТАР ҚҰРЫЛЫСЫНДА ІРІ ӨЛШЕМДІ КЕҢІСТІКТІК ҚҰРЫЛЫМДАРДЫ ҚОЛДАНУДЫҢ ҚОЛДАНЫСТАҒЫ ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ

ЖАНДИЛОВ А. С.

студент, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

АКИМТАЕВА А. А.

магистр, оқытушы, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

АЛДУНГАРОВА А. К.

PhD, қауымд. профессоры (доцент), Торайғыров университеті, Павлодар қ.

Мақалада арнайы құралдарды пайдаланбай тасымалдауға мүмкіндік беретін ауыспалы геометриясы бар құрастырмалы темірбетон үлкен өлшемді кеңістіктік құрылымдарды қолдануға негізделген құрылыс технологиясы қарастырылған. Алаңға жеткізгеннен және геометрияны қалпына келтіргеннен кейін конструкция жобалық жағдайға орнатылады. Бір операцияның нәтижесінде көтергіш және (немесе) қоршау конструкциясы, монолитті жабынның алынбайтын қалыптары орнатылады. Құрылыс технологиясын қолданудың прототипі-қазіргі уақытта мақалада сипатталған екі құрылыс технологиясы.

Түйінді сөздер: құрылыс технологиясы, құрастырмалы темірбетон конструкциялар, кеңістіктік конструкциялар, тасымалдау.

Кіріспе. Құрылыстарды салуға арналған құрылымдық элементтер, әдетте, бір өлшемді немесе жалпақ, олар құрылыс алаңында құрастырылады. Мұндай элементтердің өлшемдері қарапайым көлік құралдарын пайдалану кезінде оларды тасымалдау талаптарымен шектеледі. Оларды тасымалдауға және кейінгі құрастыруға мүмкіндік беретін үлкен өлшемдердің құрылымдық элементтерін жасау бүгінгі таңда өзекті міндет болып көрінеді.

Монолитті құрылыс технологиясы

Монолитті құрылыс технологиясы қазіргі уақытта құрылыстың ең көп таралған әдісі болып табылады, яғни ғимарат конструкциялары арматураланған бетоннан тікелей орнында құйылады. Құрылыстың осы әдісін қолдана отырып, рамалық типтегі ғимараттар мен қаңқасыз типтегі ғимараттар салуға болады, яғни жүк көтергіш темірбетон қабырғалары бар. Кірпіш ғимараттарға қатысты мұндай ғимараттардың массасы 15-20 %-ға аз, сондықтан Іргетастардың материалдық шығынын азайтуға болады. Монолитті құрылыс технологиясы ғимараттардың сенімділігін, беріктігін, беріктігін,

отқа төзімділігін және сейсмикалық төзімділігін арттырады. Бұдан басқа, бірегей сәулет шешімдерін, еркін жоспарларды, мәнерлі сәулет нысандарын және т. б. жасау үшін іс жүзінде шектеусіз мүмкіндіктер қамтамасыз етіледі. Басқаша айтқанда, құрылыстың бұл әдісі ғимараттардың конструкцияларына қойылатын барлық инженерлік талаптарға сәйкес келеді және оны шектемейді.

Алайда, аталған жағымды қасиеттерден басқа, құрылыстың бұл әдісі де кемшіліктерге ие. Монолитті құрылыс технологиясы үлкен еңбек шығындарын талап етеді, яғни құрылыс жұмыстарын жүргізу үшін білікті жұмысшылар мен инженерлік кадрлардың үлкен саны қажет. Техникалық тұрғыдан күрделі және көп уақытты қажет ететін процестер-бұл тірек конструкцияларын, тіректерді, қабырғалар мен төбелерді жасау және орнату процестері, сондықтан әртүрлі пішіндердің, соның ішінде өнеркәсіптік қалыптардың кең тізімі жасалды.

Мысал ретінде монолитті құрылыс технологиясында қолданылатын қалыптың кейбір түрлерін келтіреміз:

- қандай жиналмалы-ауыспалы қалып (қалыптың басым түрі);
- ұсақ қалқанды пішіндеу;
- негізінен қаңқасыз ғимараттар салуға арналған ірі-қалқаншалы қалыптар қолданылады;
- қатты арматурасы бар құрылымдарға арналған аспалы қалып;
- сызықтық – ұзындықты конструкцияларға арналған катушкалар;
- жоғары құрылымдар үшін жылжымалы қалып;
- темірбетон, армоцемент және фибролит плиталарынан, Болат парақтардан және т. б. соңғы уақытта кеңейтілген полистирол қалыптары және т. б. танымал бола бастады.

Пішінді дайындау және орнату процесі монолитті құрылыс әдісінің технологиялық реттілігінің бірінші кезеңі ғана. Содан кейін:

- құрылымдарды нығайту кезеңі,
- бетондау кезеңі,
- қалыптың элементтерін ауыстыру арқылы қалыптарды бөлшектеу кезеңі.

Тұтастай алғанда, монолитті құрылыс технологиясы тән:

- үлкен еңбек шығындары,
- құрылыстың ұзақ уақыты,
- құрылыстың жоғары құны.

Құрама құрылыс технологиясы

Каркасты-панельді құрылыс. Темірбетон ғимараттарының рамалары қолданылатын құрылымдық схемалардың түрлеріне байланысты ерекшеленеді:

- толық рамамен және өздігінен жүретін немесе ілулі қабырғалармен жұмыс істейтін дизайн схемасы;
- толық емес қаңқасы және тірек қабырғалары бар құрылымдық схема (әдетте, бұл шағын қабатты ғимараттар);
- рамалық типтегі рамалардың құрылымдық схемасы. Жақтаудың рамалық жүйесінде ғимаратқа келетін тік жүктемелер мен көлденең күштер қатаң түйіндері бар темірбетон рамаларын қабылдайды.
- топсалы байланыс түріндегі рамалардың құрылымдық схемасы. Мұндай рамалық жүйеде тік жүктемелер рамамен қабылданады.

Көлденең күштер еден дискісімен қабылданады және тік қаттылық диафрагмаларына, баспалдақтарға, лифт біліктеріне, яғни қаттылық ядроларына беріледі. Жақтаудың негізі тіректер мен тіректерден тұратын жүйелер, яғни бағандар мен арқалықтар. Биіктігі бойынша колонналар денеден шығарылған колонналардың арматуралық өзектерінің ұштарын дәнекерлеу арқылы, содан кейін буындарды бетондау арқылы түйіседі. Темірбетон рамалары құрылыс технологиясының осы түріне арналған рамалардың негізгі түрі болып табылады. Алайда, көп қабатты ғимараттардың едәуір биіктігімен Болат конструкциялардың жақтаулары қолайлы ретінде қолданыла алады. Бірегей ғимараттар салынған жағдайда немесе ерекше талаптарға сәйкес, құрылымдық шешімдер тұрғысынан үлкен мүмкіндіктерге сәйкес келетін монолитті темірбетоннан жасалған рамалар қолданылуы мүмкін. Қабырғалық панельдер осы технология болып табылады толымды құрылымдар. Олар рамқаға қоршау құрылымдары немесе қаттылық диафрагмасы ретінде ілінеді. Толық емес жақтау жағдайында қабырға панельдері жүктемені қабылдайды, бірақ жақтаумен бірге жұмыс істейді. Қаңқасыз типтегі ғимараттарды салу технологиясымен салыстырғанда префабрикалық элементтердің номенклатурасы үш есе жоғары, монтаждау жұмыстары күрделірек, еңбек сыйымдылығы да жоғары. Әдетте, әкімшілік және қоғамдық мақсаттағы ғимараттар осы технология бойынша салынууда.

Ірі панельді ғимараттар қаңқасыз типтегі ғимараттарға жатады. Ірі панельді ғимараттардың үш негізгі схемасы бар:

- сыртқы және ішкі, көлденең және бойлық бөлімдері бар ғимараттар;
- ғимараттың өзіндік сыртқы қабырғалары мен тірек көлденең аралықтары бар;

- сыртқы және ішкі бойлық қабырғалары бар ғимараттар.

Көлденең аралықтары бар ғимараттарда тірек элементтері еден плиталары сүйенетін ішкі көлденең бөлімдер болып табылады. Мұндай ғимараттардағы сыртқы панельдер өте жеңіл және тек қоршау элементтері ретінде әрекет етеді. Үлкен панельді ғимараттарда жиі орналастырылған көлденең қабырғалар қаттылық диафрагмасы ретінде әрекет етеді. Осылайша, ғимараттардың жалпы қаттылығы мен тұрақтылығы қамтамасыз етіледі. Әрине, бұл сәулет-жоспарлау шешімдерінің мүмкіндіктерін шектейді және формалардың біркелкілігін жасайды. Дәнекерлеу немесе кептеліп қалу арқылы орындалатын панельдердің қондыру түйіндері, содан кейін бетондау және тығыздау жақсы нәтиже бермеді. Көлемді блоктардан ғимараттар салу кезінде салыстыру және орнату жұмыстары айтарлықтай жеңілдетілген. Көлемді блоктарды ұяшық арқылы орнатуға болады, ал олардың арасындағы Бос орындар тегіс қабырға панельдерімен толтырылады. Әрине, мұндай технология процесі едәуір жылдамдатады.

Құрылыстың осы екі технологиялық әдісінің салыстырмалы салыстыруынан келесі қорытынды жасауға болады:

- жалпы алғанда, құрастырмалы құрылыс технологиясының техникалық-экономикалық көрсеткіштері бойынша монолитті құрылыс технологиясына қарағанда бірқатар артықшылықтары бар: құрылыс мерзімдерін қысқарту, еңбек шығындарын азайту, құрылыс құнын азайту.

- алайда, конструктивтік, яғни техникалық мүмкіндіктер тұрғысынан құрама құрылыс технологиясы тұтастай алғанда монолитті құрылыс технологиясын жоғалтады.

- Оның айтуынша, монолитті құрылыс технологиясы Техникалық және құрылымдық мүмкіндіктерге қатысты барлық инженерлік және сәулет талаптарына, яғни, ғимарат конструкцияларына қойылатын талаптарға жауап береді және сәулет – жоспарлау шешімдерінің мүмкіндіктерін шектемейді.

Құрылыстың жаңа технологиясы

Тұрғын үй, әкімшілік және қоғамдық мақсаттағы қазіргі заманғы көп қабатты ғимараттарды салудың жеделдетілген процесінің инновациялық ұсынысына негізделген құрылыстың жаңа технологиясы патентпен расталды. Түпнұсқа құрылымдық шешім ретінде тасымалдау үшін өзгертін геометриясы бар темірбетонды үлкен өлшемді кеңістіктік құрылымдарды қолдану ұсынылады. Көлемді құрылымдардың өзіндік ерекшелігі олардың көп функционалдылығында, яғни кеңістіктік құрылымдар қоршау

және тірек конструкцияларының функцияларын монолитті еденнің бекітілген қалыптарымен біріктіреді. Темірбетонды ірі өлшемді кеңістіктік құрылым зауытта жасалады және бірнеше жалпақ элементтерден жиналады.

Қорытындылар

Көп қабатты ғимараттарды салудың жаңа технологиялық әдісі монолитті және құрама құрылыс технологияларына тән жағымды қасиеттерді таңдау мен дамытудың нәтижесі болып табылады.

Негізгі құрылымдық шешім ретінде тірек қабырғалары, монолитті едендердің қатты дискілері және қаттылық ядролары бар жобалық схема ұсынылады:

- жүк көтергіш қабырғалардың бойлық және көлденең бағыттары болуы мүмкін;
- қаттылықтың өзегі ретінде баспалдақтарды, лифт біліктерін пайдалануға болады.

Көлденең белдеулермен, тік түйіспелі бағандармен және монолитті төбелермен қатаң байланған қабырға панельдері көлденең күштердің әсерінен жүктемелерді де қабылдай алады.

Құрылымдық Схемадан тірек қабырғалары бар рамалық типтегі схемаға өту мүмкіндігі рұқсат етіледі, бұл дизайн схемаларының нұсқаларын біріктіруге мүмкіндік береді, мысалы:

- байланыс түріндегі рамалық схема;
- рамалық типтегі рамалық схема;
- толық рамалық дизайн схемасы;
- толық емес жақтауы бар дизайн схемасы;
- бір немесе бірнеше қабаттағы рамалық схема.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Соколов, Г.К. Технология строительного производства // «Академия» – 2008 г. Москва. 544 стр.
- 2 [http://www.academia-moscow.ru/ftp\\_share/\\_books/fragments/fragment\\_21474.pdf](http://www.academia-moscow.ru/ftp_share/_books/fragments/fragment_21474.pdf)
- 3 Стаценко, А.С. Технология строительного производства // «Феникс» – 2008 г. Ростов на Д. 416 стр. <http://science.totalarch.com/book/2249.rar>
- 4 Figovsky, O, Futoriyansky, A. Construction element for erecting structure, and method of erecting structure with use thereof // (Patent № US 8,615,967 B1 / Dec. 31, 2013.

## ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК АЙМАҚТАРЫНДАҒЫ ШИКІЗАТПЕН ҚЫС МЕЗГІЛІНДЕ ҰСАҚДӘНДІ БЕТОН БҰЙЫМДАРЫН ДАЙЫНДАУ

ҚАМБАРОВ М. Ә.

т.ғ.к., доцент, М. Әуезов атындағы  
Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ.  
АҚБЕРГЕН А. Б.  
магистрант, М. Әуезов атындағы  
Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ.

Кіріспе. Қазақстанның оңтүстік өңірінде бетон және темірбетон конструкциялары, соның ішінде ұсақдәнді бетон бұйымдары көп сұранысқа ие. Бұл құрылыс материалдарының аймақтық базасының ерекшеліктері болып табылады, ғылыми зерттеулерде оларға үлкен көңіл бөлінеді. Өңірдің құрылыс индустриясын дамытудың перспективалық бағыттарының бірі болып бетон бұйымдарын өндіру технологиясын жетілдіру және тиімді тәсілдерді қолдану болып табылады.

Аймақтық деңгейде қажетті құрылыс-техникалық талаптарға сай бұйым дайындау үшін керегі: өндірістің материалдық және энергия сыйымдылығын төмендету, еңбек шығындарын азайту және жергілікті тиімді толтырғыштарды қолдану [4, с. 445].

Қыс мезгілінде бетондау жұмыстарын жүргізу кезінде бетон араласпасының су қажеттілігін төмендету басты мәселе болып табылады. Ол үшін С/Ц қатынасының барынша оптималды мәнін пайдалану қажет.

Өкінішке орай оңтүстік өңірінің кейбір аймақтарында толтырғыштың (кұм) ірілік модулі төмен болғандықтан ұсақдәнді бетон араласпасының су қажеттілігі де арта түседі, әсерінен бетон беріктігі мен аязға төзімділігі төмендейді [3,5, с. 19, с. 50]. Осыған байланысты жергілікті аймақтағы шикізатты қолданып сапалы ұсақдәнді бетон бұйымын өндіруге қол жеткізудің өзектілігі артады [2, с. 3–4].

Мәселенің өзекті шешімдерінің бірі ретінде ұсақдәнді бетон араласпасы құрамын оңтүстік аймақтағы ірі тау жыныстарын ұсақтаудан кейінгі қалдықпен байытуды таңдауға болады. Сол арқылы тау жыныстарын ұсақтаудан өткен қалдықты тиімді пайдалана отырып, сапалы ұсақдәнді бетон бұйым алуға мүмкіндігіміз артады [1,8, с.28, с. 238].



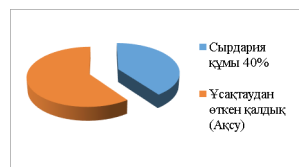
Қысқы бетондау жұмыстарын жүргізу кезінде сапалы бұйым алуға оң әсер ететін тағы бір тәсіл – аязға қарсы қоспа қолданып бетон араласпасын дайындау [6,7, с. 108, с. 81].

Тәжірибелік бөлім. Тәжірибелік жұмыс үшін Арыс және Сырдария өңірінің құмдары майда толтырғыш ретінде таңдап алынды. Зертханалық жағдайда олардың физика-механикалық қасиеттеріне зерттеу жұмыстары жүргізілді.

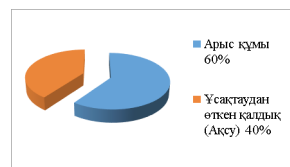
Кесте 1 – Аймақтағы құмдардың физика-механикалық қасиеттері

№	Қасиеттері	Арыс өңірінің құмы		Сырдария өңірінің құмы	
		Негізгі көрсеткіштер	НҚ бойынша көрсеткіштер	Негізгі көрсеткіштер	НҚ бойынша көрсеткіштер
1	Ірілік модулі	1,854	1.5-2 (майда)	0,90	1.5-2 (жұқа)
2	Нағыз тығыздық, г/см <sup>3</sup>	2,1	-	2,5	-
3	Үйме тығыздық, кг/м <sup>3</sup>	1.403	-	1.336	-
4	Қуыстылық, %	3.3	-	4.6	-
5	Шаң тозақты құрамның болуы, %	4.6	3	0.6	3
6	Ылғалдылығы	2.6	-	2.6	-

Ұсақдәнді бетонның оптималды тығыздығы ретінде 2.5 г/см<sup>3</sup> таңдалып, майда толтырғыш құрамын оңтайландыру мақсатында оларды тау жыныстарын ұсақтаудан өткен қалдықпен байытылды. Зертханалық жұмыста тығыздығы – 3.534 г/см<sup>3</sup> Ақсу өңірінің тау жынысын ұсақтаудан өткен қалдығы пайдаланылды.



Сурет 1 – Сырдария құмы мен Ақсу өңірінің ұсақтаудан өткен қалдық қатынасы



Сурет 2 – Арыс құмы мен Ақсу өңірінің ұсақтаудан өткен қалдық қатынасы

Қысқы бетондауға арналған ұсақдәнді бетонды дайындауға пайдаланылған материалдар:

- Портландцемент М400 (Стандарт Цемент зауыты). (ГОСТ 31108-2016);

- Сырдария құмы (ГОСТ 8736-2014);

- Арыс өңірінің құмы (ГОСТ 8736-2014) ;

- Тау жынысын ұсақтаудан кейінгі қалдық (Ақсу өңірі) (ГОСТ 26193-84);

- Ағын су (ГОСТ 23732-2011);

- Аязға қарсы қоспалар (-15<sup>0</sup>С температураға арналған)

- Кальций нитраты – құрғақ цемент салмағынан 1.5%

М100 маркалы ұсақдәнді бетонның қасиеттерін анықтау үшін Сырдария және Арыс өңірінің құмдарын пайдаланып, екі түрлі бетон араласпасы дайындалды. Бетон араласпасының құрамы төменде келтірілген:

Кесте 2 – Ұсақдәнді бетон араласпасының құрамы

Материал	Өлшем бірлігі	Материалдар шығыны			
		Сырдария құмы (қоспасыз)	Сырдария құмы (қоспамен)	Арыс құмы (қоспасыз)	Арыс құмы (қоспамен)
Құм	кг	4.468	4.468	4.470	4.470
Ұсақтаудан өткен қалдық	кг	6.703	6.703	6.702	6.702
Су	л	1.735	1.700	1.633	1.600
Цемент	кг	2.191	2.191	2.191	2.191
Аязға қарсы қоспа	л	-	0.032	-	0.033

Бетон араласпасының жылжымалылығы ОК- 1..3 см құрады. Зерттеу жұмыстары қаңтар-ақпан айларында жүргізілді, бетон үлгілерінің бір бөлігінің қатаю процесі қалыпты жағдайда өтсе, екінші бөлігі табиғи жағдайда, -15 °С..-20 °С температурада табиғи жағдайда қатайды.

Бетон араласпасын қалыптау 70 мм×70 мм×70 мм формада дірілдеу әдісімен жүргізілді. Зерттеу нәтижелері 3 кестеде көрсетілген.

Кесте 3 – Бетон үлгілерінің қалыпты және аяз жағдайдағы беріктігі.

Үлгі мерзімі, тәулік	Қалыпты жағдайда (МПа)				Табиғи жағдайда (аяз)			
	Сырдария құмы (қ-сыз)	Сырдария құмы (қ-мен)	Арыс құмы (қ-сыз)	Арыс құмы (қ-мен)	Сырдария құмы (қ-сыз)	Сырдария құмы (қ-мен)	Арыс құмы (қ-сыз)	Арыс құмы (қ-мен)
7	101.76	100.74	127.48	109.26	87.20	94.7	70.77	71.69
14	198.86	103.3	159.9	159.16	93.69	105.72	89.33	106.95
28	235.86	111.98	179.5	185.07	119.46	136.5	97.79	118.55

Бетон үлгілері 7, 14, 28 тәулік мерзімде сыналды. Аязда ұсталған үлгілер зерттеу жүргізуден бір тәулік алдын ғимарат ішіне кіргізілді.

**Қорытынды.** Эксперименттік зерттеулердің нәтижелерін талдау келесі қорытындыларды жасауға мүмкіндік берді. Аяға қарсы қоспаны бетон қоспаларының құрамына енгізу олардың қасиеттерін айтарлықтай өзгертеді. Бетонның физика-механикалық қасиеттері туралы түсінік беретін негізгі сипаттамалар беріктік, тығыздық, суды сіңіру, жұмсарту коэффициенті және т.б. бетон қоспасына қоспаны енгізу бетонның тығыздығы мен беріктігін едәуір арттыруға мүмкіндік берді. Аязға қарсы қоспа енгізілген бетон үлгілерінің физико-механикалық қасиеті қоспасыз бетонға қарағанда жоғары болды. Тау жынысын ұсақтаудан өткеннен кейінгі қалдықпен байытылған бетон араласпасы қажетті беріктікке қол жеткіуге мүмкіндік берді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1 Артамонов В.А., Воробьев В.В., Свитов В.С. Опыт переработки отсево́в дробления. Строительные материалы, № 6, 2003, с. 28- 29.

2 Баженов Ю. М. Опыт применения песчаного бетона в жилищном строительстве / Ю. М. Баженов, Е. С. Темкин, А. Б. Кузанов, В. Т. Филипский // Бетон и железобетон. – М., 1973. – № 5.

3 Веригин Ю. А. Турбулентная активация вяжущих цементно-песчаного бетона / Ю. А. Веригин, Н. С. Преображенский // Бетон и железобетон. – М., 1973. – № 5.

4 Воробьев Ю. А. Товарный мелкозернистый бетон на обогащенном песке / Ю. А. Воробьев, Д. С. Симоненко // Бетон и железобетон. – М., 1973. – № 5.

5 Доманская И.К., Мохорт Е.С., Исакова К.Ю., Использование тонкодисперсных материалов в качестве компонентов для производствостроительных смесей. В сб. «Проблемы и достижения строительного материаловедения», Белгород, 2005,

6 Кузьмин Е. Д. Бетоны с противоморозными добавками. – К.: Будівельник, 1972.

7 Руководство по применению бетонов с противоморозными добавками. – М.: Стройиздат, 1978.

8 Хамидулина Д. Д., Гаркави Р. С. Применение дробленных песков для производства мелкозернистых бетонов в сб. «Проблемы и достижения строительного материаловедения», Белгород, 2005.

#### ИНЖЕНЕРЛІК БІЛІМ – ПРОБЛЕМАЛАР, ДАМУ ЖОЛДАРЫ

АЛДУНГАРОВА А. Қ.

PhD, қауымд. профессоры (доцент), Инженерия факультетінің деканы,  
Торайғыров университеті, Павлодар қ.

АРЫНҒАЗИН Қ. Ш.

т.ғ.к., профессор, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

СЕЙТЕНОВА Ф. Ж.

т.ғ.к., профессор, «Механика және мұнай-газ ісі» кафедрасының  
меңгерушісі, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

АКИМТАЕВА А. А.

магистр, оқытушы, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

АБИШЕВА А. Қ.

докторант, Л. Н. Гумилев атындағы  
Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ.

Бүгінгі таңда заманауи өнеркәсіптік өндіріс тұрақты қарқынды өзгерістер жағдайында, олар көптеген факторларға, соның ішінде инновациялық технологияларды енгізу мен процестерді модернизациялауға, IT индустриясының дамуына, шетелдік импорттаушылармен бәсекелестікке және постиндустриалды қоғамның басқа жағдайларына тікелей байланысты. Бұдан шығатын жәйт, өнеркәсіптің кез келген саласы Жоғары оқу орындарынан жаңа формациядағы инженер – түлектерді күтуде, олар шығуында қалыптасқан құзыреттерге ие және өздерінің кәсіби қызметі саласында жеткілікті дағдыларға ие.

Алайда, кәсіпорындар көбінесе жұмысқа қабылданған университет түлектерінің практикалық дағдыларының болмауы, яғни әр түрлі салалардағы инженерлердің кәсіби құзыреттілігінің даму деңгейі қазіргі өндірістің талаптарына немесе үміттеріне толық сәйкес келмейді деген проблемаға тап болады.

Бұл немен байланысты? Бүгінгі таңда барлық жоғары білім беру ұйымдары классикалық білім беру жүйесінен «қорытынды өнімді тұтынушыларға», яғни жұмыс берушілерге бағытталған білім, білік

және дағдыларды беру жүйесіне көшудің қарқынды кезеңінде. Тәжірибеге бағдарлану – бұл бүгінгі таңда кез келген бәсекеге қабілетті жоғары оқу орнындағы басты көрсеткіштердің бірі.

Табысты және заманауи университеттердің қатарына кіру үшін қандай практикалық бағдарлау критерийлері маңызды? Жоғары оқу орындары тиісті салалардағы осы заманғы техника мен технологияларды білетін, креативті ойлайтын және өнертапқыштық қабілеті бар мамандарды даярлауға тиіс. Бітіруші инженер тек жақсы өндіруші ғана емес, сонымен қатар қоғамның экономикалық, экологиялық, әлеуметтік және басқа да мәселелерін түсінетін, командада жұмыс істей алатын және өндірістік мәселелерге сындарлы шешім қабылдай алатын маман болуы керек. Бұл үшін білім алушылардың тек университет шегінде ғана емес, сондай-ақ болашақ мамандарға өндірістік тәжірибені тікелей кәсіпорындарда алуға, кәсіпқойлармен бір қатарда тұруға, қазіргі технологиялық процеске тікелей қатысуға мүмкіндік беру үшін практикалық дағдыларды алу үшін жағдайларды қамтамасыз ету маңызды болып табылады.

Бүгінгі таңда жоғары білім беруде оқушылардың практикаға бағдарлануы бойынша өткір проблема бар. Көптеген білім беру мекемелерінде зертханалар, мамандандырылған жабдықтары бар кабинеттер жетіспейді және барлық теориялық материалдарды практикада «теориялық» түрде де оқуға тура келеді. Сонымен қатар, үлкен ықыласпен болса да, профессор-оқытушылар құрамы студенттерге өндірістік процесті іс жүзінде көрсете алмайды, өйткені бизнес-қоғамдастықтың 100 %-ты студенттерді, олардың оқытушылары мен ғылыми жетекшілерін жұмысқа орналасуына немесе қауіпсіздік мақсатында студенттерді өндірістің «жүрегіне» кіргізу мүмкіндігінің болмауына байланысты қабылдауға дайын емес.

Осы аспектілердің барлығы білім алушылардың алған білімдерінің сапасына теріс әсер етеді, демек, Қазақстан білікті мамандарды «ала алмайды». Алайда, мәселені шешу қажет, міне, бірнеше жылдан бері жоғары білім беру жүйесінде дуальді оқыту жүйесін енгізу процесі қарқын алып келеді. Процеске мемлекет пен бизнес-қоғамдастық бірлесіп қатысады. Бұл қазіргі заманғы білікті кадрларды қажет ететін бизнестің қажеттіліктеріне байланысты. Оларды алу үшін кәсіпорындар білім беру ұйымдарына өздерінің жеке құрамы мен техникалық алаңдарын ұсынады. Дуальді оқыту бағдарламасы іске қосылған жылдар ішінде бірқатар оң нәтижелерге қол жеткізілді. Көптеген өңірлерде жас мамандарды жұмысқа қабылдау жағдайы сапалы түрде өзгерді.

Қазір өзара іс-қимыл тетігіне бірнеше тараптар-өңірлік кәсіпкерлер палаталары, кәсіпорындар мен білім беру мекемелері қатысады. Тараптар бастапқыда өзара іс-қимыл туралы меморандумдар жасасады. Басты міндет-еңбек қатынастарының ашықтығын қамтамасыз ету, өйткені бизнес-қоғамдастықтар білім алушылармен еңбек шарттарын жасасатын болады және олардың практикада өткізетін барлық уақыты, ал бұл екі-үш жыл, оларға еңбек өтілі ретінде есептеледі.

Соңғы жылдары Қазақстанның түрлі өңірлерінде қажетті тәжірибе жинақталып, бизнес-ортада мемлекет пен оның әріптестері тарапынан бірлескен шешімді талап ететін дуальді оқытудың басты және екінші кезектегі міндеттері айқындалды [1,2].

ҚР Үкіметі мен Дүниежүзілік банктің қолдауымен аға ғылыми қызметкерлер топтары үшін «Өнімді инновацияларды ынталандыру» гранттық жобасын іске асыру шеңберінде ұйымдастырылған Торайғыров университетінің «ЭкостройНИИ-ПВ» ЖШС-мен серіктестік қызметі де ерекшелік емес.

№APP-SSG-17/0290f «Құрылыс материалдары өндірісінде Павлодар облысының жылу энергетикасы және металлургия кәсіпорындарының қатты техногендік қалдықтарын пайдаланудың инновациялық технологиялары» Ғылыми-инновациялық жобасы іске асыру үшін жоспарланған және 2017-2020 жылдар аралығында табысты іске асырылған. Жобаға университет ғалымдары «Құрылыс», «Жаңа құрылыс материалдары», «Металлургия», «Тіршілік қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау», «Экология» және т.б. қызметтің бірнеше басым бағыттары бойынша қатысты.



Сурет 1 – Жоба шеңберінде бірінші өнімді шығару

Студенттер жобаға қалай тартылды және серіктестік келісімнің барлық өкілдері үшін инновациялық жоба не берді?

Жобаны іске асыруға қатысқан білім алушылардың санаты – бұл:

1 Торайғыров университетінің колледж студенттері;

2 күндізгі оқу нысанындағы университеттің техникалық мамандықтар студенттері;

3 бейіндік бағыттағы магистранттар;

4 ғылыми-педагогикалық бағыттағы магистранттар;

5 жақын шетел жоғары оқу орындарының ғылым кандидаттары дәрежесін ізденушілер;

6 алыс шетел университеттерінің PhD дәрежесін ізденушілер.

Ынтымақтастық туралы, ТқУ кафедраларының филиалын құру туралы шарттар жасасып, шарт талаптарына практикалық және зертханалық сабақтарды өткізу, кәсіби практикалар мен ғылыми-зерттеу тағылымдамаларын өткізу туралы тармақты енгізе отырып, «ЭкостройНИИ-ПВ» ЖШС базасында колледж білім алушылары, университет студенттері мен магистранттары өткен теориялық материал бойынша өндірісте тәжірибеден өту мүмкіндігіне ие болады. Білім алушылар ЖШС жетекші мамандары жүргізетін зертханалық, тәжірибелік-өнеркәсіптік және заттай сынақтарды өткізуге Торайғыров университетінде дуалды оқыту элементтерін енгізу, атап айтқанда, университеттің білім алушылары мен ПОҚ-ның аудиториялық сабақтар, кәсіби практикалар және «ЭкостройНИИ-ПВ» ЖШС жанындағы университет кафедраларының филиалдарында ғылыми-зерттеу тағылымдамалар түрінде гранттық жобаны іске асыруға қатысуы жаңа өнеркәсіптік автоматтандырылған жабдықта жұмыс тәжірибесін алуға, шикізатпен және материалдармен «тірі» жұмыс істеуге, сертификатталған жабдықта зерттеулер мен эксперименттер жүргізуге, қазақстандық ғылым үшін маңызды ғылыми жұмыстардың нәтижелерін алуға мүмкіндік берді.

Жобаны іске асыру және университеттің Торайғыров кафедралары филиалдарының жұмыс істеу кезеңінде «ЭкостройНИИ-ПВ» ЖШС базасында келесі маңызды нәтижелер алынды:

- Чехияның PhD докторантурасына «Кәсіптік оқыту және қоршаған ортаны қорғау» кафедрасының магистрі, «ЭкостройНИИ-ПВ» ЖШС қызметкері К. К. Алибекованың өзінің ғылыми тақырыбымен және грантты іске асыру кезеңінде жүргізілген сынақ нәтижелерімен түсуі;

- Торайғыров университетінің докторантурасына «ЭкостройНИИ-ПВ» ЖШС зерттеушісі, «Кәсіптік оқыту және қоршаған ортаны қорғау» кафедрасының аға оқытушысы Д. К. Маусымбаеваның түсуі;

- Новосибирск мемлекеттік техникалық университетінің (Новосибирск қ., РФ) аспирантурасын «ЭкостройНИИ-ПВ» ЖШС инженер-технологы, «Кәсіптік оқыту және қоршаған ортаны қорғау» кафедрасының аға оқытушысы Тлеулесова А. К. ЖШС қызметінің бағыты бойынша аяқтады;

- «ЭкостройНИИ-ПВ» ЖШС екі аға ғылыми қызметкері, кафедраның қауымдастырылған профессорлары А. К. Алдунгарова мен П. О. Быковтың ғылыми-зерттеу қызметінің қорытындысы бойынша «ҚР БҒМ ЖОО үздік оқытушысы» атағын алуы;

- ЖШС аға ғылыми қызметкері, қауымдастырылған профессор А. К. Алдунгарова Сорбонна университетінде (Париж, Франция) жобаны іске асыру туралы баяндама жасады.;

- қазақстандық жақын және алыс шетелдердің жинақтары мен журналдарында 30-дан астам ғылыми-зерттеу мақалаларын жариялау;

- С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университетінің магистранттарын дуалды оқыту технологиясы бойынша оқыту – 50-ден астам білім алушы;

- ПМУ-мен 07.09.2017 ж. №335 келісім-шарт аясында. С.Торайғырова кәсіптік тәжірибені өткізуге келесі мамандықтар бойынша студенттер тартылды: Өмір қауіпсіздігі және қоршаған ортаны қорғау, Кәсіптік оқыту, Стандарттау, Метрология және сертификаттау, Машина жасау, Технологиялық машиналар мен жабдықтар, Металлургия, Құрылыс, Құрылыс материалдарын, бұйымдары мен конструкцияларын өндіру – барлығы 100-ден астам адам.

Торайғыров университетінің Инженерия факультетінің оқу-өндірістік процесі шеңберінде практикаға бағдарланудың тағы бір мысалын келтіруге болады-оп бв07114 «Мұнайгаз инженериясы» және ОП бВ07204 «Мұнайгаз ісі» бакалаврларын дуалды оқытуды ұйымдастыру, ынтымақтастық туралы меморандум жасалған, кәсіпорында кафедраның филиалы ашылған «Павлодар мұнайхимия зауыты» ЖШС.

Білім алушыларды дуалды оқытуға іріктеу 2 курстан кейін екі кезеңнен тұрады. Бірінші кезеңде комиссия «Механика және мұнайгаз ісі» кафедрасының жетекші ПОҚ саны құрылады, ол теориялық құрамды білуге үміткерлермен тестілеу және әңгімелесу өткізеді. Іріктеу қорытындысы бойынша 1 кезеңнен өткен және жоғары балл алған білім алушылар тобы кәсіпорын базасында іріктеудің 2-ші кезеңіне жіберіледі, онда қондырғылар бастықтарымен және оқу орталығымен мынадай өлшемшарттар бойынша әңгімелесуден

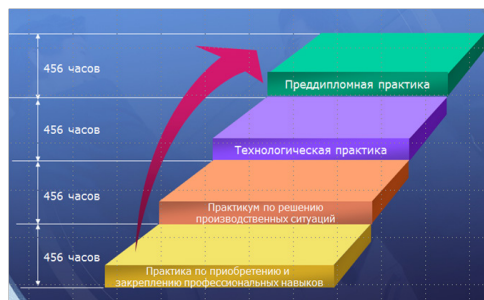
өтеді: күйзеліске төзімділік, тіл тапқыштық, командада жұмыс істей білу, өндірістік ортаға сезімталдық және т.б.

Іріктеудің 2 кезеңінен өткен білім алушылар 3 курстан бастап 2 оқу жылында дуалды оқыту жүйесіне көшеді. ЖШС тарапынан тәлімгерлер ретінде жұмысшы мамандығын игеруге көмек көрсету мақсатында дуалды оқыту нысаны бойынша білім алушыларға 34 жоғары білікті маман бекітілді.



Сурет 2 – «Павлодар мұнайхимия зауыты» ЖШС-те дуалды оқыту шеңберінде кіріспе таныстыру дәрісі»

Дуалды оқыту түрі бойынша оқыту аптасына 2 Күн, 4 кезеңде өткізіледі және өтпелі болып табылатын жеке кәсіптік практика түрінде бөлінеді.



Сурет 3 – «Павлодар мұнай-химия зауыты» ЖШС-те дуалды оқыту шеңберінде оқыту кезеңдері»

Білім алушылар үшін мотивация қарастырылған-ай сайын 25000 теңге мөлшерінде ақы төлеу, арнайы киіммен, қорғау құралдарымен және тамақпен қамтамасыз ету, тасымалдау. Оқыту қорытындысы бойынша үздік білім алушылардың 80%-ты одан әрі жұмысқа орналасу үшін кәсіпорында қалдырылады.

Білім алушылармен қатар кафедраның жетекші ПОҚ ЖШС біліктілікті арттырудан өтеді, оның қорытындылары одан әрі оқу процесінде қолданылады.

Жоғарыда көрсетілген барлық нәтижелерді инженерия факультетінің білім беру бағдарламалары бойынша оқыту сапасына айтарлықтай әсер еткен білім алушылардың практикаға бағдарлануын енгізудің оң аспектілерінің мысалы ретінде, жоғары білікті мамандар шығару пайызын және түлектерді жұмысқа орналастыру пайызын ұлғайтуға, ПОҚ біліктілігін арттыруға болады.

Қорытындылай келе, іске асырудың күрделілігіне, жекелеген білім беру ұйымдары мен көптеген кәсіпорындардың дайын болмауына қарамастан, дуалды оқыту жүйесін іске асыру жоғары технологиялық өндіріс үшін жоғары білікті жұмысшы кадрлар мен мамандарды даярлау мен қайта даярлаудың сапалы жаңа деңгейіне көшуге ықпал ететінін атап өткен жөн; білім беру мекемелері түлектерінің бәсекеге қабілеттілігі мен еңбек нарығында қажеттілігін қамтамасыз ететін жалпы және кәсіби құзыреттерін қалыптастыру; кәсіптік білім беру саласындағы әлеуметтік әріптестіктің тиімді жүйесін дамыту, бұл өз кезегінде Кез-келген салада нақты инженер өз бетінше, белсенді және шығармашылықпен әрекет етуі керек. Бұл үшін қажетті қасиеттер университеттегі оқыту мен тәрбиенің нәтижесі ғана емес, сонымен қатар кәсіби қызмет барысында мәселелерді шешудің жинақталған практикалық дағдыларының нәтижесі болып табылады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 <https://atameken.kz/ru/news/28083-o-vnedrenii-dual-nogo-obucheniya-v-kazahstane>
- 2 <https://www.polpred.com/?ns=1&cnt=69&sector=18&sortby=d ate&page=108>

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ И ДЕФОРМАТИВНОСТИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ АРМАТУРЫ

АЛИЕВ Р. З.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

МЕНЕЙЛЮК О. И.

профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Для проведения опытов было три типа соединения. Первый тип – это механические соединения с конусной резьбой. Нарезка резьбы на концах арматурных стержней изготавливалась с помощью резьбонарезных машин на строительной площадке. Муфтовое соединение с конусной резьбой изображено на рис.4, а геометрические габариты соединительных муфт с конусной резьбой приведены в табл.1. Второй тип – это механические соединения с нарезанной цилиндрической резьбой. Цилиндрическую резьбу делали в три этапа:

1 Стержень нужно было отрезать под прямым углом (рис. 1);



Рисунок 1 – Торцовка стержня арматуры

2 Методом холодной высадки происходило увеличение диаметра конца стержня, на котором в дальнейшем была нарезана резьба (рис. 2);

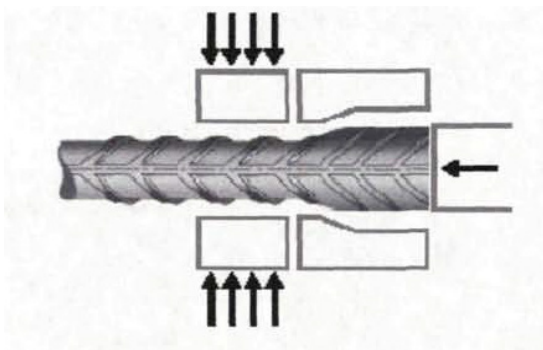


Рисунок 2 – Обжатие конца стержня арматуры

3 После этого на конце арматурного стержня нарезалась резьба (рис. 3).



Рисунок 3 – Нарезка резьбы на стержень арматуры

За счет увеличения диаметра конца стержня методом холодной высадки, ослабления сечения стержня после нарезки резьбы не происходит. Муфтовое соединение с цилиндрической нарезанной резьбой изображено на рис.5, а геометрические габариты муфт приведены в табл.2. Муфтовые соединения третьего типа представляли собой механические соединения арматурных стержней с накатанной цилиндрической резьбой. Отличие между вторым типом в том, что при накатке резьбы нет необходимости увеличивать диаметр стержня методом высадки головки, т.к. при данном методе нарезки накатные ролики обжимают стержень, затем происходит упрочнение стержня. Муфтовое соединение с накатанной цилиндрической резьбой изображено на рис.6, а геометрические габариты муфт приведены в табл.3. Все муфты затягивались динамометрическими и трубными ключами.

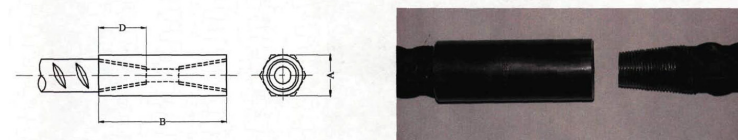


Рисунок 4 – Муфта с конусной резьбой

Таблица 1 – Геометрические габариты муфт резьбовых соединений с конусной резьбой арматуры класса А500С

Диаметр стержня, мм	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40
Наружный диаметр муфты А, мм	17	22	22	27	27	33	33	37	42	46	55
Длина муфты В, мм	49	55	61	71	88	91	96	101	107	121	138
О, мм	18	21	24	29	36	38	41	43	46	53	58
Вес муфты, кг	0.06	0.13	0.13	0.24	0.27	0.40	0.36	0.46	0.61	0.78	1.13

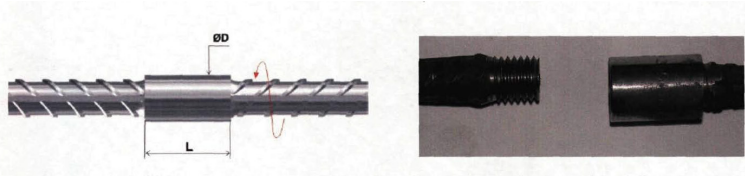


Рисунок 5 – Муфта с цилиндрической нарезанной резьбой

Таблица 2 – Геометрические габариты муфт резьбовых соединений с цилиндрической нарезанной арматуры класса А500С

Номинальный диаметр стержней $d_s$ , мм	Длина муфты $L_{-1,0}^{+0,0}$ , мм	Наружный диаметр муфты ØD, мм		Параметры резьбы		Масса муфты, кг
		min	max	Диаметр, мм	Шаг, мм	
12	28	19,6	21,0	14	2,0	0,05
14	32	21,7	24,5	16	2,0	
16	40	24,6	30,5	20	2,5	0,07
18	44	31,7	36,5	22	2,5	
20	48	31,6	34,3	24	3,0	0,15
22	54	33,6	40,5	27	3,0	0,29
25	60	39,5	42,5	30	3,5	0,29
28	66	43,6	49,0	33	3,5	0,41
32	72	49,6	53,0	36	4,0	0,63
36	84	54,6	61,0	42	4,5	0,86
40	90	62,6	68,0	45	4,5	1,20

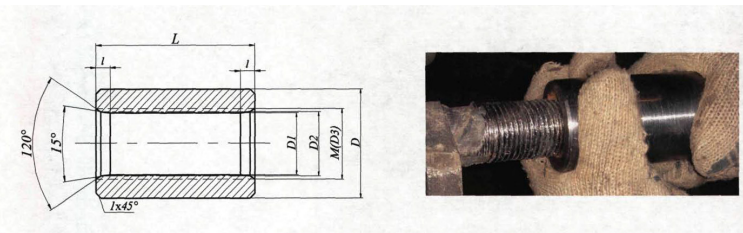


Рисунок 6 – Муфта с цилиндрической накатанной резьбой

Таблица 3 – Геометрические габариты муфт резьбовых соединений с цилиндрической накатанной арматуры класса А500С

Диаметр стержня, мм	Параметры резьбы M (D <sub>3</sub> ), мм	Внутренний диаметр резьбы D <sub>1</sub> , мм	Средний диаметр резьбы D <sub>2</sub> , мм	Наружный диаметр муфты D, мм	l, мм	Длина муфты L, мм
Ø20	M21*2,5	18,30 <sub>0</sub> <sup>+0,1</sup>	19,376 <sub>0</sub> <sup>+0,24</sup>	33,0 <sub>0</sub> <sup>+0,5</sup>	7,5	54±0,5
Ø22	M23*2,5	20,30 <sub>0</sub> <sup>+0,1</sup>	21,376 <sub>0</sub> <sup>+0,24</sup>	37,0 <sub>0</sub> <sup>+0,5</sup>	7,5	58±0,5
Ø25	M26*3,0	22,75 <sub>0</sub> <sup>+0,1</sup>	24,052 <sub>0</sub> <sup>+0,27</sup>	42,0 <sub>0</sub> <sup>+0,5</sup>	9,0	67±0,5
Ø28	M29*3,0	25,75 <sub>0</sub> <sup>+0,1</sup>	27,052 <sub>0</sub> <sup>+0,27</sup>	47,0 <sub>0</sub> <sup>+0,5</sup>	9,0	74±0,5
Ø32	M33*3,0	29,75 <sub>0</sub> <sup>+0,1</sup>	31,052 <sub>0</sub> <sup>+0,27</sup>	53,0 <sub>0</sub> <sup>+0,5</sup>	9,0	83±0,5
Ø36	M37*3,0	33,75 <sub>0</sub> <sup>+0,1</sup>	35,052 <sub>0</sub> <sup>+0,28</sup>	60,0 <sub>0</sub> <sup>+0,5</sup>	9,0	92±0,5
Ø40	M41*3,0	37,75 <sub>0</sub> <sup>+0,1</sup>	39,052 <sub>0</sub> <sup>+0,28</sup>	66,0 <sub>0</sub> <sup>+0,5</sup>	9,0	100±0,5

Испытания на растяжение были произведены согласно ГОСТ 12004-81 со следующими изменениями:

- деформативность соединений  $\Delta$ ;
- предел текучести  $\sigma_T$  – определялся исключительно физический предел текучести по стрелке силоизмерителя испытательной машины.

База измерения деформаций  $l$  при тестировании образцов была равна длине соединительной муфты плюс расстояние равное не менее одного диаметра и не более трех диаметров, отложенных с обеих сторон муфты (рис. 7).

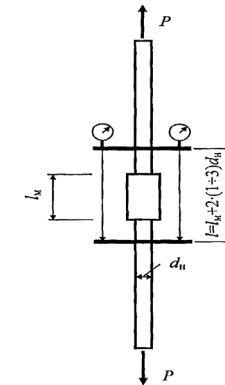


Рисунок 7 – Схема испытаний образца механического соединения на растяжение

Тестировались образцы длиной 500-600 мм, шаг разметки 10 мм. Проверка образцов механических соединений проводили в лабораторных условиях поэтапным нагружением вплоть до разрыва на испытательной машине Р-100 и «Шенк» (рис. 8). Впоследствии смыкания захватов разрывной испытательной машины показания измерительных устройств устанавливались на нуле. Проверки начинались без какого-нибудь подготовительного нагружения опытного образца.

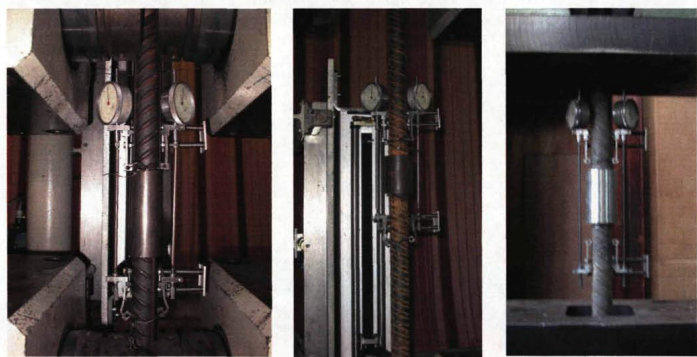


Рисунок 8 – Испытание образцов резьбовых соединений арматуры

В процессе выполнения данной работы был испытан на растяжение 81 образец соединений с конусной резьбой арматуры класса А500С диаметром 12, 25, 32 и 40 мм, кроме этого для сравнения результатов испытаний испытывались целые стержни. В процессе испытаний по показаниям индикаторов фиксировалась деформативность соединений. Деформативность соединения оценивалась по зависимости деформаций сдвига арматуры в муфте от уровня растягивающих напряжений.

Экспериментальные исследования механических соединений арматуры класса А500С с различным способом нарезки резьбы показали их достаточную прочность. Прочность всех типов резьбовых соединений арматуры класса А500С была не меньше 600 Н/мм. Деформативность соединений с конусной резьбой в среднем составила 0,023 мм, соединений с нарезанной цилиндрической резьбой 0,069 мм, соединений с накатанной резьбой 0,03 мм. Пластичность соединяемых стержней после разрушения соединений во всех случаях превышала 2%.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 ГОСТ 12004. Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение. – М.: Изд-во стандартов, 1996. – 17 с.
- 2 ГОСТ 8734. Трубы стальные, бесшовные холоднодеформированные. Сортамент. – 17 с.
- 3 Дьячков В. В. Прочность и деформативность резьбовых механических соединений арматуры / Бетон и железобетон. - 2006. - № 1. - С.11-14.
- 4 Дьячков В. В. Прочность и деформативность резьбовых механических соединений арматуры // Научные труды / ОАО ЦНИИС. - М., 2005. - Вып.228: - Молодые ученые в транспортной науке. - С. 78-86.

## ВОПРОСЫ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕЕЗДОВ НА ДОРОГАХ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЗНАЧЕНИЯ

АМАНЖОЛОВ А. Т.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

МАХАНОВ С. Н.

преподаватель, Торайгыров университет, г. Павлодар

САКАНОВ К. Т.

научный руководитель, Торайгыров университет, г. Павлодар

Введение. Безопасность движения на автомобильных дорогах важнейший показатель транспортно-эксплуатационной характеристики, что требует создания личной ответственности каждого работника за строго определенную область профессиональной деятельности с целью обеспечения себя. Анализ аварий и происшествий на дорогах показывает многочисленные ошибки и упущения со стороны различных категорий специалистов, что является показателем их некачественной профессиональной подготовки. Железнодорожный переезд-пересечение на одном уровне дороги с железнодорожными путями, оборудованное устройствами, обеспечивающими безопасные условия для проезда подвижного состава и транспортных средств.

Основная часть. Железнодорожный переезд представляет собой неотъемлемую часть железнодорожного пути, в содержании и устройстве которого есть определенные нюансы. Данные переезды устанавливаются, в основном, на прямых участках. Расположение железнодорожных переездов предназначено для пересечения автодороги, которые пересекаются с автодорогой под прямым



углом, допуск угла пересечения  $60^\circ$  к автодорогам с каждой стороны располагаются на горизонтальной площадке.

С учетом местоположения, наличия сигнальных устройств, а также интенсивности железнодорожного и автомобильного движения железнодорожные переезды делятся по трем критериям:

1 Железнодорожные переезды делятся по своему расположению:

- общего пользования – на пересечениях железнодорожных линий общего пользования с автомобильными дорогами общего пользования, городскими магистралями и улицами;

- не общего пользования-на пересечениях железнодорожных путей с автомобильными дорогами отдельных предприятий или организаций (независимо от формы собственности). Строительство, оборудование, техническое обслуживание и содержание перекрестков общего пользования осуществляется за счет средств предприятий, организаций или органов дорожного хозяйства и организаций, обслуживающих автомобильные дороги, использующие эти перекрестки;

2 В зависимости от наличия устройств сигнализации и технического обслуживания дежурными работниками подразделяются следующие категории:

- регулируемые железнодорожные переезды – железнодорожные переезды, оборудованные сигнальными устройствами для оповещения водителей транспортных средств о доступе к железнодорожному переезду поезда или управляемые сотрудником, а также другим персоналом владельца инфраструктуры или владельца железнодорожных линий необщего пользования, которые отвечают за регулирование движения поездов и транспортных средств на железнодорожном переезде;

- нерегулируемые железнодорожные переезды – переезды, не оборудованные переездными сигнальными устройствами и не эксплуатируемые персоналом и иными работниками владельца инфраструктуры или владельца железнодорожных линий необщего пользования, осуществляющими регулирование движения поездов и транспортных средств на железнодорожном переезде.

На территории Республики Казахстан действует около 2 тысяч железнодорожных переездов, около половины которых оборудованы только дорожными знаками и дорожными указателями.

К железнодорожным переездам Павлодарской области относятся расположенные на выезде в: Успенку, Щербакты, Жетекшы, Аксу и Павлодар. Анализ характеристик данных переездов приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Анализ характеристик данных переездов Павлодарской области

Железнодорожный переезд	Интенсивность движения ТС, авт/сутки	Нормальное положение шпал баумов	Тип переезда		Максимальная установленная скорость движения поездов	Уровень
			Регулируемый / Нерегулируемый	Общего пользования / Не общего пользования		
Успенка	IV	Откр.	Рег.	Общ.	70/60	На одном уровне
Щербакты	IV	Откр.	Рег.	Общ.	70/60	На одном уровне
Жетекшы	IV	Откр.	Рег.	Общ.	70/60	На одном уровне
Аксу	IV	Откр.	Не рег.	Общ.	80/70/60	На одном уровне
Павлодар 1	IV	Откр.	Рег.	Общ.	40	На одном уровне
Павлодар 2	IV	Откр.	Рег.	Общ.	40	На одном уровне

Вопросы, связанные с проблемой рационального проектирования автомобильных и железнодорожных узлов, нашли отражение как в отечественной, так и в зарубежной литературе, а также в нормативных документах всех промышленно развитых стран.

В развитых странах мира научные исследования в этой области имеют особый приоритет, поскольку являются элементом стратегии обеспечения общественной безопасности в регионе.

Обзор исследований по этому вопросу показал, что во многих случаях переход к перекрестку на разных уровнях экономически оправдан. Строительство путепроводов (тоннелей), наряду с экономией эксплуатационных транспортных расходов, позволяет значительно улучшить качество дорожного движения.

Количество факторов, влияющих на безопасное движение на перекрестках автомобильных дорог и железнодорожных узлов, велико, и их влияние многомерно. Детальный анализ данных многолетних исследований аварий позволяет условно выделить следующие основные факторы, определяющие ДБ на них: интенсивность движения транспортных средств; условия видимости; наличие элементов движущейся техники; человеческий фактор; состояние дорожного полотна.

В результате в период с 2015 по 2020 год произошло 59 ДТП с гибелью людей, 135 ДТП, в которых люди получили травмы и увечья, 211 ДТП с материальным ущербом, в которых здоровье людей не пострадало. Всего за исследуемый период погибло 78 человек и было

ранено 206. Анализ аварийности показал, что наибольшее количество аварий на перекрестках произошло в 2020 году (47 аварий) и в 2019 году (45 аварий). Наименьшее количество аварий произошло в 2015, 2016 и 2017 годах (по 26 аварий). Резкий рост аварийности в 2019 году можно объяснить большим количеством нарушений ПДД водителями АТС, в частности, правил пересечения железнодорожных переездов.

Качественный анализ аварий во многом является субъективным мнением автора, на основе которого обобщаются основные результаты и выводы. Основной причиной аварий (98% всех аварий) является недисциплинированность и невнимательность водителей пультов управления при движении по этим особо опасным участкам дороги. Остальные 2 % распределяются следующим образом: техническая неисправность транспортных средств, связанная с отказом тормозной системы – 1 %; техническая неисправность транспортного средства, связанная с внезапной остановкой транспортного средства на железной дороге и невозможностью запуска двигателя – 1 %. Даже при грамотных действиях водителей не всегда удается остановить ПСР, чтобы избежать столкновения, а водителям, в свою очередь, не всегда хватает времени, чтобы убрать автомобиль с железнодорожного полотна на перекрестке. Однако за исследуемый период было зарегистрировано 12 случаев, когда при экстренном торможении ПСР удалось избежать столкновения.

Высокая концентрация аварий на железнодорожных переездах, оборудованных стыками, стыками и шлагбаумами, вызвана перемещением достаточно высокой интенсивности движения транспортного средства и железнодорожных составов, отсутствием определения нарушений и халатности со стороны водителей транспортного средства, недоверием водителей транспортного средства к системам сигнализации, несоблюдением нормативных требований безопасности движения. Существуют также сопутствующие факторы, такие как: состояние лиц, управляющих транспортным средством, погодные условия, состояние ПФ, видимость транспортного средства, геометрические параметры ПФ и т.д. Анализ аварийности показал, что 51 ДТП было совершено в состоянии алкогольного опьянения, что является отягчающим обстоятельством и, возможно, в некоторых случаях причиной столкновения. График, показывающий процент водителей АТС, находившихся в состоянии алкогольного опьянения.

На внимание водителей и видимость ситуации на дороге во многом влияют погодные условия. Установлено, что в ясную погоду произошел 271 несчастный случай, 73 несчастных случая произошли в

пасмурную погоду, 61 несчастный случай произошел во время осадков. Таким образом, можно сделать вывод, что в плохих погодных условиях водители ведут себя более осторожно, более осмотрительно, чем в ясную погоду, когда преобладает халатность со стороны водителей.

Результаты показали, что на сухой поверхности произошло 197 аварий, на мокрой – 110, а на снежной – 98. Таким образом, водители ведут себя более осторожно на поверхностях с более низким коэффициентом сцепления и более расслабленно на сухих поверхностях.

Короче говоря, можно сказать, что следствием любой аварии на перекрестке дорог является нарушение правил дорожного движения водителями. Наиболее важным является улучшение условий движения на железной дороге без дежурного офицера, оснащенного АСС для водителей пульта управления, на долю которых приходится наибольшее количество аварий (70% для автомобильного и железнодорожного транспорта). Нарушения ПДД водителями связаны с тем, что во многих случаях они безнаказанно нарушают установленные ПДД и имеют возможность обойти полубарьер (на перекрестках с АСС и шлагбаумом). Это провоцирует водителей на нарушения чрезмерного времени ожидания на железнодорожном пути. Время закрытия ЖДП на данный момент не является фактической скоростью ПСИД из-за того, что устройство АСС рассчитано на максимальную скорость поезда (140 км/ч) и минимальную скорость АТС (8 км/ч). Это приводит к большой задержке работы коммутатора на железнодорожном вокзале, особенно в местах, где поезда ходят со средней скоростью не более 60 км/ч.

Следовательно, недисциплинированность водителей можно объяснить чрезмерным простом пульта управления на железнодорожном вокзале из-за недостаточной эффективности в работе перекрестковых сигнальных и шлагбаумных средств. Треугольники боковой видимости часто не соответствуют нормативным документам. В непосредственной близости от перекрестков часто встречаются лесные насаждения, пересечение столбов, на прозрачность Треугольника боковой видимости влияют геометрические характеристики ИФ и железнодорожных путей, инженерных сооружений, а также погодные условия, время суток, видимость с транспортного средства.

Топографический анализ аварий показывает очаги районов, где происходят аварии. Был проведен топографический анализ, имеющийся базы данных. Анализ показал, что аварии были

совершены во всех регионах Республики Казахстан, выявлено 213 аварийных очагов, где за 5 лет было совершено 405 аварий.

Столкновение легковых автомобилей с поездом в Павлодарской области – 18. Так, 14 января 2018 года на подъездной дороге ТОО «Богатырь транс» в Павлодарской области 14 вагонов грузового поезда столкнулись с другим поездом.

Резкое увеличение объема автомобильного движения в железнодорожной зоне превышает темпы развития инфраструктуры перекрестка, что вызывает постоянное усложнение условий дорожного движения, увеличение потерь из-за задержек движения (дополнительный расход топлива и ресурсов, вредное воздействие на окружающую среду) и перегруженность путей сообщения. В таких условиях все чаще приходится предусматривать движение транспортных средств высокой интенсивности, при котором скорость каждого транспортного средства зависит от поведения его соседей, а вероятность заторов и аварий, в том числе «цепных», возрастает.

Выводы. Подводя итог вышеизложенного можно сделать вывод что, борьба за снижение эксплуатационных расходов на перекрестках, как в нашей стране, так и за рубежом развивается по двум основным направлениям:

- ликвидация железнодорожных переездов (замена существующих перекрестков транспортными узлами разного уровня или закрытие развязок);
- улучшение условий движения на их местах путем разработки элементов обустройства перекрестков, технических средств, методов и технологий их организации и проведения.

Общая замена развязок на одном уровне развязками на разных уровнях затруднена необходимостью привлечения крупных капитальных вложений и значительными сроками реализации таких мер.

В настоящее время в Казахстане более 90% всех пересечений железнодорожных путей проходят на одном уровне, поэтому проблемы, связанные с их использованием, остаются актуальными.

Значительную часть потерь в ДД на железной дороге и подходах к ним составляют именно экономические потери, связанные с недостаточной оптимальностью и эффективностью организации и управления ДД. С развитием вычислительной техники и программного обеспечения появляется возможность принимать практические решения на основе более точных моделей и т. д., что дает возможность учитывать специфику исследуемого процесса и

достоверно определять параметры режимов движения, что повышает эффективность решений, направленных на повышение ОДД.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Амелин С.В., Андреев Г.Е. Устройство и эксплуатация пути. – М.: Транспорт, 2016. – 238 с.
- 2 Кажымурат К. Предпосылки создания корпоративных структур в транспортной отрасли Казахстана / К. Кажымурат, С. Нурахметов // Саясат. 2019. № 5. С.5-7.
- 3 Кегенбеков Ж.К. Анализ современного состояния железнодорожной сети Казахстана//Вестник ВГАВТ.2019, № 60. С. 8–9.
- 4 Системы железнодорожной автоматики и телемеханики / Ю.А. Кравцов, В.Л. Нестеров, Г.Ф. Лекута и др./ – М. – Транспорт, 2016. – 400 с.
- 5 Шахунянц Г.М. Железнодорожный путь. – М. Транспорт. 2017. – 479 с.

### СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МЕХАНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ШТУКАТУРНЫХ РАБОТ

АМЕРГАЛИЕВА А. Е.

преподаватель специальных дисциплин,  
Павлодарский монтажный колледж, г.Павлодар

Актуальность темы доклада заключается в том что, на сегодняшний день современные технологии практически полностью искореняют традиционные, доказывая свое преимущество во всех отраслях строительного сегмента. Черновая отделка помещений различной целевой категории (частные, промышленные, коммунально-бытовые, коммерческие и т.д.) заключается в ряде мероприятий, одним из них является штукатурка стен. Штукатурные работы машинным способом – не новая технология, однако в последнее время она получила широкое распространение и все больше набирает популярность среди потребителей и самих подрядчиков.

Целью доклада является то, что механизированная штукатурка стен – это высокое качество штукатурных работ при существенной экономии времени и средств заказчика. Основное отличие этого метода – использование высокопроизводительных станций для нанесения раствора.

Для выполнения работ применяется современное немецкое оборудование, специальные смеси, такие как Kreisel, Knauf, Волма и т.п. Использование штукатурных станций позволяет добиться безупречного качества работ, повысить производительность и оптимизировать трудозатраты. Бригада из четырех человек за рабочую смену оштукатуривает до 100 м<sup>2</sup>. На выходе получается действительно гладкая поверхность потолков и стен, которая является идеально ровной. При работе внутри помещения единственным условием является соблюдение температурного режима: температура должна быть не ниже пяти градусов тепла и отсутствие сквозняков.

Штукатурные работы могут выполняться вручную, полумеханизированным и механизированным способами. Для этих целей применяют различный ручной и механизированный инструмент, а также всевозможные механизмы и агрегаты [1].

Механизированное, т. е. машинное нанесение штукатурки, позволяет в короткие сроки равномерно покрыть всю поверхность штукатурным составом, а в дальнейшем, если требуется, сформировать фактуру поверхности с помощью различных ручных инструментов – узорчатых валиков, шпателей, губок и др. Такая обработка поверхностей позволяет скрыть мелкие неровности стен и придать им эстетичный и привлекательный и оригинальный внешний вид.

Механизированная штукатурка – это универсальный современный подход при выполнении штукатурных работ, позволяющий обрабатывать различные виды поверхностей, а именно: стены и потолок помещений, дверные или оконные откосы, декоративные арки, внешние стены фасадов зданий и многое другое.

Машинная штукатурная обработка – это универсальный способ получить качественную равномерную поверхность за относительно короткие сроки.

Механизированные технологии при выполнении штукатурки сегодня постепенно вытесняют ручное нанесение растворов. Обусловлено это несколькими весомыми преимуществами этих работ, среди которых следует выделить главные.

1) Высокая производительность. Доказано, что производительность механизированного оштукатуривания стен, как минимум, в 2 раза выше ручного способа и в 1,5 раза выше полумеханизированного [1].

2) Качество нанесения. Штукатурные «аппараты» наносят раствор намного равномернее и качественнее обычного набрасывания ковшом или мастерком. Изначально поверхность получается практически ровной и требует в отдельных случаях только

небольшой корректировки, которую также можно осуществить автоматизированными системами.

3) Образование более прочного сцепления раствора с основанием. Энергия удара раствора о поверхность механическим способом существенно выше, а это, в свою очередь, повышает адгезию раствора к поверхности.

4) Относительно небольшие затраты при высокой производительности труда. Наносить смесь с использованием механического оборудования может одновременно несколько человек. Чтобы добиться такой производительности вручную – нужно увеличить штат работников в несколько раз, что сильно повлияет на финансовые затраты оплаты труда.

5) Снижение расходов штукатурки, поскольку штукатурку можно наносить более тонким слоем, там, где это позволяет поверхность.

6) Относительно невысокая стоимость штукатурок, поскольку требования к штукатурным растворам для механического оборудования унифицированы.

7) Отсутствие шпатлевания. В результате механического оштукатуривания поверхностей часто отпадает такая необходимость.

Применение механизированного способа повышает качество и увеличивает производительность работ, однако имеет и свои некоторые особенности [3].

1) Высокая стоимость оборудования (однако при постоянном использовании оборудования оно довольно быстро окупается).

2) Высокая производительность устройства требует постоянной подачи воды и смесей. Поэтому желательно иметь доступ к водопроводной системе.

3) Необходимо строгое соблюдение рекомендаций по приготовлению штукатурных смесей.

В настоящее время при значительной площади помещений (более 5 м<sup>2</sup>) всё более часто применяют полумеханизированное и механизированное оштукатуривание стен. Для этих целей используют штукатурные станции, специальные затирочные машины, штукатурно-шпатлевочные агрегаты и другие современные механизмы [1].

Механизированная технология применения сухих строительных смесей – это отдельная высококвалифицированная отрасль в области строительных отделочных работ. Ее эффективность определяется применением специальных смесей, предназначенных для механизированного способа нанесения и специального оборудования, рассчитанного на их использование. При этом

различного рода «эксперименты» с неспециализированными смесями не могут гарантировать обещанными разработчиками эффективности и качества выполнения работ [4].

На сегодняшний день существует целый ряд европейских производителей современного оборудования для механизированных технологий применения сухих строительных смесей. Лидером в производстве растворосмесительного оборудования и насосов непрерывного действия, а также систем транспортировки строительных материалов является немецкая фирма М-тес. Растворосмесительные насосы Duo-mix превосходят по качеству, эффективности и другим параметрам многие модели других марок.

Система двойного смешивания применяемая в Duo-mix позволяет в 2–3 раза увеличить срок службы расходных частей агрегата, что соответствует дополнительной экономии по сравнению с любыми другими марками и моделями аналогичного оборудования [4].

На строительном рынке известна и хорошо себя зарекомендовала компактная модель растворосмесительного насоса, которая представлена моделью Monomix. В агрегате этого типа отсутствует принудительная загрузка сухой смеси в смеситель смесь попадает самозасыпом. Это может приводить к некоторым затруднениям в процессе эксплуатации, что требует от обслуживающего персонала определенного опыта и навыка работы с этим высокопроизводительным оборудованием. В целом установки марки М-тес характеризуются высокой степенью надежности и длительным сроком безаварийной эксплуатации.

Рыночные стоимости агрегатов марки М-тес находятся ниже стоимости конкурентов, таких, например, как PFT, Putzmaster, Putzknecht, Turbosol, Kraftman [4].

Марки штукатурных агрегатов, такие, как Putzmaster, Putzknecht, Turbosol в настоящее время представляют уже достаточно устаревшие модификации своего оборудования. Основной проблемой этих марок является практически полное отсутствие сервиса и расходных запасных частей на территории РК.

Другой современной моделью на строительном рынке является штукатурная машина PFT G5 Super. Машина является высокопроизводительным, универсальным, малогабаритным агрегатом, имеющим модульную конструкцию, непрерывно работающим с сухими строительными смесями, специально предназначенными для машинного нанесения.

Штукатурная машина PFT G5 Super (рис. 1) может наполняться смесью из мешков вручную или с помощью пневмотранспортной установки.

При использовании штукатурной машины PFT G5 Super эффективность рабочего звена из четырех специалистов за одну рабочую смену может достигать следующих параметров производительности [2]:

1. при штукатурных работах гипсовыми растворами ~130–150 м<sup>2</sup>;
2. при штукатурных работах цементными растворами ~150–200 м<sup>2</sup>;
3. при устройстве наливных полов с применением самовыравнивающихся растворов ~500 м<sup>2</sup>;
4. при устройстве цементно-песчаных и бетонных стяжек ~300 м<sup>2</sup>.

Преимущества штукатурной машины PFT G5 Super заключаются в следующем.

1) Благодаря модульной конфигурации машины транспортировать агрегат очень просто, легко, быстро, безопасно.

2) Для обеспечения безопасности выполнения работ серийно устанавливается манометр, постоянно показывающий давление растворной смеси. При этом агрегат демонстрирует высокий уровень безопасности.

3) Органы управления машиной расположены очень эргономично, у оборудования высокая маневренность.

4) Машина PFT G5 Super обеспечивает высокую производительность труда.

5) Детали агрегата отличаются высокой надежностью и долговечностью, вся конструкция весьма прочная.



Рисунок 1 – Штукатурная машина марки PFT G5 Super

Машины PFT G5 Super могут комбинированно работать с другими машинами марок PFT. При этом следует отметить такие преимущества.

- 1) Высокая эффективность при совместной работе с пневмотранспортной машиной PFT SILOMAT.
- 2) Удобная и лёгкая чистка машины.
- 3) Простота обслуживания.
- 4) Высокая коррозионная стойкость.

В настоящее время появились и инновационные решения при выполнении штукатурных работ, например, ремонтные работы могут выполнять роботы (рис. 2).

Робот действует строго по программе, а в течение одного рабочего дня способен выполнять в 10–20 раз больше работы, по сравнению с человеком, поскольку он не подвержен физической усталости. За работой этого механизма следит человек, внося необходимые коррективы в процессе нанесения штукатурки, и, тем самым, улучшая качество выполненной работы [2].

Важное преимущество робота-штукатура — высокая скорость работы и качественный конечный результат. Робот-штукатур может работать с различными по качеству штукатурными смесями [2].

На ровную поверхность стены робот может нанести до 90 м<sup>2</sup> штукатурки всего лишь за 1 час работы. А за 1 рабочий 8-часовой день способен обработать до 750 м<sup>2</sup>, в то время как человек способен обработать не более 25 м<sup>2</sup> за то же время. Робот-штукатур также может использоваться на востребованной большой высоте.

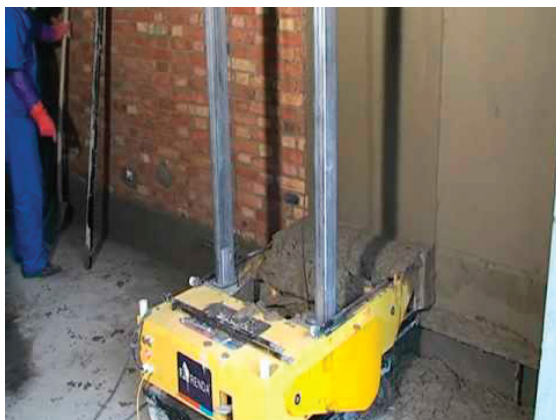


Рисунок 2 – Робот-штукатур выполняет работы на вертикальной кирпичной поверхности стены

В результате обобщения опыта можно сделать следующие выводы, что механизация штукатурных работ значительно повышает производительность и повышает качество работ. На сегодняшний день на рынке строительных работ представлено большое количество штукатурных агрегатов различных типов и марок. Выбрать тот или иной агрегат, наиболее эффективный в каждом конкретном случае, важная и посильная задача для специалиста в этой области, а также для работника с определенным опытом и навыком выполнения штукатурных работ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 И. Л. Опанасюк, Л. Г. Опанасюк, И. А. Реутский, А. П. Пайтра Резервы повышения эффективности производства отделочных работ при возведении жилых и общественных зданий. Вестник Белорусско-Российского университета. 2013. № 3 (40).

2 Перспективные технологии строительства и реконструкции

3 Механизованная штукатурка стен: плюсы и минусы. URL: <https://stroy-podskazka.ru/shtukaturka/mehaniziruemaya/>

4 Механизованная технология применения сухих гипсовых смесей при выполнении штукатурных работ URL: <https://stroy.it/usefulinfo/plasteringusefulinfo/very-stroymix-mtec-samara-2008/>

#### О РАБОТЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ БАЛОК С ГОФРИРОВАННОЙ СТЕНКОЙ

ӘБЕК Е.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

САКАНОВ К. Т.

научный руководитель, Торайгыров университет, г. Павлодар

Введение. Гофрированные пластинки в качестве стенок несущих элементов конструкций в настоящее время применяются в судостроении (гофрированные переборки, гофрированные панели корпуса, люки с гофрированной крышкой), в авиастроении (гофрированные стенки лонжеронов крыла летательных аппаратов), в мостостроении (гофрированные стенки пролетных строений) и в строительстве (балки, ригели, прогоны с гофрированной стенкой др.).

Одной из первых конструкций с гофрированной стенкой была переборка с прямоугольными гофрами, установленная на русских броненосцах типа «Бородино» в 1901 г. Кромки отдельных гофров

соединялись внакрой двумя рядами заклепок. Испытания переборок водой под давлением показали достаточную их прочность и жесткость, экономия в весе достигала 20 %. К началу двадцатого столетия относятся и первые попытки применения гофрированных переборок на танкерах, причем основной задачей заказчиков и строителей судов являлось получение гладкой, легко поддающейся очистке поверхности переборок, экономия веса считалась в то время второстепенным фактором. Необходимость выполнения заклепочных соединений вызывала значительные технологические сложности в изготовлении гофрированных переборок, чем, по-видимому, и объясняется небольшой объем их применения.

В нашей стране первая конструкция покрытия с применением стропильных балок с гофрированными стенками была разработана в 1982 г. в Казахском отделении ЦНИИ Проект стальной конструкции для здания производственного корпуса завода 20 лет Октября в г. Алматы. Конструкция покрытия включала в себя стропильные балки двутаврового сечения, прогоны из горячекатаных профилей пролетом 6 м, вертикальные и горизонтальные связи. Сварные стропильные балки пролетом 24 м имели треугольно гофрированную стенку высотой 1500 мм, толщиной 4 мм из стали ВстЗкп2 (С235) и пояса из низколегированной стали 09Г2С-2 (С345). При нагрузке на покрытие 4 кН/м<sup>2</sup> расход стали на стропильные балки составил 21,6 кг/м<sup>2</sup>. Применение стропильных балок с гофрированной стенкой в сравнении с покрытием по стропильным фермам из парных уголков позволило упростить систему связей и снизить металлоемкость на 15 %, сметную стоимость – на 18 %.

Основная часть. Современная цивилизация использует все более сложные конструкции, обеспечение прочности и надежности которых, при их высокой экономичности, имеет первостепенное значение. Проектирование таких конструкций должно в первую очередь базироваться на современных методах расчета, позволяющих удовлетворять всем предъявляемым требованиям. Вопросы напряженно-деформированного состояния (НДС) гофрированной стенки балки, при наличии кругового отверстия, имеют большое значение для обеспечения прочности и эффективного функционирования строительных конструкций.

Балки используемых в строительстве, определение НДС является актуальной задачей. В данной статье обсуждается задача оценки характера распределения напряжений в поперечном сечении балки при изменении высоты гофра. Задача [1] выполнена

в ходе численных экспериментов с применением метода конечных элементов. При этом в задаче учитывались балки с различной формой линий, образующих гофру.

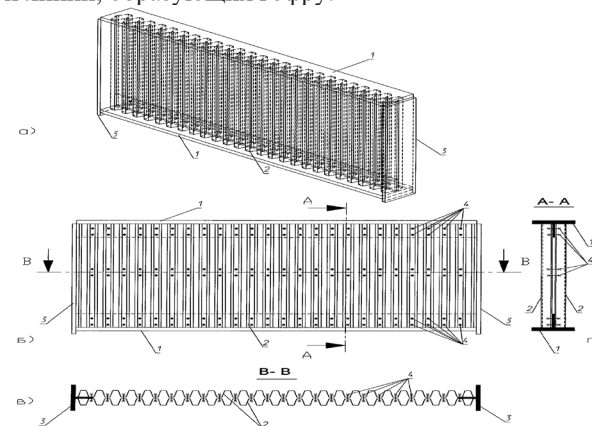


Рисунок 1 – Металлическая балка с гофрированной стенкой

Установлено, что геометрическая форма гофра практически не влияет на характер распределения напряжений по сечению балки, а распределение напряжений по сечению балок с гофрированной стенкой зависит в основном от отношения высоты гофра к его ширине.

Гофрированная балка может быть описана с помощью размеров поперечного сечения, параметров гофра –  $a$ ,  $f$  и формы линии, образующей гофру. Удобно использовать относительные параметры луча.

В работе [1] была решена задача оценки характера распределения напряжений в поперечном сечении балки при изменении высоты гофра.

Таблица 1 – Параметры балки

Критерий	Балка с толстой стенкой	Балка с гофрированной стенкой
Высота стенки $hw$ , см	60	60
Толщина стенки $tw$ , см	0,8	0,3
Ширина пояса $bf$ , см	22	25
Толщина пояса $tf$ , мм	14	12
Площадь сечения $A$ , см <sup>2</sup>	92	78

Момент инерции сечения $I_x$ , см <sup>4</sup>	55330	56180
Нормативный прогиб, мм	5,937	5,937
Прогиб балки $f_{max}$ , мм	5,296	4,48

По данным выполненных расчетов прогибы балок не превышают предельно допустимые. Дополнительные ребра жесткости по расчету не требовались. Нормальные и местные напряжения не превышают предельно допустимые. Касательные напряжения удовлетворяют условиям прочности. Общая устойчивость и устойчивость верхнего сжатого пояса обеспечена. По подобранным характеристикам сечений балок видно, что при одних и тех же нагрузках площадь для восприятия усилий требуется разная. За счет этого происходит экономия стали. Результаты расчета выполнены в работе приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета

№	Форма гофрирования стенки	Значение критической нагрузки при потере устойчивости
1	Треугольная	50,106 Кн/м <sup>2</sup>
2	Трапециевидная	52,18 Кн/м <sup>2</sup>
3	Синусоидальная	139,2 Кн/м <sup>2</sup>

Этот расчет показал, что при одинаковых геометрических параметрах несущих элементов и параметров гофрирования, при одинаковых жесткостях и условиях загрузки, балки с различным профилем гофра теряют устойчивость при различной величине нагрузки.

Выводы. Из результатов видно, что балка с гофрированной стенкой имеет преимущества, перед балкой с плоской стенкой. Расход стали на балку с гофрированной стенкой меньше на 12%, чем на стальную сварную двутавровую балку. Прогиб балки с гофрированной стенкой составляет 24,5% от максимально возможного прогиба балки, когда у балки с плоской стенкой запас всего 10,8%. Проанализировав все особенности применения гофробалок, можно прийти к выводу, что ее использование целесообразно далеко не во всех случаях. Поскольку основными критериями при выполнении проектных работ, помимо прочности и надежности, должна быть экономическая эффективность, то есть выбор следует осуществлять с особенной внимательностью. Необходимо сопоставлять и учитывать все факторы, на которые может повлиять выбор конкретного типа балок.

Несмотря на то, что общей методики не существует, разные исследователи рассматривают БГС, как конструкцию, состоящую из трех элементов – двух поясов и гофрированной стенки. Все исследователи сходятся в том, что гофрированная стенка не воспринимает или почти не воспринимает нормальных напряжений при изгибе в плоскости балки и практически весь изгибающий момент воспринимается полностью поясами. Стенка воспринимает только сдвигающие усилия, причем ее несущая способность на срез не зависит от параметров гофров, а зависит от высоты и толщины стенки. Размеры гофров определяют устойчивость стенки и формы потери устойчивости (общая потеря устойчивости или местная – одного гофра).

При практическом проектировании участием стенки в работе балки на изгиб можно пренебречь и считать, что изгибающий момент полностью воспринимается поясами, а поперечная сила воспринимается полностью стенкой балки.

Было установлено, что несущая способность гофрированной стенки балки в случае ее ослабления отверстием несколько снижается. Наличие отверстия в зоне балки, подверженной воздействию изгибающего момента и поперечной силы, сильнее снижает несущую способность балки, чем наличие отверстия в зоне, где действует только изгибающий момент.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Корчинский И. Л. Сейсмостойкое строительство зданий. – М.: Высшая школа, 1971. – 320 с.
- 2 Балки двутавровые гофрированные облегченные. Рекомендации по проектированию. – Харьков: АО Металлист СМК, 2008. – 98с.
- 3 Бирюлев В.В. Проектирование металлических конструкций: Спец. Курс.: учебное пособие для вузов. – М. 1990. – 432 с.
- 4 Соловьев А. В. Лукин А. О. Учет особенностей работы балок с гофрированной стенкой в расчетах на стесненное кручение.
- 5 Файнштейн А. Стальные балки минимального веса – М. А. Файнштейн. 2006. – 96 с.
- 6 Степаненко А. Н. Стальные двутавровые стержни с волнистой стенкой: учебное пособие. – Хабар. гос. техн. ун-т, 1999. – 115 с.
- 7 Проектирование металлических конструкций: спец. курс, учебное пособие для вузов В. В. Бирюлев, И. И. Кошкин, И. И. Крылов, А. В. Сильвестров. – Л.: 1990. - 432 с.



## СТОЙКОСТЬ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ К АВАРИЙНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

БАГДАТОВ К. Б.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

КУДЕРИН М. К.

д.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Термины и определения. в этом документе используются следующие термины и их определения, а также принятые в ГОСТ 27751:

Особые нагрузки: аварийные, сейсмические или пожарные воздействия, разрушение одной из несущих конструкций здания;

Аварийные воздействия: воздействия, перечисленные в 5.6 СП 20.13330.2011 (без учета сейсмических нагрузок и ударов в случае пожара), низкая вероятность возникновения, характеризующаяся небольшой продолжительностью по сравнению с проектным сроком службы конструкции, но в целом частично конструкции здания. или разрушение его конструкции с катастрофическими последствиями;

Аварийная проектная ситуация: ситуация, которая соответствует исключительным условиям работы здания и может привести к значительным социальным, экономическим и экологическим потерям;

Прогрессирующее обрушение: последовательное (цепное) разрушение несущих строительных конструкций приводит к обрушению всей конструкции или ее частей из-за начального локального повреждения;

Местное разрушение: потеря несущей способности отдельного элемента конструкции или группы элементов конструкции на данном локальном участке сноса;

«Ключевой» элемент: структурный элемент, отказ которого приводит к постепенному разрушению всей конструкции.

Живучесть: способность конструкции противостоять спецэффектам, не вызывая повреждений / сбоев в работе, несоразмерной причине повреждения.

Классификация аварийных воздействий. Аварийные воздействия на конструкции включают:

- а) взрыв любого характера снаружи или внутри сооружения
- б) нагрузки, возникающие в результате внезапных сбоев технологического процесса, временных сбоев в работе или отказа оборудования;

в) эффекты, вызванные радикальным изменением структуры грунта (например, при увлажнении просадочных грунтов) или деформациями дна на участках горных работ и сопровождающиеся карстовыми проседаниями; SP Немедленные эффекты 3

г) нагрузки от столкновения транспортных средств с частями конструкции;

д) климатические (снеговые, ветровые, температурные и ледовые) нагрузки, действие которых может привести к аварийной расчетной ситуации.

е) ударные воздействия (например, падение башенного крана в конструкцию, авиакатастрофу и т. д.);

ж) аварии зданий и сооружений или значительные повреждения их несущих конструкций, вызванные антропогенными факторами:

- ошибки проектирования;
- несовершенства материалов;
- некачественные работы (при возведении конструкции или установке оборудования);
- сбои в эксплуатации зданий, в том числе промышленного или инженерного оборудования;
- случаи халатности, некомпетентности, вандализма жителей, технического персонала или посетителей извне (в частности, самовольная перепланировка квартир с ослаблением несущих конструкций).

Аварийные проектные ситуации, вызванные сейсмическими и пожарными воздействиями, регулируются специальными нормативными документами.

Аварийные воздействия подразделяются на:

- проектировать непосредственные эффекты известной плотности и распределения на поверхности или объеме конструкций и указанные в нормативных документах, Особых технических условиях или задании на проектирование;
- эффекты непредвиденных обстоятельств, выходящие за рамки проектных, влияние которых учитывается либо путем расчета постепенного обрушения, либо путем использования конструктивных и / или организационных мер, исключающих возможность возникновения этих эффектов.

Основные требования. Это совместное предприятие устанавливает требования для определения проектных аварийных климатических воздействий (снег, ветер, температура и лед). Остальные случайные воздействия следует рассматривать вне руководящих принципов

проектирования, если их размер и распределение по поверхности или объему конструкции не указаны в других нормативных документах, в специальных технических требованиях или в обозначении конструкции.

При возникновении аварийных ситуаций допускается локальное повреждение или разрушение отдельных элементов несущих конструкций, что не должно приводить к обрушению всего здания или разрушению прилегающих конструкций на площади, превышающей установленную допустимую площадь локального проседания. Этим совместным предприятием.

При проектировании сооружений необходимо разработать сценарии наиболее опасных вариантов действий в чрезвычайных ситуациях, предусмотренных конкретными техническими условиями или заданием на проектирование и утвержденных Заказчиком по согласованию с генеральным проектировщиком.

Каждый сценарий должен включать одно из проектных противоаварийных действий или вариант локального разрушения конструкций помимо проектных противоаварийных действий.

При выборе сценариев для расчета устойчивости против прогрессирующего обрушения местный снос можно найти в любом месте здания или сооружения.

Для каждого сценария вы должны назначить «ключевые» элементы, которые не могут быть уничтожены локально.

Необходимо проанализировать функционирование конструкции под воздействием основных сочетаний нагрузок, чтобы выявить «ключевые» элементы, выход из строя которых приводит к постепенному разрушению всей системы.

Для этих элементов необходимо использовать структурные и организационные меры, а также выделение дополнительной мощности для предотвращения их разрушения.

Для «ключевых» элементов и узлов их сопряжения дополнительные коэффициенты, определенные в специальных технических условиях или задании на проектирование, снижают допустимое расчетное сопротивление материала, добавляются дополнительные коэффициенты условий эксплуатации.

При этом необходимо учитывать дополнительные коэффициенты условий эксплуатации, кроме того, только для основных сочетаний нагрузок, коэффициент надежности по ответственности и коэффициенты условий работы элементов и соединений в соответствии с требованиями нормативных документов.

Для «ключевых» элементов широкопролетных конструкций необходимо вводить дополнительный коэффициент условий эксплуатации, задаваемый либо в ТУ, либо в задании на проектирование.

Для обеспечения устойчивости несущих конструкций здания или сооружения от постепенного обрушения с учетом местного обрушения отдельных элементов несущих конструкций, помимо расчета на конкретное сочетание нагрузки и удара, выполнить разработать требования и внедрить организационные меры безопасности, исключающие, предотвращающие или минимизирующие суло. воздействие аварийных воздействий.

Для каждого сценария следует проводить анализ рисков реализации соответствующих аварийных мероприятий.

При расчете строительных конструкций необходимо учитывать аварийные эффекты в конкретных сочетаниях нагрузок.

Для специальных комбинаций, состоящих из постоянных, длительных, кратковременных и аварийных нагрузок, общая нагрузка определяется по формуле.

$$C_s = C_m + P_s$$

где  $C_m$  – нагрузка для основного сочетания;

$C_s$  – нагрузка для особого сочетания (см. 6.2 СП 20.13330.2011);

$P_s$  – аварийная нагрузка или воздействие.

Аварийное воздействие  $P_s$  в расчетах принимается без снижения.

Коэффициенты надежности по нагрузке и коэффициенты сочетания для всех постоянных, длительных и кратковременных нагрузок следует принимать в соответствии с требованиями СП 20.13330.2011.

При расчете конструкций на аварийные воздействия допускается коэффициент надежности ответственности принимать равным 1,0 ( $n = 1,0$ ).

Конструктивная система конструкции должна обеспечивать ее прочность и устойчивость в случае локального разрушения несущих конструкций для всех выбранных сценариев сноса.

Смещение, деформация и раскрытие трещин в конструкциях не ограничиваются указанной аварийной ситуацией.

Учитывая сценарии постепенного обрушения, расчетные прочностные и деформационные свойства материалов при расчетах для особых сочетаний нагрузок следует принимать равными их стандартным значениям.

Учитывая характеристики устойчивости материалов к аварийным воздействиям, низкую вероятность аварийных воздействий, интенсивный рост прочности бетона в первый период после строительства, ее можно повысить за счет использования дополнительных коэффициентов надежности и коэффициентов условий эксплуатации. возможность использования арматуры за пределами температуры застывания материала, а также в здании.

Коэффициенты условий работы для бетона приняты, что дает единый коэффициент  $s = 1,1$  для усиления всех классов.

Учитывая допустимость высокопрочного чугуна, работающего за пределом текучести, расчетные сопротивления проката следует принимать в соответствии с СП 16.13330. Для сталей с шаровидным графитом коэффициент условий работы принят равным 1,1.

В случаях, когда конструкция, спроектированная по ГОСТ 27751, относится к классу КС-3, рекомендуется производить расчеты с учетом физической и геометрической нелинейности.

Прочность здания под воздействием чрезвычайной ситуации считается достигнутой, если соблюдаются условия прочности для всех структурных элементов конструкции при всех сценариях поэтапного обрушения. При этом движения и деформации элементов конструкции не ограничиваются.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения».

2 ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния».

3 СП 112.13330.2011 «СНиП 21-01-97\* Пожарная безопасность зданий и сооружений».

4 СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01-99\* Строительная климатология».

5 СП 132.13330.2011 «Обеспечение антитеррористической защищенности зданий и сооружений. Общие требования проектирования».

6 СП 14.13330.2011 «СНиП II-7-81\* Строительство в сейсмических районах».

7 СП 16.13330.2011 «СНиП II-23-81\* Стальные конструкции»

СП 20.13330.2011 «СНиП 2.01.07-85\* Нагрузки и воздействия».

8 СП Аварийные воздействия 2.

## ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ ИЗ ТЕПЛОБЛОКОВ В ГОРОДЕ ПАВЛОДАР

ВОРОПАЕВА М. П.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

МЕНЕЙЛЮК А. И.

профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Вопросам исследования энергоэффективности ограждающих конструкций посвящено много работ современных авторов [4,6]. В перечисленных работах не представлены результаты расчета сопротивления теплопередаче стен из теплоблока. Кроме этого достоверность расчетов необходимо подтвердить результатами натурных исследований. Для сбережения энергии в зданиях целесообразно применять энергоэффективные ограждающие конструкции. Поэтому теплотехнический расчет и натурное исследование с помощью тепловизора ограждающих конструкций из теплоблока является актуальным для Северных регионов Казахстана, в частности для города Павлодар. Для этого в январе 2021 года был произведен теплотехнический расчет стены из теплоэффективных блоков в расчетной программе BASE. Расчет приведен ниже. Конструкция стены представляет собой несколько слоев различных материалов, скрепленных вместе. В состав стены входит пенополистерол – слой утеплителя, гранит – наружный облицовочный слой и внутренний и промежуточный слои из керамзитобетона.



Рисунок 1 – Конструкция наружной стены

## Теплотехнический расчет ограждающих конструкций

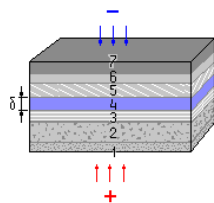


Рисунок 2 – Исходные данные

Для расчета использованы характеристики температуры г. Павлодар, такие как температура наружного воздуха равная минус 39,6 градусов, средняя температура отопительного периода минус 8,1 градус, продолжительность отопительного периода двести пять дней. Температура внутри помещения принята плюс 20 градусов.

Так как конструкция стены из нескольких слоев, для упрощения будем считать ее за один слой. В технических характеристиках слоя указана теплопроводность – 0,09 Вт/(м·К). Принимаем для расчета показатель – 0,09 Вт/(м·К).

Таблица 1 – Характеристика ограждения

Номер слоя	Толщина, м	Наименование	Величина	Ед. измерения	Материал слоя
1 слой:	0.4	Теплопроводность	0.09	Вт/(м·К)	Теплоэффективный блок
Остальные слои – нулевые					



Рисунок 3 – График воздействия температуры на стену

Требуемое сопротивление ограждения теплопередаче 3,42 м<sup>2</sup>·К/Вт.  
Расчетное сопротивление ограждения теплопередаче 4,6 м<sup>2</sup>·К/Вт.

Сопротивление ограждения теплопередаче определяет температуру наружной поверхности стен с помощью тепловизора и составляет – 3,96 м<sup>2</sup>·К/Вт.

Требуемое сопротивление теплопередаче определено согласно СП РК 2.04-107-2013\* «Строительная теплотехника».

В январе 2021 года было произведено тепловизионное обследование здания жилого дома в г. Павлодар из теплоэффективных блоков.

В современном подходе к работе тепловизионный контроль служит для определения температуры наружной поверхности ограждающих конструкций, а по температуре ограждающей поверхности можно судить о теплопроводных характеристиках. Благодаря своей наглядности, оперативности и достоверности получаемых результатов, тепловизионный контроль давно является одним из основных способов диагностики ограждающих конструкций после завершения работ по возведению здания либо сооружения, а также в период его эксплуатации.

Диагностика методом тепловизионного обследования позволяет выявить нарушения теплозащиты ограждающих конструкций, скрытые от невооруженного глаза, возникающие в результате воздействия негативных факторов, таких как:

- ошибка в проектировании;
- нарушение технологии изготовления используемых строительной площадке материалов;
- нарушение правил складирования, перевозки и т.д. строительных материалов и изделий;
- нарушение технологии при возведении здания;
- несоответствие режима эксплуатации здания проекту.

Обозначенные выше факторы приводят к преждевременному снижению теплозащитных свойств во множестве возможных мест ограждающих конструкций в результате воздействия погодных условий, таких как ветер и осадки, и естественно-климатических условий, таких как циклы тепло-холод-тепло и воздействие влажности. Обозначенные негативные влияния приводит к ухудшению микроклимата внутри зданий и значительному перерасходу энергии на обогрев, вследствие чего увеличиваются тепловые потери.

Обследование жилого дома из теплоэффективных блоков «Теплостен Полиблок» тепловизионным методом проводилось 29 января, время проведения обследования – 10:15.

Температура воздуха в помещениях 18°C. Температура наружного воздуха минус 21°C.

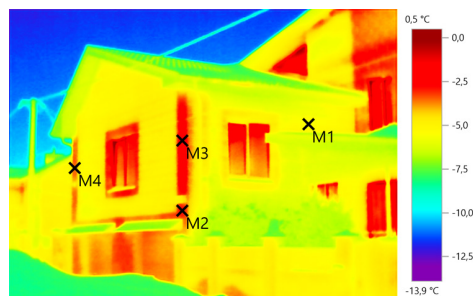


Рисунок 4 – Снимок температуры наружной поверхности, сделанный с помощью тепловизора

Таблица 2 – Маркеры основного изображения

Имя	Температура	Коэффициент излучения	Фон
M4 (оранжевый цвет)	-2,5°C	0,85	3,0°C
M3 (оранжевый цвет)	-2,5°C	0,85	3,0°C
M2 (желтый цвет)	-5,2°C	0,85	3,0°C
M1 (зеленый цвет)	-7,3°C	0,85	3,0°C

**Комментарии:**

1 Температурное поле относительно однородное.

2 По результату тепловизионного обследования определено термическое сопротивление равное 3,96 К/Вт.

Исследуемая стена из теплоэффективных блоков «Теплостен Полиблок», хорошо сохраняет тепло, слои конструкции однородно задерживают, на стыках и швах, в которых применяется специальный клей – тепловая энергия не просачивается. Основные слабые места по утечке тепла – это оконные и дверные проемы, а также места, где расположены плиты перекрытия. Фактическое термическое сопротивление приближено к расчетному.

Для проверки результатов расчетов было произведено натурное обследование ограждающих конструкций зданий из теплоблоков. а также зданий из других распространенных конструктивно-технологических решений, таких как стены из кирпича, пескоблока и газобетона. В отличие от привычных строительных материалов, таких как кирпич, пескоблок или газобетон, теплоэффективные блоки укладываются на тонкий слой специализированного клея. При этом из-за легкости клея достигается максимальный теплотехнический эффект. В случае применения кирпича или других аналогичных штучных материалов, фасады наружных стен нужно

будет оштукатурить или отделать лицевым кирпичом. На один газобетонный и пенобетонный блок по высоте приходится три ряда одинарного лицевого кирпича. Также между несущей стеной и стеной из лицевого кирпича должен быть оставлен зазор толщиной в 10 мм для обеспечения вентиляции фасада и отвода конденсата. В случае применения теплоэффективных блоков – облицовка из кремнегранита уже входит в состав стены, следовательно трудозатраты значительно уменьшаются в совокупности с другими видами работ.

Выводы. Натурное исследование ограждающих конструкций с помощью тепловизора показало близкую сходимость расчетных результатов с фактическими – около 15 процентов. Расчетное сопротивление теплопередаче – 4,6 м<sup>2</sup>·К/Вт, фактическое – 3,96 м<sup>2</sup>·К/Вт.

Результаты обследования зданий с различными конструктивно-технологическими решениями показали, что наряду с высокой энергоэффективностью стены из теплоблока значительно экономичнее общепринятых.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 СН РК 2.04-21-2004 Энергопотребление и тепловая защита гражданских зданий.

2 МСН 2.04-02-2004 Тепловая защита зданий.

3 Закон Республики Казахстан «Об энергосбережении и повышении. энергоэффективности» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 15.01.2019 г.).

4 Дукенбаев К. Энергетика Казахстана. Условия и механизмы ее устойчивого развития. - Алматы, 2004. - 604с.

5 СН РК 3.02-38-2013 Энергосберегающие здания.

6 Табунчиков Ю.А., Ливчак В.И., Гагарин В.Г., Шилкин Н.В. Пути повышения энергоэффективности эксплуатируемых зданий // АВОК, 2009. - №5.

## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СТУПЕНЧАТЫХ КОЛОНН ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

ВОРОЖБЯНОВ В. Н.

к.т.н., доцент, Череповецкий государственный университет,  
г. Череповец, РФ

ГОРШКОВА Л. В.

к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

АДИГАМОВ Р. Ш.

к.т.н., доцент, Череповецкий государственный университет,  
г. Череповец, РФ

Считается, что ступенчатые металлические колонны, наиболее широко применяемые в одноэтажных производственных зданиях, обладают большими запасами несущей способности и хорошо сопротивляются механическим воздействиям. Благодаря мощным сечениям даже при наличии повреждений ступенчатые колонны сохраняют надежность, т.е. случаев их разрушений не зафиксировано. Наиболее часто встречающиеся дефекты и повреждения металлических колонн производственных зданий металлургических заводов приведены в [1]. Во всех имеющихся источниках, посвященных ступенчатым колоннам, отсутствуют описания повреждений узла сопряжения надкрановой и подкрановой частей колонны и надкрановой части колонны в месте примыкания к ней тормозных конструкций.

В 1990 г. на Карагандинском металлургическом комбинате произошло обрушение покрытия над отделением вращающих печей доломитового цеха. Расследование причин аварии, в котором приняли участие и авторы статьи, показало, что причиной обрушения покрытия как раз и послужили повреждения нескольких ступенчатых металлических (рис. 1).

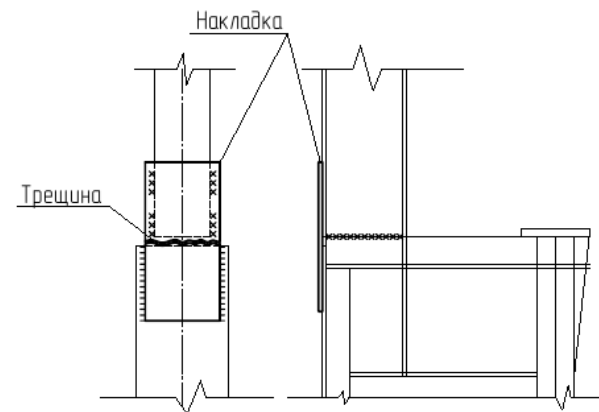


Рисунок 1 – Разрушение узла сопряжения надкрановой с подкрановой частей ступенчатой колонн

Циклические крановые и ветровые воздействия вызвали усталостное разрушение металла накладки (1), соединяющей по наружной грани полку надкрановой части колонны с шатровой ветвью нижней части колонны, перенапряжение и последующее разрушение сварного шва монтажного стыка и, как следствие, поворот надкрановой части колонны относительно внутреннего поясного листа.

Еще более интересным является повреждения (частичное разрушение) надкрановых частей ряда колонн цеха травления металла производства плоского проката (ППП) ПАО «Северсталь». Для подкрановых конструкций наиболее характерным дефектом монтажа является наличие зазора между упорным планками, расположенными на тормозных конструкциях, и колонной (рис. 2).

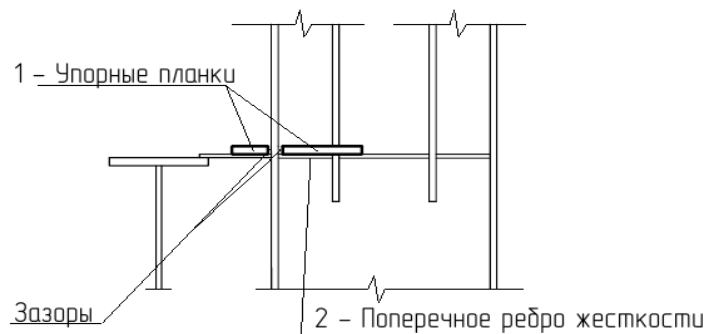


Рисунок 2 – Сопряжение тормозной балки с колонной

Как показывают многочисленные обследования подкрановых конструкций, в большинстве случаев это дефект монтажа очень быстро приводит к появлению усталостных трещин в горизонтальном листе тормозных балок в месте примыкания его к колонне. Особенно это повреждение характерно для зданий, оборудованных кранами 7К и 8К режимов работы.

При натурном обследовании пролета травления металла ППП ПАО «Северсталь» в 2015 г. был выявлен совершенно новый вид повреждения (ранее не описанный в технической литературе) – частичное разрушение надкрановой части колонны в месте примыкания к ней узла тормозной конструкции (см. фот. 1, 2).



Фото 1 – Разрушение сварного углового шва крепления поперечного ребра жесткости к поясному листу колонны



Фото 2 – Переход трещины с поясного листа на стенку колонны

Циклические горизонтальные нагрузки на внутренний поясной лист колонны многократно увеличились из-за динамической составляющей, обусловленной наличием зазора до 7 мм между упорными планками и колонной.

Циклические горизонтальные динамические нагрузки вызвали, первоначально, усталостное разрушение сварных угловых швов крепления поперечного ребра жесткости (деталь 2 на рис. 2) к поясному листу колонны со стороны цеха и выключению его из работы. Следствием этого явилось появление местных изгибающих знакопеременных моментов в поясном листе колонны, развитие больших пластических деформаций в его волокнах, малоцикловое разрушение металла поясного листа в поперечном направлении (фото 1) и, далее, переход трещины на стенку колонны (фото 2). Выявленное повреждение колонн по РД 22-01-97 относится к категории опасности А, что потребовало принятия срочных мер по их усилению.

Таким образом, причинами разрушения надкрановой части колонны послужили два фактора: во-первых – циклические знакопеременные горизонтальные нагрузки, возникающие при работе мостовых кранов, которые многократно усилились из-за динамической составляющей, обусловленной наличием зазоров между упорными планками и колонной; во вторых – недостаточная для данного случая несущая способность сварного углового шва крепления поперечного ребра жесткости к полке колонны.

Для предупреждения повреждения (разрушения) надкрановых частей колонн необходимо выполнение следующих мероприятий:

При монтаже подкрановых конструкций обеспечивать плотную пригонку упорных планок к колонне (т. е. торец упорных планок со стороны колонны должен строгаться, а зазор между планкой и поясными листами колонны должны быть нулевым);

Поперечное ребро жесткости колонны, установленное в уровне горизонтального листа тормозной балки, необходимо приваривать к поясному листу колонны двухсторонними швами с проваром на всю толщину ребра.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Кикин А. И., Васильев А. А. и др. Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий. – М.: Стройиздат, 1984. – 302 с.

2 Металлические конструкции (техническая эксплуатация). Под общей редакцией М. М. Сахновского. Издательство «Будівельник», Киев, 1976. – 256 с.

### АДАПТАЦИЯ ИННОВАЦИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ К УСЛОВИЯМ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ЕЛЕУСИЗОВА И. Н.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

МЕНЕЙЛЮК О. И.

научный руководитель

В статье раскрыты цели, задачи и меры государственной поддержки индустриально-инновационной деятельности в Республике Казахстан на современном этапе экономического развития. Рассмотрен ряд нормативно-правовых документов, регулирующих инновационную деятельность в стране. Выделены некоторые элементы индустриально-инновационной инфраструктуры: особые экономические зоны, индустриальные парки, центры коммерциализации технологий, промышленные конструкторские бюро; международные центры трансфера технологий, инновационные кластеры.

Инновация – это широкое понятие, которое включает в себя совершенствование процессов, продуктов или услуг. Она включает в себя включение новых идей, которые порождают изменения,

которые помогают решить потребности компании и тем самым повысить ее конкурентоспособность.

Применение инноваций в строительной отрасли не является прямолинейным, несмотря на важность этого сектора в развитии и росте экономики в целом. Каждый строительный проект индивидуален, а это значит, что строительные компании должны адаптировать свои процессы и ресурсы под каждый проект. Каждый сайт-это уникальный прототип, конфигурация которого со временем меняется. Строительные работы расположены в разных местах и предполагают постоянное перемещение персонала и техники. Кроме того, погода и другие факторы могут помешать консультантам эффективно применять предыдущий опыт.

Это означает, что, хотя инновационные решения конкретных проблем дополняют общий опыт и практику компании, поскольку инновации предпринимаются на разовой основе, они не обязательно приносят компании столько пользы, сколько можно было бы ожидать, если только нет возможности включить их в стандартные процессы управления организацией.

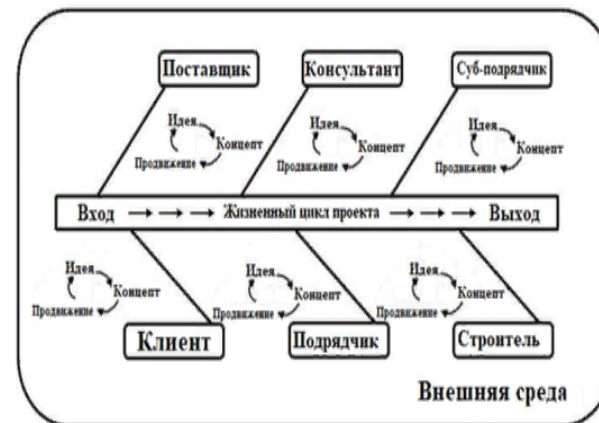


Рисунок 1 – Цепочка инноваций в строительном проекте

Инновации должны превратиться из простого применения хороших идей в процесс, которым можно систематически управлять, измерять и контролировать. Следовательно, стандартизация инноваций очень важна. Ключ лежит в рассмотрении инноваций как процесса управления. Каждая часть организации может



контролировать и совершенствовать различные аспекты инноваций и интегрировать их в остальные процессы компании.

Разработка инновационных решений на строительной площадке: принятие технологического или организационного прогресса требует приверженности всей организации, инновационной команды и более широкой команды строительной площадки.

«Когда-то все работали с чертежами, расходуя за раз по 2-3 тысячи листов. Часто из-за человеческого фактора случались невязки. Например, какой-нибудь трубопровод попадал в несущую стену. Выявление проблематики на стройке влекло за собой добавочные расходы и простои по времени. У нас в институте уже был опыт создания цифровых моделей зданий на начальном этапе строительства. После автоматизированной проверки мы обнаружили более 300 несоответствий, которые могли значительно повлиять на стоимость и продолжительность строительных работ. Обнаружив проблемы на этапе проектирования, мы смогли предотвратить их в процессе строительства».

Способ применения BIM в нашей стране называется ТИМСО – технология информационного моделирования строительных объектов.

В 2017 году Министр по инвестициям и развитию РК утвердил План мероприятий по внедрению ТИМСО при проектировании объектов строительства. Чтобы этот план воплотился в жизнь, научно-исследовательский и проектный институт КазНИИСА разработал Концепцию внедрения ТИМСО в промышленное и гражданское строительство. Также в 2018-2019 году КазНИИСА должен разработать стандартные требования к информационным моделям на каждом этапе жизненного цикла строительного объекта, в том числе на этапе экспертизы и эксплуатации.

Вместе с Казахстаном BIM-технологии в государственном строительстве внедряют в России и Белоруссии. Они впоследствии столкнулись с похожими трудностями в применении новой технологии в проектировании, строительстве и эксплуатации. Созвучно, появилась потребность в дискуссионных площадках, где специалисты могли бы обсудить вероятность процесса строительной отрасли и отыскать результат для наболевших проблем. С этой мишенью в Алматы прошла международная конференция «Цифровая трансформация в строительной отрасли». Ее учредителем выступил Казахский научно-исследовательский и проектный институт строительства и архитектуры (АО «КазНИИСА»).

Для осуществление приоритетов Стратегии в полной мере нужно дальнейшее усиление инновационной деятельности всех экономических систем. Это требует, прежде всего, усиления государственной научно-технической и инновационной политики.

В 2010 году в Ежегодном Послании Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева «Новое десятилетие — Новый экономический рост, Новые возможности для Казахстана» Глава государства отметил, что стабильный процесс в предстоящем десятилетии будет обеспечено за счет ускоренной диверсификации и повышения конкурентоспособности инноваций в строительстве .

Сейчас созданы все выгодные условия для расширения инновационной деятельности. Инновационная деятельность в Республике Казахстан регулируется следующими нормативными правовыми актами, обеспечивающими правовое обеспечение: Законами Республики Казахстан «О науке», «Об авторском праве и смежных правах», «О государственной поддержке малого предпринимательства», «Патентным законом Республики Казахстан», «О техническом регулировании», «О регулировании торговой деятельности», «Об инвестиционных фондах», «Об информации». Другие документы: концепция инновационного развития Казахстана, организация и правила проведения государственной научно-технической экспертизы, правила формирования и аккредитации специализированных субъектов инновационной деятельности.

Одним из регулирующих положений инновационной деятельности также является Закон Республики Казахстан «О государственной поддержке индустриально-инновационной деятельности», который был утвержден 9 января 2012 года.

Задача государственной поддержки индустриальных инноваций значителен увеличением конкурентное превосходство национальной экономики путем стимулирования развития приоритетных отраслей экономики.

Основными целями государственной поддержки являются следующие:

- создание успешных условий для модернизации (технического перевооружения) существующих производственных мощностей с задачей повысить производительности труда;
- поддержка эффективного внедрения инноваций и развития высокотехнологичных отраслей промышленности;
- развитие научно-исследовательской базы в приоритетных отраслях экономики и ее интеграция с производством.

В соответствии с реальным Законом инновация является анализом деятельности лиц, получивших:

- практическая реализация в виде новых или усовершенствованных производственных объектов, технологий, товаров, работ и услуг,
- организационно-технических, производственных решений административного и коммерческого характера,
- иных общественно полезных результатов с учетом экологической безопасности в целях повышения экономической эффективности.

В соответствии с Законом «О государственной поддержке индустриально-инновационной деятельности» индустриально-инновационная инфраструктура состоит из следующих элементов:

- промышленные зоны;
- технопарки;
- акционерные инвестиционные фонды рискованного инвестирования;
- центры коммерциализации технологий;
- отраслевые конструкторские бюро;
- международные центры трансфера технологий; инновации

Развитие информационных элементов, составляющих индустриально-инновационную инфраструктуру, улучшает состояние индустриально-инновационных регионов и страны в целом.

Кроме того, закон о государственной поддержке регламентирует определение следующих мер государственной поддержки индустриальных инноваций:

- финансирование, лизинговое финансирование;
- предоставление гарантий и поручительств по кредитам;
- кредитование через финансовые институты;
- субсидирование процентных ставок по кредитам, выданным финансовыми учреждениями, и купона по облигациям;
- осуществление инвестиций в уставный капитал;
- гарантированный заказ;
- предоставление инновационных грантов;
- обеспечение квалифицированными кадрами;
- обеспечение инженерной и коммуникационной инфраструктурой;
- предоставление прав на землю и недропользование;
- поддержка внутреннего рынка;
- привлечение иностранных инвестиций;
- развитие и стимулирование экспорта отечественных обработанных товаров.

Согласно с Законом Республики Казахстан «О государственной поддержке индустриально-инновационной деятельности»

Национальное агентство технологического развития является единственным оператором инструментов поддержки инноваций. С момента создания Национального агентства технологического развития было выявлено более 3000 инновационных проектов, из которых более 535 получили поддержку.

Соответственно с государственными программами основными местами концентрации инноваций (инновационными кластерами) являются технопарки Казахстана. В стране сформировалась двухуровневая система технопарков-шесть республиканских и семь крупных областных городов в Алматы, Караганде, Уральске, Шымкенте, Усть-Каменогорске, Петропавловске и Астане. Отличительной особенностью национальных технопарков является наличие отраслевой направленности их деятельности и условий Особой экономической зоны (ОЭЗ) с льготным налоговым режимом.

Внедрение и функционирование технопарков в Казахстане осуществляется по современной европейской модели, которая имеет следующие особенности: наличие здания, предназначенного для размещения десятков малых фирм (что способствует формированию большого количества новых малых и средних инновационных предприятий, пользующихся всеми преимуществами коллективной системы услуг); система обслуживания, состоящая из сложных и простых услуг, набираемых из фирм, формирующих необходимую для существующей структуры инновационных предприятий в сфере услуг.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Унив Т. Р. Вит Рыскуловские чтения: Социально-экономическая модернизация Казахстана в условиях глобальной финансовой нестабильности, Алматы, 2012, [с. 979-998.]
2. Унив Т. Р. Вит Рыскуловские чтения: Социально-экономическая модернизация Казахстана в условиях глобальной финансовой нестабильности, Алматы, 2012, [С. 348-359.]
3. Мамраева Д. Г. Молодежь и глобальные проблемы современности: материалы республиканской научно-практической конференции студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых (9 апреля 2015 г.), Т. 2 / Карагандинский университет «Болашак», Караганда, 2015, [с. 109-112.]
4. Мамраева Д. Г. Будущее науки — 2015: Материалы 3-й Международной научной конференции (23-25 апреля 2015 г.), Том 1 / Юго-Западный государственный университет, Курск, 2015, [с. 176-179.]

5 Кабдулшарипова А. М., Краузе В. Е., Левченко Г. А., Унив Т. Р. Вит Рыскуловские чтения: Социально-экономическая модернизация Казахстана в условиях глобальной финансовой нестабильности, Алматы, 2012, [с. 248-261.]

6 Канагатова А., Нукетаева Д., Сулейменова З. Материалы 11-й Международной конференции по интеллектуальному капиталу, управлению знаниями и организационному обучению / Rooney , Murthy V., 2014, [с. 259-267.]

7 Нурпеисова А., Унив Т. Р. Вит Рыскуловские чтения: Социально-экономическая модернизация Казахстана в условиях глобальной финансовой нестабильности, Алматы, 2012, [с. 1780-1796.]

8 Мамраева Г. Будущее науки — 2015: Материалы 3-й Международной научной конференции (23-25 апреля 2015 г.), I / Юго-Западный государственный университет, Курск, 2015, [с. 173-176.]

9 Аманбаевна Т. Г., Унив Т. Р. Вит Рыскуловские чтения: Социально-экономическая модернизация Казахстана в условиях глобальной финансовой нестабильности, 2012, [с. 663-677.]

10 Амирбекова Д. Материалы 2-й Международной конференции по инновациям и предпринимательству / Рибьер В., Ворасинчай Л., 2014, [с. 257-263.]

### **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ЖИЛЫЕ ДОМА: СИСТЕМА «УМНЫЙ ДОМ»**

КРУТЫХ А. О.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

КУДЕРИН М. К.

д.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Современное жильё требует внедрения новой системы взаимодействий и управления, базирующейся на новейших технологиях, которая смогла бы поддержать комфортное проживание людей в индивидуальных и многоквартирных жилых домах – системы «интеллектуальное здание» («умный дом»).

Понятие «интеллектуальное здание» («умный дом») появилось в США в начале 1980-х годов. Интеллектуальным следует называть здание, непосредственно ориентированное на обеспечение комфорта и качества жизни человека, оснащенное средствами автоматического контроля над всеми системами жизнеобеспечения, в число которых входят:

- система отопления здания;
- вентиляция и кондиционирование;
- охранная и пожарная сигнализация;
- система контроля доступа;
- система контроля и недопущения аварийных ситуаций: утечки воды, газа, аварии в электросети;
- видеонаблюдение (локальное и дистанционное);
- управление внутренним и уличным освещением;
- распределение видео и аудиопотоков по помещениям (мультирум);
- контроль над энергопотреблением, ограничение пиковых нагрузок и распределение нагрузок по фазам питающей сети;
- управление источниками резервного электропитания;
- управления насосных станций и системами автополива зеленых территорий,
- управление воротами и шлагбаумами;
- управление створками окон, шторами, рольставнями и жалюзи;
- удаленный мониторинг и управление всеми системами дома через интернет [4].

Первым по-настоящему «интеллектуальным» жилым зданием считается «Дом трона» японского профессора Кена Сакамуры в Токио, построенный в конце 1980-х годов, оснащённый датчиками погоды, регулируемыми положение оконных створок и параметры работы системы кондиционирования в автоматическом режиме в зависимости от погодных условий, датчиками звука, системой автоматического управления аудиоустройствами и устройствами телефонной связи.

Самое известное и наиболее технологичное «интеллектуальное» здание – жилой дом, построенный архитектором Джеймсом Катлером для основателя компании Microsoft Билла Гейтса в 1998 году. Апартаменты включают в свой состав оборудование фирмы Crestron, способное контролировать все инженерные системы дома, а также следить за тем, чтобы климат во всех помещениях здания соответствовал предпочтениям хозяина. К числу оригинальных «ноу-хау» дома относится автономный сад, развитие которого контролируется без непосредственного участия человека, а также световая волна, которая сопровождает человека, передвигающегося по дому в ночное время [1].

В настоящее время, с учётом развития современных технологий, проектирование интеллектуальных жилых зданий получило широкое развитие в США, Японии и в ряде Азиатских и Европейских стран.

Кроме того, в Европе создана отдельная организация — Европейская Группа Интеллектуальных Зданий (EIBG), занимающаяся развитием и распространением концепции «интеллектуального здания».

На рынке комплексных автоматизированных систем «умный дом» имеется достаточно большое количество разработок зарубежных производителей. К наиболее крупным из которых относятся:

1 Control4 – американский производитель систем домашней автоматизации;

2 Gira – немецкий производитель систем управления зданием или домом;

3 Fibaro – европейский производитель беспроводных датчиков и реле управления;

4 Xiaomi – китайский производитель элементов «умный дом»;

5 KNX – европейская ассоциация производителей унифицированного оборудования;

6 Crestron – американский производитель оборудования «умный дом» класса люкс [5,6].

Кроме того, область «интеллектуального» строительства не ограничивается лишь разработками в сфере совершенствования оборудования систем жизнеобеспечения и автоматизации. В настоящее время ведутся разработки так называемых «умных» строительных материалов, направленных на улучшение качественных характеристик и эксплуатационных свойств зданий и отдельных конструкций (энергоэффективность, экологичность, продление срока службы, возможность мониторинга состояния конструкций и прочее).

К примеру, применение фотокаталитического бетона, за счёт включения в состав его состав диоксида титана и химического процесса фотокатализа, протекающего в структуре бетона под действием света, существенно снижает концентрацию вредных веществ в непосредственной близости от конструкций (порядка 2,5 м). Благодаря включению диоксида титана в бетоны и окрасочные покрытия обеспечивается разложение большей части загрязнений наружных фасадов – пыли, плесени, бактерий, частиц выхлопных газов [2].

Также к «умным» строительным материалам можно отнести самозатемняющиеся стёкла и плёнки, самоочищающиеся краски, энергоэффективные теплоизоляционные материалы; «интеллектуальные» кирпичи и бетоны, осуществляющие мониторинг несущей способности, температурных и прочностных характеристик конструкций, и многое другое [3].

Не смотря на существующие мировые тенденции и обширную техническую базу оборудования и материалов, в Казахстане строительство «интеллектуальных зданий» находится на начальном этапе своего развития и представлено небольшим количеством единичных реализованных проектов:

Жилой комплекс «Highvill Астана» (Блок F). В жилом комплексе реализована система контроля доступа и безопасности, путём внедрения системы сканирования отпечатка пальца и карточного входа и их объединения в один цифровой замок.

Жилой комплекс оснащён общедомовой системой очистки воды. Сетевая вода, поступающая в центральный резервуар, проходит несколько этапов очистки, в том числе очистку через карбоновый фильтр, систему UV стерилизации и четырехступенчатый фильтр, расположенный непосредственно в квартире. Также в блоке F используется система очистки, хлорирования и стерилизации стоков для их вторичного использования в санузлах.

Концепция «умный дом» жилого комплекса построена на системе управления Wall Pad. С помощью данной системы жильцы могут осуществлять контроль расхода электроэнергии, управлять световыми панелями, современными мультимедийными устройствами. Кроме того, система Wall Pad осуществляет контроль за поддержанием микроклимата в квартире путем автоматизированного управления системами вентиляции и кондиционирования [7].

Жилой комплекс «Apple Town» в Алматы. Система «умный дом» жилого комплекса «Apple Town» осуществлена по примеру аналогичных систем Южной Кореи. Она включает контроль инженерных сетей, обслуживание лифтов, домофонов, систему пожарной безопасности, видеонаблюдение, автоматический контроль освещения, водоснабжения фонтанов и части других функциональных систем.

Несмотря на достаточно широкий функционал «умных» технологий, реализованных в жилых комплексах «Highvill Астана» и «Apple Town», данных жилые комплексы нельзя однозначно отнести к современной идее «интеллектуального здания», предусматривающей полную автоматизацию систем жизнеобеспечения.

Очевидно, учитывая столь незначительное количество реализованных в Казахстане за последние годы проектов интеллектуальных домов, можно сделать вывод о слабом развитии данной области в нашей стране. Вероятной причиной такой ситуации может являться достаточная дороговизна конечного жилья, учитывая

отсутствие собственного производства оборудования и систем автоматизации, и в то же время высокую стоимость зарубежных разработок. В результате чего, сфера применения комплексных решений «умный дом» на настоящем этапе развития в Казахстане в большей части ориентирована на рынок элитного жилья.

В следствие малого охвата технологий «интеллектуального здания» в объёме строящегося жилья, в нашей стране существует дефицит квалифицированных специалистов и как таковой отсутствует институт проектирования подобного рода зданий и сооружений.

Не смотря на данный факт, учитывая современные тенденции развития общества, постоянный технический прогресс и постоянно возрастающие потребности для комфортного проживания и улучшения качества жизни человека, спрос на интеллектуальное жилищное строительство в Казахстане в ближайшее время будет только возрастать, в связи с чем уже сейчас необходимо принимать меры для развития данной области в нашей стране.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Мировая практика «интеллектуализации» зданий [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.cnews.ru/reviews/free/smarthouse/articles/world\\_practice.shtml](https://www.cnews.ru/reviews/free/smarthouse/articles/world_practice.shtml) [дата обращения 20.03.2021].

2 Слесарев М. Ю., Попов К. В. Исследование эффективности применения фотокаталитических бетонов в городском строительстве: Национальный исследовательский московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 2017.

3 Умные строительные материалы [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.cleandex.ru/articles/2016/01/26/ecofriendly\\_materials12](http://www.cleandex.ru/articles/2016/01/26/ecofriendly_materials12) [дата обращения 20.03.2021].

4 «Умный дом» как единая система управления офисного здания [Электронный ресурс]. – URL: <http://asupro.com/building/smart/smarthouse-uniform-management-office.html> [дата обращения 20.03.2021].

5 12 лучших систем «Умный дом» [Электронный ресурс]. – URL: <https://simplerule.ru/12-luchshikh-sistem-umnyy-dom/> [дата обращения 20.03.2021].

6 Умный дом на базе KNX [Электронный ресурс]. – URL: <https://future2day.ru/umnyj-dom-na-baze-knx/> [дата обращения 20.03.2021].

7 Highvill Astana блок F [Электронный ресурс]. – URL: <http://test.acmella.com/f-block> [дата обращения 20.03.2021].

## ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОСТИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

МАШУРОВА М. К.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

КУДЕРИН М. К.

д.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Просчеты и ошибки в строительстве могут нести трагические последствия, унося многие человеческие жизни, а так же принося колоссальные материальные убытки - будь то природные, техногенные, антропогенные чрезвычайные ситуации - происходящие по различным будь то причинам природная стихия, либо халатность, человеческая беспечность, несоблюдение и пренебрежение техникой безопасности и так далее. Думаю каждый из нас получал СМС приходящие на мобильный телефон, казалось бы незначительная мелочь - предупреждение. Но в текущем году в апреле в 22 районах Акмолинской, Костанайской и Северо-Казахстанской областей сильный ветер сорвал кровли более чем с 16 зданий и сооружений. Было объявлено штормовое предупреждение в 13 областях. За последние три года в стране зарегистрировали 52 224 чрезвычайные ситуации и происшествия природного и техногенного характера, в которых пострадали 11 570 человек и погибли 3527. Материальный ущерб составил более 10 миллиардов тенге. Возросло количество пожаров. Так, в 2017 году зарегистрировано более 15 тысяч пожаров, в которых пострадали 816 человек и погибли 352 пришли к выводам из заседания Мажилиса Парламента Республики Казахстан. К числу угроз относят паводки, неудовлетворительное состояние гидротехнических сооружений, угроза террористических актов, землетрясения и многое другое. Множество потенциальных угроз перечислено, а ведь самое ценное в мире - это жизнь человека. Ввиду обширности темы чрезвычайных ситуаций обращаю внимание на тему сейсмостойкости зданий, как одну из многих.

«Важно понимать что вам нужно уметь предсказывать землетрясение, чтобы спасти человеческие жизни. Вы можете спасти их только, путем строительства зданий, которые способны выстоять от ударов землетрясений. Людей убивает не землетрясение, а дома» Джеймс Джексон глава департамента наук Кембриджского университета из интервью СМИ 2014 г.

Наша задача извлечь уроки и минимизировать последствия чрезвычайных ситуаций, просчитать и предотвратить, спрогнозировать

и найти ту модель подходящую оптимально к данному местоположению, к данным условиям. Безусловно контроль на каждом из этапов строительства необходим -выбор местности, проектирование, качество и выбор материалов, выбор конструктивных решений и производство работ также имеют не маловажную роль. В результате обследования последствий землетрясений накапливаются факты о поведении элементов зданий, учет которых позволяет создать определенные правила проектирования и строительства, которые способствуют непосредственному повышению сейсмостойкости сооружений и развитию теории их проектирования, как сложных динамических систем при различных сейсмических воздействиях. Накопившийся опыт аккумулируется, проводится анализ поведения элементов зданий при сейсмическом воздействии, систематизируется база учитываемая при разработке норм сейсмостойкого строительства соответствующих стран. Вот несколько примеров из мировой практики:

Последствия землетрясения в Канто (Япония) 1 сентября 1923 года с магнитудой 8,2 дали богатый материал для оценки сейсмостойкости сооружений. При этом были установлены преимущества каркасных систем и недостатки несущих кирпичных конструкций. Из 710 обследованных зданий с монолитным железобетонным каркасом сильные повреждения были в 69 зданиях (9,7%) и полностью разрушено 16 зданий (2,2%), в то время как из 485 зданий с несущими кирпичными стенами разрушилось 47 (9,7%) и частично разрушено или сильно повреждено 383 (79%). При этом повреждению каркасных зданий способствовало несовершенство узлов сопряжения колонн и прогонов и недостаточное количество поперечной арматуры. Относительно низкие повреждения имели каркасные здания по сравнению со зданиями местной каменной кладки.

При Ленинканском землетрясении 22 октября 1926года с магнитудой 5,4, на севере Армянской ССР, например, в здании текстильной фабрики с монолитными и железобетонными каркасом и перекрытиями были только небольшие повреждения в виде трещин в штукатурке стен заполнения каркаса.

При Карпатском землетрясении 10 ноября 1940 года с магнитудой 7,4 в Бухаресте полностью обрушилось 14-этажное железобетонное каркасное здание. При обследовании удалось полностью установить причины аварии: предполагается, что в значительной мере здесь сказалось неудовлетворительное качество железобетонных конструкций. Сетка колонн и конфигурация здания не отличались благоприятным для сейсмостойкости решением.

При Фукуйском землетрясении (Япония) 28 июня 1948 года максимальные ускорения грунта достигли 0,6g. В Фукуи было 47 зданий из монолитного железобетона. Эти здания, за исключением двух (универмаг «Дайва» и здание электрической компании), хорошо перенесли землетрясение. Здание универмага «Дайва» было построено в 1937 году. При землетрясении здание универмага обрушилось. Причиной обрушения послужило: низкое качество производства работ при бетонировании (предел прочности бетона колонн в отдельных местах был 80 кгс/см<sup>2</sup>); недостаточное поперечное армирование; в расчете не учитывались усилия от крутильных колебаний; неравномерная осадка основания до землетрясения привели к возникновению перенапряжения в отдельных элементах здания [1].

Сейсмоустойчивость – способность конструкций построек выдержать землетрясение с минимальными разрушениями. Сейсмоустойчивость зависит от многих показателей и факторов – высота, вес, конструктивные системы и др.

Специалистами разных стран мира предложены и разработаны системы сейсмоизоляции и гасители энергии колебаний, а также система фрикционных скользящих опор маятникового типа. Бесспорно, что разработки в направлении сейсмоустойчивости совершенствуются, например, в высшей школе Мичиган создали бетон новый вид – эластичный бетон. Бетон обладает эластичностью и гибкостью с помощью добавления минералов которые входят в состав морских раковин. Ученые Инцзы Ян и Виктор Ли доработали состав привычного бетона и усовершенствовали его. В итоге у них получился материал, который способен гнуться при нагрузке, а после еще и самостоятельно восстанавливать полученные небольшие трещины.

Существуют и производятся арматуры высокой прочности – сейсмоустойчивые арматуры класса прочности 500 МПа.

Так же существуют антисейсмические швы – антисейсмические швы зданий – одна из разновидностей деформационных швов, которые предотвращают разрушение здания вследствие землетрясения. Их применяют при строительстве зданий, которые находятся в сейсмических активных зонах. Антисейсмические деформационные швы разделяют здание на несколько элементов, осадка каждого из которых независима и имеет самостоятельные устойчивые объёмы.

К традиционными способами сейсмоусиления являются:

- увеличение сечения элементов и их соединений за счет присоединения к ним новых элементов;

- введение дополнительных элементов (связей, ребер, диафрагм), уменьшающих расчетные длины несущих элементов конструкций и повышающих их устойчивость;
- изменение закрепления концов стержней, например шарнирного на жесткое, превращение однопролетных систем в многопролетные и т.д.;
- устройство дублирующих элементов;
- введение затяжек, шпренгелей, тяжей с созданием предварительного напряжения в конструкциях;
- разгрузка конструкций за счет снятия части тяжелого оборудования или создания разгружающих консолей;
- применение распорных устройств, снижающих расчетное усилие в сечениях элементов, а также подкосов, оттяжек, расчалок;
- включение в совместную работу соприкасающихся элементов, например плит с балками или фермами.
- изменение схемы передачи нагрузки с помощью дополнительных распределительных устройств, в том числе автоматических, при управлении работой конструкции

В период с 2001 по 2011 годы в Казахстане произошло мощных землетрясений, магнитуда которых превысила 6 баллов сообщили в Министерстве по чрезвычайным ситуациям РК.

Декабрь 2003 года. В 310 км на юго-восток от г. Алматы (Сюмбинское) было зафиксировано землетрясение магнитудой 5,7.

22 мая 2003 года. Мощное землетрясение в 300 км от Алматы интенсивностью в эпицентре 1=7-8 баллов. Повреждения получили 8600 зданий на территории площадью более 500 кв км. 15 февраля 2005 года. В 360 км от Алматы произошло землетрясение магнитудой 7-8 баллов.

26 апреля 2008 года. В поселке Рыбцех Теректинского района Западно-Казахстанской области в результате землетрясения магнитудой 7, получили различные степени повреждения 432 и 123 жилых дома соответственно, а также ряд объектов социального назначения. Суммарный материальный ущерб превысил 670 млн тенге.

13 июня 2009 года. Землетрясение интенсивностью 7 баллов произошло в Городе Текели. В результате толчков саманные жилые дома повсеместно получили тяжёлые повреждения в виде глубоких больших сквозных трещин и частичное обрушение.

По заключению специально созданной комиссии, ущерб от землетрясения составил 400 млн тенге.

По данным МЧС РК, к сейсмоопасным регионам относятся Алматинская, Восточно-Казахстанская, Жамбылская, Южно-Казахстанская области, а также город Алматы [2].

Безусловно актуальность выбранной темы высока в Казахстане и в мире в целом. В связи с развитием современных программ, техник и технологий расчета, а так же используя методы и принципы строительной механики, численные и аналитические методов математики можно провести необходимые изыскания, провести анализ по устойчивости зданий при чрезвычайных ситуациях – землетрясении. Применение современных и традиционных методов на практике обусловлена удорожанием строительства, но необходимость применения в сейсмоактивных районах на практике этих методов очевидна. Как сказал видный политик, лауреат Нобелевской премии Уинстон Черчилль «За безопасность необходимо платить, а за ее отсутствие расплачиваться».

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Конспекты лекции по дисциплине «Сейсмостойкое строительство» для студентов специальности «Строительство» стр4-5(<https://allrefrs.ru/1-28964.html>).

2 Сведения о землетрясениях в казахстане <https://www.zakon.kz/4446756-samye-silnye-zemletrjassenija-v.html>

3 СП РК EN 1998-1;2004/2012 Проектирование сейсмостойких конструкций.

#### АНАЛИЗ ПРОГРАММ 4D МОДЕЛИРОВАНИЯ

МЕШИТБАЕВ Ж. А.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

МЕНЕЙЛЮК О. И.

д.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

В данной статье показан принцип управления строительной площадкой за счет информационной модели. Определены наиболее распространенные программные приложения. Уточняются их основные характеристики, а также то, в каких ситуациях программные приложения могут быть использованы для организации наиболее эффективной работы.

Информационные технологии являются неотъемлемой частью современного строительного процесса. Для того чтобы

подойти к комплексной реализации, необходимо использовать не только процесс 3D-моделирования. Следующим шагом является создание 4D-модели на основе 3D-модели и рабочего графика. Некоторые строительные компании, внедряющие BIM, начинают внедрять 4D-модели не только на этапе проектирования, но и на этапе строительства. Этот инструмент позволяет создавать интегрированную модель, анализировать процесс виртуального строительства объекта, устранять пространственно-временные коллизии на этапе проектирования, а также контролировать выполнение монтажных работ при фактическом строительстве, что исключается в традиционном подходе к процессу строительства. В казахстанских компаниях BIM в настоящее время имеет более низкий уровень зрелости, чем в Великобритании (например, на это указывает отсутствие BIM-стандартов, установленных казахстанским законодательством, в то время как первый стандарт был введен в Великобритании в 2009 году). 4D является добровольным и не принимается большинством строителей в качестве эффективного инструмента управления на этапе строительства. Это приводит к неэффективности процесса.

Целью данной работы является исследование программных приложений, обеспечивающих процесс 4D-моделирования. Чтобы сделать это необходимо выявить наиболее часто используемые программы. С помощью теоретического анализа выявить и сравнить характеристики этих программных приложений; выяснить, в каких ситуациях они могут быть использованы для организации наиболее эффективной работы.

Информационная модель здания (BIM) - это набор информации, структурированный таким образом, что данные могут быть совместно использованы. Это может быть 3D, 4D (интегрирующее время) или даже 5D (включая стоимость) – вплоть до «nD» (термин, который охватывает любую другую информацию).

4D моделирование требует соединения плана строительства с 3D-моделью [2]. Можно создавать 4D модели как для всего проекта, так и для его отдельных частей, представляющих проект как отдельные моменты времени. В этом случае любые корректировки плана или 3D-модели отражаются в самой визуальной модели [2].

Таким образом, благодаря использованию 4D - моделирования мы имеем:

- Оптимизация графиков строительных работ (оптимизация сроков, сравнительный анализ вариантов реализации проекта,

разработка оптимального сценария строительства, выявление пространственно-временных коллизий в календарном планировании).

- Перенос 4D информационной модели на строительную площадку.
- Фиксация фактически выполненных работ (ежедневный автоматизированный контроль времени, контроль качества выполненных работ, постоянный мониторинг графика реализации проекта).

- Актуальная информация о ходе строительства в единой информационной модели.

- Автоматизированные отчеты о ходе строительства.

Информационная модель здания является реальной основой для мониторинга хода строительства. Информационная модель для строителей-это:

- Один инструмент для координации участников проекта.
- Упорядоченная структура данных о строительной площадке.
- Минимизация ошибок при оценке строительной документации.
- Своевременное выявление пространственных и планировочных конфликтов.
- Подготовка ведомости количеств.
- Доступ к строительной модели 5D.

Разнообразие инструментов позволяет выделить 3 группы для 4D-модели [2]:

1. Ручной метод с использованием 3D или 2D инструментов.

Процесс строительства отображается с помощью визуализированной анимации графика строительства в сторонней программе. Анимация привлекательна для маркетинга, но неэффективна как средство планирования. Основная причина-ручное производство анимаций с ограниченными возможностями для изменения, обновления и планирования сценариев реального времени. Каждый раз, когда детали расписания изменяются, планировщик должен создать новый набор анимаций для ручной синхронизации 4D изображение с графиком строительства. Как следствие - использование данного метода возможно только на начальном этапе проектирования.

2. Встроенные 4D-функции в 3D (BIM-инструменты с возможностью 4D).

Процесс строительства отображается с помощью инструментов 4D визуализации, встроенных в 3D-программу. Этот метод может генерировать 4D-изображения, но нет прямой координации с графиком строительства.

3. Импортируйте 3D и расписание в инструмент 4D.



Процесс строительства отображается путем интеграции 3D модели и графика строительства из планировщика в отдельной программе.

Наиболее распространенным вариантом является использование последней группы. В данной работе представлен анализ нескольких программ из этой группы, результаты обобщены в таблице 1.

Таблица 1 – Общая информация о Navisworks, SOMOKS. SMR, Synchro

№	Программные приложения	Определение	Этап реализации проекта	Программные решения
1	Navisworks	Решение для экспертизы архитектурно-строительных проектов, позволяющее полностью контролировать результаты. Он проверяет модели и данные, которые поступают от всех участников процесса проектирования.	Строительная документация, подготовка к строительству, строительство.	1. Программное приложение для персональных данных Компьютера. 2. Состоит из нескольких отдельных продуктов (Review, Simulate, Manage, Freedom).
2	SOMOKS. SMR	Программный комплекс для автоматизации планирования, контроля и мониторинга строительно-монтажных работ с привязкой к деятельности сети, предназначенный для эффективного 2D-5D планирования и строительства объектов любой сложности.	Строительная документация, подготовка к строительству, строительство.	1. Информационный портал, доступ через Интернет. 2. Мобильное приложение для Клиента.
3	Synchro	Решение для синхронизации трехмерной модели объекта с графиком работ. В результате получается модель, содержащая информацию о продолжительности, трудозатратах и стоимости строительно-монтажных работ, в том числе информацию о временных сооружениях и управлении строительной техникой.	Строительная документация, подготовка к строительству, строительство.	1. Программное приложение для персональных данных Компьютера. 2. Состоит из нескольких отдельных продуктов (Synchro PRO, Synchro Workgroup Project, Synchro SITE). 3. Synchro SITE предназначен для мобильных устройств.

Анализ характеристик этих программ привел к следующим результатам.

Navisworks удобна при работе с 3D-моделью на этапе проектирования. Его основным преимуществом является автоматизированный анализ пересечений элементов модели и вывод конфликтов в виде отчетов для их решения соответствующими участниками проекта. Визуализация - это побочная функция.

Synchro удобен для планирования строительных проектов и управления процессом их строительства. Решение Synchro позволяет соотносить проектную информацию в виде 3D-моделей с календарно-сетевым расписанием проекта, его ресурсами, затратами и управлением цепочками поставок. Визуализация - это основная функция.

Аналог зарубежных программ SOMOKS.SMR удобен при работе с 4D моделью во время этапы проектирования и строительства. Нет анализа пересечений элементов, но возможно нахождение пространственно-временных столкновений. Основным преимуществом данной программы является назначение еженедельно-ежедневных заданий рабочим на стройке и возможность их контроля.

В результате для эффективного использования программных приложений нужно определить задачу, на которой необходимо сосредоточиться. Если это проверка пересечений на этапе проектирования, то Navisworks более подходит. Если вам нужно сосредоточиться на этапе строительства вы должны выбрать SOMOKS.SMR или Synchro. Также стоит отметить, что некоторые программы работают более эффективно, если вы организуете совместное размещение этих программ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Карпова П.В. Информационное моделирование как поэтапный способ перехода на новый уровень проектирования – изд-во Молодой ученый. — 2018. — № 47 (233). — С. 41-43.

2 Eastman C., Teicholz P., et al. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. Hoboken, New Jersey, Wiley, 2011. 490 p.

## РЕАНИМАЦИЯ МИКРОРАЙОНА «САРЫАРКА» ГОРОДА ПАВЛОДАР

НЕСИПКАЗИЕВ Н. Б.  
магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар  
САКАНОВ К. Т.  
к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

### Введение

Город Павлодар является административным центром Павлодарской области. Большая часть города расположена на правом берегу реки Иртыш, в северо-восточной части территории Республики Казахстан.

Реанимация микрорайона «Сарыарка» проводилась на основании проекта детальной планировки бывшего микрорайона Алюминстрой. Основанием для разработки проекта детальной планировки микрорайона Алюминстрой является аварийное состояние щитосборных двухэтажных жилых домов 1950-х годов застройки.

Территория реанимируемого микрорайона располагается в зоне городской застройки и застроен малоэтажными жилыми домами старой застройки, а также частично застроен объектами малых предприятий (СТО, гаражи, бани, магазины и др.). На территории присутствуют элементы благоустройства.

При реанимации ставятся задачи: снос ветхого жилья, расселение жильцов из аварийных домов, разработка проекта детальной планировки микрорайона, строительство нового многоэтажного жилья. Цель данной программы – понижение уровня чрезвычайных ситуаций, возникающих при эксплуатации истекших нормативный срок службы жилых зданий, связанных с длительной эксплуатацией, улучшение социально-бытовых условий граждан, обновление архитектурного облика города.

Территория микрорайона находится в восточной части жилой застройки г. Павлодара. Район ограничен с западной стороны улицей Камзина, с восточной стороны улицей Катаева, с севера – улицей Толстого, а с юга – улицей Ломова. Площадь, занимаемая микрорайоном, составляет 72,5 га. (рис. 1) «Схема размещения проектируемого района в плане населенного пункта».

В реанимируемом микрорайоне находятся 159 щитосборных жилых дома, построенных в 50-х годах двадцатого века. В каждом доме по 8 квартир, всего 1272 квартиры, количество жильцов – 3804 человека. В результате длительной эксплуатации повсеместно

нарушена герметичность стыков в наружных стенах, деревянные лестничные марши местами прогнили.

Ограждающие конструкции в значительной степени утратили теплотехнические качества, в ветхом состоянии находятся оконные и дверные проемы, дощатые полы и инженерные коммуникации. Санитарно-гигиеническое состояние многих квартир не соответствует нормам для эксплуатации. В данных домостроениях проживают, в основном, социально-незащищенные слои населения. В связи с этим, для улучшения социально-бытовых условий жителей района Алюминстрой, обновления архитектурного облика города, назрел вопрос сноса данных строений. Разработан комплексный проект детальной планировки путем реанимации микрорайона «Сарыарка» – старого микрорайона Алюминстрой.

### Основная часть

В архитектурно-планировочном плане в жилом микрорайоне предлагалась квартальная застройка девяти этажными жилыми домами из блок-секции.

В целом структура проектируемого района компактна. Архитектурно-планировочная и объемно-пространственная композиция жилого района строится на контрасте прямолинейной сетки кварталов освободившихся после сноса территорий и сложившейся структуры застройки.

Расчетный уровень обеспеченности рассчитан, исходя из среднего показателя 3,0 чел. на квартиру, принятого по статистическим данным.

Проектное население микрорайона в новой застройке составит 11556 человек; население существующей застройки составляет – 5440 человек; на выделенных 46-ти участках индивидуального жилищного строительства численность населения составит – 130 чел; население «Детской деревни» – 74 чел. Итого расчетное население микрорайона в будущем составит – 17 200 чел.

При данном варианте застройки плотность населения территории микрорайона «Сарыарка» составляет:  $17200 \text{ чел} / 72,5 \text{ га} = 237 \text{ чел.}$ , что является высоким уровнем плотности населения. Этот показатель выше средней плотности по городу и среднестатистических данных микрорайонов городов России, а также Казахстана.

Строительство новой жилой застройки предусмотрено на площадях сносимого ветхого жилья и изымаемых 10-ти земельных участков, отданных под индивидуальное жилищное строительство, которые не используются по назначению по состоянию на 2010 год.

Застройку микрорайона «Сарыарка» предполагалось вести в две очереди. В первую очередь застраиваются территории, которые не затрагивают участки частной собственности. В первую очередь идет застройка 78 блок-секций, во вторую очередь – 29 блок-секций. Не освоенные участки индивидуального жилищного строительства, попадающие в площадь застройки, переносятся на свободные места. (рис. 2) «Эскиз застройки», очереди выделены разным цветом.

Изначально Проектом детальной планировки предлагалось строительство 107-ми блок-секций по 36 квартир каждая. Приняты два варианта блок секций.

1 вариант: блок секция общей площадью – 266,4 м<sup>2</sup>:

- 1-но комнатные квартиры общей площадью – **53,2 м<sup>2</sup>**, в количестве 9 шт.,

- 1-но комнатные квартиры общей площадью – **41,2 м<sup>2</sup>**, в количестве 9 шт.,

- 2-ух комнатные квартиры общей площадью – **76,8 м<sup>2</sup>**, в количестве 9 шт.,

- 3-х комнатные квартиры общей площадью – **95,2 м<sup>2</sup>**, в количестве 9 шт.

2 вариант: блок секция общей площадью – **266,4 м<sup>2</sup>**:

Блок секция будет состоять:

- 3-х комнатные квартиры общей площадью – **66,6 м<sup>2</sup>**, в количестве 9 шт.,

- 2-х комнатной квартиры общей площадью – **46,1 м<sup>2</sup>**, в количестве 9 шт.,

- 3-х комнатной квартиры общей площадью – **58,5 м<sup>2</sup>**, в количестве 9 шт.,

- 3-х комнатной квартиры общей площадью – **95,2 м<sup>2</sup>**, в количестве 9 шт.

Выделяемое равнозначное жильё, подлежащее сносу в одной блок-секции составит 104,6 м<sup>2</sup>, из них-2-х комнатной квартиры – общей площадью – **46,1 м<sup>2</sup>**;

3-х комнатной - квартиры общей площадью – **58,5 м<sup>2</sup>**.

В ходе разработки и реализации проектно-сметной документации было решено размещение 42 многоэтажных жилых дома с 104-я блок-секциями.

Кроме того, технически, подключение к инженерно-коммуникационной инфраструктуре (сети электроснабжения, водоснабжения, водоотведения, теплоснабжения) не предоставлялось возможным, так как старые сети были изношены, диаметры труб и

напорная мощность сетей не позволяли подключение многоэтажных жилых домов. В связи с этим, принято решение в первую очередь произвести работы по прокладке магистральных и внутриквартальных инженерных сетей для реанимации микрорайона «Сарыарка».

Таблица 1 – Данные территории, застройки микрорайона «Сарыарка»

№ п/п	Наименование характеристик	Показатели	
		количество	%
1	2	3	4
1	Площадь участка, га	72,5	100
2	Площадь застройки, в том числе	29,4	40,6
	-жилая застройка, га	14,1	48
	-нежилая застройка, га	15,3	52
	в т.ч. проектируемые, га	2,4	
	-дошкольные учреждения, га	1,8	
	-объекты торговли и бытового обслуживания, га	0,3	
3	Улично-дорожная сеть	9,7	13,4
4	Пешеходная часть	4,7	6,5
5	Спортивные площадки	1,4	1,8
6	Прочие, в том числе	27,3	37,7
	-озеленение	15	
7	Снос ветхого жилья, шт	159	
8	Строительство 9-ти эт. блок-секции, шт	107	Первая очередь 78 шт
9	Население, всего человек	17200	
10	Плотность населения, чел/га	217	
	Требуемые мощности:		
11	Электропотребление, МВт	12	
12	Водопотребление, куб.м/сут.	4802	
13	Теплопотребление, Гкал/час	51	

#### ЛИТЕРАТУРА

1 СНиП РК 3.01-01-2008 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» [1];

2 СП РК 3.01-01-2008 «Методические указания по разработке проектов планировки частей городов и других населенных пунктов» [2];



## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В КОНСТРУКТИВНОМ РЕШЕНИИ ОКОН

НИЯЗБЕКОВ А. А.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

САКАНОВ К. Т.

к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

### Введение

Оконные технологии на данном этапе проходят свою эволюцию в своем развитии. Сегодня, как никогда, идет волна новых инноваций в оконной конструктивном решении.

Это дало новое развитие оконной индустрии в современном строительстве. Значимыми проектами и внедрение инноваций в сферу оконной индустрии и новейших разработок ознаменуется 2020 год. Инновации в сфере генерации оконными покрытиями солнечной энергии применение их в энергосберегательных технологиях можно отметить как особым достижением современной отрасли.

В данной статье рассматривается обзор достижений в области научных открытий в сфере оконной индустрии. Именно эти инновации, как правило, остаются не замеченными, так как они не заметно входят в обиход обычных людей и становятся повседневным в использовании.

Проведен анализ инновационных достижений в сфере оконной индустрии и инновациях. А также обзор базовых и интересных изобретений [1].

Мною в данной статье проводится также детальный анализ тех разработок, которые существенно обогатили оконную отрасль. Оконная индустрия заняла особую нишу в современном строительстве.

На инновации в этой отрасли определенные условия. Дело в том, что каждое достижение какой-либо страны или инновации были продиктованы их географическими и климатическими условиями, если это касалось Европы то нам недостаток солнечного света и избыток влаги – инновации были именно с целью решения этих уникальных условий. В США на ряду с высокой влажностью избыток солнца, а значит и активность ультрафиолетовых лучей, именно эту задачу решали изобретатели новых конструктивных решений окон [2].

В статье также рассмотрен уникальность оценки различных разработок. Так, ярким примером может служить монтаж в окнах датчиков реагирующих на дым или генерация тепла и электроэнергии оконными покрытиями.

Основная часть. Проектирование теплиц, примеру, прежде всего продиктованы тем, чтобы собирать богатый урожай при любых условиях и проникновения солнечного освещения в разных природно-климатических и погодных условиях должно регулироваться. В объектах промышленного основное функциональное назначение светоаэроционных фонарей заключено, в том чтобы промышленный объект был полностью освещен естественным солнечным освещением. Как правило, входе эксплуатации промышленном производстве через светоаэрационные проемы должен попадать ультрафиолет для инсоляции здания, то применение инфракрасного напыления на оконных конструкциях не целесообразно. Инсоляция промышленного здания имеет базовое значение, что вынуждает при строительстве оконные конструкции размещать так чтоб проникновение солнечного света происходило в нужном объеме [3].

Оригинальная разработка Пристонского университета. Она заключена в том, что при проникновении ультрафиолета в окна преобразовывать их в тепло. Эта одна из идей относящаяся к генерации солнечных лучей в тепло.

Воплощение идеи с использованием ультрафиолета в качестве выработки энергии была и будет особым направлением при разработке новых конструкций окон и оконного покрытия. Дело в том, что в разных климатических условиях активность солнца происходит по своим особенностям. Именно это и позволяет по максимуму использовать ультрафиолет в качестве материала для выработки электричества. Современные стандарты в строительстве в основе которых основным требованием является энергоэффективность зданий и сооружений дали новый импульс использования ультрафиолета солнечных лучей. Например, для обогрева стекла при низкой температуре воздуха в резко континентальном климате, или затемнение оконного покрытия при активизации солнца в летний период или в странах с избыточным воздействием солнечных лучей. Особенность таких технологий еще в том, что при выработке электричества оконные технологии позволяют кондиционировать окна, что исключает запотевания. Это решение позволило активно внедрить в строительство совершенно новый подход в энергосбережении зданий и сооружений а также улучшить параметры климата в помещении [4].

В промышленном производстве данная технология стала настолько актуальной что использование именно этой разработки стало важным вектором экономии энергопотребления и энергосбережения.

Именно эта технология позволило резко устранить и оградить проникновения лучей через стекло за счет прозрачной пленки. Пленка не пропускает ультрафиолет.

Идея создания новых оконных конструкций будет иметь всегда научную основу для развития передовых разработок в сфере современного строительства. Еще один метод ламинирования оконного покрытия. Существует специальная разработка использующая прозрачную пленку, дело в том что использование пленок с разным целевым назначением легло в основу использования оконных конструкций с разным целевым назначением. Например, в ряде случаев проникновение ультрафиолета в здание очень значима, например, в промышленных зданиях средними производствами [5].

Производство пленки, поглощающую, только необходимый спектр солнечного света явилось одной из уникальных разработок американских производителей стекла.

Интенсивное развитие оконных конструкций и оконных покрытий ставит регулярно новые задачи. Рассмотрим электрохромные покрытия. Данная технология внедренная американскими учеными в оконные конструкции современного строительства позволило затемнить до 70 процентов излишка солнечного воздействия. Такое решение нашло свое применение при строительстве больниц и поликлиник в странах с жарким климатом.

Важно подчеркнуть, что современные проектировщики и дизайнеры приходят к мнению, что нужно находить альтернативу современному остеклению зданий и сооружений. Одним из таких предложенных вариантов оконных конструкций является термопакеты. Данная разработка позволило улучшить звукоизоляцию и свести к минимуму теплообмен [6]. Эта новация в современном строительстве успешна находит применение в малоэтажном строительстве жилых зданий. Важным элементом этого новшества является напыление которое сводит к минимуму теплопотери. Здесь часто используют низкоэмиссионное стекло.

Еще один значимый момент, в термопакетах используют не воздух, а инертные газы, такие как аргон данное универсальное решение позволило усилить в разы сопротивление теплопередаче. В регионах с резко континентальным климатом и холодными зимами это решение имело высокий показатель.

В новых конструкциях окон часто применимо использование датчиков позволяющие владельцу недвижимости знать о положении оконной конструкции в любой момент времени. Использование

датчиков на окнах привело современное строительство не только к контролю над положением оконной конструкции в отсутствие хозяина, но и нашло решение противопожарной безопасности. Изобретение и монтаж датчиков угарного газа. Разработчики таких технологий решили вопрос с задымлением помещения, которое фиксируется датчиками и производят открывание окон при возникновении задымления в помещении [7].

В современном строительстве новым толчком в развитии называют научное изобретение изобретателями и учеными Университета Цинцинати. Изобретение новой конструкции а также новой поверхности окна основана на электрокинетических пикселях. Первая особенность такого изобретения высокая экономичность и доступность. Вторая особенность данной технологии с особой чувствительностью реагирует на яркость, температуру и видимость. Именно это и отличает данное изобретение в сфере оконных технологий, которое можно называть универсальным. Так как оно функционально может решать самые различные задачи и в отличии уже имеющихся разработок. Другой особенностью данной технологии можно назвать технологическую тонировку. На основе этой функции происходит решение многих оптических функций.

Изобретение основано на электрокинетических пикселях, напоминая больше электронную бумагу. Одна из новейших разработок в Германии имеющая свою уникальность. Это конструкции окон на основе применения магнита.

Под влиянием магнита окна могут затемнять комнату, такое решение очень оригинально для стран с избыточным солнечным воздействием. Другой значимой характеристикой данного изобретения является сохранение солнечной энергии. Вышеописанная работа высокотехнологичных окон основана на принципе солнечной батареи.

Говоря о новых изобретениях о инновациях в сфере оконных технологий нужно главным образом заострить акцент на их широкое применение и эффективность среди масс населения. Дело в том, что один из таких ярких критериев как популярность среди населения дает нам понять о высокой потребности использования. Ярким примером можно привести пластиковые окна. На период их изобретения в наших Казахстанских реалиях пластиковые окна были настолько востребованы, что при их высокой цене их активно начали внедрять во всех жилых и нежилых зданиях, вытеснив тем самым с рынка деревянные окна. Особенность же деревянных окон всегда была

уникальной. Деревянные окна всегда были и будут экологичны и в региональных с резко континентальным климатом имеют всегда особое преимущество перед другими видами материалов. Но, именно пластиковые окна стали очень популярны в Казахстане, по сравнению с деревянными окнами. Когда пластиковые окна вошли в обиход обывателей их в первую очередь привлек простота монтажа, виды конструкций а также виды их открываний. Все это говорит о резком интересе к этому на тот момент новшеству как пластиковые окна. В результате данная оконная технология активно вытеснили и деревянные и алюминиевые окна из строительного рынка. Так, при возведении новых жилых домов, в некоторых проектах, указывают монтаж деревянных окон. Строительные компании при возведении зданий заказчику подают корректировку в проекте на замену деревянных окон на пластиковые. Эта ситуация очень типична для Казахстана и ярко подчеркивает тот факт, что массовость и популярность среди населения особо подчеркивает актуальность изобретения.

На рынке строительных услуг каждый элемент здания был и будет оцениваться как с эстетической так и с технологической составляющей, более того решающую роль играет экономичность изобретения. Так, например, пластик по сравнению с древесиной в оконных технологиях по вышеуказанным параметрам оказался в разы эффективнее и экономичнее. Но требования современного строительства оказывают свое сильное влияние и развитие новые инновации в оконных технологиях, оригинальность решения привели на порядок выше оконную индустрию в современном строительстве. Именно поэтому пластиковые окна начали отступать на вторые и третьи места по сравнению с теми, которые активно начали внедрять в странах Америки и Европы. ПВХ имеет тенденцию совершенствоваться, так производители окон с целью повышения прочности и жесткости окон начали их армировать. Это повысило эффективность их использования и сыграло решающую роль в их эксплуатационных характеристиках. Интересной и значимой особенностью пластиковых окон явилось снижение их стоимости. Так например, способ изготовления пултрузионным способом внедрила в производство полупрозрачные профили для изготовления окон из полиэстра. Именно эти разработки дали ощутимый импульс для внедрения в производство таких разработок как профили ПАС с количеством наполнителя из стекловолокна до 65%. В данном изобретении для армирования этих профилей ленту из стеклоткани прошивают стеклонитью. Весь этот процесс предусматривает применение полиуретана и множественное

содержание стекловолокна в материале профиля. Именно это и повысила их прочность в 12 раз, чем ПВХ. Конкуренция разработок между странами Европы, так их как Германия, Франция и Англия дает широкий спектр возможностей пластиковым окнам в оконной индустрии. Вопрос развития ПВХ всегда был и будет главным вектором в виду широкого использования их в оконной индустрии, но наряду с этим всем энергосбережения будет иметь особый вес в оконной индустрии. Так, например, в Израиле, разработка получила одобрения потребителей тем, что они между стеклами разместили солнечные батареи, их уникальность не только в том чтобы они могли сохранять энергию солнца, но и в том, что их монтировали в окне в виде жалюзи. Вопросы эстетики и высокой технологии всегда важно сочетать в современном строительстве. Эти жалюзи имели еще и вторую функцию они не давали нагреваться помещению.

Использование поверхности стекол как солнечные панели. Речь идет о фотоэлектрических стеклах. Японская компания разработала жидкий спрей, которая наносится напылением на поверхность стекла тем самым отражая избыток солнечных лучей которая по замыслу разработчиков служит защитой от ультрафиолета и инфракрасного излучения. Выполненные экспериментальные и теоретические исследования новых оконных конструкций с тепловыделением в воздушных прослойках, с экранами и жалюзи с теплоотражающими покрытиями, с вентиляцией воздушных прослоек показали их эффективность в управлении тепловыми характеристиками окон. Уникальность новых разработок в сфере оконных конструкций и оконных покрытий раскрыл большой потенциал для комфортного и эффективного их использования в современном строительстве. Новые стандарты и требования к строительству энергоэффективных зданий и сооружений каждый раз вынуждает пересматривать каждый элемент зданий для экономии тепла и электроэнергии, а так же их генерации для эффективного использования.

Окна в строительстве зданий всегда являлись уязвимым звеном. Часто окна и были причиной понижения температуры в помещении в холодный период. И эту сложную задачу теплопотерь эффективно и наглядно было решено после внедрения в систему массового строительства термопакетов, наполнения их аргоном и другими инертными газами. Каждая страна исходя из своих климатических условий проживания и по разному решали и решают такие сложные задачи. Оригинальные решения были также изложены учеными США, описано выше. Их новая научная разработка

оконных конструкций основанная на электрокинетических пикселях позволило решить вопросы с управлением оконных конструкций, их реакций на избыток солнечного освещения, трансформацию солнечной энергии по ее использованию. Целый ряд вопросов и задач был решен комплексно со зданием только инфракрасного напыления на поверхности окна. Именно решение германскими изобретателями дало эффект использования только необходимого спектра лучей солнца. Особую роль в использовании зданий гражданского назначения имеет их функциональное назначение. Например, для больниц и поликлиник климат в помещении особенно профильных должен быть строго регулируемым. Для зданий промышленного назначения прохождение через окна ультрафиолета значим для инсоляции помещений. Все эти особенности для каждого вида зданий и сооружений учтены в новых оконных конструкциях.

Выводы. До настоящего времени такого рода вопросы в сфере оконной отрасли особо не рассматривались. Так можно особо подчеркнуть о тех выводах и достижениях мировых инноваций в сфере оконной отрасли, которые привели к повышению жизненного уровня людей. Главным образом все эти инновации должны быть экономичными как при производстве, так при доступности цены на них. В новых поколениях оконных технологиях замечен резкий рост в изобретении и инновациях, все это связано, как со строительным бумом, так и с высокой необходимостью в развитии окон новых поколений. Оконная индустрия в современном строительстве начало резкое опережение в отличии. Это связано с изменением климата, активизация солнца и ультрафиолета серьезно озадачили производителей окон с теми проблемами, которые так и оставались нерешенными на протяжении последних лет.

Важность достижений в оконной отрасли будут находить ежедневно свою оценку, так как потребности и решения многих сложных задач еще не нашли свое полное решение.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Железнев В. П. Двери и окна в современном интерьере. Новые технологии, эксплуатация, дизайн-Стройвариант Издательство: Феникс, 2004.
- 2 Степаненко Ю. В. Двери и окна М:Издательство: Эксмо, 2008. Мягкая обложка, 32 с. ISBN 978-5-699-26131-4.
- 3 Арки, двери, окна. - М.: Аделант, 2008. - 192 с. Бриколаж. Ремонт в доме.

4 Строительные, столярные и отделочные работы, кровля, двери, окна, покрытия. - М.: Ниола-Пресс, 2008.-192с.

5 Венди Джелберт. Двери и окна. Акварель. Интересные проекты + схемы/-М.:Контэнт,2011.- 517 с.

6 Серикова А. Двери и окна. Способы установки и декорирования / - М.: Книга по Требованию, 2011. - 384 с.

7 Туккель И.Л. Разработка и принятие решения в управлении инновациями / – СПб. : БХВ-Петербург, 2011. – 342 с.

#### МЕТОДЫ КРЕПЛЕНИЯ СТЕН ГЛУБОКОГО КОТЛОВАНА

ОМАРОВ Д. Р.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

КУДЕРИН М. К.

д.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

В настоящее время использование подземного пространства может считаться в мировом масштабе одним из основных и быстро развиваемых направлений в гражданском и промышленном строительстве. Сегодня подземная часть городов используется для строительства многоэтажных гаражей и стоянок, объектов транспортного строительства комплексов общественно-бытового назначения, предприятий торговли, помещений заглубленных частей жилых и офисных зданий [1].

Развитие инженерного обеспечения, решение проблемы авто-паркингов, подземного общественного транспорта, создание дополнительных площадей на прямую влияет на скорость освоения подземного пространства в рамках градостроительства. Такие задачи наиболее часто встречаются в крупных городах. Но как раз-таки там их решение наиболее сложно, в связи с плотностью застройки территории.

Вариантов решения проблемы несколько: строительство коммуникаций «закрытым способом», реконструкция с объединением нескольких коммуникаций в одном коллекторе и т.п. Но данный способ длителен и дорог. А для реализации новых объектов эти методы вообще не используются. В связи с этим проблема повышения глубины котлованов в городах с плотной застройкой стоит на первом месте. При проектировании нового подземного объекта необходимо четко понимать, что последующая реконструкция его будет очень сложна и дорогостояща [2].



Исходя из этого такие сооружения проектируют так, чтобы они были долговечны, с учетом возможности увеличения нагрузки на них, так скажем с «запасом». Что в свою очередь ведет к необходимости сооружать все более массивные подземные сооружения. На всем земном шаре в данное время уже эксплуатируются подземные автопарковки, глубиной более 45 метров. Часто они работают как перехватывающие – въехал на стоянку из-за пределов городской черты, оставил машину и сел на метро, станция которого расположена здесь же.

На конструктивные решения подземных и заглубленных сооружений, а также на способы их устройства влияют множества факторов, такие как объемно-планировочные решения, назначение, глубины заложения, инженерно-геологические условия, климатические и сейсмические условия строительства, нагрузки на поверхность, наличие близ расположенных зданий и сооружений.

При устройстве котлованов в стеснённых городских условиях строительная площадка имеет ограниченные размеры и окружена существующими зданиями и инженерными коммуникациями. При этом каждый раз объем объектов подземного строительства увеличивается. А также по этой причине котлованы возводятся в основном с вертикальными стенами, крепление которых обеспечивается специальными ограждениями. Возможности увеличения глубины котлованов в настоящее время конечно существуют. Но данные показатели влияют на стоимость работ, комфортность пребывания в подземных помещениях, на окружающую застройку и гидрогеологические условия.

Стены котлованов подвергаются воздействию физических, геологических и техногенных факторов, вследствие которых может произойти их разрушение. С увеличением глубины котлована, а также ухудшению геологических условий появляется необходимость в устройстве ограждающих конструкций стен и их усиление. При различных условиях используются различные способы крепления стен котлована.

При стремлении уйти как можно глубже при сооружении котлованов участились и аварийные случаи, что играет большую роль на ответственности такого рода сооружений. Аварийные случаи при сооружении глубоких котлованов возникают не только из-за некачественного производства строительно-монтажных работ, но и проектировании такого рода сооружений. В следствии чего расчет различных конструктивных решений стен глубоких котлованов требует определенной ответственности.

Классификация современных методов крепления котлованов при строительстве подземных сооружений открытым способом приведена ниже

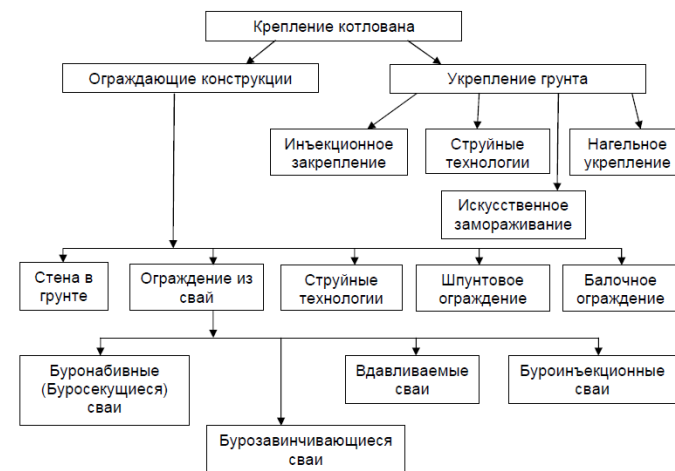


Рисунок 1

Надежность важнейшая часть любого используемого метода. Но несмотря на это, существуют и другие факторы такие как качество работ и экономическая эффективность.

Все вышеуказанные методы при надлежащем исполнении имеют достаточную надежность. Но это не исключает риск некачественного исполнения. Несмотря на кажущуюся простоту и сложность необходимо ответственно подходить к выполнению работ. Здесь играет время их установки и зазоры, что повлияет на величину деформаций, которая может порядком возрасти, что приведет к разрушению соединительных элементов. И наоборот, все анкера, вся конструкция ограждения и соединительные элементы заранее проверяются нагрузкой, превышающей расчетную, при испытании и нагружении анкеров.

То же самое и с экономической точки зрения. Например, стоимость сложного в изготовлении анкера очень дорога. Но распорные системы весят в десятки раз больше, и в итоге могут оказаться дороже [2].

На сегодняшний день благодаря современным технологиям имеется огромный выбор доступных способов устройства подземных и заглубленных сооружений. Большой спектр технических решений

по устройству ограждений котлованов и вариантов их крепления охватывает практически весь диапазон инженерно-геологических и гидрогеологических условий, требуемых глубин и плановых размеров сооружений. Подбор типа укрепления стенок котлована должен быть взаимосвязан с конструктивными особенностями планируемого объекта. При сложных условиях этот выбор следует выполнять, как правило, на основании технико-экономического сопоставления вариантов [3].

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Еремин В.Я., Крепление бортов глубоких котлованов// Материалы Киевского семинара SCADGroup – 2009 г.
- 2 Зуев С. С., Опыт применения специальных технологий производства работ по устройству ограждающих конструкций котлованов – 2009 г.
- 3 Колыбин И. В., Подземные сооружения и котлованы в городских условиях – опыт последнего десятилетия. - 2007 г.
- 4 Пономарев А.Б., Калошина С.В., Старцева С.И., Безгодов М.А., Строительство на урбанизированных территориях – 2012 г.

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЖИЛЫХ ДОМОВ В МИКРОРАЙОНЕ №4 ГОРОДА АКСУ

ОРАЗОВА Д. К.

PhD., асоц. профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

МУСАХАНОВА С. Т.

магистр, ст. преподаватель, Торайгыров университет, г. Павлодар

За последние несколько лет в нашей стране наблюдается устойчивый рост жилищного строительства. Это, в свою очередь, означает увеличение потребления энергии и, следовательно, увеличение выбросов парниковых газов. Поэтому повышение энергоэффективности нового строительства позволит значительно сократить выбросы парниковых газов. В связи с этим строительство экологически чистых и энергоэффективных зданий, несомненно, имеет важное значение для внедрения инновационных технологий и повышения качества окружающей среды.

Аксу – город в Павлодарской области Казахстана. Он расположен в 50 км к югу от города Павлодар, на левом берегу Иртыша. Население города составляет 70 124 жителя, в том числе

41 625 человек. Количество многоквартирных жилых домов в Аксу составляет 255, а частных жилых комплексов – более 2500.

Протяженность тепловых сетей в городе Аксу составляет 97,1 км, износ сетей – 64 %, специализированная организация, обслуживающая тепловые сети КТП «Теплосервис-Аксу».

В исследуемом микрорайоне № 4 города Аксу расположены 22 многоквартирных дома, 2 детских сада, 1 школа, 1 спортивный комплекс и 1 поликлиника. Теплоснабжение в районе регулируется на центральном тепловом пункте № 4.

Согласно имеющимся данным энергоаудита многоквартирных жилых домов Аксуского городского округа № 4, на подготовительном этапе энергоаудита были сформированы анкеты.

По результатам проведенного анализа разработана программа энергоаудита многоквартирных жилых домов, расположенных по адресам: Астана, 41, 45, 49, Ленина, 45, 53, 55, которая включает в себя:

- Состав и перечень работ при проведении энергоаудита;
- График проведения мероприятий по энергоаудиту;
- Регламент проведения измерительного (испытательного) этапа энергоаудита.

На этапе измерений было обследовано оборудование объекта, а также проведено термографическое обследование коммутационного оборудования и ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Был проведен анализ измерений, выполненных на этапе измерения, и информации, полученной на подготовительном этапе. На основе проведенного анализа был составлен технический отчет для проведения энергоаудита многоквартирных жилых домов.

Стены зданий многоэтажных жилых домов выполнены из крупных панелей толщиной 0,40 м., состояние приемлемое.

Тепловизионная съемка здания проводилась тепловизором «Flir» в период отопительного сезона.

По результатам визуального и тепловизионного обследования явных дефектов стен, влияющих на энергоэффективность здания не обнаружено.

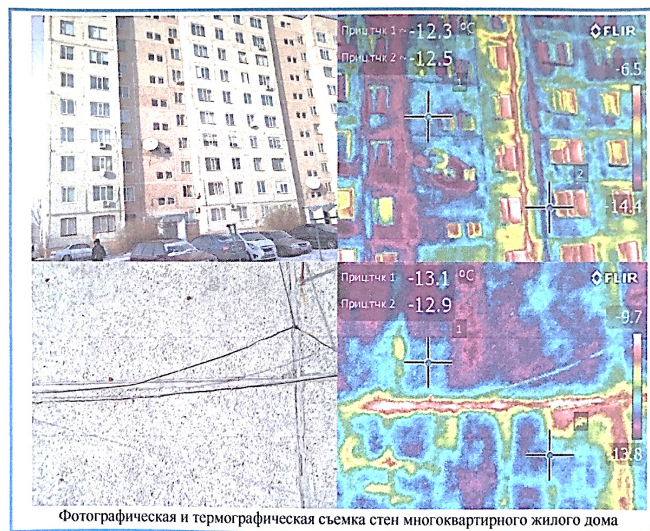


Рисунок 1 – Фотографическая и термографическая съемка стен многоквартирного жилого дома

Разница температур на тепловизионном снимке обусловлена дефектами монтажа оконных переплетов из поливинилхлоридного материала данного здания. Перепад температур составляет  $2,7^{\circ}\text{C}$ .

В целом по стенам здания, можем сделать следующий вывод: фасад здания в удовлетворительном состоянии и значительных тепловых потерь не наблюдается. Основные тепловые потери данного фасада, приходится на квартирные окна, имеются незначительные тепловые потери, повышение температуры в этих точках в сравнении с основной стеной на  $0,8-0,9^{\circ}\text{C}$ .

Разница температур на тепловизионном снимке обусловлена длительностью использования ограждающих конструкций данного здания.

Таблица 1 – Характеристика стен здания

Общая оценка состояния ограждающей конструкции (плохое, приемлемое, хорошее)			приемлемое
Общая площадь ( $\text{м}^2$ )	4892,9	Коэффициент теплопередачи U (среднее) $\text{Вт}/\text{м}^2\text{C}$	0,90
Материал стен	крупно панель	Толщина (м)	0,40

Ориентация	С	В	З	Ю
Площадь стены ( $\text{м}^2$ )	571,4	1775,4	1822,2	723,9
Коэффициент теплопередачи U ( $\text{Вт}/\text{м}^2\text{K}$ )	0,90	0,90	0,90	0,90

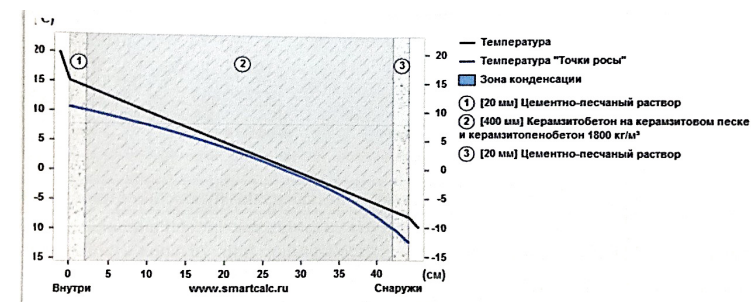


Рисунок 2 – График температуры и толщины стен

На заключительном этапе энергоаудита было сформировано заключение по энергосбережению и энергоэффективности, составленное в соответствии с «Правилами проведения энергоаудита», утвержденными приказом Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан от 31.03.2015 № 400.

Кооператив обслуживающий собственников квартир и самих жильцов принял следующие меры в области энергосбережения и повышения энергоэффективности:

- частично заменены лампы накаливания на энергосберегающие;
- частично заменены окна в деревянных переплетах на окна ПВХ с двойным остеклением;
- периодически проводится промывка системы теплоснабжения и обследование теплового пункта;
- заменены входные двери с металлической изоляцией, оснащенные автоматическими доводчиками.

Таким образом, управляющая компания и сами жильцы здания проводят определенную работу по экономии энергии и повышению энергоэффективности.

Энергетический расчет энергопотребления здания многоквартирного жилого дома, расположенного в микрорайоне № 4 города Аксу, показывает, что расчетная удельная характеристика потребления тепловой энергии на отопление и вентиляцию здания за отопительный период составляет  $0,581 \text{ Вт}/(\text{м}^3)$ . В то же время

стандартное значение этой характеристики составляет 0,319 Вт/(м<sup>3</sup> °С), что на 82,1 % меньше. Класс энергоэффективности по этим отклонениям характеризуется как низкий (класс Е по классификации согласно приложению к «Правилам определения и пересмотра классов энергоэффективности зданий, сооружений, строений», утвержденным постановлением Правительства Республики Казахстан от 31.08.2012 № 1117).

Таким образом, возможный потенциал энергосбережения зданий многоквартирных жилых домов, расположенных в микрорайоне № 4 города Аксу, составляет 82,1%.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Бабичева Н.В. Обзор методов повышения энергоэффективности жилых зданий // Молодой ученый. - № 10. - 2007. С. 102.

2 Энергоэффективность дома. [Электронный ресурс].- URL: <https://idr-group.ru/vazhno-znat/energoeffektivnost-doma/>.

3 Классы энергоэффективности жилого дома. [Электронный ресурс].- <https://okommunalke.ru/tarify/klassy-energoeffektivnosti-zhilogo-doma>.

4. Опыт Казахстана - пилотные проекты по энергосберегающей санации зданий из г. Астана, г. Алматы и г. Караганда, 2011-2013гг. [Электронный ресурс].- <http://www.energodom.org/energodom/thermomod-examples/95-kz-examples/303-opyt-kazakhstan-pilotnye-proekty-po-energoberegayushchej-sanatsii-zdaniy-iz-g-astana-g-almaty-i-g-karaganda>.

5 Энергоэффективные здания Астаны. [Электронный ресурс]. <http://ekois.net/energoeffektivnye-zdaniya-astany/>.

6 Исследовательская работа «Энергоэффективный дом». [Электронный ресурс].- [issledovatel'skaya-rabota-energoeffektivnyu](https://issledovatel'skaya-rabota-energoeffektivnyu).

7 Магистерская диссертация на соискание степени магистра технических наук по специальности 6М072900 – Строительство. Конротбаев Н. Энергоэффективность жилых домов 4-го микрорайона города Аксу.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕПЛОЭЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ КРОВЛИ

САГИМБАЕВА А. Е.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

САКАНОВ К. Т.

научный руководитель, Торайгыров университет, г. Павлодар

Введение.

Статья подготовлена на основе обзора научных материалов и посвящена основным применениям отражательной теплоизоляции в конструкции кровель, отмечая, в частности, что допускается возможность ее использования в комбинации с воздушными прослойками, термическое сопротивление которых она позволяет увеличить в несколько раз, повышая сопротивление теплопередаче всей конструкции кровли.

Основная часть.

Несмотря на большое внимание к вопросам проектирования энергоэффективных решений зданий, в частности их кровель, вопросы безопасности при эксплуатации кровельных конструкций, с учетом требования норм в условиях резко континентального климата Казахстана крайне сложно. Цена ошибки при неверном техническом решении в организации кровли, с точки зрения теплотехники, крайне высока и влечет различные последствия. Например, такие как:

- нарушение внутреннего микроклимата здания (несоответствие санитарным нормам);
- повышение расхода тепловой энергии на отопление и кондиционирование;
- появление влаgekонденсации и влагонакопления на поверхностях, в узлах, внутри конструкций, что приводит к образованию плесени (грибков), снижению физико-механических свойств, несущей способности и опасности разрушения конструкции;
- возникновение протечек от естественных атмосферных осадков;
- снижение ветрозащиты и увеличение конвективной составляющей тепловых потерь;
- образование льда на наружных поверхностях в зимний период из-за таяния снега за счет тепловых потерь через ограждения кровель и узлов конструкции.

Не борьба со следствиями, а устранение причин данных явлений является правильным решением в вопросе проектирования конструкции кровли. Дополнительные ограничения на применяемые

технологии сказывается на стоимости работ – точнее, их экономическая целесообразность.

Зачастую простое и правильно выбранное решение способно обеспечить долговечную и безопасную эксплуатацию кровли, не требуя дополнительных вложений в их конструкцию. Одним из таких решений является применение в конструкции кровли отражательной теплоизоляции. Применяемый материал, как правило, листовой, рулонный, обеспечивающий уменьшение (снижение) теплопотерь через ограждение за счет отражения лучистой составляющей теплового потока. Отражательная теплоизоляция выпускается на основе полированной алюминиевой фольги, комбинированной с различными материалами. Это может быть: полиэтилен, вспененный полиэтилен, стеклосетка и стеклоткань, ПВХ, спанбонд и бумага.

Отражательная теплоизоляция все шире используется в конструкциях ограждений в силу ее сравнительной доступности. Изучению свойств и преимуществ применения отражательной теплоизоляции в строительстве посвящено большое количество работ.

Основные преимущества применения отражательной теплоизоляции в конструкции кровель: возможность использования в комбинации с воздушными прослойками, термическое сопротивление которых она позволяет увеличить в несколько раз, повышая сопротивление теплопередаче всей конструкции. Отражательная теплоизоляция обладает низким коэффициентом паропроницаемости, не более 0,001 мг/м ч·Па. Это позволяет применять ее в качестве пароизоляции, препятствующей попаданию диффузионной влаги из помещения в конструкцию кровли, тем самым оставляя волокнистый утеплитель (например, минеральную вату) сухим. Что значительно увеличивает эффективность утеплителя, так увлажнение минваты на 2 % приводит к увеличению ее теплопроводности на 16 % (табл 1).

Комбинированная и предварительно перфорированная фольгированная пленка (к примеру, АРМОФОЛ) может применяться в качестве пародиффузионной ветрозащитной мембраны, надежно защищая подкровельный волокнистый утеплитель от ветровых воздействий, влаги, содержащейся в окружающем воздухе, перегрева от солнечного излучения в летний период, а также обеспечивая выход строительной влаги из конструкции, тем самым оставляя ее в сухом состоянии.

Материал на основе полированной алюминиевой фольги и вспененного полиэтилена (например, ПЕНОФОЛ) благодаря пористой основе (вспененный полиэтилен с пузырьками «захваченного» воздуха),

на которую наносится металлическое покрытие – алюминиевая фольга, создает собственное термическое сопротивление дополнительно к термическому сопротивлению воздушной прослойки. Собственное термическое сопротивление при толщинах пористой основы  $\delta \approx 3-10$  мм составляет  $R_p = 0,1-0,3 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  (табл 2).

Отражательная теплоизоляция благодаря использованию алюминиевой фольги с малой толщиной 10-20 мкм позволяет «сгладить» теплотехнические неоднородности на поверхностях конструкции, уменьшая вероятность появления «тепловых пятен», приводящих к конденсации влаги на отдельных элементах узлов. Легкость конструкций с отражательной изоляцией позволяет применять ее без внесения дополнительных изменений, усиливающих конструктив и приводящих к удорожанию проекта кровли.

Отражательная теплоизоляция активно применяется в конструкциях кровель по всему миру, в частности в Америке и Европе. Интересные разработки в этой области предложены производителями из Бельгии. Продукт, поставляющийся в Казахстан, представляет собой многослойный дублированный четырьмя слоями алюминиевой фольги полимерный теплогидроизоляционный материал на основе двух слоев полипропиленовой воздушно-пузырьковой пленки, разделенных между собой алюминиевой фольгой и слоем вспененного полиэтилена.

Вывод. Применение отражательной теплоизоляции при строительстве и капитальном ремонте кровель позволяет достигнуть необходимых температурно-влажностных режимов, высоких показателей экономии тепловой энергии, а также обеспечить дополнительную защиту от обледенения в зимний период.

Таблица 1 – Зависимость теплопроводности материалов от увлажнения

Материал	Увлажнение, %	Увеличение влаги в 1 м <sup>3</sup> материала, кг	Увеличение теплопроводности материала, %	Предельно допустимое приращение влажности по массе, %
Кладка из силикатного кирпича	2	36	8,6	2
Железобетон	2	50	13,6	2
Минераловатные плиты и маты (плотность 150 кг/м <sup>3</sup> )	2	3	16,2	3
Пенополистирол (плотность 25 кг/м <sup>3</sup> )	2	0,5	5,5	25

Таблица 2 – Расчет показателя теплозащиты ограждающих конструкций с отражательной теплоизоляцией

Толщина воздушной прослойки, м	Термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки, горизонтальной при потоке тепла снизу вверх и вертикальной, м <sup>2</sup> С/Вт	
	при температуре воздуха в прослойке	
	положительной	отрицательной
0,01	0,13	0,15
0,02	0,14	0,15
0,03	0,14	0,16
0,05	0,14	0,17
0,1	0,15	0,18
0,15	0,15	0,18
0,2-0,3	0,15	0,19

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гагарин В.Г., Пастушков П.П. Об оценке энергетической эффективности энергосберегающих мероприятий // Инженерные системы. АВОК – Северо-Запад, №2, 2014, с. 26-29.
- 2 Гагарин В.Г., Неклюдов А.Ю. Учет теплотехнических неоднородностей ограждений при определении тепловой нагрузки на систему отопления здания // Научно-технический и производственный журнал «Жилищное строительство», №6, 2014, с. 3-7.
- 3 Гагарин В.Г., Пастушков П.П. Количественная оценка энергоэффективности энергосберегающих мероприятий // Строительные материалы, №6, 2013, с. 7-9.
- 4 Кузьмин В.А., Умнякова Н.П. Применение отражательной теплоизоляции в многослойных панелях с эффектом многократного отражения теплового потока // Жилищное строительство, №6, 2016, с. 21-24. ISSN 0044-4472.
- 5 Кузьмин В.А., Шабанин Д.А., Цирлин А.М., Цыганков В.М., Ахременков Ан.А. Техничко-экономическое сравнение методов экономии энергии за счет утепления зданий // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики, № 9-10, 2014, с. 82-90.
- 6 Умнякова Н.П. Теплопередача через ограждающие конструкции с учетом коэффициентов излучения внутренних поверхностей помещения // Жилищное строительство, №6, 2014, с. 14-17. 12. Умнякова Н.П. Снижение теплопотерь поверхности радиаторной стенки // Жилищное строительство, №2, 2015, с. 21-24.

## МОНОЛИТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗ ЛЕГКОГО МОДИФИЦИРОВАННОГО БЕТОНА

СИЮНДЫКУЛЫ Е.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

КУДЕРИН М. К.

научный руководитель, Торайгыров университет, г. Павлодар

#### Введение

Современное монолитное домостроение требует создания специальных высокомарочных товарных бетонов с заданными свойствами: регулируемой интенсивностью твердения, высокой подвижностью бетонной смеси, сохраняющейся во времени, способностью набирать прочность при отрицательных температурах и т.д.

Получение модифицированных бетонов на основе вяжущих гарантированного химико-минералогического состава и свойств открывает новые перспективы использования разнообразных конструктивных систем для монолитного домостроения.

К числу энергоэффективных несущих ограждающих конструкций относится каркасная схема с монолитным или полносборным каркасом с использованием легких ограждающих конструкций, эффективных теплоизолирующих материалов, изделий из ячеистого бетона, алюминиевых конструкций и многослойных ограждающих систем.

Все более широкое применение находят такие каркасные системы как «Куб», «Сарет» и др. Успешным является строительство домов с безригельным каркасом, для которых характерна широкая палитра планировочных решений, высокое качество работ, низкая материалоемкость и трудозатраты. Особенность его состоит в том, что здание может работать как единая пространственная система.

Новые конструктивные решения невозможны без развития и совершенствования технологии получения монолитных бетонов различной плотности, структуры и свойств.

#### Основная часть

Сегодня на рынке жилья востребованы конкурентоспособные объекты с высокими потребительскими качествами и доступные по стоимости массовому потребителю. Снизить себестоимость строительства объекта возможно за счет:

- снижения удельной материалоемкости здания;
- применения наиболее современных конструктивных систем;
- рациональной технологии строительного производства;
- использования эффективных строительных материалов.

Конструктивная система здания должна отвечать главным критериям:

- обеспечение максимальных функциональных свойств при минимально возможном ресурсопотреблении на стадиях строительства и эксплуатации;

- разнообразие, вариантность и индивидуальность объектов в условиях массовой застройки, что позволило бы без дополнительных затрат обеспечить гибкие объемно-планировочные решения и повышенную комфортность помещений, возможность их трансформации с минимальными затратами;

- всестороннее использование имеющейся местной сырьевой и производственной базы, что существенно снизило бы транспортные и заготовительно-складские затраты, уменьшило зависимость от внешних поставщиков сырья и материалов;

- высокий темп возведения, всепогодность строительства, минимальные дополнительные затраты на строительство при отрицательных температурах воздуха. Это обеспечивается за счет технологии строительства, технологичности изделий, конструкций и оснастки, применения современных химических добавок для бетонов.

Учет перечисленных критериев позволяет получать оптимальные архитектурно-конструктивные решения зданий и технологии их возведения.

Для целей исследования выбрано одно из перспективных направлений в строительстве жилых и административных зданий, принятое как за рубежом, так и в Республике Казахстан - строительство объектов с использованием каркаса безригельного из монолитного железобетона. Скорость и технологичность возведения сооружения в сочетании с относительно низкой стоимостью и комфортностью, в результате легко реконструируемой площади перекрытия, обеспечивает привлекательность для широкого круга заказчиков. Немало важным преимуществом монолитного безригельного каркаса являются его градостроительные возможности [1,2].

Впервые безбалочные перекрытия были применены в строительстве многоэтажных зданий в начале века. В 1906 году в США по предложению инженера Торнера, а в 1908 году в Москве под руководством Л.Ф. Лолейта было запроектировано и построено четырехэтажное здание склада молочных продуктов, а затем в 1910 г. было возведено здание с безбалочными перекрытиями также в Швейцарии. За время своей истории безбалочные перекрытия претерпели существенные изменения в конструкциях, методах

расчетов и областях применения. В 30-х годах монолитные безбалочные перекрытия с капителями находят широкое применение в России на предприятиях пищевой промышленности, промышленных зданий и московских станциях метро, подземных резервуарах.

Одно из направлений в монолитном строительстве названо автором новой конструктивной системы «сотовый монолит». Возникла она при возведении международного пансионата «Дружба», состоящего из пяти- шести зданий в г. Ялте и размещенного на весьма стесненном участке крутого склона у моря.

Объект, сданный в эксплуатацию в 1985 г., представляет собой три лестнично-лифтовые башни, высотой 55 м. и 40 м., на которые опираются все сооружения пансионата.

Снаружи опорную башню охватывает шестиэтажный «бублик» жилого блока шириной 12 м. Ниже, между опорами, на их консоли повешен круглый бассейн диаметром 24 м. с днищем в виде конической оболочки. Над пятым жилым этажом на этих же опорах закреплены круглые консольные пространственные объемы столовой с техническим этажом. В пределах высоты жилой части здания размещены кольцевые объемы общественных помещений, опирающихся на те же опорные башни. Собственно «сотовой» конструкцией стал «бублик» жилой части.

Конструктивная структура этого помещения состоит из трех систем ортогональных дисков; кольцевых дисков перекрытий, толщиной 15 см; радиальных стен толщиной 15 см и двух кольцевых стен толщиной 30 см в зоне санузла.

Такой пространственный «сотовый монолит» меняет в процессе строительства всю расчетную схему, вследствие чего традиционные расчеты законченного сооружения на все нагрузки в данном случае неприемлемы.

В настоящее время «КАЗНИСА» разрабатывает проекты реконструкции пятиэтажных зданий путем их надстройки. Благодаря применению «сотового монолита» стало возможно опирание перекрытий на пристраиваемые пилоны без опирания на существующее здание.

Монолитные бетоны для новых конструктивных систем. Способы их модификации.

Промышленность монолитного бетона является крупнейшим потребителем цемента. В настоящее время во всем мире производится более 1 млрд. т. цемента в год, из которых приблизительно 50% расходуется на приготовление монолитного бетона.

Значительные объемы монолитного бетона укладывают с применением мощных бетононасосов. Например, в Германии 35% всего объема монолитного бетона укладывают с применением бетононасосов, в Швеции этот показатель составляет 55%. Высота стрелы крановых автобетононасосов достигает 60 м, производительность - 150 м<sup>3</sup>/ч и более. Наибольшая высота подачи монолитного бетона бетононасосом составила 500 м. Наибольшее расстояние подачи бетонной смеси насосом в горизонтальном направлении не превышает 2 км.

Получение бетонов с высокими эксплуатационными свойствами невозможно без применения многокомпонентных химических модификаторов полифункционального назначения. В настоящее время в Казахстане на долю модифицированных бетонов приходится всего 40-50% общего объема бетонов [3-8, 9].

Современное монолитное строительство ориентируется на получение высокоподвижных смесей для бетонов классов по прочности В30-В50, с заданной интенсивностью и температурой твердения [10].

Придание бетону требуемых свойств достигается следующими технологическими мероприятиями:

- применением цементов определенного химико-минералогического состава и дисперсности, а также минеральных и химических добавок, обеспечивающих в комплексе определенную интенсивность твердения и позволяющих при традиционных приемах приготовления бетонной смеси и режимах твердения получать бетон заданной начальной прочности;

- использованием добавок полифункционального назначения, ускоряющих сроки схватывания и твердения бетона и обеспечивающих подвижность бетонных смесей в течение длительного времени;

Наиболее простым, экономически обоснованным и технологически эффективным является применение добавок полифункционального назначения на основе сочетания химических компонентов, каждый из которых имеет определенное воздействие на свойства бетона.

Компонентами комплексных добавок для монолитных бетонов могут быть водопонизители (пластификаторы), ускорители или катализаторы твердения, воздухововлекающие и противоморозные, водоудерживающие и улучшающие подвижность смеси вещества.

Наибольшее применение в промышленности сборного железобетона нашли пластификаторы на основе модифицированных лигносульфонатов, относительно дешевые и нетоксичные. Добавка ЛСТ

в промышленности сборного железобетона подвергается доработке с получением ее модификаций: ЛТМ, НИЛ-20, НИЛ-21, МТС и др.

Весьма важным свойством без пропарочных монолитных бетонов являются гарантированные сроки схватывания и твердения цемента, обеспечивающие быстрый набор прочности бетона.

К регуляторам твердения относятся катализаторы - ускорители схватывания и набора прочности за счет регулирования процессов растворения клинкерных минералов на стадии их гидратации и твердения в пластической стадии.

Катализаторы твердения используют для бетонирования при пониженной температуре воздуха. Благодаря таким добавкам не только ускоряется схватывание цемента, но и понижается температура замерзания жидкой фазы бетона. В результате экономится тепло и электроэнергия при более гибкой технологии проведения работ, а также увеличивается оборачиваемость скользящей опалубки.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Красный Ю.М., Красный Д.Ю. Монолитное домостроение: Учебное пособие. - М., Екатеринбург, - 2000.

2 Кликунас П, Сидапавичус Л. Монолитное домостроение в Литовской ССР: Обзор, информация ЛитНРШНТИ. - Вильнюс, 1986. - 46 с.

3 Глекель Ф.Л. Гидрационное структурообразование и основы его регулирования с помощью добавок // Успехи коллоидной химии. - Ташкент: Фан., 1975.- 197 с.

4 Иванов В.М. Современное состояние применения химических добавок в технологии бетона // Применение химических добавок в технологии бетона. М.: Знание, 1980. - С. 11-12.

5 Иочинская И.А. Влияние комплексных добавок на процессы гидратации и твердения портландцемента: Автореф. дис. на соиск. з<sup>н</sup>ен. степ. канд. тех. наук: 05.23.05 -Строит, материалы и изделия. - На правах рукописи. -М., 1974.

6 Лагойда А.В. Эффективные противоморозные добавки для бетона // Совершенствование технологии бетона за счет применения химических добавок.-М., 1984.-С. 93-103.

7 Лукоянов А.п. и др. Повышение клеящей и пенообразующей способности лигносульфонатов / Лукоянов А.П., Долгорев А.В., Варламов В.П. // Повышение эффективности производства и применение гипсовых материалов и изделий. - М.: ВНИИСТРОМ, 1985. - Вып. 60. - С. 127-133.



8 Мчедлов-Петросян О.П., Братчиков В.Г. Особенности гидратации цемен тов в присутствии пластификатора ХДСК-1 // Цемент. - 1984. - № 4. - С. 8-9.

9 Фаликман В.Р. Физико-химические предпосылки поиска и разработка новых химических добавок для совершенствования технологии бетона // Применение химических добавок в технологии бетона: МДНТП. - М.: Знание, 1984.-С. 71-76.

10 Мазо Е.Л. Технологические особенности подачи высокоподвижных бе тонных смесей по трубопроводам // Новое в строительном материалове дении. - М., 1997. - Вып 90.2.

### КӨЛЕМДІ БЛОКТЫҚ ҮЙ ҚҰРЫЛЫСЫ: ТӘЖІРИБЕ ЖӘНЕ ДАМУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

ТЛЕУЛЕНОВА Г. Т.

PhD, аға оқытушы, Л. Н. Гумилев

Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ.

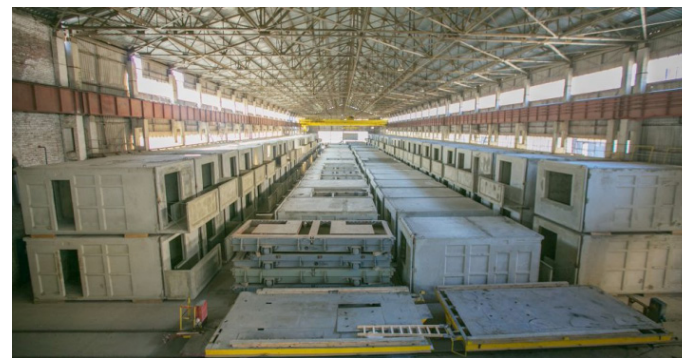
АЙМАҒАМБЕТОВА М. Е.

магистрант, Л. Н. Гумилев Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ.

Тұрғын үй құрылысынан басқа модульдік конструкциялар энергетика, мұнай және газ өнеркәсібінде белсенді қолданылады. Қазақстанда модульді (уақытша) ғимараттар мен блоктар контейнерлері бар құрылымдар кеңінен қолданылып келеді, олар тұрмыстық қалашықтар, вахталық ауылдар, уақытша қоймалар, өткізу пункттері және т.б. салу үшін қолданылатын стандартты құралдардың көмегімен оңай және тез құрастырылады.

Бір кездері КСРО-да тұрғын үй құрылысының жоғары қарқынын қамтамасыз ететін ең перспективті әдістердің бірі болған көлемді-блоқты үй құрылысы сәтті қолданылды. Краснодар өлкесінде ОБД зауыты әлі де жұмыс істейді және дамып келеді, ол 1974 жылы Мәскеу қаласының тұрғын үй орталығы әзірлеген ВКР-2 сериялы тұрғын үйлерді салу үшін темірбетон көлемді элементтерді шығару үшін құрылған (сурет 1). Технологиялық желі тәулігіне 50 блоктан астам өндіруге арналған, базалық элементтің мөлшері – 3,4×2,5×6,0 м. стандартты блоккомнаттын ауданы 19,6 м<sup>2</sup> құрайды, функционалдык мақсатына байланысты қосымша арақабырғаларды, вентблоктарды, сатыларды және т.б. орнатуға болады. Осы зауыттың өнімінен тұрғызылатын барлық тұрғын үйлер 16 қабатты нұсқада жасалады, үш секциялы тұрғын үйдің құрылысы бір айға созылады.

Қазандық жабдықтарының блокты-модульді ғимараттарын, суды тазалайтын сорғы станцияларын, резервуарларды, трансформаторлық қосалқы станцияларды, ЖҚС және т. б. оң қолдану тәжірибесі белгілі. Инженерлік жүйелердің жекелеген түрлеріне маманданған қазіргі заманғы компаниялар «толық аяқталған» кешенді жұмыстарды орындауға кіріседі: білікті персонал жылу-, су-, газ - және электрмен жабдықтаудың оңтайлы схемаларын іріктеуді қамтамасыз етеді, құрылыс жобасының бастапқы деректеріне байланысты берілген параметрлері бар модульдерді жобалауды, зауыт жағдайларында жинауды және жинақтауды, тасымалдауды, объектіде құрылыс-монтаждау және іске қосу-баптау жұмыстарын жүзеге асырады.



Сурет 1 – ВКР-2 сериялы көлемді блоктар

Бірыңғай модульдік блоктарға темір-бетон бұйымдары (панельдік құрылыс), түтін құбырлары, қасбеттік панельдер, инженерлік желілермен және әрлеумен жиынтықта құрастыруға дайын металл конструкциялар, қоқыс құбырлары және т.б. сияқты өртүрлі күрделілік деңгейіндегі элементтер де жиі жатады.

Шетелдік тәжірибе тұрғын үй және қоғамдық ғимараттардың құрылысына модульдік конструкциялардың кеңінен енгізілгенін көрсетеді.

Негізінен Жапония мен Америкада кең таралған шағын тұрғын үйдің құрылысы кеңінен танымал. Капсула түріндегі қонақ үй 2009 жылы Мәскеуде, Шереметьево әуежайында салынды. Капсулаларда (ұяшықтарда) адамның уақытша демалуы үшін қолайлы жағдайлар жасалады [1, б. 74] (сурет. 2).



Сурет 2 – Капсулалы қонақ Sleepbox Hotel Tverskaya, модульдік бөлмелерден тұрады - слипбокс (Мәскеу)

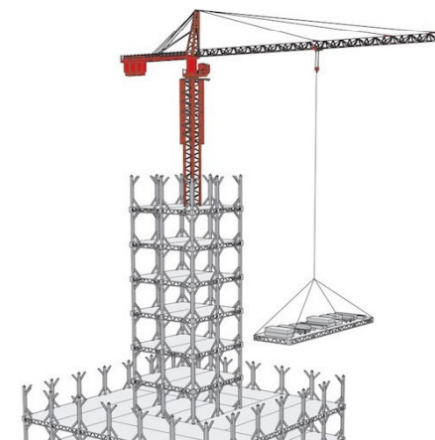
Модульдік технологияны қолданудың қызықты мысалы – Қытайдың Хуань провинциясындағы Дунтин көлінің жағасындағы бес жұлдызды қонақ үйі (сурет 3–4). Оның биіктігі – 30 қабат, жалпы ауданы-17 мың м<sup>2</sup>.

Бұл қонақ үйі небәрі 15 күнде салынған. Сонымен қатар, ғимаратты орнату үшін құрылысшылардың өте аз тобы (200 адам) және тек бір мұнара краны қажет болды.



Сурет 3 – Қытайдағы Т30 қонақ үйі, BROAD Group

Жобаны әзірлеумен және іске асырумен BSB (Broad Sustainable Building) компаниясы айналысты, оның үстіне осындай қысқа мерзімде жасалған жұмыстардың құрамына ғимаратты өрлеу және «толтыру» да кірді.



Сурет 4 – Қаңқаны құрастыру үрдісі (Қытайдағы Т30 қонақ үйі, BROAD Group)

Қазірдің өзінде зауытта коммуникацияларды төсеу бойынша жұмыстардың көп бөлігі жасалды. Сонымен қатар, барлық бөліктерде құрастыру процесін жеңілдететін түйреуіштер мен ойықтар қарастырылған. Егер әзірлеушілердің мәлімдемесіне сенсе, қателік 2 мм-ден аспады, яғни қосымша өлшеу қажет емес. Нәтижесінде, ғимараттың құрылысы кезінде құрылысшылар дайын және бір-біріне жақсы сәйкес келетін бөліктерді жай қосып, еден плиталарын орнатқаннан кейін қабырғаларды орнына қойып, электр желілері мен басқа коммуникацияларды созып, ғимараттың негізі дайын болды. Жүк көтергіш құрылымдар сияқты, баспалдақтар мен қалыңдығы 15 см сыртқы қабырғалар орнатылды, сыртқы қабырғаларды безендіру технологиясы мүмкіндігінше жеңілдетілді. Ол сондай-ақ құрама болды: көтергіш бағандарда жылытқыштар, жылыту құрылымдары және т.б. үшін бекіткіштер қарастырылған.

Бұл жағдайда модульдік қондырғылар-бұл зауыттық жағдайда жасалған және құрылыс алаңында орнатуға толық дайын раманың жеке элементтері.

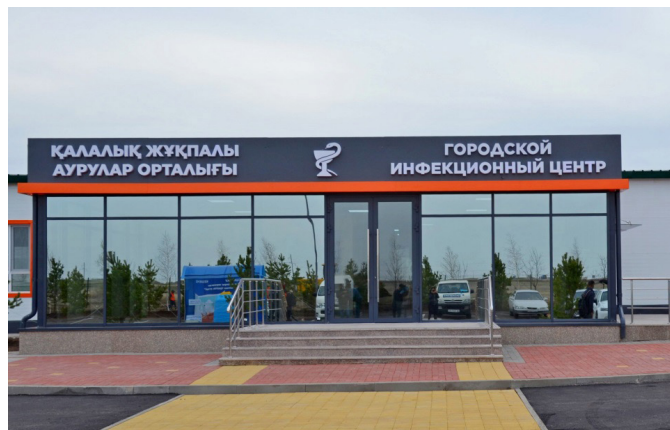
Модульдік блоктардың шетелде кең таралған тағы бір нұсқасы – геометриялық өзгермейтін металл жақтауы бар толық зауыттық дайындықтың көлемді элементі. Мұндай модульдердің қолданылу саласы жеке тұрғын үй құрылысы (бір-екі модульдік блоктан тұратын жеке тұрғын үй), медициналық мақсаттағы қоғамдық ғимараттар (оның ішінде «таза» үй-жайлар мен операциялық блоктар, бұл ретте

модульдердің жинақталуы стерильді құбырларды қоса отырып, габаритті емес медициналық жабдықты да қамтиды), қайталанатын жоспарлау шешімдерін талап ететін әртүрлі мақсаттағы қоғамдық ғимараттар (балалар және білім беру мекемелері, қонақ үйлер, әкімшілік объектілер және т.б.) болып табылады.

Мұндай жобаның мысалы – Бруклиндегі (Нью-Йорк) әлемдегі ең жоғары 461dean модульдік үйінің құрылысы. Бұл биіктігі 109 м 32 қабатты ғимарат, 930 модульден тұрады, олардың әрқайсысы зауыт жағдайында толық жабдықталған. Жобаның авторы – SHoP Architects архитектуралық фирмасы.

Біздің еліміздегі ең күрделі жобаларды қысқа мерзімде іске асыру қажеттілігі туындаған жағдайды ескере отырып, әзірлеушілер мен тапсырыс берушілер толық зауыттық дайындықтың модульдік блоктарын қолдана отырып, осындай мәселелерді сәтті шешетін елдерден алынған технологияны таңдайды. Қазақстандық ModeX зауыты осы технологияны қолдана отырып салынған, Нұр-Сұлтан қаласында ең танымал қалалық жұқпалы аурулар орталығы 2020 жылдың 5 сәуірінде басталып, 13 күнде салынып бітірілді. Жаңа медициналық мекеменің жалпы ауданы 7 мың шаршы метрді құрайды. Оның құрылысына республикалық бюджеттен 5,5 миллиард теңге бөлінді (сурет 5).

2020 жылдан бастап Қазақстанда жаңа тұрғын үй кешендерінің (Мысалға: ТК «7я», ТК «Сезім қала») үлгілік жобалары осы модульдік технологиямен әзірленуде [2, б. 10].



Сурет 5- Нұр-Сұлтан қаласындағы Жұқпалы аурулар орталығы, VI Group (ModeX зауыты)

Модульдік құрылыстың ресейлік және шетелдік тәжірибесін қорытындылай келе, осы технологияны қолданудың артықшылықтары мен кемшіліктерін атап өтуге болады.

Артықшылықтары:

- оңтайлы зауыт жағдайында жоғары сапалы өндіріс, құрылыс алаңының қолайсыз әсерін азайту;
- бір шаңырақ астында жұмыстардың барлық түрлерін ұтымды біріктіру, өндірістегі мамандардың ұйымдастырылған командалары және стандартталған жұмыс процестері;
- зауыт жағдайындағы барлық жұмыстарды барынша механикаландыру есебінен құрылыс алаңындағы жұмыстардың еңбек сыйымдылығын қысқарту (зауыт жағдайларына ғимаратты тұрғызуға жұмсалатын еңбек шығындарының 80%-на дейін ауыстырылады);
- жұмыстың жалпы еңбек сыйымдылығын және өзіндік құнын төмендету;
- ғимараттар құрылысының ұзақтығын қысқарту, демек, жобаның өтелу мерзімі тезірек;
- ғимарат құрылысын және жұмыстың жекелеген түрлерін тәуелсіз пайдалану блоктары бойынша бөлу мүмкіндігі;
- құрылыс ауданында қоршаған ортаның ластануын төмендету. Кемшіліктердің арасында мыналарды бөлуге болады:
- пайдаланылатын механизмдер мен көліктердің жүк көтергіштігінің айтарлықтай артуы;
- негізгі салымдар құрылыс жұмыстары басталғанға дейін, әсіресе импорттық модульдерді сатып алу кезінде қажет [3, б. 34, 4, б. 97].

Жоғарыда аталған факторлар басқа технологиялармен салыстырғанда көлемді элементтер әдісімен ғимарат құрылысының қымбаттауына әкелуі мүмкін. Алайда, модульдердің зауыт аумағынан медициналық техниканы, зертханалық аспаптарды, инженерлік коммуникацияларды, ішкі әрлеуді, қасбетті, модульдерді тіпті ең шалғай өңірлерге тасымалдауды қоса алғанда, барлық жабдықтармен толық жабдықталғанын ескерсек, нәтижесінде экономикалық тиімді болып табылады. Ресейлік және шетелдік блок-модульдік құрылыстың тәжірибесіне жасалған талдау мынадай қорытынды жасауға мүмкіндік береді:

1 Блокты-модульді құрылыс бастапқы параметрлер мен берілген техникалық шарттарға қарамастан аз қабатты және көп қабатты тұрғын үй қорын, қоғамдық мақсаттағы ғимараттарды салу кезінде құрылыс технологиясының принципті тұжырымдамасы ретінде қолданылуы мүмкін.

2 Бұл технология, әсіресе Қазақстанда, жобаларды жүзеге асырудың қатаң белгіленген мерзімдерін қамтитын федералды құрылыс бағдарламалары үшін анықталуы мүмкін. Сонымен қатар, федералды бюджет есебінен қаржыландыру әдетте әр аймақ үшін нормативтік құн бойынша жүзеге асырылады, сондықтан модульдік құрылысқа қатысты осы стандарттарды әзірлеу қажет.

3 Блокты модульді құрылыстың құрылыс-монтаждау жұмыстарын жобалау және өндіру жөніндегі, дайындаушы зауыттарда модульдік блоктарды дайындау және олардың сапасын бақылау жөніндегі нормативтік-техникалық базаны жетілдіру талап етіледі.

4 Қажетгі ресурстарды оңтайландыру және барынша азайту, құрылыстың белгіленген мерзімдерін сақтау (оның ішінде модульдерді өндіру) және соның салдарынан құрылыс жобасының өтелу мерзімдерін сақтау мақсатында тұтастай алғанда модульдік ғимараттарды салудың құрылыс циклін кезең-кезеңмен жоспарлау әдістерін әзірлеу қажет.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1 Генералов В.П., Петрова Е.А., Чернышева И.В. Мини-жилье как типологический элемент жилой ячейки // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Архитектура и дизайн: сб. статей / Самар. гос. арх.-строит. ун-т. – Самара, 2016. – С. 74–79.

2 Генералов В.П., Генералова Е.М. Проблемы формирования массового доступного жилья в России // Вестник Самар. гос. арх.-строит. ун-та. Градостроительство и архитектура. — № 4. — 4 2014. – С. 10–18.

3 Гранев В.В., Келасьев Н.Г. Новый этап развития проектирования, строительства и реконструкции производственных зданий и сооружений // Промышленное и гражданское строительство. – № 5. – 2015. – С. 34–37.

4 Сычев С.А. Прогнозирование инновационных решений и технологий полносборного строительства // Вестник гражданских инженеров. – № 1. – 2016. – С. 97–102.

## БЕТОННЫҢ ЖАРЫҚШАҚТАНУЫНА ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ФАКТОРЛАР МЕН КОРРОЗИЯНЫҢ ӘСЕРІ

ТЛЕУЛЕНОВА Г. Т.

PhD, аға оқытушы, Л. Н. Гумилев Еуразия ұлттық университет, Нұр-Сұлтан қ.

АМАНГЕЛЬДИНА А. Г.

магистрант, Л. Н. Гумилев Еуразия ұлттық университет, Нұр-Сұлтан қ.

Бетондағы жарықшақтардың пайда болу себептері, материалдарға, бетон жасау технологиясына, оны қорғауға немесе жөндеуге қойылатын талаптар жақсы зерттелген және тиісті нормативтік құжаттарда қатаң бекітілген. Әдетте, бұл екі түрдегі стандарттар: бетон және темірбетон конструкцияларын жобалауға қатысты еуростандарттар, сондай-ақ бетондарды коррозиядан қорғауға қатысты стандарттар – сынау әдістері.

Қазіргі уақытта құрылыс алаңдарында бетондардағы жарықшақтардың пайда болуы қарапайым құбылыс болып келеді (1 сурет). Жарықшақтар көпірлер тіректерінде, аражабын такталарында, жол төсемінде және т.б жерлерде кездеседі. Цемент немесе бетон үлгілері – құрылыс немесе ғылыми зертханалардың зертханалық үстелдерінде қалған текшелер.

Бетон жарықтың пайда болу себептері көп. Қазіргі жағдайда цемент тастарының қатаю параметрлері бетондардағы жарықшақтардың пайда болуының негізгі себептерінің бірі болды.



Сурет 1 – Жертөле қабатының монолитті аражабын тактасы. Судың шөгу жарықтары арқылы сүзілуінен пайда болған қара дақтар

Цементтердің сапасына қойылатын талаптарды анықтайтын негізгі нормативтер құжаттар қолданысқа енгізілген, қоспасыз цементтер жаңа ғана қолданыла бастаған кезде, ал цементтің негізгі түрі болып белсенді минералды қоспалары бар цементтер болды (М 400 және М 500) және електегі 008 қалдықтың 15 %-дан аспайтын ұсақтылығымен сипатталатын ұнтақтау жінішкелігі болып табылады.

Темірбетон құбырлары, көпір конструкциялары, жоғары вольтты электр беру желілері тіректерінің тіректері және т.б. сияқты аса жауапты құрылыстардың бетондары үшін нормаланған құрамдағы клинкер негізіндегі цемент пайдаланылды (құрамында Үшкальцийлі алюминий С3А 8 %-дан аспайтын және құрамында үшкальцийлі Силикат С3S50 %-дан аспайтын). Оларды «дәстүрлі» деп атайды. Қазіргі заманғы цементтер нормативтік стандарт сәйкес келеді, бірақ олар «дәстүрлі» жоғары беріктігімен, жұқа ұнтақтауымен (008 електен толық өткенге дейін) және ерте кезеңдерде жеделдетілген беріктігімен ерекшеленеді.

Дәстүрлі цементті цементтің салыстырмалы түрде төмен винтажды жағдайында, минералды қоспалардың қатысуымен және бетонның беріктігінің баяу жиынтығымен ерте кезеңдерде бетондарға жеткілікті созылу мүмкіндігі қамтамасыз етілді, сонымен қатар цементтің гидролиздік әкін НО ГСК-да байланыстыру және С3S гидратациясынан туындаған көлемді деформациялар болмаған кезде құрылымды тығыздау мүмкіндігі жасалды.

Қалыпты температурада  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  ерігіштігі – 1,3 г/л. С3S және С2S гидролизі кезінде пайда болған бос кальций гидроксиді 1-3 айдан кейін қатаю 10-15%-ға жетеді. Бос кальций гидроксидінің концентрациясы 1,1 г/л-ден төмендегеннен кейін гидросиликаттардың ыдырауы басталады, кейін кальций гидроалюминаттары мен гидроферриттері. Ұнтақтаудың жоғары жұқалығы және беріктіктің қарқынды жиынтығы бар жоғары сапалы тез қататын цементтерге көшумен ерте мерзімде гидратациялық процестер де жеделдеді. ГСК-да байланысуға үлгермейтін, бірақ көлемін +11,6; +125 және +71%-ға ұлғайта отырып, ОС қоршаған ортасынан көміртегі, күкірт немесе азот оксидтерімен әрекеттесуге үлгеретін  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  цементінің гидролиздік әкінің түзілуі жеделдеді.

Бетонда қышқыл газдар мен булар сұйық фазада ериді, қышқылдар түзеді және  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , силикаттар, алюминаттар және басқа цемент қосылыстарымен химиялық реакцияларға түсіп, оларды тиісті кальций тұздарын қалыптастыру үшін бейтараптандырады [ $\text{Ca}804\text{-}2\text{n}20\text{-CaCO}_3$ ,  $\text{Ca}80\ 2\text{n}20$ ,  $\text{CA}(\text{Ш}3$

$4\text{n}20$ ], кремний қышқылы гелі, алюминий және темір гидраттары, шөгуге жарықтарын тудырады, деформативті сипаттамаларды нашарлатады және пассивті жағдайда арматураны ұстап тұру қабілетін төмендетеді, яғни сыртқы ортаның агрессивтілігінің төмен мәндерінде коррозиялық процестерді тудырады немесе күшейтеді.

1950-1960 жылдардың басынан бастап КСРО-да бетон мен темірбетонды коррозиядан қорғау саласында профессорлар В. М. Москвин (коррозиялық процестердің жіктелуі), С. Н. Алексеев, В. И. Бабушкин, А. А. Байқов, В. Г. Батраков, А. И. Минас, Н. А. Моцанский, В. Б. Ратинов және басқа ғалымдар жұмыс жасады. Цемент тасының коррозиялық зақымдану процестерінің механизмі мен аспектілері толығымен анықталды, ал коррозияның күрделі өзара әрекеттесуінің бүкіл кешені жеке тізбектелген немесе параллель жүретін қарапайым физика-химиялық реакцияларға боялған [1, б. 24].

Бұл зерттеушілердің жұмыстары бетонның коррозиясы туралы қазіргі заманғы идеялардың негізіне айналды және бүгінгі күні қолданыстағы нормативтік құжаттарды жасауға негіз болды. Авторлардың пікірінше, дәл осы коррозиялық процестер қазіргі бетондарда жарықтар пайда болған кезде жүзеге асырылады. Тек коррозияның тиісті формулаларын қарау жеткілікті.

Мысалы, бірінші типтегі коррозия (цемент тасының компоненттерін ерітетін сұйық орта әсерінен бетонда пайда болатын процестер). Бұл шаймалау коррозиясы. Негізгі реакция –  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$ , яғни кальций гидроксидінің түзілуі. Шаймалау нәтижесінде цемент тасының кеуектілігі артады.

Шаймалау коррозиясы біз жұмсақ жаңбыр суын шөгуге жарықтары мен жөртөле қабырғаларының тік беттерінде бетонның тығыз емес аймағында сүзгілеу кезінде пайда болған аражабын тақтасының ішкі бетіне ақ жабын түрінде бекітеміз (суреттер 1 және 2).

ТГА және РФА нәтижелері бойынша тұздаудың (ақ жабынның (налет)) негізгі фазасы (90-95 %) цементтен сілтіленетін кальций гидроксидінің карбонизациясы нәтижесінде пайда болған кальцит түріндегі кальций карбонаты  $\text{CaCO}_3$  екендігі анықталды.

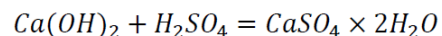
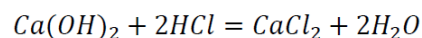
Қалған 5-10 % тұздау натрий сульфатына жатады  $\text{Ca} 4 \text{ n}20$ . Бетонның беткі қабатында (карбонизация нәтижесінде) кальций гидроксиді (цемент гидролизі) азаяды. Карбонизацияның максималды дәрежесі бетінен 10 мм терендікте тіркелген және 84 % құрайды. Жер үсті қабатында атмосфералық ауаның  $\text{CO}_2$  әсерінен пайда болған  $3\text{c}3\text{a}3\text{c}0332\text{n}20$  типті алюмо-кальций гидрокарбонатының пайда болуымен байланысты ДТГ  $110^\circ\text{C}$  қосымша эндоэффект тіркеледі.



Сурет 2 – Жертөле қабырғасының тік бетінде бетонның тығыздалмауы аймағында жоғары түзілуі

Екінші типтегі коррозия (цемент тасының компоненттері мен агрессивті орта арасындағы химиялық реакциялар жүретін процестер). Коррозияның екінші түріне қышқыл, магнезиалды коррозия, кейбір органикалық заттардың әсерінен коррозия және т. б. жатады.

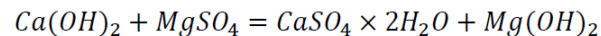
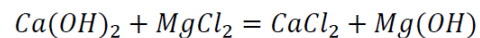
Қышқыл коррозиясы. Қышқыл кальций гидроксидімен химиялық әрекеттесіп, еритін тұздар (мысалы,  $\text{CaCl}_2$ ) және 4-20 көлемінде өсетін тұздар түзеді)



Формула 1 – Қышқыл кальций гидроксиді

Реакциялар оңай еритін және сумен шайылатын тұздардың пайда болуымен немесе байланыстырушы қасиеттері жоқ аморфты массалардың пайда болуымен жүреді. Қышқылдар әсерінен гидросиликаттар, гидроалюминаттар және гидроферрит кальцийлары бұзылады, содан кальцилі тұздар мен аморфтық массаларға дейін айналады  $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Al}_2(\text{OH})_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{OH})_3$ .

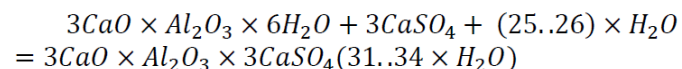
Магнезиалды коррозия. Коррозия магний тұздары (теңіз суы) еритінділерінің кальций гидроксидіне әсер етеді.



Формула 2 – Кальций хлориді

Кальций хлориді мен екі су кальций сульфаты суда жақсы ериді және цемент тастан жуылады. Магний гидроксиді суда аз ериді, бірақ борпылдақ аморфты масса түрінде тұнбаға түседі, ол бетоннан да жуылады және т.с.с.

Үшінші түрдегі коррозия (реакцияның бастапқы өнімдеріне қарағанда үлкен көлемді алатын қосылыстар түзеді). Үшінші түрдегі коррозияға судағы сульфаттардың айтарлықтай концентрациясы бар сульфатты коррозия жатады. Сульфаттар кальций гидроксидімен алмасу реакциясына түсіп,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  гипсін құрайды. Цемент тасының бұзылуы екі Сулы гипс кристалдарының кристалдану қысымынан туындайды (гипс коррозиясы). Гипс кальций гидроалюминатымен әрекеттескен жағдайда сульфалюминатты коррозия пайда болады.



Формула 3 – Сульфалюминатты

Аз еритін реакция өнімдерінің жинақталуы және кристалдануы бетон кеуектеріндегі қатты фаза көлемінің ұлғаюымен бірге жүреді. Бұл өнімдердің кристалдануы бетонның құрылымын бұзатын ішкі кернеулерді тудырады. Бетонның (цемент тасының) коррозиялық бұзылуында болатын жоғарыда келтірілген реакциялардан көріп отырғанымыздай, кез-келген жағдайда, коррозиялық процестің түріне қарамастан, бетонның бұзылуының негізгі «дәлелі» – бұл кальций гидроксидінің болуы және цемент тасында ылғалдану өнімдерінің кейіннен жойылуы.

Бетондағы жарықшақтардың пайда болуының технологиялық себептеріне құрылыс цемент тасының шөгу шамасына иілу кезіндегі беріктіктің сәйкессіздігін тудыратын бетон қоспасының шамадан тыс иілгіштігі; тастағы қиыршық ұсақ фракциялардың болмауы. Бетонның оңтайлы тығыздығын және оның деформацияға төзімділігін қамтамасыз ету үшін бетон қоспасының құрамында қиыршық тас массасының кемінде 30-40 % мөлшерінде 5-10 мм қиыршық тас фракциясы болуы керек; қабыршақтану нормативтік стандарт сәйкес бетон қоспасын бетон сорғымен айдау кезінде жұқа қабырғалы құрылымдар үшін пластина мен ине тәрізді дөңдердің мөлшері салмағы бойынша 15 %-дан аспауы керек. Шын мәнінде, қиыршық тастағы дөңді дақылдардың саны және 0,3 мм-ден аз құм мөлшері, әдетте, рұқсат етілген мөндерден асады; цементтің

артық шығыны. Бетонның жылу жарыққа төзімділігіне әсер ететін бетонның экзотермиясын азайту қажеттілігіне байланысты цемент шығыны әдетте азаяды. Мысалы, цемент шығыны 360-380 кг/м<sup>3</sup> болған кезде ішкі жылу әсерінен бетон қоспасының температурасы 40-50 °С-қа жетуі мүмкін, ал жылу кернеулері жарықтардың пайда болуына әкеледі; арматураның коррозиясы [2, б. 34; 3, б. 41].

Сондықтан, жоғары сапалы цементтер жылу кернеулерін жеңілдету және бетондардың жарықшақтарға төзімділігін арттыру үшін аз мөлшерде АМД мөлшерін міндетті түрде толықтыруды қажет етеді. Бетондағы цемент тасының шөгуі, өзін-өзі жылыту, шаймалау коррозиясы, карбонаттау немесе сульфаттау процестері оның құрылымын тығыздайтын және бетонның жалпы коррозияға төзімділігін арттыратын төмен негізді кальций гидросиликаттарына цементтің гидролиз әкін толық байланыстырудың болмауымен байланысты және осы факторлардың барлығы сайып келгенде аязға, сульфатқа төзімділікке және бетонның жалпы беріктігіне әсер етеді.

Бетондардың тоттануға төзімділігі мен ұзақ мерзімділігін қамтамасыз ету үшін НИИЖБ (МГСН 2.09-03 құрамында 10-15 %-дан аспайтын минералды қоспалары бар су қажеттілігі төмен цементтерді (тұтқыр), МБ және ЭМБЭЛИТ сериялы органикалық-минералды композицияларының қоспаларымен үйлескен цементтерді, шиеленісетін немесе шөгілмейтін цементтер қоспаларын және құрамында цементі бар басқа да тұтқырлықтарды қолдануға ұсынды. Негізгі шарт - көрсетілген байланыстырғыштарда бетонның коррозияға төзімділігі мен аязға төзімділігін және осы бетондардағы арматураның төзімділігін қамтамасыз ету бойынша деректердің болуы.

Микрокремнеземнің немесе ұсақ түйіршікті қождың шағын дозалары жоғары маркалы цементтердің оң сипаттамаларын төмендетпейді. Олардың цементті ылғалдандыруға әсер ету механизмдері егжей-тегжейлі ғылыми зерттеулермен негізделген, көптеген жылдар бойы тәжірибеде сыналған және іс жүзінде қосымша сынақтарды қажет етпейді.

Осы жерден ұсынамын: қалалық құрылысқа арналған бетон қоспаларына бетон қоспаларын дайындау кезінде цемент массасының 6-10 % мөлшерінде МК, ҰТҚ немесе басқа қоспаларын енгізу ұсынылады (яғни, EN 197-1 халықаралық стандартымен СЕМ II/A-D цементінде МК үшін стандартталған дозаларда немесе шетелдік тәжірибеде әдетте қолданылатындай).

## ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Алексеев С. Н., Розенталь Н. К. Агрессивті өнеркәсіптік ортадағы темірбетон конструкцияларының коррозияға төзімділігі. – М., 2001. – 158 б.
- 2 Москвин Б. М. Бетонның коррозиясы. – М., 1986. – 84 б.
- 3 Алексеев С.Н., Иванов Ф.М. және т.б. Агрессивті ортадағы темірбетонның беріктігі. – М., 2011. – 344 б.

## ДЕЙСТВИЕ ПОДВИЖНОЙ КАСАТЕЛЬНОЙ НАГРУЗКИ НА НЕПОДКРЕПЛЕННУЮ И ПОДКРЕПЛЕННУЮ ЦИЛИНДРИЧЕСКУЮ ПОЛОСТЬ В УПРУГОМ ПОЛУПРОСТРАНСТВЕ

УКРАИНЕЦ А. В.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар,

УКРАИНЕЦ В. Н.

д.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар,

ГИРНИС С. Р.

к.т.н., асоц. профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Движение периодической нагрузки вдоль цилиндрической полости в упругом полупространстве изучалось в работе [1], где в качестве примера приведены результаты расчёта напряжённо-деформированного состояния (НДС) массива в окрестности неподкреплённого тоннеля при воздействии на него подвижной осесимметричной нормальной нагрузки и показано, что при мелком заложении тоннеля земная поверхность испытывает существенные динамические деформации, которые могут в значительной мере повлиять на работоспособность расположенных вблизи зданий и сооружений.

Вследствие того, что транспортируемые по тоннелям объекты, помимо нормальных нагрузок, за счёт трения передают на поверхность тоннеля осевые касательные нагрузки, возникает необходимость в исследовании НДС массива при воздействии последних. Для неподкреплённой полости такие исследования проведены в [2]. Решение задачи о действии бегущей нагрузки на подкреплённую тонкой оболочкой полость в упругом полупространстве получено в [3]. В этих работах, в отличие от [1], полагалось, что функция нагрузки может быть разложена в ряд Фурье по угловой координате и интеграл Фурье по осевой координате. В

настоящей работе, используя решения [2, 3] проводится численный сравнительный анализ напряжённо-деформированного состояния поверхности полупространства при воздействии подвижной осевой касательной нагрузки на неподкреплённую и подкреплённую тонкой упругой оболочкой круговую цилиндрическую полость.

Рассмотрим бесконечно длинную круговую цилиндрическую полость радиусом  $R$  в линейно-упругом, однородном и изотропном полупространстве с параметрами Ламе  $\lambda$ ,  $\mu$  и плотностью  $\rho$ . Введём декартовую систему координат, ось  $Z$  которой совпадает с осью полости, параллельной свободной от нагрузок плоской границе полупространства, а ось  $X$  перпендикулярна к этой границе:  $x \leq h$ , где  $h$  – расстояние от оси полости до границы полупространства.

В случае неподкреплённой полости осевая касательная нагрузка  $P_z$ , совпадающая по направлению с осью  $Z$ , движется по поверхности полости с постоянной скоростью  $c$  в направлении  $Z$  [2]

$$\sigma_{rr}|_{r=R} = 0, \quad \sigma_{r\theta}|_{r=R} = 0, \quad \sigma_{r\eta}|_{r=R} = P_\eta,$$

где  $\sigma_{rj}$  ( $j = \eta, \theta, r$ ),  $P_\eta(\theta, \eta)$  – соответственно компоненты тензора напряжений в среде и интенсивность касательной нагрузки в подвижной цилиндрической ( $r, \theta, \eta = z - ct$ ) системе координат.

Если полость подкреплена тонкой оболочкой, то тоже движение происходит по внутренней поверхности оболочки [3]

$$\left[ 1 - \frac{(1 - \nu_0)\rho_0 c^2}{2\mu_0} \right] \frac{\partial^2 u_{0\eta}}{\partial \eta^2} + \frac{1 - \nu_0}{2R^2} \frac{\partial^2 u_{0\eta}}{\partial \theta^2} + \frac{1 + \nu_0}{2R} \frac{\partial^2 u_{0\theta}}{\partial \eta \partial \theta} + \frac{\nu_0}{R} \frac{\partial u_{0r}}{\partial \eta} = \frac{1 - \nu_0}{2\mu_0 h_0} (P_\eta - q_\eta),$$

$$\frac{1 + \nu_0}{2R} \frac{\partial^2 u_{0\eta}}{\partial \eta \partial \theta} + \frac{(1 - \nu_0)}{2} \left( 1 - \frac{\rho_0 c^2}{\mu_0} \right) \frac{\partial^2 u_{0\theta}}{\partial \eta^2} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial^2 u_{0\theta}}{\partial \theta^2} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial u_{0r}}{\partial \theta} = -\frac{1 - \nu_0}{2\mu_0 h_0} q_\theta,$$

$$\frac{\nu_0}{R} \frac{\partial u_{0\eta}}{\partial \eta} + \frac{1}{R^2} \frac{\partial u_{0\theta}}{\partial \theta} + \frac{h_0^2}{12} \nabla^2 \nabla^2 u_{0r} + \frac{(1 - \nu_0)\rho_0 c^2}{2\mu_0} \frac{\partial^2 u_{0r}}{\partial \eta^2} + \frac{u_{0r}}{R^2} = \frac{1 - \nu_0}{2\mu_0 h_0} q_r,$$

где  $u_{0\eta}$ ,  $u_{0\theta}$ ,  $u_{0r}$  – перемещения точек срединной поверхности оболочки;

$q_\eta$ ,  $q_\theta$ ,  $q_r$  – составляющие реакции окружающей оболочку среды (при  $r = R$   $q_\eta = \sigma_{r\eta}$ ,  $q_\theta = \sigma_{r\theta}$ ,  $q_r = \sigma_{rr}$ );

$\nu_0$ ,  $\mu_0$ ,  $\rho_0$  – соответственно коэффициент Пуассона, модуль сдвига и плотность материала оболочки,  $h_0$  – её толщина.

Полагаем, что контакт между оболочкой и средой жёсткий, то есть

$$u_j|_{r=R} = u_{0j}, \quad j = \eta, \theta, r.$$

Здесь  $u_r$ ,  $u_\theta$ ,  $u_\eta$  – компоненты вектора смещения упругой среды  $\mathbf{u}$ .

Так как граница полупространства свободна от нагрузок, то при  $x = h$

$$\sigma_{xx} = \sigma_{xy} = \sigma_{x\eta} = 0.$$

Уравнения движения среды можно представить в форме

$$\left( \frac{1}{M_p^2} - \frac{1}{M_s^2} \right) \text{grad div } \mathbf{u} + \frac{1}{M_s^2} \nabla^2 \mathbf{u} = \frac{\partial^2 \mathbf{u}}{\partial \eta^2},$$

где  $M_p = c/c_p$ ,  $M_s = c/c_s$  – числа Маха;  $c_p$ ,  $c_s$  – скорости распространения волн расширения – сжатия и сдвига в среде, или

$$\nabla^2 \varphi_j = M_j^2 \frac{\partial^2 \varphi_j}{\partial \eta^2}, \quad j = 1, 2, 3,$$

где  $M_1 = M_p$ ,  $M_2 = M_3 = M_s$ ,  $\varphi_j$  – потенциалы Ламе.

Применив к последним уравнениям преобразование Фурье по  $\eta$ , находим

$$\nabla_2^2 \varphi_j^* - m_j^2 \xi^2 \varphi_j^* = 0, \quad j = 1, 2, 3.$$

Здесь  $m_j^2 = 1 - M_j^2$ ,  $m_1 \equiv m_p$ ,  $m_2 = m_3 \equiv m_s$ ,

$$\varphi_j^*(r, \theta, \xi) = \int_{-\infty}^{\infty} \varphi_j(r, \theta, \eta) e^{-i\xi\eta} d\eta.$$

Представив компоненты напряжённо-деформированного состояния среды через потенциалы Ламе и применив преобразование Фурье по  $\eta$ , можно получить выражения для трансформант перемещений  $u_i^*$  и напряжений  $\sigma_{ij}^*$  в декартовой ( $i = x, y, \eta$ ,  $j = x, y, \eta$ ) и цилиндрической ( $i = r, \theta, \eta$ ,  $j = r, \theta, \eta$ ) системах координат как функции от  $\varphi_j^*$ .

Решения последних уравнений для дорелеевских скоростей движения нагрузки в случае неподкреплённой и подкреплённой полости получены соответственно в работах [2] и [3]. Определив трансформанты, используя обратное преобразование Фурье, можно вычислить компоненты НДС среды в декартовой и цилиндрической системах координат.

2. Проведём сравнительный анализ напряжённо-деформированного состояния поверхности полупространства при воздействии подвижной осевой касательной нагрузки на неподкреплённую и подкреплённую тонкой упругой оболочкой круговую цилиндрическую полость.

Расчётные параметры:  $\lambda = 1,688 \cdot 10^9$  Па,  $\mu = 2,532 \cdot 10^9$  Па,  $\rho = 2,5 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>,  $\nu_0 = 0,3$ ,  $\mu_0 = 5,77 \cdot 10^{10}$  Па,  $\rho_0 = 7,2 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>,



$R = 1m, h_0 = 0,05R, h = 2R$ . Равномерно приложенная в интервале  $|\eta| \leq 0,2R$  осесимметричная осевая нагрузка  $P_\eta$  (результат действия сил трения), движется вдоль полости с постоянной скоростью  $c = 100$  м/с. Интенсивность нагрузки выбиралась таким образом, чтобы общая нагрузка по всей длине участка нагружения равнялась сосредоточенной касательной кольцевой нагрузке  $P^\circ$ .

На рис. 1 в координатной плоскости  $X\eta$  показаны кривые изменений осевых перемещений  $u_\eta^\circ = u_\eta/P^\circ$  и нормальных напряжений  $\sigma_{\eta\eta}^\circ = \sigma_{\eta\eta}/P^\circ$  по границе полупространства для неподкреплённой (кривые 1) и подкреплённой (кривые 2) полости. Из анализа поведения кривых следует, что влияние сил трения на напряжённо-деформированное состояние поверхности полупространства при подкреплении полости снижается.

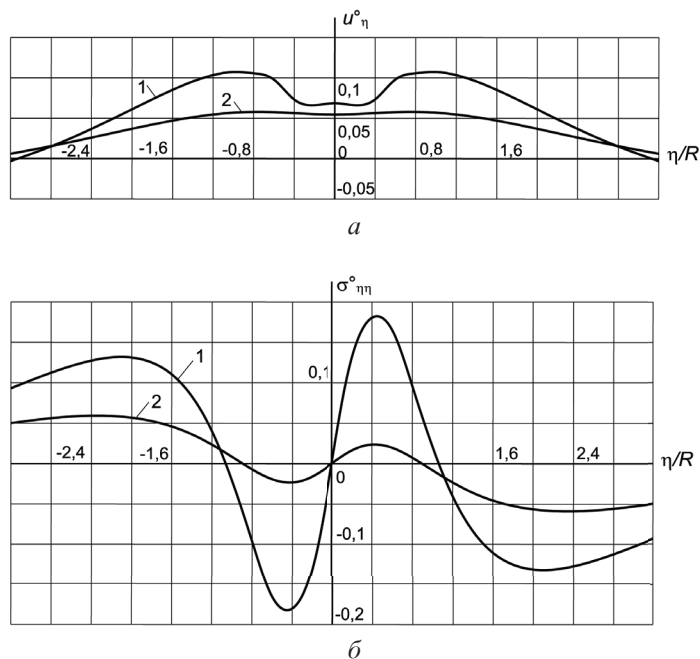


Рисунок 1 – Изменения осевых перемещений (а) и нормальных напряжений (б) по границе полупространства

## ЛИТЕРАТУРА

1 Айталиев Ш.М., Алексеева Л.А., Украинец В.Н. Влияние свободной поверхности на тоннель мелкого заложения при действии подвижных нагрузок //Известия АН КазССР. Сер. физ.-матем. – 1986. – №5. – С. 75–80.

2 Украинец В.Н. Напряжённо-деформированное состояние массива пород при действии бегущей вдоль тоннеля касательной нагрузки //Вестник СибАДИ. – Омск, 2006. – №4.

3 Украинец В.Н. Задача о действии бегущей стационарной нагрузки на подкреплённую тонкой оболочкой полость в упругом полупространстве //Дни науки – 2006: материалы II Межд. науч.-практ. конф. – Днепропетровск, 2006. – Т. 8. – С. 45-47.

## КОМПЬТЕРНЫЕ 3D ТЕХНОЛОГИИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ШАГИЕВА Р. А.

к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

АБДЫКАЛЫКОВА А.

студент, Торайгыров университет, г. Павлодар

Сегодня благодаря развитию технологий появилась возможность увидеть, как будет выглядеть ваш будущий дом. Раньше такое было невозможно. Конечно же, составлялись различные чертежи и планы, но это всё было не совсем то, по ним нельзя было толком представить, как будет выглядеть будущая постройка.

В настоящее все проекты должны иметь не только, двухмерные чертежи, разрезы, виды, но и полноценный раздел 3D моделирования фасадов и интерьеров.

Перед началом трехмерной разработки, как правило, выполняются детальные чертежи 2D (рисунок 1). Этот этап обязателен перед моделированием в строительстве[2]. Здание изначально проектируется в формате двухмерных чертежей с размерами (в программе AutoCAD), которые затем импортируются в программы, работающие с трехмерной графикой (ARCHICAD).

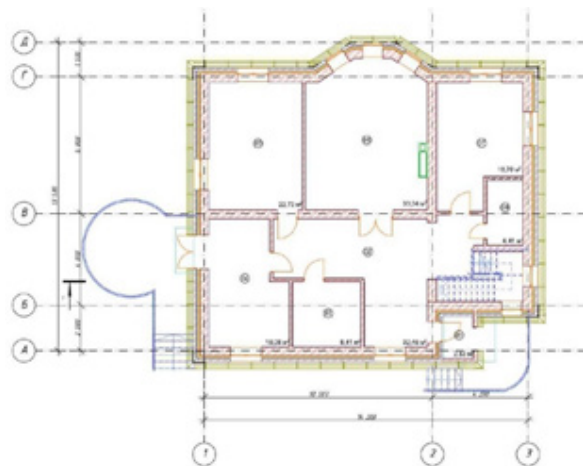


Рисунок 1 – План дома в формате 2D

Благодаря компьютерному 3D моделированию в программе ARCHICAD можно не только представить строение, а и увидеть, как оно будет выглядеть в мельчайших деталях (рисунок 2).

При моделировании с использованием нескольких примитивов (стены + пол + потолок) тщательно проверяются точки их соприкосновения. Расположенные рядом точки необходимо «сварить» специальной командой. Максимально приближая места стыка, добиваются точного касания полигонов. Так получается единая, монолитная модель, без каких-либо «щелей» и прочих дефектов [2].

Суть трёхмерного моделирования в том, что благодаря современным технологиям, обеспечивающим профессиональную подачу необходимых данных, а также соответствующему программному обеспечению происходит визуализация будущего объекта в трёхмерном пространстве (рисунок 3).



Рисунок 2 – Фасад дома

При создании такой трёхмерной модели необходимо учитывать такие факторы как: оптимальный ракурс и расстояние, ландшафт и освещение.

Разрабатывая, скажем, фасады зданий в программах 3D, строитель имеет возможность создать виртуальную модель и привязать ее к конкретному участку на местности. Все объекты создаются из выбранной фигуры, которая находится в составе набора примитивов программы 3D моделирования. Библиотека примитивов настолько обширна, что вполне позволяет с помощью необходимого модификатора создавать любую модель реального мира.



Рисунок 3 – 3D модель дома

В созданную трёхмерную модель строения могут вноситься любые изменения в соответствии с вашими пожеланиями, так что вы сможете посмотреть, как будут выглядеть те или иные ваши идеи и выбрать более понравившийся вам вариант.

Необходимо отметить, что многие компании активно внедряют 3D моделирование в процесс проектирования и строительства. В их числе компания VI Development, VI Infra Construction, входящая в холдинг VI Group, которая в 2016 году внедрила 3D-моделирование [1]. Раньше при двухмерном моделировании возникали ошибки, переделка которых обходилась, как стоимость самого рабочего проекта. Сейчас руководитель и главный инженер проекта видит все нюансы, даже сколько нужно бетона, не уточняя данные у сотрудников ПТО.

Аналогичная ситуация при строительстве дорог. При двухмерном проектировании канализация на одном чертеже, водопровод на другом, силовой кабель на третьем. Трёхмерная графика позволяет все это совместить и увидеть пересечение труб. Причем более точные размеры. Например, расстояние между трубами составляет 40 сантиметров. Вроде достаточно, но нужно учесть, что диаметр самих труб 30 сантиметров. 10 сантиметров - это небольшое расстояние, которое может привести к давлению верхних элементов дороги на сети под ней, что может повредить их. Либо повредить сети при строительстве других (рисунок 4).

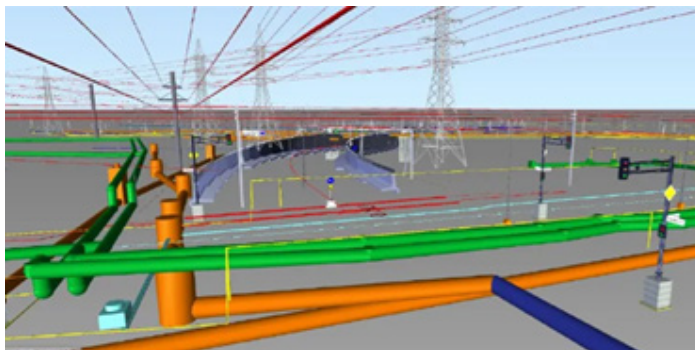


Рисунок 4 – 3D модель инженерных сетей

Практически в каждом рабочем проекте есть ошибки и нестыковки, некоторые находят во время проектирования, некоторые во время строительства, а некоторые и вовсе после завершения проекта. Затраты из-за этих ошибок лягут на плечи заказчика или

строительных организаций. Благодаря 3D всего 2 человека могут найти моменты, которые пропустили команды проектировщиков.

Пока активность проявляют только строители. Заказчики не спешат. Проектировщики по-разному к этому относятся. Кто-то привык по старинке работать в 2D. Людей можно понять – зачем выходить из зоны комфорта? К тому же переход на 3D – это определенные затраты, как финансовые, так и по времени. На первых двух-трех проектах 3D требует на 40 % больше времени, чем его двухмерная версия. Но оно того стоит. Поэтому вслед за VI Group другие компания будут принимать только трехмерные проекты.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Что дает 3D-моделирование при строительстве инфраструктурных проектов? Одно из преимуществ - технология помогает избежать дополнительных расходов для компании. // Капитал. Центр деловой информации. 15.12.2020 [Электронный ресурс]. – URL: <https://kapital.kz/economic/91867/что-dayet-3d-modelirovaniye-pri-stroitel-stve-infrastrukturnykh-proyektov.html> [дата обращения 03.04.2021].

2 Программы, технологии и процесс 3D-моделирования // Станки эксперт 2020 [Электронный ресурс]. – URL: <https://stankiexpert.ru/technologii/3d-modelirovanie.html> [дата обращения 03.04.2021].

#### ВЫБОР КРОВЕЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ КОТТЕДЖНОГО ПОСЕЛКА «ТАҢ АТУ» В АПАТАУ

ШКУРАТСКАЯ Т. Н.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

МЕНЕЙЛЮК О. И.

научный руководитель, к.т.н., профессор

В мае 2013 года была принята «Концепция по переходу Республики Казахстан к «зелёной экономике» с масштабными целями, согласно которым к 2050 году структура генерирующих мощностей на 50 % должна состоять из источников энергии, альтернативных углю и нефти, включая газовые, атомные и возобновляемые источники энергии (ВИЭ).

Стратегическим планом развития Республики Казахстан до 2025 года, утвержденным Указом Президента Республики Казахстан от 15 февраля 2018 года № 636, установлен целевой индикатор по

достижению 6 % доли в электроэнергии возобновляемые источники (ВИЭ) от общего объема производства электроэнергии к 2025 году.

Медленными, но верными темпами в жизнь казахстанцев внедряются зеленые технологии. Помимо масштабных проектов, таких как солнечные, ветро и гидро электростанции, геотермальные источники, применение биогаза. Все больше граждан нашей страны участвуют в развитии применения возобновляемых источников энергии, в частности – достижений фотогальванических технологий.

Фотогальваника – метод выработки электроэнергии с использованием солнечных элементов для преобразования энергии солнца в поток электронов с помощью фотогальванического эффекта. Солнечные элементы производят электричество постоянного тока из солнечного света, схема приведена на рисунке 1.

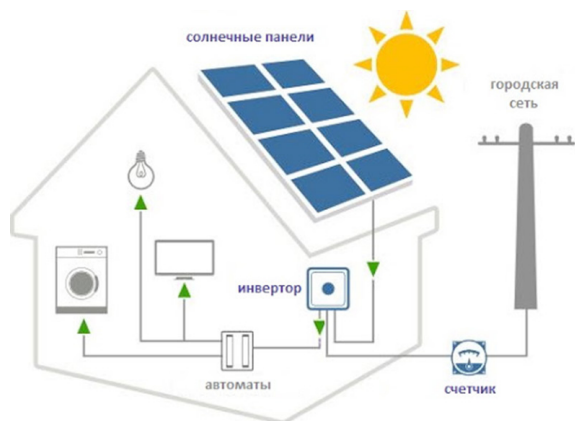


Рисунок 1 - Схема преобразования солнечной энергии в электрическую

Несколько лет назад на мировом рынке появился новый эффективный материал, с которым к сожалению на настоящий момент большинство казахстанцев не знакомо – это фотогальваническая черепица.

Фотогальваническая черепица – новый строительный материал, сменивший стандартные солнечные панели, рисунок 2.



а) традиционная солнечная панель  
б) Фотогальваническая черепица

Рисунок 2 – Солнечная панель и фотогальваническая черепица

Фотогальваническая черепица возникла в результате объединения фотоэлектрических ячеек с элементами черепичной кровли, в том числе и гибкой черепицы. Такая черепица способна одновременно генерировать электрический ток, как солнечной панель и защищать здание, как классическая черепица. При этом архитектурный облик здания не нарушается, а даже выигрывает, так как фотогальваническая черепица может имитировать сланцевую кровлю, классическую тасканскую керамическую черепицу, универсальную гибкую черепицу, либо приобретать совершенно футуристический вид при стеклянном исполнении.

Фотогальваническую черепицу можно условно сгруппировать:

1 По структуре;

2 По составу конструкции фотоэлемента.

По структуре черепицу можно разделить на два вида:

1 Рулонные полимерные материалы с тонкопленочным интегрированным фотоэлементом, используемые преимущественно на плоских крышах.

2 Фотоэлектрические модули в виде черепицы, жестких плиток, которые устанавливаются на скатной кровле.

Основной частью солнечной панели и фотогальванической черепицы являются фотоэлементы, которые напрямую преобразуют кванты падающего солнечного излучения в свободные электроны электрического тока за счет фотоэффекта (за разработку теории этого явления А. Эйнштейн и был удостоен в 1921 году Нобелевской премии). Для изготовления фотоэлементов используются различные полупроводники, перспективность которых определяется

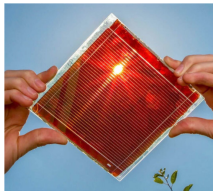
стоимостью изготовления и эффективностью преобразования в электричество солнечной энергии.

Простейшей архитектурой для полимерного фотоэлемента является планарная гетероструктура, в которой на пленку фотоактивного полимера (донор) наносится пленка электронного акцептора, на которые с двух сторон наносятся электроды.

По составу конструкции фотоэлемента можно выделить четыре основных типа фотоэлементов – таблица 1.

Таблица 1 – Фотогальваническая черепица Типы основных фотоэлементов для изготовления фотогальванической черепицы и солнечных панелей

Наименование	Конструктив	Внешний вид фотоэлемента
Фотоэлемент из кристаллического кремния	Состоит из двух слоев. Внутри расположен сверхчистый кристаллический кремний, предварительно прошедший множество этапов очистки. Внешний слой — это кремний с различными примесями. Возможно исполнение в виде жестких плиток или тонких пленок из аморфного кремния.	
Тонкопленочный фотоэлектрический элемент	Производятся путем осаждения полупроводниковых слоев на подложке. На подложку из стекла или нержавеющей стали наносится полупроводниковые слои, состоящие из многих материалов, таких как: теллурид кадмия (CdTe); диселенид меди и индия (CIS); диселенид меди, индия и галлия (CIGS); аморфный кремний (a-Si)	
Органический фотоэлектрический элемент	Выполнен из проводящих органических полимеров или небольших органических молекул, для поглощения света и переноса заряда. Относится к категории производства тонких пленок и обычно работает в диапазоне эффективности около 12%, но может быть токсичен и радиоактивен при изготовлении.	

Наименование	Конструктив	Внешний вид фотоэлемента
Перовскитный солнечный элемент	Перовскит – титанат кальция. Солнечный элемент на основе перовскита производится путём нанесения на поверхность тонкого слоя материала, содержащего различные виды минералов.	

Для оценки рентабельности применения кровельного покрытия из фотогальванической черепицы проведем технико-экономическое сравнение вариантов кровельного покрытия для коттеджного поселка «Таң ату» в Алатау (регион с высокой инсоляцией), общей площадью 1000 м<sup>2</sup>. Выберем схожий по конструктиву и дизайну вариант - Керамическая черепица производится компанией Roben на заводе Brguggen (Германия) и Фотогальваническая черепица SolteQ-Quad40, производитель SolteQ (Германия).

Таблица 3 – Технико-экономическое сравнение вариантов кровельного покрытия для коттеджного поселка «Таң ату» в Алатау

Вид кровельного покрытия	Керамическая черепица Roben	Фотогальваническая черепица SolteQ-Quad40
Стоимость 1 м <sup>2</sup> кровельного покрытия с учетом монтажных работ	26,71 €/ м <sup>2</sup> = 13309 тнг/ м <sup>2</sup>	90,94 €/ м <sup>2</sup> = 45316 тнг/ м <sup>2</sup> , с учетом всех комплектующих
Стоимость 1000 м <sup>2</sup> кровельного покрытия	13 309 000 тенге	45 316 000 тенге
Вес	40,4 кг/м <sup>2</sup>	14 кг/м <sup>2</sup>
Технологичность монтажа	Сложный монтаж, необходимо укрепить несущие конструкции кровли	Простой монтаж, нет необходимости укреплять несущие конструкции кровли
Выработка электроэнергии	Нет	Да, в том числе при плохих погодных условиях, утром и вечером (около 60% от полной возможности)
Окупаемость кровельного покрытия	Нет	Да
Прочностные характеристики	Высокая механическая прочность	Высокая механическая прочность
Эстетическая привлекательность	Высокая	Высокая
Срок эксплуатации	> 100 лет	> 50 лет

Вид кровельного покрытия	Керамическая черепица Roben	Фотогальваническая черепица SolteQ-Quad40
География применения	Нет ограничений в применении	Подходит для регионов с высокой инсоляцией

В результате анализа, определили, что использование фотогальванической черепицы эффективно только в регионах с высокой инсоляцией, что стоимость 1 м<sup>2</sup> кровельного покрытия из фотогальванической черепицы с учетом монтажных работ в 3 раза выше стоимости керамической черепицы. Однако фотогальваническая черепица экономит средства на оплату электроэнергии и имеет возможность самокупаемости в течении нескольких лет за счет продажи излишков электроэнергии по «Зеленому тарифу», равному 34,61 тенге/кВтч, согласно изменений, внесенных постановлением Правительства РК от 19.03.2015 № 148. Кроме того, использование фотогальванической черепицы созвучно с «Концепцией по переходу Республики Казахстан к «зелёной экономике», принятой в Республике Казахстан.

Делая выбор кровельного строительного материала, стоит вспомнить слова Томаса Альва Эдисона: «Мы похожи на неудачливых фермеров, которые валят забор вокруг своего дома, чтобы сжигать доски в качестве топлива, в то время, как мы должны использовать неисчерпаемые источники энергии - солнца, ветра и приливов... Я бы поставил свои деньги на солнце и солнечную энергию. Какой источник энергии! Я надеюсь, что мы не будем вынуждены ждать, пока нефть и уголь не закончатся, чтобы начать использовать ее неисчерпаемые ресурсы».

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Указ Президента Республики Казахстан от 30 мая 2013 года № 577 «О Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике».

2 Закон Республики Казахстан «О поддержке использования возобновляемых источников энергии» от 4 июля 2009 года №165-IV.

3 Руководство для инвесторов по реализации проектов возобновляемых источников энергии в Казахстане, г.Нур-Султан 2020г. - 173 с.

4 Калмыков Д.Е.Краткий гид по Зеленой Экономике. – Караганда: ЭкоМузей,CINEST, 2017 г. – 32 с.

### 3.6 Қазақстан мен әлемнің мұнай-газ саласының ағымдағы жағдайы, болжамы және мүмкіндіктері 3.6 Текущее состояние, прогноз и возможности нефтегазовой отрасли Казахстана и мира

#### МҰНАЙ-ГАЗ САЛАСЫНЫҢ АППАРАТТАРЫНЫҢ КОРРОЗИЯСЫНА ҚАРСЫ КҮРЕС ӘДІСТЕРІ

АБДУЛЛИНА Г. Г.

химия ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор,  
Торайғыров университет, к. Павлодар

АЙГОЖИНА Д. Г.

аға оқытушы, Торайғыров университет, к. Павлодар.

ӘЙТКЕНОВА Ә. Б.

студент, Торайғыров университет, к. Павлодар.

Мұнай – газ өнеркәсібі Қазақстанның отын-энергетика кешенінің ең жас саласы. Осы саланың эффективті дамуына бірден-бір кедергі ол – құрылғылар мен аппараттардың коррозияға ұшырауы. Қазіргі таңда бұл өте маңызды проблемалардың бірі.

Коррозия-қоршаған орта әсерінен металл бетінің бүлінуі. Коррозияның пайда болуының негізгі себептері: атмосфераның ылғалдылығы, құбырлардан өтетін сұйықтықтар. Сондай-ақ, мұнай құрамындағы агрессивтік компоненттер және өте жоғары температура мен қысым да коррозияның пайда болуын жылдамдатады.

Мұнай-газ саласындағы жабдықтар мен қондырғылардың сенімді жұмысы тиімді коррозияға қарсы қорғауға және заманауи коррозияға қарсы материалдарды қолдануға байланысты.

Металдарды коррозиядан қорғаудың әртүрлі әдістері бар. Олардың ішіндегі ең көп тарағандарының бірі – гальваникалық жабу. Гальванизация – беттерді коррозиядан және тотығудан қорғауға, олардың беріктігін және тозуға төзімділігін арттыруға, эстетикалық көрініс беру үшін металл қорғаныс жабынын қолданудың электрохимиялық әдісі. Сонымен қатар, металды гальваникалық жабу тозуға, электр өткізгіштікке және қорғалған өнімнің басқа сипаттамаларын жақсартады.

Гальваникалық жабудың ерекшелігі мынада: металл қалаған бетіне жай жабылып қана қоймайды, оның молекулалары өнімнің беткі қабатына енеді.

Металлдың гальваникалық жабу оның әсер ету механизміне байланысты екі үлкен топқа бөлінеді : катод немесе анод. Анод

жабындары әрдайым көбірек электронегативті болады, ал катод жабындары олардың жасалған металлға қатысты потенциалында анағұрлым электропозитивті болады. Мұнда келесі мысалды келтіруге болады: болатқа, кадмий мен мырышқа анод жабыны, ал алтын, никель, күміс, мыс – катод.

Гальваникалық жабудың өзіне тән арықшылықтары және кемшіліктері бар. Оны төменде қарастырып кетеміз.

Артықшылықтары:

- жоғары химиялық тазалықпен қаптау;
- электрохимиялық немесе тосқауылдан қорғау;
- жақсы сәндік қасиеттері;
- жабынның қалыңдығын қолайлы дәлдікпен реттеу мүмкіндігі;
- бұйымдардың бұрандалы бөлшектерін арнайы дайындауды

қажет етпейді.

Кемшіліктері:

- кеуектілік;
- тозуға төзімділігі төмен;
- төмен беріктігі;

Легіріленген болаттардан жасалған бекітпелердің механикалық қасиеттерінің негізгі материалды гидрогендеуі нәтижесінде нашарлауы;

- ұзақ уақытты жабу процесі;
- жоғары уыттылық және қоқысты кешенді жою процесі.

Балқыма қабаты (ыстық мырыштау)

Гальваникалық жабудан кейін негізгі метал шаршау кернеулеріне оңай ұшырайды (металдың майысуға төзімділігі төмендейді). Электрлі хромдалған жабындарға, болатқа (әсіресе беріктігі жоғары сынаптарға) ең күшті әсер етеді. Бұл негізінен болаттың гидрленуіне, сондай-ақ хромның төмен икемділігі мен беріктігіне байланысты.

Коррозиядан қорғаудың тағы бір түрі : ол бояу және лакпен қаптау.

Бояу және лакпен қаптау коррозиядан қорғаудың ең кең таралған және сенімді әдістерінің бірі болып табылады. Олар арзан және қол жетімді, металл бетіне жағудың қарапайым технологиясы бар, зақымдалған жағдайда оңай қалпына келтіріледі және әртүрлі келбеті мен түсімен ерекшеленеді.

Мұнай-газ саласындағы объектілерге арналған Бояу және лакпен қаптауды таңдағанда, жабындардың аязға төзімділігіне ерекше назар аудару керек. Аязға төзімділік төмен температурада сипатталады, бұл жағдайда бояу өздігінен өзінің қорғаныштылық қасиетін жояды. Алкид-акрил, акрил, акрил-уретан, уретан,

мочевина, меламин, эпоксид және эпоксидті қабықша негізіндегі қабаттар аязға қанағаттанарлық төзімділікке ие.

Мұнай-газ саласында жиі жоғары температураға ұшырайтын металл конструкцияларын коррозиядан қорғау қажет. Бұл жағдайда ыстыққа төзімді жабынды қолдану ең жақсы шешім болып табылады. Бұл бояулар мен лактар класына жоғары температура (400С дейін) және механикалық жүктемелер (абразивті әсерлер) әсер еткен кезде металл, бетон және темірбетон конструкцияларын ұзаққа созылатын антикоррозиялық қорғауға арналған эмаль – грундты пайдаланады.

БЛҚ артықшылықтары:

- бір компонент;
- төмен құны;
- бетті дайындауға төмен талаптар;
- ауа-райының жоғары төзімділігі;
- металл, бетон, ағашқа жақсы адгезия;
- жақсы жабысқақ;
- жөндеу жеңілдігі;
- жоғары технологиялық тиімділік;

Оның кемшіліктері:

- ұзақ кептірілуге кететін уақыт;
- органикалық еріткіштердің жоғары мөлшері;
- бір қабатты жабын қалыңдығының ұстап тұруы;
- + 5 °С жоғары температурада ғана жабу;
- су мен химиялық төзімділігі төмен.

Бояу жұмыстарын таңдау оны пайдалану шарттарымен анықталады. Аппаратты қышқылдардың, сілтілердің, еріткіштердің және агрессивті газдардың әсерінен қорғау үшін фенол-формальдегид, поливинилхлорид, эпоксид және органофтор полимерлерінің негізінде бояу жабыны дайындалады.

Бояулармен және лактармен антикоррозиядан сәтті қорғау көбінесе жабу технологиясының сақталуына байланысты. Жабынның қызмет ету мерзіміне әсер ететін негізгі факторлар:

- бетті дайындау әдісі;
- кескіндеме қолдану және емдеу тәсілдері;
- күрделі жабынның қалыңдығы.

Қорытынды

Қорғаныш қабатын қолдану коррозия жылдамдығын айтарлықтай төмендетеді. Бұл әдіс әмбебап және әр түрлі металл бұйымдарының сыртқы және ішкі беттерін коррозиядан қорғау үшін

өнеркәсіпте кеңінен қолданылады, олардың жекелеген бөліктерін де, бүкіл жинағында да. Жабындар металл бетін коррозиядан қорғайды, оны агрессивті ортадан оқшаулайды.

Біз бұл мақалада, коррозиядан қорғанудағы ең кеңінен таралған қорғаныш қабаттарын салыстырдық. Біз үшін ең қол жетімді әрі тиімді әдіс болып ол бояу және лакпен қаптау болып саналады. Бірақ, БЛҚ әдісін әрбір 5 жыл сайын жаңартып отыру керек, бұған өте көп күш кетеді. Климаттық факторлар әсер еткен жағдайда, бояу жабындылары уақыт өте келе қартайды, бұл жабындардың физикалық және механикалық қасиеттерін біршама өзгертеді. Бұл процесс температура  $55^{\circ}\text{C}$ -ға дейін жоғарылауымен тездетеді. Ал гальваникалық әдіс көп шығындарды талап етеді, бұл біз үшін экономикалық тиімсіз.

Бұл жабындардың артықшылықтары және кемшіліктері болса да, олар қазіргі таңда өте сұранысқа ие, себебі барлық жабдықты ауыстырғаннан гөрі, осы әдістерді пайдалану біздің уақытты үнемдеуге, жұмыс барысын тоқтатпауға және қаржы жағын тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Мұнайгаз жабдықтарын тоттанудан қорғау : оқу құралы / А.Колпек. Павлодар: Кереку, 2014.-121 б.
- 2 Ахмеджанова Т.К., Картабай А.Т., Нуранбаева Б.М., Молдабаева Г.Ж. Мұнайгаз жабдықтарын коррозияға қарсы қорғау.- Алматы : Дәуір, 2011. – 333 б.
- 3 Бурлов В.В., Кабанов Б.С. Современные методы защиты от коррозии оборудования НПЗ // Материалы отраслевого совещания главных механиков нефтеперерабатывающих предприятий. Кириши, 1998. С. 10-11.
- 4 Гронский Р.К., Житовская Т.В., Бускулов Р.Ш. Защита греющих секций испарителей от стояночной коррозии // Энергетик. 1984. №3. С. 7-8.
- 5 Кессельман Г.С., Гранатунова Л.П. О величине ущерба, наносимого окружающей среде в нефтегазодобывающей промышленности // Коррозия и защита в нефтегазовой промышл. НТРС. М : ВНИИОЭНГ, 1976, №9. С. 29-30.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА МОТОРНЫХ ТОПЛИВ НА НПЗ

БОЛАТОВА К. Т.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

МАЗДУБАЙ А. В.

PhD, асоц. профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

### Вступление

В настоящее время вопросы энергоэффективности и экологической устойчивости являются актуальными для всех сфер человеческой деятельности, а энергетический сектор промышленности является одним из наиболее динамично развивающихся [1]. Нефтеперерабатывающая промышленность – одна из отраслей огромного топливно-энергетического комплекса, который также включает добычу и производство топлива, распределение энергии, а также энергоснабжение и т.д. Основными неблагоприятными внешними факторами, негативно влияющие на нефтепереработку являются низкая эффективность установки и нестабильности региональных нефтеэнергетических балансов и электроснабжения. К внутренним факторам относятся: Эффективность энергопотребляющего и энергогенерирующего оборудования; Энергоемкость технологических процессов; Степень рекуперации и регенерации тепла технологического потока. Здесь будут применяться энергоэффективные и экологически чистые технологии. Значительная экономия энергоресурсов может быть достигнута за счет внедрения энергосберегающих мероприятий и передовых технологий в наиболее энергоемкие процессы, а также повышения эффективности оборудования и агрегатов [2, 3]. На нефтеперерабатывающих заводах наиболее энергоемкими являются процессы ректификации, которые потребляют большое количество тепловой энергии в виде пара и электроэнергии для процессов охлаждения (рис. 1). В большей степени процесс ректификации реализуется на установках предварительной перегонки нефти [4]. На примере этой установки были изучены пути повышения энергоэффективности.



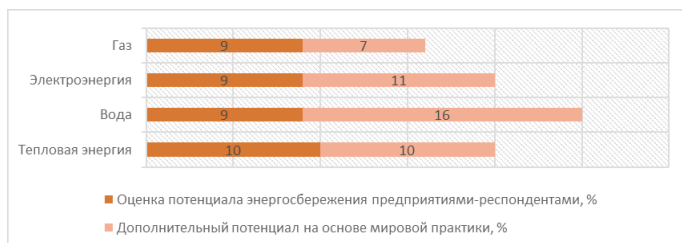


Рисунок 1 – Оценка энергосбережения на современных НПЗ

### Физико-химические основы процесса ректификации

Установки предварительной перегонки нефти, как ЭЛОУ-АВТ (электрообессоливатели с атмосферно-вакуумной перегонкой), служат для удаления из нефти остаточной влаги и солей с последующим ее фракционированием для получения целевого ассортимента продукции.

Основные продукты, получаемые при разделении нефти на установках АВТ – это легкие дистилляты: прямогонный бензин (интервал кипения 180 °С), авиакеросин (150 – 220 °С), дизельное топливо (180 – 360 °С), углеводород газы и вакуумные дистилляты (легкий и тяжелый вакуумный газойль) и остаток вакуумной перегонки (гудрон). Разделение нефтепродуктов на продукты осуществляется методом ректификации.

Процесс исправления может быть организован периодически и непрерывно. В установках предварительной перегонки нефти на НПЗ используется только непрерывная ректификация при различных давлениях: повышенное давление используется для разделения низкокипящих углеводородов (отгонка сырой нефти), давление близкое к атмосферному используется для атмосферной перегонки, используется вакуум для разделения высококипящих углеводородов (вакуумная перегонка) [5].

Качество компонентов, получаемых при начальном разделении смеси, определяется ее относительной летучестью (разницей температур кипения), соотношением жидкой и газовой фаз и количеством ступеней контакта. Основными технологическими параметрами процесса ректификации являются температурный режим, давление, расход. Температура верхней части ректификационной колонны определяет качество ректификации и автоматически поддерживается верхней подачей (орошением). Нижняя температура определяет степень отделения легкокипящих

компонентов и поддерживается подачей тепла от трубчатой печи. Что касается давления, то при его увеличении точность фракционирования ухудшается, так как снижается относительная летучесть разделяемых компонентов.

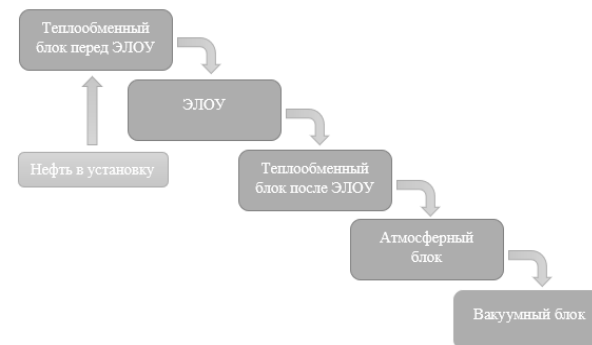


Рисунок 2 – Принципиальная схема установки ЭЛОУ-АВТ

Подачу флегмы в верхнюю часть колонны изменяют постепенно, чтобы не вызывать снижения уровня ее жидкости. При недостаточной подаче орошения температура в верхней части колонны увеличивается, а температура конца кипения ректификата значительно увеличивается. При избыточном орошении температура верхней колонны снижается, температура конца кипения ректификата снижается, его высококипящие компоненты переходят в остаточные. Увеличение количества флегмы при соответствующем повышении температуры днища колонны улучшает резкость ректификации.

### Использование энергетического потенциала вторичных энергоресурсов

Отходы тепловой энергии обычно классифицируются по трем диапазонам температур: высокотемпературный (выше 650 °С); среднетемпературные (230 ÷ 650 °С); низкотемпературный (менее 230 °С). Высокие и среднетемпературные тепловые энергии используются на нефтеперерабатывающих заводах для выработки пара технологических параметров, электрической энергии, подогрева воздуха, подаваемого на горелочные устройства. Низкотемпературная тепловая энергия используется для отопления зданий, воды и воздуха. Основными источниками вторичных

тепловых энергоресурсов (ВЭР) на нефтеперерабатывающем заводе являются:

- Дымовые газы отопительных печей ( $300 \div 500$  °С);
- Горячие потоки жидких и газообразных нефтепродуктов ( $125 \div 385$  °С). После использования в технологическом цикле тепло отводится в компрессоре-холодильнике ( $40 \div 90$  °С);
- Тепловые ресурсы легких фракций ( $102 \div 125$  °С), не используемые на казахстанских НПЗ;
- Тепловые ресурсы продуктов сгорания, которые получают при коксоудалении катализаторных процессов ( $580 \div 600$  °С), а также не находят полного использования для дополнительной выработки электроэнергии на казахстанских установках каталитического крекинга;
- Тепловые ресурсы конденсата ( $70 \div 85$  °С), отработанного пара ( $139$  °С при  $P = 0,3$  МПа) и горячей воды ( $45 \div 110$  °С).

Способы утилизации отходящего тепла следующие:

- Прямое использование для нагрева сырья при отсутствии теплообменников;
- Рекуперация тепла производственных потоков или выхлопных газов в теплообменниках или котлах-утилизаторах для производства технологического пара или горячей воды;
- Регенерация отходящих газов на воздухонагревателях или тепла продуктовых потоков на комбинированных установках;
- Когенерация с выработкой электрической и тепловой энергии.

Регенерация тепла прогретых продуктовых потоков достаточно широко используется в технологических схемах на нефтеперерабатывающих заводах. Избыточное тепло горячих нефтепродуктов при температуре  $110 \div 160$  °С и расходе более  $20$  м<sup>3</sup>/ч обычно используют для подогрева химически очищенной воды (подпитка котлов-утилизаторов и воды промышленной когенерации), получения заморозки при абсорбционном охлаждении. единицы; при температуре более  $160$  °С используется для получения пара. Для охлаждения потоков нефтепродуктов с получением пара используются испарители с паровыми камерами, которые питаются конденсатом, собираемым на установке. Большинство потребителей пара используют только теплоту конденсации пара и распределяют конденсат при температуре насыщения [6, 7].

Рекуперативные и рекуперативные воздухонагреватели и котлы-утилизаторы широко используются для утилизации тепловой энергии дымовых газов. Тепло печей производительностью более

$25$  ГДж/ч принято утилизировать при температуре отходящих газов выше  $220$  °С. Следует отметить, что из-за несоответствия реальной и расчетной температуры отходящих газов на действующих агрегатах КПД котла-утилизатора ниже паспортного. Особенностью эксплуатации котлов-утилизаторов является нестабильность расхода отопительного газа, что приводит к значительным колебаниям нагрузки на котлы-утилизаторы [7, 8].

#### **Разработка модели ЭЛОУ-АВТ**

Разработка компьютерной модели проводилась в среде Aspen HYSYS, которая широко используется для моделирования различных технологических процессов [9]. Для расчета физико-химических свойств нефти использованы расчетные данные по составу и свойствам узких фракций для типовой установки ЭЛОУ-АВТ. В качестве термодинамического пакета мы выбрали уравнение состояния Пенга-Робинсона. Он позволяет с высокой точностью рассчитывать равновесные и термодинамические параметры углеводородных систем при давлениях ниже  $30$  МПа.

Установлено, что атмосферные колонные печи H0801 A / B / C устанавливают пределы повышения КПД агрегата. При загрузке на  $120$  % температура стенок близка к предельно допустимой ( $650$  °С), температура дымовых газов более  $300$  °С, что говорит о низком тепловом КПД печи.

Для снижения тепловой нагрузки на печи H0801 A / B / C предлагается подогреть отпарное масло, подаваемое из куба колонны C0401, потоком высокопотенциального гудрона из вакуумной колонны C0501. Гудрон является наиболее перспективным технологическим потоком на данной установке, его температура составляет  $362$  °С. Для подогрева масла был выбран гудрон, так как в нем достаточно высокое соотношение горячего и холодного теплоносителя из-за высокого содержания в нем нефти (около  $25$  %). Для реализации данного решения предлагается использовать существующий теплообменник подогрева масла до ЭЛОУ E-104A площадью  $427,4$  м<sup>2</sup>.

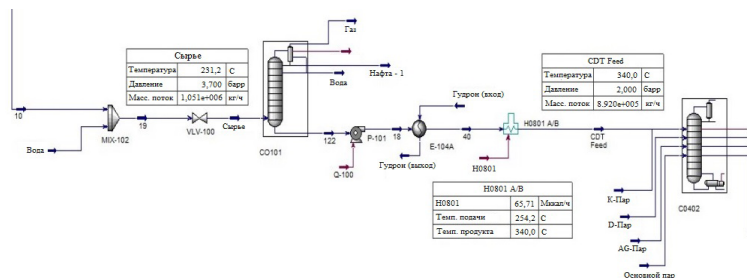


Рисунок 3 – Моделирование агрегата ЭЛОУ-АВТ в среде Aspen HYSYS

После прогрева гудрона его температура перед топкой H0801 A / B увеличилась с 230 до 254 °С, а тепловая нагрузка снизилась с 79,36 до 65,71 Гкал, что составляет 17 %.

После прогрева отбензиненного масла перед атмосферными печами H0801 A / B / C произошло резкое снижение температуры гудрона (до 280 °С). Для компенсации тепла, направленного на снижение нагрузки печей H0801 A / B / C, следует увеличить степень рекуперации тепла на теплообменном узле до и после ЭЛОУ. Для этого произведено перераспределение теплового баланса основной атмосферной колонны C0402: увеличена рекуперация более высокопотенциальной 2-й и 3-й насосной системы (НС), уменьшена рекуперация низкопотенциальной 1-й НС. Это привело к снижению нагрузки 1-го НС с 21,82 до 15,42 Гкал/ч, увеличению нагрузки 2-го и 3-го НС, что позволяет повысить степень рекуперации на блоке подогрева масла после ЭЛОУ. Перераспределение нагрузки между насосами производилось таким образом, чтобы обеспечить максимальное увеличение отдачи высокопотенциального 2-го и 3-го НС. При этом показатели качества выдерживались в пределах спецификации.

#### Выводы

В данной работе представлен вариант модернизации агрегата ЭЛОУ-АВТ. Предлагаем прогрев отгонной части масляного потока перед печью H0801 A / B гудроном из вакуумной колонны C0501. С помощью компьютерного моделирования были получены следующие результаты:

- Изменение конфигурации и схемы подключения теплопотребляющего оборудования позволило снизить расход природного газа печью H0801 A / B на 15 %;

- Для увеличения степени рекуперации тепла перераспределен тепловой баланс в столбе атмосферы C0402 и изменено расположение узла подогрева материала;

- При оптимизации материального потока удалось повысить степень рекуперации тепловой энергии на установке и поддержать нормативную температуру масла перед атмосферным блоком.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Ластовкин Г.А. Справочник нефтепереработчика / Г.А. Ластовкин, Е.Д. Радченко, М.Г.Рудин // г.Ленинград, Химия - 1986, С. 649.

2 Мелинг, А.А. Выбор оптимального варианта модернизации Московского НПЗ Текст. / А.А. Мелинг, В.И. Денисов, В.М. Шуверов, В.М. Капустин, М.Д. Викторова, Н.М. Цветкова, Л.Т. Юшинский // Химия и технология топлив и масел. - 2009.- № 1.- С. 31, 33.

3 Китонов Г.А., Баранов А.Н. Защита нефтяного оборудования от коррозии // Новая наука: От идеи к результату. 2016. № 5-2 (84). С. 168-171.

4 Технологический регламент. Установка моторных топлив (УМТ). ТР-6100-20367-02-2009 // ООО «Ленгипронефтехим».- СПб.- 2009.

5 Гуреев, А.А. Перспективы разработки автомобильных топлив с улучшенными экологическими свойствами Текст. / А.А. Гуреев, Т.Н. Митусова, В.В. Соколов, В.Е. Емельянов, Н.П. Спиркина // Химия и технология топлив и масел 1993. - №11. - С. 4-6.

6 Емельянов, В.Е. Пути повышения качества вырабатываемых автомобильных бензинов Текст. / В.Е. Емельянов // Нефтепереработка и нефтехимия.-2004.—№ Ю.- С. 6-8.

7 Вагин Г.Я., Экономия энергоресурсов в промышленных технологиях. Справочно-методическое пособие / Г.Я. Вагин, Л.В. Дудникова, Е.А. Зенютин, С.А. Бугров // Н.Новгород, НГТУ, 2001 – 188с.

8 Borowiec Z. Oil refinery technologies intended to reduce benzene content in regular motor gazolines // Prezem. Chem.- 2002.- V. 81, N 4.- P. 227.

9 Магарил, Р.З. Теоретические основы химических процессов переработки нефти Текст. / Р.З. Магарил // Л.: Химия, Ленингр. отделение.- 1985, С. 285.

## ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ ВОДЯНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

ГАСЫМОВ Ш. Г.

магистрант, кафедра «Механика и нефтегазовое дело»,  
Торайгыров университет, г. Павлодар

СЕЙТЕНОВА Г. Ж.

к.х.н., профессор, кафедра «Механика и нефтегазовое дело»,  
Торайгыров университет, г. Павлодар

РЫНДИН В. В.

к.т.н., профессор, кафедра «Механика и нефтегазовое дело»,  
Торайгыров университет, г. Павлодар

Повышение энергоэффективности теплообменников (ТА) – одно из важных направлений улучшения эксплуатационных характеристик систем и установок для производства, передачи и распределения энергии [1–5].

В последние годы идет активная замена кожухотрубных теплообменников – водонагревателей в тепловых пунктах тепловых сетей на пластинчатые теплообменники. Ламельные устройства отличаются более высокими значениями коэффициентов теплоотдачи, их габариты и масса в несколько раз меньше; обеспечить эффективное регулирование температуры за счет небольшого объема теплоносителя. Принято считать, что они более удобны в обслуживании, имеют больший срок службы и дешевле в эксплуатации. Однако многие специалисты, непосредственно обслуживающие оборудование тепловых пунктов, не согласны с последними тремя утверждениями.

Есть и другие соображения, которые бросают вызов широко распространенному мнению о нескольких преимуществах пластинчатых теплообменников [6–9]. В частности, пластинчатые теплообменники не превосходят старые кожухотрубные модели по одному важному показателю: пластинчатые устройства, обеспечивая значительный расход, недостаточно нагревают теплоноситель.

Ниже рассмотрены проблемы, возникающие при проведении теплогидравлических расчетов этих двух основных типов оборудования, широко применяемого и применяемого в точках нагрева водяных систем теплоснабжения в качестве водонагревателей.

В случае ТА с кожухотрубным поперечным сечением (рис. 1) поверхность теплопередачи состоит из прямых латунных трубок с внешним диаметром 16 мм и внутренним диаметром 14 мм. В случае ТА-пластин он состоит из гофрированных листов, соединенных в сборочный пакет с сеткой-потоком. Основным элементом

пластинчатого теплообменника является пластина. Это тонкий лист, на который прижимаются каналы глубиной 3–8 мм (при давлении до 40 000 тонн). По этим каналам протекают рабочие тела, например, нагревательные и нагретые теплоносители.

Если рассмотреть принцип работы пластины на примере процесса нагрева, то мы увидим следующее: с одной стороны пластины по каналам протекает греющий хладагент, с другой стороны пластины течет греющий хладагент. Они входят в контакт через поверхность пластины. В результате теплоноситель передает тепло нагретому, происходит процесс теплообмена. Среда движется противотоком, то есть один хладагент движется по пластине сверху вниз, а другой - снизу-вверх.

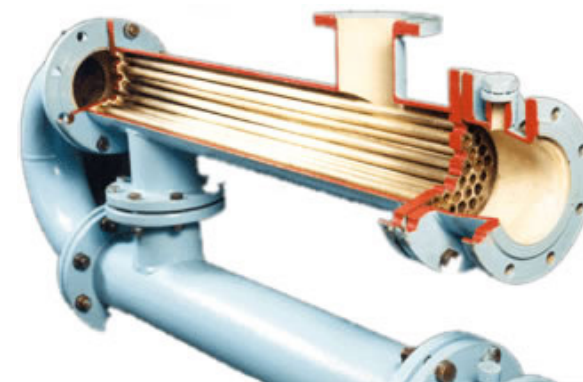


Рисунок 1 – Кожухотрубный секционный теплообменник

Каналы, образующиеся в пластине в процессе штамповки, имеют разный угол наклона. Это напрямую влияет на теплопередающие свойства пластин. Существует два основных типа углов наклона этих каналов: 30 и 60 градусов (рисунок 2).

«Жёсткий» угол 30°. Различные производители пластин называют пластинами с профилем «ТК» или «L». Эти пластины обладают высокой турбулентностью потока. Они обладают максимальной теплопередающей способностью (высокий коэффициент теплопередачи), но в то же время имеют большее гидравлическое сопротивление.

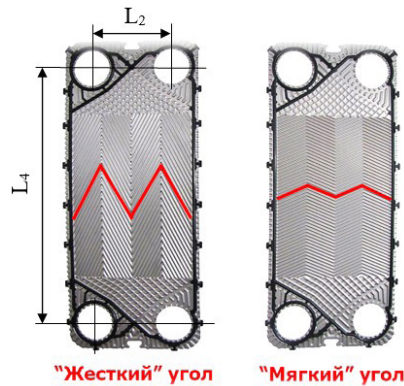


Рисунок 2 – Виды углов пластинчатых каналов

«Мягкий» угол  $60^\circ$ . Пластины с этим профилем обозначаются «ТЛ» или «Н». Использование таких пластин обеспечивает: низкую турбулизацию потока, пониженные свойства теплопередачи, а также низкие гидравлические потери. Теплообменник может чередоваться между пластинами разного профиля в различных комбинациях. В результате получается оптимальный вариант теплообменника для заданных условий эксплуатации.

При изготовлении пластин используются различные виды нержавеющей стали и титана. Толщина листа составляет от 0,4 мм до 0,8 мм. Большинство пластин изготовлено из нержавеющей стали AISI316 (толщина металла 0,5 мм). Эти пластины подходят для большинства неагрессивных сред (вода, пар, гликоли, масла, нефтепродукты, пищевые среды и т.д.).

Титановые пластины (толщиной 0,5 мм) подходят для работы с агрессивными средами (кислоты, щелочи, морская вода).

Расчет теплоотдачи и гидравлического сопротивления каналов водо-водяных теплообменников. Для расчета коэффициента теплоотдачи  $\alpha$  в трубном и кожухном пространствах водо-водяных секционных теплообменников с прямыми трубопроводами рекомендуется простая формула [5].

$$\alpha = 1,163 (1400 + 18t - 0,035t^2) w^{0,8}/d^{0,2}, \quad (1)$$

где  $t$  – средняя температура хладагента;

$w$  – ваша средняя скорость;

$d$  – внутренний диаметр трубок, когда хладагент движется в трубках, и гидравлический диаметр поперечного сечения канала,

когда хладагент движется в кольцевом пространстве. Формула взята из известной формулы М. А. Михеева за турбулентный поток хладагента ( $Re > 104$ ) в трубках.

$$Nu = 0,021 * Re^{0,8} Pr^{0,43} (Pr/Pr_{ст})^{0,25} \quad (2)$$

Путем объединения всех теплофизических свойств теплоносителя, содержащихся в числах подобия и зависящих от его температуры, в единый комплекс и замены последнего полиномом второй степени. Для воды  $(Pr/Pr_{ст})^{0,25} \approx 1$ . Коэффициент 1,163 введён для пересчёта коэффициента теплоотдачи из технической системы единиц (ккал/( $m^2 \cdot ч \cdot ^\circ C$ )) в систему СИ (Вт/( $m^2 \cdot K$ )).

Для расчета коэффициентов трения в пространствах трубы и трубного пучка теплообменников трубного пучка удобно использовать формулу А. Д. Альтшуля

$$\lambda = 0,11(68/Re + \Delta/d)^{0,25} \quad (3)$$

где  $\Delta$  – эквивалентная шероховатость стенок труб. Для новых цельнотянутых труб из латуни  $\Delta = 0,0015-0,010$  мм.

Наличие перегородок в кольцевом пространстве приводит к турбулентности и дополнительной турбулентности потока и, как следствие, к интенсификации процесса теплопередачи. Поэтому рекомендуется увеличить значение коэффициента теплоотдачи, определяемого по формуле (1), на 20–30 %.

Доступные сегодня в литературе соотношения по теплопередаче и сопротивлению каналов пластинчатых теплообменников с сетчатым потоком были получены в шестидесятых годах во время испытаний пластинчатых устройств, геометрические размеры которых значительно отличались от геометрических размеров теплообменников, используемых в настоящее время [3, 4]. Толщина современных плит составляет 0,4–0,5 мм. В применяемых в то время теплообменниках 1–2 мм. Высота гофров современных пластин не превышает 3 мм, в теплообменниках первых поколений 4–6 мм, продольный шаг гофров (по ходу потока) в современных пластинах (при угол наклона гофры к оси (длина пластины  $\gamma = 30^\circ$ ) – составляет около 10–11 мм, ранее он составлял 16,2–21,0 мм. При этом гидравлический диаметр узкой части канала теперь не превышает 5 мм, ранее он находился в пределах 7,6–11,5 мм.

Формула для расчета коэффициента теплоотдачи, полученная на основе этих зависимостей, по структуре аналогична формуле (1).

$$\alpha = 1,16 A (23000 + 283t - 0,63t^2) w^{0,73} \quad (4)$$

где  $A$  – константа, значение которой зависит от типа и размеров пластин.

Рассчитанные по формуле (4) значения коэффициентов теплоотдачи для пластинчатых теплообменников примерно в 1,5 раза меньше, чем у современных теплообменников с такими же значениями, как и скорости теплоносителей. Значения коэффициентов гидравлического сопротивления также занижены.

Для V- и M- образных пластин типа S-TL (угол  $\gamma = 30^\circ$  при  $Re = 1200-14000$  и  $Pr = 1,34-8,0$

$$Nu = 0,0322 Re^{0,7103} Pr^{0,4} (2 F_o/f_o)^{0,1506} X_{to}, \quad (5)$$

$$\xi = 0,8752 Re^{-0,1107} (2 F_o/f_o)^{0,0436} Re_k^{0,0276} X_o \quad (6)$$

где  $Re_k$  – число Рейнольдса, рассчитанное по средней скорости теплоносителя и диаметру условного прохода патрубка при средней температуре теплоносителя.

Для V- и M- образных пластин типа HH-TL (угол  $\gamma = 30^\circ$  при  $Re = 493-44000$ ;  $Pr = 1,29-8,0$

$$Nu = 0,5 Re^{0,6} Pr^{0,4} X_{to} \quad (7)$$

$$\xi = 6,229 Re^{-0,2058} Re_k^{-0,0254} X_o \quad (8)$$

Для V- и M- образных пластин типа S-TK (угол  $\gamma = 60^\circ$  при  $Re = 1000-45000$  и  $Pr = 1,34-8,0$

$$Nu = 0,0322 Re^{0,7103} Pr^{0,4} (2 F_o/f_o)^{0,1506} X_{to} \quad (9)$$

$$\xi = 0,8752 Re^{-0,0623} (2 F_o/f_o)^{-0,3176} Re_k^{-0,0343} X_o \quad (10)$$

Для V- и M- образных пластин типа HH-TK (угол  $\gamma = 60^\circ$  при  $Re = 500-32000$  и  $Pr = 1,33-8,25$

$$Nu = 0,1381 Re^{0,6629} Pr^{0,4} X_{to} \quad (11)$$

$$\xi = 1,11 Re^{-0,2597} X_o \quad (12)$$

Для каналов S-TM при  $Re = 1000-45000$  и  $Pr = 1,34-8,0$

$$Nu = 0,0415 Re^{0,692} Pr^{0,4} (2 F_o/f_o)^{0,1954} X_{to} \quad (13)$$

$$\xi = 0,04513 Re^{-0,07263} (2 F_o/f_o)^{0,2919} Re_k^{0,0117} X_o \quad (14)$$

Для каналов HH-TM при  $Re = 500-30000$  и  $Pr = 1,4-8,0$

$$Nu = 0,2035 Re^{0,6629} Pr^{0,4} X_{to} \quad (15)$$

$$\xi = 0,04513 Re^{-0,2178} X_o \quad (16)$$

В данной статье показаны преимущества и недостатки пластинчатых и кожухотрубных теплообменников, позволяющие правильно выбрать подходящий теплообменник. Ламельные устройства имеют меньшие габариты при той же теплопроизводительности, которой часто бывает недостаточно при значительном расходе теплоносителя. К тому же их ремонт требует привлечения высококлассных специалистов, что увеличивает эксплуатационные расходы.

Кожухотрубные теплообменники имеют значительную массу, но могут ремонтироваться самим обслуживающим персоналом, а стоимость теплообменника обычно вдвое ниже. Все это объясняет причину их достаточно широкого использования в домашнем хозяйстве.

Расчет коэффициентов теплопередачи и гидравлического сопротивления пластинчатых теплообменников обычно выполняется с помощью компьютерных программ, недоступных широкому кругу профессионалов. Поэтому в статье представлен обзор упрощенных формул для расчета этих коэффициентов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Антуфьев В. М. Эффективность различных форм конвективных поверхностей нагрева. – М.-Л. : Энергия, 1966. – 184 с.
- 2 Калафати Д. Д. Оптимизация теплообменников по эффективности теплообмена. – М. : Машиностроение, 2013. – 202 с.
- 3 Жукаускас А. А. Конвективный перенос в теплообменниках. – М. : Наука, 2012. – 472 с.
- 4 Бажан П. И. и др. Справочник по теплообменным аппаратам. – М. : Машиностроение, 1989. – 362 с.
- 5 Барановский Н. В. и др. Пластинчатые и спиральные теплообменники. – М. : Машиностроение, 2012. – 408 с.
- 6 Пермяков В. А. и др. К вопросу выбора типа водо-водяных подогревателей для систем теплоснабжения // Промышленная энергетика, 2000, № 4, стр. 37–44.
- 7 Пермяков В. А. и др. Теплообменные аппараты ОПТО для систем снабжения теплом и горячей водой // Труды НПО ЦКТИ, Санкт-Петербург, 2002, стр. 147–162.
- 8 Барон В. Г. Тонкостенные кожухотрубные аппараты // Вентиляция, отопление кондиционирование (АВОК). 2000, № 3, стр. 62–64.
- 9 Манюк В. И. и др. Справочник по наладке и эксплуатации водяных тепловых сетей. – М. : Стройиздат, 1988. – 505 с.

## ВИБРАЦИОННАЯ ЗАЩИТА ОПОР РОТОРА НАСОСА НА ПОДШИПНИКАХ СКОЛЬЖЕНИЯ

ГРЕБЕНКИН В. В.

магистрант, машинист т.н.,

ТОО «Павлодарский нефтехимический завод», г. Павлодар

МУСТАФИН А. Х.

к. т. н., профессор, Факультет инженерии,

Торайгыров университет, г. Павлодар

ҚАБЫЛҚАЙЫР Д. Н.

ст. преподаватель, Факультет инженерии,

Торайгыров университет, г. Павлодар

Для насоса НМ10000–210, имеющего в номинальном ряде магистральных насосов максимальную производительность и вес, рассматриваются вынужденные колебания ротора на подшипниках скольжения от возмущающей центробежной силы.

$$f = k \cdot \frac{\omega}{2\pi} \quad (1)$$

Формула 1 – Частота колебаний при вращении вала

где  $k=1, 2, 3$  – номер гармоники.

Для основной частоты при номере  $k = 1$   $f=314/6,28=50$  Гц с угловой скоростью:

$$\omega = 3000 \cdot 3,14/30 = 314 \text{ с}^{-1}.$$

Амплитуда всех гармоник «механической природы» (обычно это гармоники от первой до десятой) в спектре значительно меньше, не менее чем в 3–5 раз, амплитуды гармоники оборотной частоты ротора. Поэтому за расчетную принята основная гармоника. При радиальном смещении осей валов двигателя и насоса центробежная сила, действующая на массу ротора:

$$F_a = m_p \omega^2 \Delta \quad (2)$$

Формула 2 – Центробежная сила, действующая на массу ротора

где  $m_p$  – масса ротора, т.е. вала с опорами и рабочим колесом;

$\omega$  – частота вращения вала;

$\Delta$  – величина смещения осей.

Приведенная масса ротора, которая включает массы рабочего колеса, вала и подшипников,  $m_p = 429$  кг. Допускаемое смещение осей вала зависит от частоты вращения вала, чем больше скорость вращения, тем меньше должна быть величина смещения. Согласно рекомендациям, для соединительных упругих муфт, вращающихся со скоростью 3000 об/мин считается максимально допустимой параллельное и угловое смещение 0,05 мм. Для вращения 3000 об/мин величина смещения принимается меньше допускаемого значения 0,05 мм, т.е.  $\Delta = 0,035$  мм. Центробежная сила, действующая на опоры ротора при этом равна:

$$F_r = 429 \cdot 314^2 \cdot 0,035 \cdot 10^{-3} = 1500 \text{ Н}$$

Внешняя сила с учетом веса ротора и центробежной силы при ее передаче на опору:

$$F = (1500 + 4290)/2 = 2895 \text{ Н}$$

Давление, приходящееся на один подшипник скольжения:

$$p = (F_r + m_p g) / 2 \cdot l \cdot d \cdot 10^{-3}$$

Формула 3 – Давление, приходящееся на один подшипник скольжения

где  $l$  – длина втулки подшипника.

$$p = (1500 + 4290)/2 \cdot 0,12 \cdot 0,096 = 251302 \text{ Па} = 0,251 \text{ МПа} \quad (3)$$

Расчетное давление меньше допускаемого, принятого согласно данным таблицы 1 для закаленной стали по бронзе 4–6 МПа [1].

Таблица 1 – Допускаемые значения давления  $[p_c]$  и критерия  $[p_c v]$  для подшипников скольжения и подпятников

Материал цапфы и вкладыша	$[p_c]$ , МПа	$[p_c v]$
Сталь по чугуну	2–4	1–3
Сталь по бронзе БрО6Ц6С3	4–6	4–6
Сталь закаленная по бронзе БрА9Ж4	15–20	18–12
Сталь по антифрикционному чугуну АЧК-1, АЧК-2 при $v = 0,2$ м/с	9	1,8
То же, при $u = 2$ м/с	0,05	0,1
Сталь по антифрикционному чугуну АЧК-1, АЧК-2 при $v = 1$ м/с	12	12
То же, при $v = 5$ м/с	0,5	2,5
Сталь закаленная по баббиту	6–10	12–25

Существенное значение в подшипниках скольжения имеет отношение длины ( $l$ ) подшипника к диаметру ( $d$ ). С увеличением

(1) уменьшается среднее давление в подшипнике, резко возрастают кромочные давления, и повышается температура. Уменьшение длины подшипника ниже некоторого предела приводит к усиленному вытеканию масла и к снижению несущей способности.

Оптимальное отношение  $l/d = 0,6 \dots 1,0$ . Допуск на установочный масляный зазор принимают равным  $\pm 0,03$  мм. Наличие масла между валом и вкладышем уменьшает нагрузку, действующую на подшипник скольжения. Рассмотрим схему подшипника жидкостного трения.

Вращающийся вал под действием внешней нагрузки  $F_r$  занимает в подшипнике эксцентричное положение,  $e$  – эксцентриситет [2]. Масло увлекается в клиновидный зазор между валом и вкладышем и создает гидродинамическое давление, равнодействующая которого уравнивает внешнюю нагрузку как это представлено на рисунке 1.

Решение уравнений гидродинамики позволило получить зависимость для радиальной нагрузки подшипника:

$$F_r = \mu \omega l d C F / \psi^2 \quad (4)$$

Формула 4 – Уравнений гидродинамики

где  $\omega$  – угловая скорость цапфы;

$\mu$  – динамическая вязкость масла, для индустриального И–20 при известной кинематической вязкости  $\nu = 32$  мм<sup>2</sup>/с и плотности  $\rho = 872$  кг/м<sup>3</sup>

$$\mu = \nu \rho = 32 \cdot 10^{-6} \cdot 872 = 27,9 \cdot 10^{-3} \text{ Пас.}$$

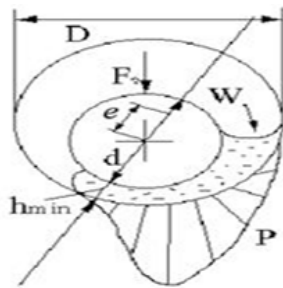


Рисунок 1 – Эпюра давления в клиновидном зазоре между валом и вкладышем

После преобразования уравнения гидродинамики определяют относительный зазор в соединении вал-вкладыш, при котором обеспечивается смазка подшипника.

$\psi = 2\delta/d$  – относительный зазор в подшипнике;

$\delta = (D-d)/2$  – абсолютный зазор в подшипнике.

Для диаметра вала 120 мм рекомендуемый зазор подшипника составляет  $\delta = 0,18 \cdot 10^{-3}$  мм, относительный зазор в подшипнике  $\psi = 3 \cdot 10^{-6}$  мм.

Коэффициент загрузки подшипника  $C_r = 0,257 \cdot 10^{-6}$ .

Радиальная нагрузка, воспринимаемая подшипником скольжения от давления масла  $F_r = 2881$  Н.

Таким образом, масляный зазор создает сопротивление внешней нагрузке  $F = 2895$  Н и уменьшает давление, приходящееся на вкладыши практически до нуля.

Для проведения динамических расчетов надо знать величины коэффициентов жесткости вкладышей подшипников скольжения. Как правило, вкладыши выполняют без бортов, с одним и двумя бортами. Борты служат для восприятия осевых сил и фиксации вкладышей от осевого смещения. Толщина стенки вкладыша  $\delta$  зависит от диаметра  $d$  цапфы и материала. Для чугунных и бронзовых вкладышей  $\delta = 0,03d + 1 \dots 4$  мм. Размеры борта:  $b = 1,25$ ;  $h = 0,68$ . Толщина слоя заливки баббита  $\delta_0 = 0,1 \dots 0,5$  мм. С увеличением толщины слоя его прочность уменьшается. Вкладыши жестко закрепляют в корпусе для предохранения проворачивания и осевого смещения. В связи с малой толщиной слоя заливки баббита, выполняющему функцию элемента пары трения, при расчете жесткости за основной материал принимают оловянистую бронзу. Жесткость элемента вкладыша:

$$C_{\pi} = EA / \delta = E \pi l (d / \delta + 1)$$

Формула 5 – Жесткость элемента вкладыша

$E = 95000$  МПа – модуль упругости материала основания вкладыша, для оловянистой бронзы;

$\delta = 0,03d + 1 \dots 4$  – толщина вкладыша,

$\delta = 0,03 \cdot 120 + 3 = 6,6$  мм

$l = 0,8 d = 96$  мм.

Жесткость элемента вкладыша согласно формуле:

$$C_{\pi} = 95000 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot 0,096 \cdot (0,12/0,0066+1) = 549305 \cdot 10^6 \text{ Н/м.}$$



Приведенная масса ротора установлена на опоры, т.е. вкладыши подшипников, представляющих собой упругие элементы, которые опираются на бесконечно большую массу корпуса насоса. В связи с чем колебания ротора рассматриваются как независимая от других координат вибрационная одномассовая система. Собственная частота системы.

$$\omega_a = \sqrt{2 \cdot 549305 \cdot 10^6 / 429} = 50600 \text{ с}^{-1}$$

Отношение частот возмущающих колебания и собственные  $314 \cdot / 50600 = 0.0062$  [3]. Амплитуда силы, передающаяся на подшипники от колебания ротора в направлении вертикальной оси от центробежной силы, определяется как  $F = 1500 / |0,0062^2 - 1| \sim 1500 \text{ Н}$ , практически передается без трансформации. Отношение частот постоянно при изменении амплитуды внешней силы, вызывающей колебания, поэтому при увеличении радиального смещения, следовательно, амплитуды пропорционально увеличивается реакция на подшипник. Давление на одну опору с учетом динамичности передаваемой нагрузки не превышает допускаемые значения, а коэффициент запаса превышает допускаемые значения  $s = 2-2,5$ .

$$s = [p]/p = 4 \cdot 10^6 / 0,251302 \cdot 10^6 = 3,97$$

Таким образом, при учете динамичности передаваемой нагрузки на частотах вынужденных колебаний, они, согласно расчетам, оказались не больше возмущающей силы. В связи с достаточным запасом прочности подшипники скольжения обеспечивают необходимую несущую способность опор вала насоса. Следует также учитывать наличия гидродинамического сопротивления масла в соединении вал-втулка, оказывающего демпфирующую способность на динамические нагрузки.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Биргер И. А., Шорр Б. Ф., Иосилевич Г. В. Расчеты на прочность деталей машин: Справочник. – М.: Машиностроение, 1993 – 702 с.
- 2 Чернавский С. А. Подшипники скольжения – М.: МАШГИЗ, 1963 – 125 с.
- 3 Биргер И. А., Пановка Я. Г. Прочность. Устойчивость. Колебания: Справочник в 3 томах. Том 3. – М.: Машиностроение, 1968 – 567с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН НЕКОНТРОЛИРУЕМОГО ИЗМЕНЕНИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ ТРУБЧАТОЙ ПЕЧИ УСТАНОВКИ ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ

ГРЕБЕНКИН В. В.

магистрант, машинист т. н.,

ТОО «Павлодарский нефтехимический завод», г. Павлодар

РЫНДИН В. В.

к.т.н., профессор, Факультет инженерии,

Торайгыров университет, г. Павлодар

Процесс коксования решает актуальные проблемы по обеспечению безотходного производства нефтеперерабатывающего предприятия, дополнительного выхода светлых дистиллятов. В основу процесса замедленного коксования положен метод термического крекинга, при высоких температурах. Нагрев сырья до соответствующих температур осуществляется в трубчатых печах, при некоторых особенностях нагрева. В исследовании описаны особенности технологического режима работы трубчатой печи на установке замедленного коксования, проанализированы её остановки на ревизии, ремонты и очистки трубчатого змеевика от коксовых отложений и обоснована актуальность исследования данного направления.

Трубчатые печи считаются одним из трудно обслуживаемых видов оборудования, наряду с ректификационными колоннами, реакторами, поскольку при ведении технологического режима надо контролировать несколько ключевых параметров. Автором [1, с 6] выведена закономерность, что от надежности и безотказности работы реакционно-нагревательных печей УЗК напрямую зависит межремонтный пробег установки в целом. Длительность работы печей определяет образование коксовых отложений на внутренней поверхности змеевика, вследствие высокотемпературного нагрева и особенностями физико-химического состава сырья установки. Средняя продолжительность работы печей отечественных УЗК без остановки на очистку от коксоотложений составляет 6–12 месяцев, в реальности остановка происходит раз в 2–3 месяца, а то и чаще. Из этого следует, что исследования в области увеличения межремонтного пробега трубчатых печей и их модернизации считаются актуальными.

В качестве объекта исследования определяем трубчатую печь нагрева вторичного сырья П–1/1 типа ГС1 475/23 установки замедленного коксования типа 21–10/9 ТОО «Павлодарский нефтехимический завод».

Целью данной работы является анализ причин неконтролируемого изменения режима работы трубчатой печи УЗК.

Задачи исследования: изучить вопрос оптимизации межремонтного периода трубчатых печей УЗК, проанализировать основные причины их остановок, выявить актуальные направления для дальнейшего исследования.

На рисунке 1 приведена технологическая схема УЗК, где наглядно показано, что трубчатая печь занимает одну из ключевых позиций, без которой ведение процесса коксования невозможно.

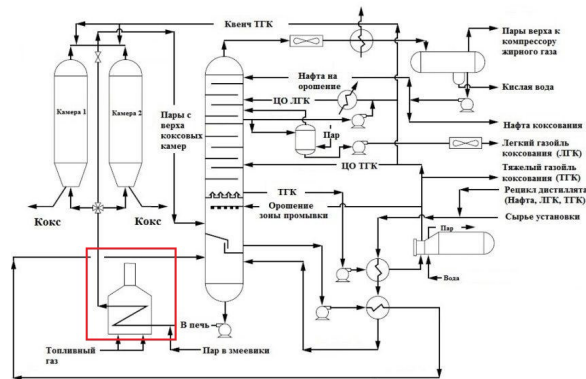


Рисунок 1 – Технологическая схема установки замедленного коксования

Кроме основного потока сырья в продуктовый змеевик печи параллельно в течение всего цикла работы подается турбулизатор для предотвращения коксообразования и обеспечения необходимого режима течения жидкости. Нагрев сырья осуществляется непосредственно с помощью газо-мазутных горелок (42 шт.) типа YLSOG–1.2. и системы подвода к ним топливного газа [9, с. 47].

В процессе эксплуатации продуктивный змеевик трубчатой печи подвергаются высоким температурам нагрева, порядком 450–600 °С, повышенной скорости движения сырья. Помимо этого, диффузионное взаимодействие поверхностных слоев металла с углеродом приводят к потере стойкости и способствуют трещинообразованию.

Около 65 % от общего числа дефектов в среднем на УЗК приходится на нагревательную печь, реакторы и ректификационную колонну, т. е. на оборудование, которое непосредственно связано с фазовыми переходами сырья. Это означает, что не существует

четкого представления о работе тех или иных механизмов процессов, которые позволили в точности спроектировать оборудование высокой надежности [7, с. 86].

Трубчатая печь нагрева вторичного сырья П–1/1 УЗК ТОО «Павлодарский нефтехимический завод» имеет также ряд особенностей, свойственных только данной установке. Сырье процесса – гудрон отгон западно-сибирской нефти в смеси кумкольской – отличается высокой коксуюмостью, обусловленной повышенной концентрацией смолисто-асфальтеновых веществ и высоким содержанием гетероэлементов и тяжелых металлов [4, с. 179]. Из этого вытекает одна из основных проблем – преждевременное коксование сырья в продуктовых змеевиках печи нагрева вторичного сырья.

Преждевременное коксование – образование слоя кокса на внутренней поверхности змеевика во время ведения нормального технологического режима, что приводит к увеличению температуры металла и перепаду давлений в печи. Основные причины коксообразования на внутренней поверхности труб описал Валявин Г. Г. [4].

Им было выдвинуто, что первичные причины коксоотложений могут быть дефекты внутренней поверхности трубы, прилипшие к трубе пятна вязкого слоя битуминозного вещества, расплавленных минеральных веществ и вкрапленных в этот слой частиц кокса. Следующей причиной является нарушение технологического режима, а именно переброс коксующейся массы из реакционных камер в ректификационную колонну с последующим попаданием нестабильной смеси из вторичного сырья и пены в трубы змеевика печей и формированием из него неподвижного слоя коксоотложений. Также при оценке причин закоксовывания труб печи немаловажное значение имеют гидродинамические, конструктивные и тепловые критерии [5].



Рисунок 2 – Закоксовывание поперечного сечения трубчатого змеевика

Согласно технической документации объекта исследования в 2016 году была проведена реконструкция печи П–1/1 в период модернизации установки. Были заменены трубы камер конвекции и радиации, которые не прошли экспертизу промышленной безопасности, калачи, отводы 180° и отводы выхода и входа печи. Восстановлено футеровочное покрытие стен радиантной камеры и конвекции. Проведено техническое обслуживание горелок печи и гидротестирование змеевиков печи на давление 68 кг/см<sup>2</sup>. Также была изменена технологическая обвязка трубопроводов подачи топливного газа к горелкам печи.

Однако эти мероприятия скорее направлены на обеспечение безопасной работы, чем на уменьшение коксообразования. Об этом подтверждают данные парового выжига кокса с внутренней поверхности труб (таблица 1) за последний год. Исходя из этого, можно сделать вывод, что наличие проблемы отложений кокса в целом приводит к серьезным простоям производства, а, следовательно, к финансовым потерям.

Таблица 1 – Данные паровоздушной очистки отложений кокса трубчатой печи П–1/1 УЗК

№ п/п	Оборудование	Дата проведения	Продолжительность, дней	Причина
1	Трубчатая печь П–1/1 УЗК, ППТНО, ТОО «ПНХЗ»	19.04.2018	12	Ревизия
		16.08.2018	18	Остановка блока
		08.12.2018	16	Остановка блока
		08.09.2019	15	Ревизия
		03.02.2020	13	Остановка блока
		18.05.2020	9	Текущий ремонт
	21.10.2020	11	Аварийная ситуация	
	Итого		94	

Исходя из данных ремонтных карт продуктового змеевика [7], процессу закоксовывания печи П–1/1 в большой степени подвержены нижние трубы камеры радиации с сырьем, нагретым до необходимой для коксования температуры. Этому способствует окончательное испарение воды, вводимой в качестве турбулизатора в поток и общая длина змеевика, то есть сырье нагревается до регламентной температуры коксования не на выходе из печи, как положено, а на некотором расстоянии от него. Учесть данные особенности при

проектировании оборудования достаточно сложно, ввиду отсутствия знаний о деталях нагрева сырья и его особенностях.

Образование коксовых отложений на внутренней поверхности трубчатого змеевика является серьезной проблемой для предприятия в целом. Частые остановки на паровоздушную очистку реакционно-нагревательных печей УЗК непосредственно влияют на общий межремонтный пробег установки и её экономическую эффективность, т. к. требует остановки технологии или же перевод работы на один блок.

Как видно из таблицы 1, суммарная продолжительность данной операции за 2 года – около 3 месяцев. Это существенный показатель потери прибыли и нерациональности производства.

Решить основную часть проблем по преждевременному закоксовыванию змеевика трубчатой печи можно основываясь на исследованиях гидродинамики потока движения сырья в процессе нагрева. Результатом данного исследования будет расчет оптимальной длины продуктового змеевика, при котором сырье с учетом его физико-химических свойств и особенностями его движения, нагреется до регламентной температуры на границе печи. Дальнейший процесс коксования произойдет уже в подготовленном для этого месте – реакторе. Аналогичный расчет был предпринят для определения оптимальной ширины камеры радиации [7, с. 65].

В статье рассмотрены основные причины остановки трубчатой печи установки замедленного коксования и выбрано направления для дальнейшего исследования. Анализ производственной документации показал, что стремясь увеличить межремонтные пробеги, проводились реконструкции печей, которые заключались преимущественно в изменении схемы обвязки существующих змеевиков и своевременном техническом обслуживании конструктивных элементов. Хотя на это затрачивались значительные средства, нужные результаты достигались далеко не во всех случаях и не на всех установках. Это связано с тем, что для каждого вида сырья существуют оптимальные параметры (максимально допустимая температура стенок печных труб, длительность пребывания сырья в трубах, гидродинамические условия в змеевике и т. д.), которые, в свою очередь, обеспечиваются оптимальной геометрией змеевика, профилем теплоподвода и его конструктивными особенностями.

В связи с вышеизложенной проблемой и существенными последствиями её возникновения предлагается продолжить исследования в области расчета оптимальной длины змеевика трубчатой печи для исключения преждевременного коксования в нем сырья.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Мухаммадеев Д. Х., Валявин Г. Г., Запорин В. П. Способы очитки печных труб установок замедленного коксования от коксовых отложений [Текст] // Нефтегазовое дело: электронный научный журнал. – 2014. – №2 – С. 166–180.
- 2 Баширов М. Г., Павлова З. Х., Закирничная М. М., Хафизов А. М. Совершенствование систем автоматического управления и противаварийной защиты трубчатых печей на основе мониторинга параметров процесса коксообразования [Текст] // – Сетевое издание «Нефтегазовое дело». – 2018. – №1 – С. 120–144.
- 3 Честных М. Н., Ярмин А. А., Конев А. М., Шакуров А. Ф. Авария на опасном производственном объекте «Площадка установки замедленного коксования 21–10/5» [Текст] // – Наука и Техника. – 2015. – №4 – С. 93–95.
- 4 Краснов А. В., Садыкова З. Х., Перегожин Д. Ю. Статистика чрезвычайных происшествий на объектах нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности за 2007–2016 гг. [Текст] // – Сетевое издание «Нефтегазовое дело». – 2017. – №6 – С. 179–190.
- 5 Валявин Г. Г. Современные и перспективные термолитические процессы глубокой переработки нефтяного сырья / Г. Г. Валявин, Р. Р. Суюнов, С. А. Ахметов, К. Г. Валявин – СПб.: Недра, 2010. – 224 с.
- 6 Жидков А. Б. Печи установок замедленного коксования / А. Б. Жидков, А. В. Масько, Е. А. Хухрин, А. А. Моисеев – СПб.: АртПроект, 2018. – 100 с., илл.
- 7 Кузеев И. Р., Баязитов М. И., Д. В. Куликов, А. Г. Чиркова. Высокотемпературные процессы и аппараты переработки углеводородного сырья – Уфа: Гилем, 1999 г. – 326 с.
- 8 Паспорт печи нагрева вторичного сырья П–1/1: Новочеркасский завод нефтяного машиностроения – 1978. – 57 с.
- 9 Технологический регламент. Установка замедленного коксования: СТ ТОО 001140000362–04–014–2018. – Введен 10.09.2018. – ПАО «ОНХП», 2018. – 321 с.
- 10 Вафин Д. Б., Садыков А. В., Садыкова Д. А. Зависимость характера течения продуктов сгорания и тепловых характеристик трубчатой печи от ширины камеры радиации [Текст] // Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – №6 – С. 75–79.

## ТҰТҚЫР СУЛЫ МҰНАЙ ЭМУЛЬСИЯЛАРЫ ПАЙДА БОЛҒАН ЖАҒДАЙДА ҰҢҒЫМАЛАРДЫ ОРТАДАН ТЕПКІШ СОРҒЫЛАРЫМЕН ПАЙДАЛАНУ ТИІМДІЛІГІН АРТТЫРУ

ҚУАТ М. А.

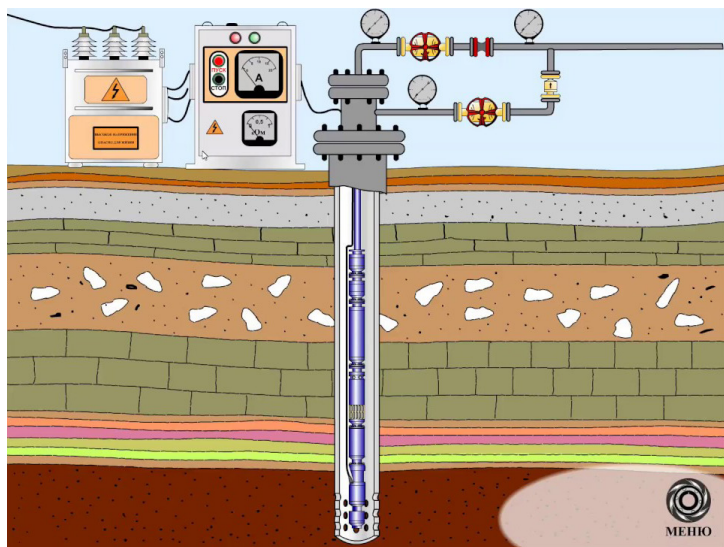
магистрант, Satbayev University, Алматы қ.

*Аңдатпа. Бұл мақалада ұңғымада сулы мұнай пайда болған жағдайда ортадан тепкіш сорғымен пайдалану жайлы ақпаратты талдау келтірілген. Ұңғыманың тиімділігін арттыруға арналған әдіс түрлерінің сипаттамалары берілген. Талдау нәтижесі бірнеше зерттеу және эксперимент нәтижесінде ұңғыма тиімділігін арттыруға болатынын көрсетті.*

*Кілтті сөздер: ұңғыма, ортадан тепкіш электрлі сорғы, сулы мұнай эмульсиясы.*

Игерудің соңғы кезеңіне өткен мұнай-газ кен орындары үшін дамудың қазіргі кезеңінде мұнай өндіру көлемінің төмендеу үрдісі және ұңғымалар өнімінің сулануының артуы тән. Мұнай өнімдерінің 90 %-дан астамы механикаландырылған сорғы қондырғыларының көмегімен өндірілетіндіктен, жоғары өнімділігі бар ұңғымалық жабдықтың жұмысының тиімділігін қамтамасыз ету туралы мәселе туындайды. Электрлі ортадан тепкіш сорғылармен ұңғымаларды пайдалану тиімділігін арттыру үшін қажетті жағдайлардың бірі – резервуарлық сұйықтықтарды көтеру процесінде болатын құбылыстардың физикалық мәнін зерттеу және су-мұнай қоспаларының сорғы жабдықтарының жұмысына теріс әсерін төмендететін технологияларды тандап, бөліп алу табылады. Мәселенің маңыздылығына және су-мұнай эмульсияларының қасиеттерін зерттеуге арналған көптеген жарияланымдарға қарамастан, тек кейбір дереккөздерде ұңғыма мен суасты сорғы жабдықтарының элементтерінде пайда болған эмульсиялардың қасиеттері туралы ақпарат бар. Көп жағдайда су-мұнай эмульсияларының қасиеттері белгісіз болып қалады және зерттеушілер эмульсиялардың қасиеттерін беттік-белсенді заттармен (беттік-белсенді заттар) немесе физикалық әдістермен өндегеннен кейін бірден анықтауға көшеді. Тұтқыр су-мұнай эмульсияларының пайда болуы жағдайында суасты электрлі ортадан тепкіш сорғылармен ұңғымаларды пайдалану тиімділігін арттыру үшін сорғылардың технологиялық және энергетикалық көрсеткіштерінің өндірілетін ортаның реологиялық параметрлерінен алынған эмпирикалық тәуелділіктерін қолданумен, сондай-ақ ұңғыма ішіндегі демульсацияның дамыған технологиясын қолданумен

камтамасыз етіледі. Мұнай-газ өнеркәсібін дамытудың қазіргі кезеңі мұнай өндіру қарқынының біртіндеп төмендеуімен, өнімнің сулануының өсуімен сипатталады. Бұл өз кезегінде қолданылатын терең сорғы жабдықтарының технологиялық параметрлеріне айтарлықтай әсер етеді, және де оның тиімділігі мен сенімділігін төмендетеді. Электр центрифугалық сорғылардың қондырғыларымен ұңғымаларды пайдалану кезіндегі кедергілердің асқынулардың себептерін шартты түрде екі топқа бөлуге болады. Бірінші топқа резервуар сұйықтығының физика-химиялық қасиеттерімен байланысты аспектілері кіреді - газ, су, тұздар мен парафиннің тұнбасы, механикалық қоспалардың болуы. Екінші топ ұңғыманың немесе ортадан тепкіш сорғының құрылысына байланысты асқынулардан тұрады – пайдалану бағандарының диаметрі, ұңғымалардың қисықтығы, аспаның үлкен тереңдігі, сорғының түйіндері мен бөлшектерінің орындалуы. Ұңғымаларды пайдаланудың техникалық-экономикалық параметрлеріне олардың қандай әсер ететініне байланысты әр топ өз кезегінде оң және теріс әсері бар факторларға бөлінеді.

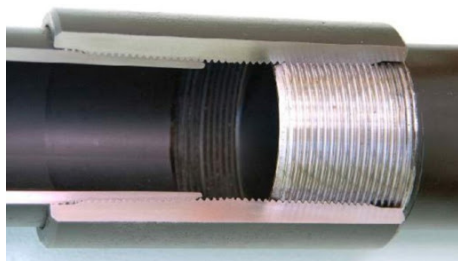


Сурет 1 – Электрлі ортадан тепкіш сораптың орналасуы

Эмульсиялардың түзілу қабілеті көбінесе ұңғымалар өнімінің сулануымен анықталады. Электрлі ортадан тепкіш сорғы ең жақсы диспергаторлардың бірі болғандықтан, сұйықтықтың жұмыс

кезендерінен өтуі кезінде эмульсиялар пайда болуы мүмкін, олардың тұтқырлығы сусыз мұнаймен салыстырғанда жүздеген және мыңдаған есе артуы мүмкін. Өндіруші ұңғыманың өнімі орташа суландырылған кезде – 75% сорғы жабдығы су-мұнай қоспасының жоғары тұтқырлығына байланысты шекті жүктемемен жұмыс істейтіні анықталды. Су ұңғымаларының өнімдеріндегі сандық мазмұннан басқа оның құрамы маңызды рөл атқарады. Жоғары минералданған су қабатының күшті коррозиялық белсенділікке ие екендігі және сорғы органдарында тұз ыдырауына ықпал ететіні белгілі. Егер осы факторларға төменгі кенжарлық қысым қосылса, онда сорғының жұмыс органдарында белсенді тұз тұндыру жүреді.

Ұңғымалар өнімінің сулануы 45 %-дан асатын және сорғының берілуі тәулігіне 40 м<sup>3</sup>-ден асатын жағдайлардың 85 %-ында ортадан тепкіш электрлі сорғылардың коррозиясы байқалатыны көрсетілген. Бұл эмульсиялардың пайда болуын тудыратын жағдайларда коррозиялық белсенділіктің пайда болу проблемасы да өткір екенін көрсетеді. Коррозияның пайда болуының жоғары жылдамдығы және суасты электрлі қозғалтқыштарының істен шығуының төмен жұмыс істеуі келесі әсерлерден туындайды: аз-сұйық қоспаның жоғары жылдамдығы; жоғары газ факторы және жоғары сулану. Осыған қарамастан, көмірқышқыл газының коррозиясы айтарлықтай жылдамдықпен, тіпті өнімдегі судың мөлшері шамамен 1% болатын ұңғымаларда да байқалуы мүмкін. Мұнай өндіру кезінде оның тұрақты серігі газ болып табылады, ол сорғының жұмыс кезеңдеріне түскен кезде газ қуыстарын құрайды, олардың мөлшері саты каналының өлшемдеріне сәйкес келеді. Бұл сорғының жұмыс бетінің бұзылуына және нәтижесінде сорғының жұмыс өнімділігінің нашарлауына және берілістің бұзылуына әкеледі. Алынған сұйықтықта әртүрлі механикалық қоспалар болады. Бұл ұңғымаларды жөндеу кезінде жер бетінен алынған резервуар мен механикалық қоспалардың бұзылуы болуы мүмкін. Ұсақ тау жыныстары сұйықтықпен бірге сорғыға түсіп, донғалақтардың беттерін абразивті тоздырады. Сораптың жұмысына әсер ететін факторлардың тағы бір тобына ұңғыманың құрылысына, сондай-ақ сорғы қондырғысының орналасуына байланысты асқынулар жатады. Олардың кейбірін қарастырайық: ортадан тепкіш сорап көмегімен көлбеу ұңғымаларды пайдалану кезінде ротордың қисықтық проблемасы пайда болады, бұл діріл әсерінің жоғарылауына әкеледі. Дірілді ауыстырудың жоғарылауы сорап түйіндерінің өзара және құбырлармен қосылу аймағында ауыспалы кернеуді тудырады, бұл олардың қосылу орнында ажырауына әкеп соқтырады.



Сурет 2 – Сорғы мен құбырдың жалғану үлгісі

Бастапқы компоненттерден қасиеттері бойынша ерекшеленетін эмульсия суасты электрлі ортадан тепкіш сорғылардың жұмыс органдарына түсіп, мұнай мен су қарқынды араласады, бұл жаңа құрылымның пайда болуына әкеледі. Эмульсиялар термодинамикалық тұрақсыз дисперсті жүйелер болып табылады, олар әр түрлі полярлықтағы екі өзара ерімейтін сұйықтықтан тұрады, онда сыртқы фаза дисперсиялық орта түзеді, ал ондағы басқа сұйықтық дисперсті фаза болып табылады. Өндіріс орнында пайда болатын эмульсияны бірнеше түрге бөліп қарастырамыз. Олар:

- 1 Бірінші түрдегі эмульсиялар (тікелей түрі) – судағы мұнай.
- 2 Екінші типтегі эмульсиялар (кері түрі) – мұнайдағы су.

3 «Аралас» эмульсия. Құрылымның бұл түрі тікелей эмульсиялардың қосындылары бар кері эмульсияларға тән және керісінше. Әдетте, мұндай эмульсиялар механикалық қоспалардың жоғары құрамымен сипатталады.

Ұнғымаларды ең қарқынды өндіруге арналған сорғы қондырғыларымен пайдалану кезінде көбінесе кері типтегі полидисперсті эмульсиялармен күресуге тура келеді. Мұндай құрылымдар көбінесе ұнғымалардың өнімі 30–80 % су басқан кезде пайда болады және тұтқырлық пен тұрақтылықтың жоғарылау мәндеріне ие. Эмульсиялардың қалыптан тыс қасиеттерінің пайда болу себебін түсіну үшін оларды қалыптастыру процесі одан әрі қарастырылады. Дисперсиялық ортада дисперсті фазаны эмульсиялау процесінде бір уақытта екі диаметрлі қарама-қарсы процестер жүреді: диспергирлеу (бөлу) және коалесценция (біріктіру). Эмульсияларды алу кезінде ішкі фазаны дисперсиялау процесі цилиндрлерге турбулентті ағынның айтарлықтай жылдамдығымен үлкен сфералық тамшылардың көлемді деформациясынан тұрады. Цилиндрдің үлкен критикалық өлшемдерінде ол өздігінен үлкен және кіші тамшыларға ыдырайды, бұл термодинамикалық тұрғыдан

тиімді, өйткені оның бос энергиясы үлкен және кіші тамшылардың бос энергиясының қосындысынан үлкен. Осылайша, осы процесінің нәтижесінде интерфейс бетінің ұлғаюы байқалады. Диспергирлеу процесі аяқталғаннан кейін алынған эмульсия үлкен интерфазалық бетке байланысты артық бос энергияға байланысты коалесценцияға, яғни осы бетті азайтуға тырысады. Сондықтан тікелей және кері типтегі барлық эмульсиялар термодинамикалық тұрақсыз жүйелер болып табылады, олар жеке фазаларға бөлінуге тырысады. Массалық қатынасына байланысты (шайырлар + Асфальтендер)/парафиндер, мұнай эмульсиясының тұрақтандырғыштары үш түрге бөлінеді:

- 1 Асфальтенді  $((C+A) / П > 1)$ ;
- 2 Парафинді  $((C + A) / П < 1)$ ;
- 3 Аралас  $((c+a) / П 0,8\text{-ден } 1,2\text{-ге дейінгі диапазонда})$ .

Мұнайда еритін және мұнай-су шекарасында беттік белсенділігі жоғары төмен молекулалы табиғи эмульгаторлар, сондай-ақ олардың адсорбциялық қабаттары әлсіз айқын құрылымдық-механикалық қасиеттерге ие, нәтижесінде төмен төзімді эмульсиялардың пайда болуына әкеледі. Жоғары молекулалы эмульгаторлар (асфальтендер мен шайырлар), керісінше, әлсіз беттік белсенділікке ие, бірақ жоғары құрылымдық тұтқырлығы мен ығысу күші бар қабаттар түзеді, сондықтан алынған эмульсиялардың тұрақтылығы әлдеқайда жоғары.

Уақыт өте келе дисперсті эмульгаторлардың су-мұнай бетіне адсорбциясы артып, интерфазалық қабаттың айтарлықтай қалыңдатылуына әкеледі, сондықтан кері типтегі эмульсия жаңадан пайда болғаннан гөрі тұрақты болады - эмульсияның «қартаю» процесі жүреді, бұл басқалармен қатар қоспаның тұтқырлығының жоғарылауымен бірге жүреді. Сонымен, егер тұрақтандырғыштың құрамында асфальт-шайырлы заттар басым болса, онда мұндай эмульсиялардың қартаюы баяу жүреді, ал тұрақтандырғыштардың адсорбциясы және эмульсиялардың тұрақтылығы бірдей деңгейде қалады. Басқа жағдайда, парафинді компонент басым болған кезде, эмульсияның қартаюу процесінде тұрақтандырғыштың жалпы адсорбциясы артады.

Бүгінгі таңда су-мұнай қоспаларының қасиеттерін зерттеудің көптеген әдістері бар, бірақ олардың ешқайсысы жалпы қабылданған жоқ. Әрбір мұнай компаниясы зерттеулер жүргізу үшін өзінің басшылық құжатын әзірлейді және көбінесе олар зерттелетін құрылымдардың динамикадағы қалыптасу және мінез-құлық тетіктеріне әсер етпей, стандартты параметрлерді анықтауға дейін азаяды. Алайда, мұндай білім тұтқыр су-мұнай эмульсияларын

калыптастырудың алдын-алу және бақылаудың ең тиімді технологиясын таңдауға мүмкіндік береді және қолданылатын сорғы жабдықтарының технологиялық тиімділігін едәуір арттыра алады.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1 Зейгман Ю.В., Гумеров О.А., Генералов И.В. Выбор оборудования и режима работы скважин с установками штанговых и электроцентробежных насосов: Учеб. пособие. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2001. 120 с.

2 Зейгман Ю.В., Гумеров О.А. Эффективность эксплуатации установок электроцентробежных насосов в скважинах: Учеб. пособие. - Уфа: ООО «Монография», 2006. 88 с.

3 Вахитов Т.М. Комплексные решения по повышению надежности эксплуатации внутрискважинного оборудования в осложненных условиях на месторождениях ОАО АПК «Башнефть» // Инженерная практика. 2010. № 6. С. 38-47.

4 Абызбаев И.И. Разработка залежей с трудноизвлекаемыми запасами нефти Башкортостана. -Уфа: УГНТУ, 1994. 181 с.

5 Гумеров К.О. Исследование физико-химических свойств водонефтяных дисперсных систем // Тезисы докладов научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. УГНТУ, 2012. С. 135.

6 Уразаков К.Р., Богомольный Е.И., Сейтпагамбетов Ж.С., Газаров А.Г. Насосная добыча высоковязкой нефти из наклонных и обводненных скважин. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», 2003. 303 с.

#### EFFICIENCY OF USING UNDERGROUND STORAGE FACILITIES FOR GAS AND OIL PRODUCTS

MUKIDEN D. N.

undergraduate student, Toraighyrov University, Pavlodar

AHMED YANOVA G. K.

senior lecturer, Toraighyrov University, Pavlodar

ABDULLINA G. G.

c.s.s., associate professor, Toraighyrov University, Pavlodar

AIGOZHINA D. G.

senior lecturer, Toraighyrov University, Pavlodar

The use of traditional metal tanks in comparison with underground storage requires higher capital investments, significant operating costs, high metal costs, the need for significant land allotments, as well as high

costs for carrying out measures to reduce the likelihood of environmental pollution as a result of product leaks [1, p. 492].

Ground warehouses of oil and petroleum products belong to the category of enterprises of high explosion and fire and man-made danger. Practice shows that the operation of surface reservoirs of petroleum products is associated with a number of difficulties and difficulties, especially in difficult natural and climatic conditions and the presence of earthquake-prone zones. In case of accidents with the destruction of reservoirs, human casualties and huge economic and environmental damage are possible. According to the results of the analysis of the consequences of the accident on the tanks of petroleum products, the recorded economic damage exceeds the cost of constructing the tanks themselves by 20–500 times [1].

Solving the problem of storing and reserving petroleum products by underground storage is beneficial for several factors. First, they are practically non-metal, fire- and explosion-proof. When creating such storage facilities, capital investments, operating costs are sharply reduced, and the size of land plots alienated for construction is significantly reduced. Secondly, during the operation of underground storage facilities, due to the constant temperature regime of the tanks, there are no losses from small «breaths», the cost of storing 1 m<sup>3</sup> of product is reduced (it is only 5–10% of the cost of storage in ground storage), the environment is not polluted. Underground tanks are not subject to corrosion, do not require painting and periodic cleaning, the volume of underground storage is practically unlimited. The efficiency of underground storage facilities can be judged by the comparative indicators of steel consumption and labor costs in comparison with ground-based metal tank farms, shown in fig. 1 and fig. 2 [2, p. 560].

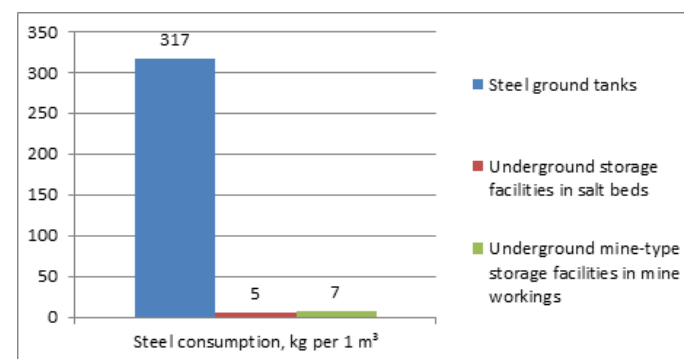


Figure 1 – Comparative data on steel consumption during storage facilities construction

Thus, the construction of underground storage facilities is one of the progressive and effective ways of storing petroleum products: reducing material consumption, construction and increasing money savings, environmental protection, significantly less building area compared to ground-based tank farms [3, p. 462].

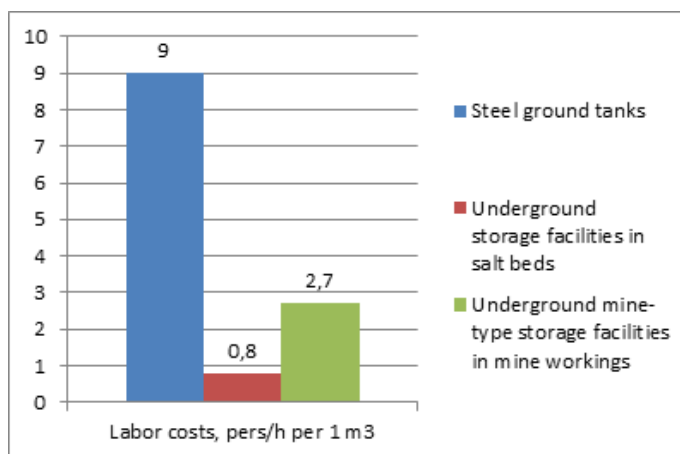


Figure 2 – Comparative data of labor costs in the construction of storage facilities

Underground storage facilities must meet the following requirements: the absence of chemical, physical and mechanical interaction of stored hydrocarbons with rocks and the preservation of the quality of hydrocarbons during their long-term storage; the tightness of the tank, balancing the excess pressure of stored hydrocarbons at a certain depth [4, p. 212].

In addition to the best economic indicators, such storage facilities have the following technical and operational advantages: no losses from evaporation; no explosion and fire hazard; no interaction with air oxygen (oxidation) and, accordingly, an increase in storage life; no corrosion – an increase in the service life of the storage; reduction of electricity for product displacement, since displacement occurs due to the difference in the specific weights of the product and brine; easy transportation through pipelines due to the pressure of the brine column [5, p. 7].

In the practice of underground storage, shaft-free underground storage facilities created in salt domes and layers are widely used. Such reservoirs are constructed by the geotechnological method: by leaching rock salt with fresh water through drilling wells. The depth of storage

facilities constructed in rock salt deposits varies from 200 to 1200 m, and mine-type storage facilities – from 20 to 200 m. Storage facilities in salt domes and reservoirs can have significant volumes, which mainly depends on the depth and thickness of the rock salt layer [6, p. 456].

The following requirements must be taken into account in the design and construction of a shaft-free underground storage facility: the presence of a sufficient thick salt reservoir at the required depth; the presence of a fresh water source; the possibility of diverting and dumping or using brine; the availability of the necessary vehicles, communication routes or the proximity of an oil pipeline; a favorable location in relation to the places of processing and marketing of petroleum products.

The widespread use of shaft-free underground storage facilities in rock salt is due to the physical, physico-chemical and chemical properties of rock salt as a rock containing a production capacity. The ability to dissolve rock salt with water makes it possible to use borehole hydrotechnology for the construction of workings. In the workings-tanks of underground storage facilities in rock salt, cracks that have appeared for one reason or another are able to self-heal due to viscoplastic deformations of the salt, which ensures the practical impermeability of salt massifs and the tightness of underground reservoirs. Such storage meets the conditions of tightness quite firmly, does not require special fastening of the walls or roof. Rock salt, as the rock that makes up the walls, sole and roof of the storage facility, does not have a chemical effect on the product and does not dissolve in it. The chemical inertia of rock salt in relation to hydrocarbons, combined with the lack of oxygen and the stability of temperature and pressure, ensures the preservation of the quality of petroleum products. Such an underground tank is always filled during operation, and a product – brine dynamic equilibrium system is installed in it. A kind of hydraulic accumulator is created. Underground storage facilities constructed in rock salt deposits have an underground part – a chamber with a well and ground equipment. Tanks created in salt beds and domes are given a stable shape. The best form of underground salt chambers is an ellipsoid of rotation with a large axis coinciding with the axis of the drilling well [6, p. 456]. Usually, several chambers for storing petroleum products are built in a salt reservoir or dome. This prevents the collapse of the vault of the high-capacity chamber. To prevent the collapse of the dome arch during multi-chamber storage, it is necessary to provide salt lintels between their walls. The thickness of the jumpers is determined by the calculation when designing the storage.

From the above, it can be concluded that the storage of petroleum products in cost-effective, environmentally safe underground reservoirs



allows for the creation of reserves of petroleum products in a short time; the use of storage facilities in rock salt deposits is the cheapest and one of the most environmentally safe ways of long-term storage of petroleum products; the country has the necessary material and technical resources and natural and geological conditions for the construction of storage facilities in rock salt deposits.

#### REFERENCES

- 1 Zorya E. I., Loshenkova O. V., Kitashov Yu. N. Preservation of quality in the turnover of petroleum products. – Moscow: Oil and Gas, 2009. – P. 492.
- 2 Kolotyuk V. A., Dyachenko I. F., Chelintsev S. N., etc. Storage of oil and petroleum products. – Moscow: Oil and Gas, 2003. – P. 560.
- 3 Antipyev V. N., Bakhmat G. V. Storage of oil and petroleum products. – M.: UGUP; Oil and Gas, 2003. – P. 462–546.
- 4 Mazurov V. A. Underground gas and oil storage facilities in the deposits of rock salt. 1982. – P. 212.
- 5 Rikoshinsky A. Storage of petroleum products and mineral oils. – 2006. – No. 10. – P. 5–7.
- 6 Kazaryan V. A., Tsybulsky P. G., Bogdanov Yu. M., Salokhin V. I. Operation of underground gas and oil product storage facilities in rock salt deposits. – M.: Izhevsk: Institute of Computer Research, 2010. – P. 456.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ MATHCAD В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

ОЛЕЙНИК А. А.

магистрант, кафедра «Механика и нефтегазовое дело»,  
Торайгыров университет, г. Павлодар

РЫНДИН В. В.

к.т.н., профессор, кафедра «Механика и нефтегазовое дело»,  
Торайгыров университет, г. Павлодар

Рассмотрены преимущества программы Mathcad, основные отличия этой программы от аналогов и идея внедрения программы Mathcad в учебный процесс. Также описаны преимущества этой программы, те характеристики, благодаря которым Mathcad можно считать одной из лучших расчетных программ для образовательной сферы [1, с. 14].

В Mathcad можно даже написать книгу, с живыми расчетами и графиками. Освоить Mathcad достаточно легко, но все же на это требуется некоторое время. Интерфейс интуитивно понятен, но существует масса деталей, которыми нужно овладеть для успешной работы. Основной идеей статьи является внедрение системы Mathcad в учебный процесс всех форм обучения. Необходимость внедрения этой программы, почему именно необходимо внедрять программы подобного характера в образовательную систему. Предложено ввести программу Mathcad таким образом, что студенты будут изучать Mathcad на третьем курсе в первом семестре, а на второй семестр будут получать проекты на закрепление знаний расчетной системы Mathcad [2, с. 26].

На кафедре «Механика и нефтегазовое дело» Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова широко используется система Mathcad. В качестве последних работ можно отметить проектирование магистральных нефтепроводов «Исследование и расчёт магистрального нефтепровода в системе Mathcad» и магистральных газопроводов «Технологический расчёт магистрального газопровода в системе Mathcad». При этом даётся не только программа расчёта известного алгоритма, но и вносятся новые методы решения поставленной задачи [3, с. 35].

Ниже приведён фрагмент использования Mathcad при выполнении курсовой работы «Статистические методы обработки опытных данных».

#### Решение практических задач при измерениях

##### Вариант 00.

Задаём номера членов в выборке от 1 до 34  $i := 1 .. 34$ .

Знак множества двоеточие «..» набирается при нажатии клавиши с символом»;» (точка с запятой).

$N := 34$  - число членов выборки (число опытных данных)

Согласно серии измерений, толщина  $b_1$  фильтрационной корки глинистого раствора составляет, мм:

113.463, 116.709, 135.04, 119.913, 135.606, 114.128, 115.19, 147.683, 106.592, 110.744, 136.907, 127.679, 118.916, 101.675, 138.182, 147.088, 138.044, 120.492, 142.189, 114.094, 134.147, 134.378, 147.636, 115.4, 144.022, 125.292, 102.522, 113.096, 143.62, 129.251, 120.229, 142.536, 104.599, 147.352, 115.379, 102.41, 122.625, 119.789, 126.414

Ниже эти распределенные данные представлены в таблице 1.

Из этого ряда находим максимальное и минимальное значения:

$b_{\max} := 147.683$   $b_{\min} := 101.675$

Размах варьирования  $R := b_{\max} - b_{\min} = 46.008$

$k := 7$  Выбираем число частичных интервалов, на которое удобно делить

Длина частичного интервала определяется как:

$$\Delta = \frac{R}{k} = 6.573$$

Формула 1 – Длина частичного интервала

Расставляем члены выборки в порядке возрастания их значений (Все индексы матричные и набираются после нажатием клавиши с символом « [ » )

Таблица 1 – Значения толщины фильтрационной корки глинистого раствора

$b_1=101,675$	$b_2=102,522$	$b_3=104,599$	$b_4=106,592$
$b_5=110,744$	$b_6=113,096$	$b_7=113,463$	$b_8=114,094$
$b_9=114,128$	$b_{10}=115,19$	$b_{11}=115,4$	$b_{12}=116,709$
$b_{13}=118,916$	$b_{14}=119,913$	$b_{15}=120,229$	$b_{16}=120,492$
$b_{17}=125,292$	$b_{18}=127,679$	$b_{19}=129,251$	$b_{20}=134,147$
$b_{21}=134,378$	$b_{22}=135,04$	$b_{23}=135,606$	$b_{24}=136,907$
$b_{25}=138,044$	$b_{26}=138,182$	$b_{27}=142,189$	$b_{28}=142,536$
$b_{29}=143,62$	$b_{30}=144,022$	$b_{31}=147,088$	$b_{32}=147,352$
$b_{33}=147,636$	$b_{34}=147,683$		

Далее идёт разделение на семь интервалов. По итогам равномерного распределения и разделения на интервалы составлены два графика, изображённые на рисунках 1 и 2.

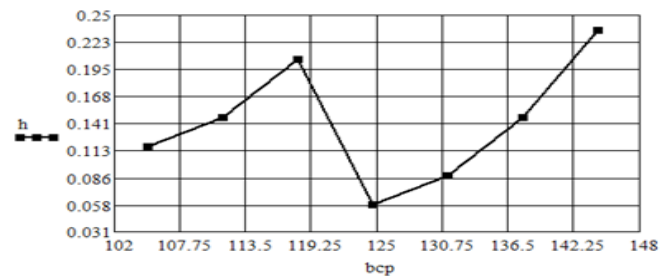


Рисунок 1 – Полигон относительности частот в координатах (h,)

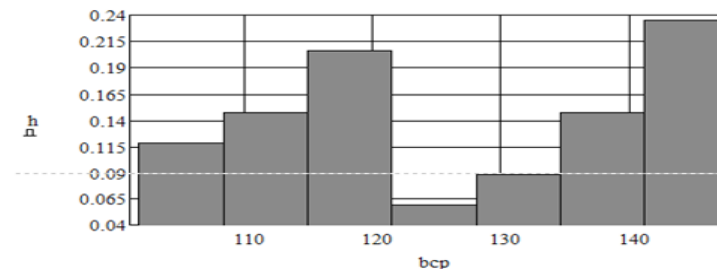


Рисунок 2 – Гистограмма относительных частот

$$b_{ap} = \frac{\sum_{i=1}^N b_i}{N} = 126$$

Формула 2 – Вычисляем среднее арифметическое значение

$$\sigma_{ср.кв} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (b_i - b_{ср})^2}{N \cdot (N - 1)}} = 2.501$$

Формула 3 – Среднее квадратичное отклонение среднего арифметического значения выборки

Вводим обозначение  $\sigma := \sigma_{ср.кв} = 2.501$ . В прикладных исследованиях доверительная вероятность  $P = 0,95$ . В этом случае стандартные границы определяются правилом двух сигм. Доверительное отклонение от среднего  $\varepsilon := 2 \sigma = 5.002$  [4, с. 20].

$$b = b_{ср} \mp 2\sigma = b_{ср} \mp \varepsilon = (126.600 \mp 5.002) \text{ мм}$$

Формула 4 – Истинное значение измерения толщины b

Mathcad является универсальной системой, т. е. может использоваться в любой области науки и техники – везде, где применяются математические методы. Запись команд в системе Mathcad на языке, очень близком к стандартному языку математических расчётов, упрощает постановку и решение задач. Основными преимуществами программы Mathcad являются:

- Mathcad интегрирован со всеми другими компьютерными системами счёта.

- Mathcad позволяет легко решать такие задачи как:

- ввод на компьютере разнообразных математических выражений (для дальнейших расчётов или создания документов, презентаций, Web-страниц или электронных и обычных «бумажных» книг);
- проведение математических расчётов (как аналитических, так и при помощи численных методов);
- подготовка графиков (как двумерных, так и трёхмерных) с результатами расчётов;
- ввод исходных данных и вывод результатов в текстовые файлы или файлы с базами данных в других форматах;
- подготовка отчетов работы в виде печатных документов;
- подготовка Web-страниц и публикация результатов в Интернете;
- получение различной справочной информации и многие другие задачи.

Внедрение системы MathCAD в учебный процесс так же актуально, как использование калькулятора в расчётах, редактора формул MathType – для оформления статей и дипломных проектов, AutoCAD – при выполнении графических работ [5, с. 360].

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Макаров, Е. Г. Инженерные расчёты в Mathcad 15. - СПб. : Питер, 2011.- 400 с.
- 2 Гриншкун В.В., Сотникова О.А. Особенности информатизации образовательного процесса в инновационном техническом вузе // Вестник РУДН. Серия «Информатизация образования». - 2012. - № 3. - С. 24 - 30.
- 3 Шушкевич Г.Ч., Шушкевич С.В. Компьютерные технологии в математике. Система Mathcad 14. В 2 частях. / Шушкевич Г.Ч., Шушкевич С.В. - М: Издательство Гревцова, 2010. - 288 стр.
- 4 Воскобойников Ю.Е. Регрессионный анализ данных в пакете Mathcad / Воскобойников Ю.Е. М: Лань, 2011. - 224 стр.
- 5 Максфилд Б. Mathcad в инженерных расчетах / Brent Максфилд - М.: Корона-Век, МК-Пресс, 2010 г. - 368 с.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССА РИГИЗ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

ПЕЛИН Д. С.  
магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар  
НЕСМЕЯНОВА Р. М.  
к.х.н., доцент, Торайгыров университет, г. Павлодар

Процесс каталитического риформинга занимает лидирующую позицию в производстве высокооктановых автомобильных бензинов. Кроме того, этот процесс обеспечивает достаточно низкую себестоимость продукта [1, с. 529]. Благодаря этому технология процесса постоянно совершенствуется, производится поиск способов повышения эффективности уже действующих производственных установок [2, с. 12]. Большинство новых установок риформинга, которые проектируют на сегодняшний день, основаны на технологии с непрерывной регенерацией катализатора (около 95 %) [3, с. 184], [4, с. 49]. В том случае, если возможности завода позволяют это сделать, существующие установки также модернизируют под процессы с движущимся слоем катализатора.

Тем не менее получаемый компонент бензина на установках каталитического риформинга содержит значительное количество ароматических углеводородов (до 70 %), в том числе бензола (2-7 %), что является основной проблемой данного процесса в настоящее время [5, с. 8]. В соответствии с действующими нормами Технического регламента таможенного союза (ТР ТС 013/2011) в Казахстане содержание ароматических углеводородов в товарных бензинах класса К-4 должно быть не более 35 %, в том числе содержание бензола – не более 1 % [6, с. 7].

За последние 50 лет мировой автопарк значительно увеличился и превысил 980 млн машин. Ежегодно с отработанными газами автомобилей выбрасываются в атмосферу миллионы тонн токсичных веществ [7, с. 9]. Для решения такой экологической проблемы необходимо сделать автомобили экологически безопасными.

Такие компоненты в составе автомобильного бензина и продуктах его сгорания, как олефины, серосодержащие углеводороды, ароматические углеводороды, особенно бензол, определяют его токсичность [8, с. 107]. При сгорании ароматические углеводороды образуют вредные вещества для атмосферы и окружающей среды в целом. К ним относятся полициклические

углеводороды, а именно – бензапирены, которые характеризуются канцерогенными свойствами [9, с. 28].

Температура сгорания бензина зависит от содержания тех или иных компонентов. Чем больше в бензине аренов, тем больше температура его сгорания [10, с. 13]. Кроме того повышается выход окиси азота в составе выхлопных газов.

Наиболее распространенный представитель ароматических углеводородов, представляющий опасность – это бензол. При росте содержания бензола в бензине на 1 % наблюдается рост количества бензола и в отработанных газах (примерно на 0,7-0,8 %). По данным различных исследований известно, что основная часть бензола, содержащегося в атмосфере, поступает из выхлопных газов автомобилей.

Разработка оптимального способа снижения содержания бензола в риформате – ключевая проблема для процесса каталитического риформинга.

Получаемый риформат содержит в среднем 60 % ароматических углеводородов, в том числе бензола 3-4 %, что значительно превышает современные требования по содержанию ароматики и бензола в том числе.

Для решения данной проблемы предлагается дооборудовать установку каталитического блоком гидроизомеризации.

Процесс РИГИЗ позволит гидроизомеризовать бензол и частично толуол, входящие в стабильный риформат.

Данный процесс включает в себя непосредственно риформинг и гидроизомеризацию. В процессе риформинга бензин достигает высокое октановое число за счет превращения нафтенов и низкооктановых парафинов в арены. С одной стороны, ароматические углеводороды обладают высокой детонационной стойкостью, с другой стороны, арены являются одними из самых токсичных веществ, в особенности бензол.

На рисунке 1 представлена принципиальная схема процесса.

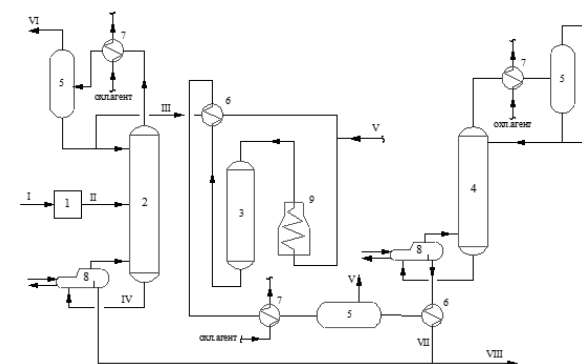


Рисунок 1 – Принципиальная схема блока гидроизомеризации

1 – установка каталитического риформинга; 2 – колонна ректификации; 3 – реактор гидрирования; 4 – колонна стабилизации; 5 – газосепаратор; 6 – теплообменник; 7 – холодильник; 8 – ребойлер; 9 – печь.

I – прямое сырье; II – риформат; III – головная фракция риформата; IV – остаточная фракция риформата; V – ВСГ; VI – углеводородный газ; VII – стабильный гидрогенизат; VIII – высокооктановый компонент бензина; IX – рефлюкс.

Суть процесса заключается в том, что полученный риформат направляют на ректификацию с выделением двух фракций: головной и остаточной. Головную фракцию, содержащую 12-40 % масс. ароматики, при чем основная ее часть – это бензол (до 99 %), направляют на гидроизомеризацию. При этом бензол гидрируется в циклогексан, а также в некоторой степени изомеризуется в метилцикломентан, который обладает октановым числом по исследовательскому методу 92 пункта. То есть снижение октанового числа готового бензина практически не происходит.

После гидроизомеризации головную фракцию снова смешивают с остаточной фракцией. При этом получается малоароматизированный высокооктановый компонент автомобильного бензина с низким содержанием бензола.

Высокое октановое число после гидрирования также можно объяснить тем, что циклогексан обладает октановым числом смешения 98 пунктов, что выше ОЧ смешения бензола, которое составляет 88 пунктов.

Данный процесс, разработанный в 1970-х годах проф. А. Ф. Ахметовым, является наилучшим методом снижения содержания бензола в бензине каталитического риформинга. Предложенная рекомендация значительно улучшит экологические характеристики получаемых бензинов, сохранив при этом высокое октановое число.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Ахметов, С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа: Учебное пособие для вузов / С.А.Ахметов. – СПб.: Недра, 2013. – 544 с.
- 2 Сухапов, В.П. Каталитические процессы в нефтепереработке: 3-е издание.– Москва: Химия, 1979. –344 с.
- 3 Имашев, У.Б. Особенности развития процесса каталитического риформинга в России / У.Б. Имашев, А.А. Тюрин, Е.А. Удалова // Башкирский химический журнал. – Том 16. №4. – 2009. – С.184-186.
- 4 Гынгазова М.С. Моделирование работы реакторов процесса риформинга бензинов с непрерывной регенерацией катализатора с учетом коксообразования: дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук / Томск: Национальный исследовательский томский политехнический университет, 2011. – 163 с.
- 5 Кондрашева, Н. К. Технологические расчеты и теория каталитического риформинга бензина: Учебное пособие / Н. К. Кондрашева, Д. О. Кондрашев, К. Г. Абдульминев – Уфа: «Монография», 2008. – 160 с.
- 6 Технический регламент таможенного союза от 18 октября 2011 г. N 826 «Об утверждении технического регламента «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» (с изменениями от 23 июня 2014 г., 28 апреля 2015 г., 2 декабря 2015г).
- 7 Сайфуллин Н.Р. Автомобиль и экология / Н.Р. Сайфуллин, Р.М. Ишмаков, А.Ю. Абызгильдин и др. – Уфа: Изд-во УГНТУ, 1998. – 133 с.
- 8 Хатмуллина, Д. Д. Каталитический риформинг // Технические науки: теория и практика: материалы II Междунар. науч. конф. (г. Чита, январь 2014 г.). — Чита: Издательство Молодой ученый. – 2014. – С. 106-109.
- 9 Чжао Линь. Становление и развитие процесса каталитического риформинга: дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук / Уфа: УГНТУ, 2002. – 167 с.
- 10 Кравцов, А. В. Применение компьютерной моделирующей системы для оценки влияния технологических параметров и углеводородного состава сырья в процессе риформинга с

непрерывной регенерацией катализатора / А.В. Кравцов, Э. Д. Иванчина, Д. В. Храпов, М. В. Короленко, М. С. Гынгазова // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2009. – № 10. – С. 13-19.

#### КҮКІРТТІҢ МҰНАЙ-ГАЗ САЛАСЫНДАҒЫ МҰНАЙ ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУ ПРОЦЕСІНЕ ӘСЕРІ

СЕЙТЕНОВА Г. Ж.

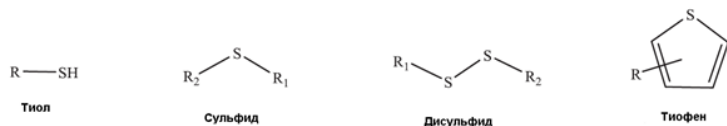
х.ғ.к., каумд. профессор, Торайғыров университеті, Павлодар қ.  
БУРУМБАЕВА Г. Р.

инженер, ЖШС «Павлодар мұнайхимия зауыты», Павлодар қ.  
УМУРЗАКОВА С. Б.  
магистрант, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

Мұнай – көмірсутектер мен гетероатомды қосылыстардың өте күрделі қоспасы. Негізінен мұнайға тек шикі мұнай ғана емес, сонымен бірге барлық сұйық (шикі мұнай, конденсат), газ тәрізді (табиғи газ) және қатты (битум, мұнай құмы, гудрон) көмірсутек қоспалары кіреді. Мұнайдың негізгі элементтері – көміртегі мен сутегі, сондай-ақ аз мөлшерде гетероатомдар (күкірт, азот, оттегі, металдар және т.б.). Күкірт – ең көп таралған гетероатомдар, олар 0,03–6 % мас. мұнай (табиғи газ және шикі мұнай) коммерциялық маңызы бар.

Күкірті бар қосылыстар, әдетте, құрамында гетероатомды мұнай компоненттері бар. Күкірті бар қосылыстардың функционалды топтар бойынша алты негізгі түрге бөлуге болады: күкірт сутегі ( $H_2S$ ), қарапайым күкірт, меркаптандар (тиолдар), сульфидтер (ацикльді және цикльді), полисульфидтер (дисульфидтер, трисульфидтер және т. б.) және тиофендер, олардың жалпы құрылымы 1 суретте көрсетілген. Алғашқы екеуі – күкірт органикалық заттардың термохимиялық ыдырауы, бактериялардың сульфатты азаюы және бейорганикалық күкірттің қосылуы нәтижесінде шикі мұнай мен фракциялармен байланысты (ерітін) бейорганикалық қосылыстар, олар уақыт өте келе органикалық қосылыстармен мұнайды көму немесе өндеу кезінде реакцияға түседі. Алғашқы төрт түрі реактивті және коррозиялық. күкірті бар қосылыстар құрамы мен мөлшері бүкіл әлемдегі әртүрлі шикі мұнайларда айтарлықтай ерекшеленеді, бұл шығу көздің сипаттамаларына (теңіз және терригендік), ерітілген сульфаттың болуына немесе болмауына, тұндыру ортасына (карбонатты және терригендік түзілу), термохимиялық немесе бактериялық сульфаттың қалпына

келуіне және биодеградация дәрежесіне байланысты. Қышқыл суға ұшыраған таяз резервуарларда немесе ауада тасымалдау және сақтау кезінде тотығу нәтижесінде пайда болатын сульфондар мен сульфоксидтер сияқты басқа да күкірті бар қосылыстардың түрлері бар. Карбонил сульфидінің аз мөлшерін табиғи газдан табуға болады. Тотыққан күкірт органикалық заттардың көп бөлігі ауыр майларда (немесе фракцияларда) және битумдарда шоғырланған.



Сурет 1 – Мұнайдағы органикалық күкірті бар қосылыстар санаты

Каустикалық меркаптандар, әдетте, Мерокс процесінде дисульфидтерге тотығады, өйткені олар құбырларға, танкерлерге және сақтау резервуарларына қатты коррозия жасайды. Мұнайды өңдеу кезінде күкірт қосылыстары катализаторлар мен өңдеу жабдықтарын өшіре алады. Демек, қайта өңдеу процестері мен экологиялық нормалар өңделген отындардағы күкірті бар қосылыстар құрамын аз мөлшерде шектейді. Мысалы, United State Environmental Protection Agency (US EPA) Tier 3 және China V standard көлік құралдарының шығарындылары мен жанармайының стандарттары сәйкесінше АҚШ-та 2017 жылдан бастап және Қытайда 2016 жылдан бастап бензиндегі рұқсат етілген күкірт мөлшерін 10 ppm-ге дейін азайтты. Еуропалық Одақта бензиндегі күкірт мөлшерінің 10 ppm заңнамалық шегі 2008 жылдан бастап міндетті түрде белгіленді. Демек, күкіртсіздендіру – бұл тазартудағы маңызды процесс.

Әртүрлі құрылымы бар күкірті бар қосылыстарды күкіртсіздендіру процестерінде әр түрлі әрекет етеді және жетілдірілген стратегияларды жасау үшін молекулалық құрылымдарды немесе мұнайдағы күкірт қосылыстарының түрлерін жақсы түсіну қажет. Сонымен қатар, күкірт түрлерінің сипаттамасы бастапқы кіріс пен жетілу үшін мұнай биомаркерлері сияқты ықтимал молекулалық көрсеткіштерді, сондай-ақ шикі мұнай мен бастапқы тау жыныстарының тұндыру ортасын қамтамасыз ете алады [1, 144 б.].

Барлық мұнай өнімдерінде күкірт мөлшері шектеулі, бұл оның қасиеттеріне зиянды әсерінің салдары болып табылады.

Жанармайда күкірттің жоғары мөлшері коррозияға ұшырайды. Кейбір күкірт қосылыстары (белсенді күкірт, меркаптандар) және оның жану өнімдері (SO<sub>2</sub>, SO<sub>3</sub> және түзілген қышқылдар) коррозиялық белсенділікке ие.

Күкірттің жоғары мөлшері жанармайдың жану жылуын азайтады. 40 және 100 маркалы төмен күкіртті, аз күкіртті және күкіртті мазуттар (күкірттің құрамы 2 % дейін) жанудың төменгі жылуы 40530–40740 кДж/кг, ал жоғары күкіртті (күкірттің құрамы 3,5 % дейін) – 39000–39900 кДж/кг.

Күкіртті қосылыстар улайды катализаторлар пайдаланылатын процестер, мұнай өңдеу.

Мұнай өнімдерінен күкірт гидрогенизация арқылы алынады, бірақ күкірт қосылыстары тотығуға қарсы қасиеттерге ие болғандықтан, гидроокшауланған мұнай өнімдеріне (отындарға, майларға) тотығуға қарсы қоспалар қосылады [2, 418 б.].

Меркаптандардың (тиолдардың, тиоспирттердің) құрамы бойынша мұнай меркаптан және меркаптаныз болып бөлінеді. Бірінші мұнай-метан, әктас коллекторларымен байланысты, екіншісі терригендік коллекторларда жатыр. Меркаптандар негізінен мұнайдың жеңіл фракцияларында шоғырланған, онда олардың мөлшері 40–50 %-дан 70–75 %-ға дейін болуы мүмкін. Фракцияның қайнау температурасының жоғарылауымен олардың құрамы күрт төмендейді, ал 300 °С-тан жоғары қайнаған фракцияларда олар іс жүзінде жоқ.

Дисульфидтер меркаптаныз майлардың жеңіл және орташа фракцияларында кездеседі, онда олардың мөлшері осы фракциядағы күкірттің жалпы мөлшерінің 7–15 % жетуі мүмкін. Қасиеттері бойынша олар сульфидтерге ұқсас.

Меркаптандар аздап қышқылдық қасиетке ие, сондықтан олар ауыр металл оксидтерімен немесе сілтілі металл гидроксидтерімен реакция жасап, меркапидтер түзеді. Сондықтан тиімді әдіс-сілтілі тазарту. Тазартудың бұл түрі мұнайдың жеңіл фракциялары үшін өте қолайлы, мысалы, бензин-лигроин, өйткені олардың құрамында негізінен төмен молекулалы күкірт қосылыстары бар (күкіртсутек, жеңіл меркаптандар).

Ауыр фракциялар (керосин, дизель фракциялары, вакуумдық газойль) негізінен циклдік және полициклді жоғары молекулалық салмақты күкірт қосылыстарынан тұрады, оларды жою үшін терең және күрделі тазарту қажет.

Сілтілі тазарту кезінде қымбат реагент – NaOH жоғалады, сонымен қатар қиын өңделетін күкірт-сілтілі ағындар пайда болады.

Мұнай фракцияларынан меркаптандарды бөлу осы қасиетке негізделген. Алайда, меркаптандардың молекулалық массасының жоғарылауымен меркаптиттердің гидролизге бейімділігі артып, меркаптандардың шығарылуы қиындайды. Мұнайда жоғары молекулалық салмақтағы меркаптандардың болмауын ішінара оларды шығарудың қиындығымен түсіндіруге болады деп саналады.

Циклдік және хош иісті сульфидтер термиялық тұрғыдан төзімді. Мұндай сульфидтерді алюиносиликаттар – каталитикалық крекинг катализаторлары болған кезде қыздырғанда олар ыдырайды, олар күкіртсутек, меркаптандар және тиісті көмірсутектер түзеді.

Тиофендер химиялық белсенді емес және ыстыққа төзімді, бұл пиролиз шайырларында және тіпті мұнай коксында күкірттің болуын түсіндіреді.

Меркаптандар мен сульфидтер салыстырмалы түрде оңай тотығады. Жұмсақ тотығу жағдайында дисульфидтер меркаптандардан түзіледі. Тотығу күшті окислителем ( $\text{HNO}_3$ ) құруға алып сульфокышқыл. Күшті сульфидті тотықтырғыштармен тотығу кезінде сульфоксидтер мен сульфондар түзіледі.

Төменгі меркаптандардан басқа барлық күкірт бар мұнай қосылыстары химиялық бейтарап және қасиеттері бойынша мұнай ареналарына өте жақын. Сульфаттау, адсорбциялық хроматография, экстракция, кешенді қалыптастыру арқылы бөлу, ректификация және басқалары сияқты қолданыстағы зертханалық және өнеркәсіптік бөлу әдістері тиімсіз және өнеркәсіптік қолдану үшін қолайсыз. Сондықтан мұнай фракцияларынан күкірт бар қосылыстарды алып тастау үшін гидрогенизация қолданылады. Гидрогенизация нәтижесінде күкірт мөлшерін 85–97% төмендетуге болады. Процестің бақылау факторлары-сутегі қысымы, процестің температурасы, катализатордың түрі мен белсенділігі. Гидродесульфирлеудің катализаторлары кобальт, молибден, вольфрам, никель, темір оксидтері (немесе сульфидтер), сондай-ақ олардың алюминий оксидінің субстратындағы қоспалары болуы мүмкін.

Бұл процесс жеңіл және орташа дистилляттарды тазарту үшін өнеркәсіпте кеңінен қолданылады. Басқа фракциялардың күкіртсіздендіру процестерінің сәтті дамуы жаңа катализаторларды құру саласындағы жетістіктермен анықталуы мүмкін.

Құрамында күкірт бар қосылыстардың каталитикалық түрлендіргіштерге әсері (әсіресе құрамында полиметалл рений бар катализаторлар) теріс әсер етеді. Күкірт қосылыстарымен улану, бір жағынан, көмірсутектердің хош иістену реакциясына қатысты

белсенділіктің төмендеуіне, екінші жағынан, гидрация функциясын басу нәтижесінде ыдырау реакцияларының жоғарылауына әкеледі. Бұл катализатордың жеделдетілген кокстелуіне әкеледі. Қажет емес күкірт бар қосылыстарды жоюдың негізгі процесі гидротазалау болып табылады [3, 39 б.].

Құрамында күкірт бар қосылыстар мұнайды өңдеу кезінде де, мұнай өнімдерін пайдалану кезінде де айтарлықтай зиян келтіреді. Отындарда күкірттің болуы олардың пайдалану сипаттамаларына теріс әсер етеді және келесі жағымсыз салдарларды тудырады:

- детонациялық қасиеттерінің нашарлауы;
- шайыр түзілуі;
- ТЭҚ қабылдау қабілетінің төмендеуі (тетраэтилқорғасын);
- тұрақтылықтың төмендеуі;
- күйе түзілуінің ұлғаюы;
- коррозиялық белсенділікті күшейту (аппаратуралар мен жабдықтардың тозуы);
- майлау қасиеттерінің нашарлауы;
- каталитикалық бейтараптандырғыштардың қызмет ету мерзімін азайту;
- уыттылықтың жоғарылауы.

Сонымен қатар, күкірт қосылыстары жанған кезде  $\text{SO}_2$  және  $\text{SO}_3$  шығарылады, олар ылғалданған кезде күкірт және күкірт қышқылдарын құрайды. Күкірт қышқылының мұнайға енуі шайырлы өнімдердің пайда болуына және нәтижесінде қозғалтқыштың тозуын тездететін күйікке әкеледі.

Жоғарыда айтылғандарға байланысты күкірттің және оның қосылыстарының құрамы мұнайдың да, алынатын мұнай өнімдерінің де негізгі сапалық сипаттамаларының бірі болып табылады [2, 419 б.].

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1 Yehua HanaF, Yanfen Zhanga, Chunming Xua, Chang Samuel Hsua Molecular characterization of sulfur-containing compounds in petroleum // Fuel. 2018. P. 144–158

2 Люлинская Я. Л. Сераорганические соединения нефти и методы их очистки / Я. Л. Люлинская, Н. С. Гагарин // Мировая наука / Институт управления и социально-экономического развития. – Саратов, 2020. – 418–420 б.

3 Кузенбаев М. Г. Влияние серосодержащих соединений на физико-химические свойства нефтей / М. Г. Кузенбаев, С. С.

Сатаева // Сборник научных трудов по итогам международной научно-практической конференции / Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана. – Уральск, 2015. – 39–41 б.

### **UPGRADING THE PUMP, REPLACING THE MECHANICAL SEAL AND IMPROVING THE PUMP PERFORMANCE**

**KHURMANKHAN M.**

teacher, Pavlodar Chemical and Mechanical College, Pavlodar

**UMURZAKOVA S. B.**

undergraduate, Pavlodar Chemical and Mechanical College, Pavlodar

**NURGALIYEV D. N.**

student, Pavlodar Chemical and Mechanical College, Pavlodar

In the presidential address «Kazakhstan 2050», country leader N. A. Nazarbayev underlined that the oil and gas complex of Kazakhstan is a locomotive for the entire economy and contributes to the development of other industries, that an effective oil and gas sector of the economy should be created. Due to the development of the share of the country's oil and gas industry has grown over the past 5 years from 14.7 % to 25.8 %, which indicates the stable growth dynamics of the oil and gas industry [5, с. 50].

Pavlodar petrochemical plant is the largest enterprise in Kazakhstan for the production of petroleum products. MLP «PNHZ» is the only enterprise in Kazakhstan with a set of technological installations that provides deep processing of oil up to 85 %, which corresponds to the level of the best producers of petroleum products.

Today, the main goal of the Pavlodar petrochemical plant is producing demanded products in the volume necessary for the needs of the country and corresponding to the requirements of the world market. The main way to achieve this goal is creating a modern production base as a result of modernization and technical re-equipment of existing production, as well as the construction of new high-tech facilities. The Isomerization process Unit and Naphtha Splitter are an integral part of the plant's production. The isomerization unit and Naphtha Splitter is used to produce commercial naphtha with an octane number not lower than 88.5, which is a high-octane component of gasoline AI-92-K2, AI-95-K2, as well as light and heavy naphtha for further refinements. Pumping equipment plays a very large and important role in the life of the plant. Correct and unyielding operation

of pumping equipment is an indispensable factor in the operation of the entire installation, which allows us to learn the importance of maintenance, installation and proper operation of pumps. The object of research is a cantilever centrifugal pump N-004 of the USP40-380 type of isomerization unit and a naphtha Splitter.

Pumps are hydraulic machines that convert the mechanical energy of the drive motor into the energy of the fluid flow, which serves to move and supply all types of liquids. According to the principle of operation, there are: centrifugal, rotary, piston, screw, and there are also special pumps. These include: electromagnetic, pneumatic, and so on. Centrifugal pumps are units consisting of a shell in the form of a snail and an electric motor, connected by a gear coupling and mounted on a common Foundation plate, which have suction and discharge pipes. The main working body is the impeller mounted on a shaft that is connected to the electric motor via a plate coupling. In our time, oil and gas equipment failure often occurs, at this stage, consider the horizontal cantilever single-stage centrifugal pump H-004 model USP40-380 isomerization unit and naphtha Splitter. Pump N-004 model USP40-380, technological position A100-N-004A, is designed for the circulation of alkali in the K-002 column [2, p. 120].

Main parts of the centrifugal pump

The lion's share of all pumps produced in the world are console pumps of various types and designs. According to experts published at various times in specialized publications related to pumping topics, the number of console pumps in pieces is from 59 to 72% of the total fleet of pumps produced in the world. This figure is due to the simple design of the cantilever pump compared to other types of pumps. The elementary principle of the cantilever pump ensures its wide distribution both in municipal equipment and in complex liquid supply systems of military equipment and spacecraft [3, p. 20].

Console pumps have long proven themselves only on the positive side. Their external simplicity bribes the future owner. But behind this simplicity lies a universal device that is ready to perform any tasks. The cantilever pump is designed for pumping liquid in both cold and hot conditions. An important and distinctive feature is that the composition of the pumped liquid may include impurities. Their concentration should not exceed 0.1 %. Given the relatively high productivity, this figure is actually very high. The size of some solid particles is limited to 0.2 mm.

An alkaline NaOH solution from the bottom of the K-002 column is fed to the suction of the h-004A/B alkali circulation pumps. After pumping the pumps, passing the heater T-012, the alkali is distributed



into two streams. The first flow is supplied from above the bottom of the nozzle where the dry gas is washed with an alkaline solution, the second stream is fed below the bottom part of the bottom nozzle of the column to the spray nozzle to protect the column from contact with corrosive gas by washing the walls of the scrubber an alkaline solution [4, p. 96]

The temperature of the alkali at the outlet of the heater T-012 is controlled by the device POS. TIA-0096. If the concentration of the circulating alkaline solution decreases below 2 % (wt.) NaOH, the spent alkali from the h-004A pumps/B is sent to the waste alkali degassing tank E-009.

Our idea is to replace a single mechanical seal with a double mechanical seal. Why at this time, from this pump through water flushing come out in small fractions of alkali? The answer is as follows: since we know that a centrifugal cantilever pump when pumping an alkaline solution has mechanical impurities in the composition of the product being pumped.

Currently, the cantilever type of centrifugal pumps is considered the most advanced in the field of high performance. Among the total volume of pumping equipment produced, console-type pumps account for 65 %. These units have gained popularity due to their very simple design, ease of repair and maintenance, and fairly high efficiency.

By its design, the cantilever pump is a type of centrifugal pump, which is characterized by the presence of a working centrifugal wheel.

The main advantages of the cantilever pump housing design, which allows installation of the pressure pipe vertically and horizontally, are the following:

- direct attachment of the flanged motor to the pump body (provides the least impact of vibration on the structure);
- the presence of a mechanical seal, independent of the direction of rotation (provides ease of operation);
- the possibility of quick start and fast stop of the pump operation;
- high characteristics of vibroacoustics (reduced noise level).

Based on the General situation and based on the totality of all the above-mentioned facts, we can determine: when pumping the product, a single mechanical seal does not sufficiently seal the pumping medium, and replacing the double mechanical seal will eliminate the pulverization of a small fraction of the alkaline solution.

Based on the evidence, we can draw the following conclusion. Double mechanical seal is the best replacement for improved performance and impermeability through o-rings.

The double mechanical seal will last much longer, since the new SBTU cooling system will be operated during the water wash process and

will perform more thorough sealing, as well as deep cooling and detailed lubrication. The seal will allow the pump to operate for a long time [4, p. 110].

In the oil and gas industry, it is impossible to bypass automation elements that do not require constant control, are simple in operation, and are not sufficiently accurate. In addition, their intellectual potential for simplifying measurements and processing data in technological processes is increasing every year.

Today, according to the pump shaft, the most reliable and most common type of protection against leakage of liquid or gas, side seals from entering the environment.

During this internship, the following tasks were performed::

- single-stage side seal replacement;
- installation of two side sealing tank barrels;
- measures for the long-term service life of the new side seal;
- change of the pump cooling fluid system in this regard;
- eliminate the scattering of alkali in the outer space;
- measures aimed at protecting employees and the environment;
- measures to protect the pump and its parts from wear and tear.
- calculation of the main pump values;

Replacing the side or end seals is aimed at improving the pumping unit H Anh 004A, in particular, the pump product is aimed at improving the washing of the injection chamber and lubrication of the shaft space.

It was concluded that for the effective operation of the pumping unit, it is necessary to clearly and strictly follow the specified special instructions for its operation and choose the optimal mode of operation, timely maintenance, as well as carry out capital and routine repairs in a timely manner [4, p. 100].

#### REFERENCES

- 1 Chisholm R. Techniques of vibration analysis to gas turbines. / R. Chisholm. – Gas turbine Int. – № 6. – 1979. P. 170 – 200.
- 2 Dunton T.A. An Introduction to Time Waveform Analysis. / T.A. Dunton. – Universal Technologies. – 1999. P. 120 – 128.
- 3 Jones C.M. Pumping station design / C. M. Jones. - Pumping station design. – 2006. P. 20 – 24.
- 4 Ryndin V. V. Application of the Mathcad system for static analysis of experimental data / V. Ryndin, Yu. Volkova // Science and technology of Kazakhstan. - 2008. P. 95.
- 5 Perevoschikov S. I. Reduction of hydrodynamic vibration of centrifugal pumps.– 1997. P. 50–56.

## Мазмұны

## 3 Секция. Заманауи инженерлік инновациялар мен технологиялар

## 3 Секция. Современные инженерные инновации и технологии

## 3.1 Тау-кен өндірісі мен металлургиядағы заманауи инженерлік инновациялар мен технологиялар

## 3.1 Современные инженерные инновации и технологии в горном деле и металлургии

Болатулы А., Богомолов А.В.

Технология биоокисления сульфидных упорных руд месторождения «Суздальское».....3

Ембергенова А. Р., Богомолов А. В., Кулумбаев Н. К.

Исследование процесса подогрева металлошихты .....9

Жаксымбеков Д. Е., Таскарина А. Ж., Тюлюбаев Р. А.

Тау-кен және транспорттық құрылғылар мен эксплуатация сапасына таулы-геологиялық шарттардың әсері.....16

Кандыбаев А. К., Богомолов А. В.

Технологические расчеты совершенствования процесса электролиза на базе АО «Казахстанского электролизного завода».....20

Жақұпов А. Н., Кошеева И.

Анализ способов получения гильз на станах поперечно-винтовой прокатки.....27

Жақұпов А. Н., Кошеева И.

Моделирование прошивки заготовки в трехвалковом стане.....31

Кузнецов А. И., Суюндиков М. М., Калиакпаров А. Г.,

Аубакиров А. М.

Повышение экологичности производства на Аксуском заводе ферросплавов.....34

Қабдолла О. Б., Таскарина А. Ж., Каменов А. А.

Основные требования к структуре магнитного поля в электролизере.....41

Маздубай А. В., Мақұлов С. С.

Анализ факторов, влияющих на абразивный износ трубопровода транспортировки сырого угля .....45

Маратов Ф. М., Жунусов А. К., Жунусова А. К.

Исследования использования брикетов при производстве стали .....51

Мухамеджанова Г. С., Маздубай А. В.

Исследование снижения окисления поверхности труб при ускоренном охлаждении .....55

Набиев У. В., Касенов А. Ж., Смагулова А. К. Совершенствование ремонта конусной дробилки.....61

Набиева А. Б., Жақұпов А. Н.

Извлечение глинозема из золы уноса методами спекания .....65

Нурпейсова А. С.

Переработка красного шлама глиноземного производства.....72

Ошанова Т. Н., Абдрахманов Е. С., Ахмедьянова Г. К., Кулумбаев Н. К.

Исследование способов изготовления литых помольных шаров мельниц.....78

Саутов А. Е., Толымбекова Л. Б.

Способ переработки отработанной футеровки электролизеров в условиях АО «Казахстанский электролизный завод» .....83

Суханова Ж. Г., Быков П. О., Тусупбекова М. Ж.

Опыт литья трубопрокатных валков из чугуна ТШХН – 50 .....88

Абдрахманов Е. С., Тлужбеков О. Н., Сагитов К., Тюлюбаев Р. А.

Исследование режима работы шаровой мельницы с целью повышения эффективности размалывания .....95

Әбдірахманов Е. С., Шералы Ш., Заркен М.-Р., Серікқалиев А.

Анод массасын араластырудың сапасын зерттеу .....100

## 3.2 Машина жасау саласын индустриялық-инновациялық дамыту

## 3.2 Индустриально-инновационное развитие машиностроительной отрасли

Амангельдиева Д., Янюшкин А. С.

Стрелочные переводы – ключевые конструкции железнодорожного пути.....102

Жүсіп Д., Мусина Ж. К.

Анализ применимости распространенных марок стали в краностроении .....105

Жүсіп Д., Мусина Ж. К.

Анализ распространенности марок стали НТД ГОСТ 19281 в краностроении.....113

Кемелова А. К., Мусина Ж. К.

Особенности технологии гидроабразивной обработки.....118

Моисеев И. Н., Мусина Ж. К.

Анализ процессов износа твердосплавных пластин режущих инструментов.....122

Муминова М. А., Янюшкин А. С.

Анализ состояния машиностроительной отрасли Республики Казахстан .....128

Саденова А. М., Рахимова С. А.

Основные направления проектирования инновационного потенциала предпринимательских структур с учетом критериев результативности и эффективности.....133

<b>Итыбаева Г. Т., Темиров А. Х.</b> Анализ планово-предупредительных ремонтов АО «Алюминий Казахстана».....	137
<b>Шингисова М. Б., Қанатұлы Ә.</b> Мұнай-газ өнеркәсібінде ілмекті арматурасының бөлшектерін жөндеу және пайдалану технологиясын жетілдіру.....	143
<b>3.3 Көлік кешенінің инновациялық дамуының ғылыми-техникалық аспектілері</b>	
<b>3.3 Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса</b>	
<b>Айдарханов Т. Н., Зарипов Р. Ю., Сулейменов А. Д., Сембаев Н. С.</b> Виброрыхлитель для снижения повреждаемости полувагонов при разгрузке.....	150
<b>Ахияров О., Зарипов Р. Ю., Каракаев А. К.</b> Определение качественного показателя эксплуатации электробусов....	156
<b>Копеев А. Е., Токтаганов Т. Т.</b> Система безопасности управления автомобилем.....	160
<b>Махмет М. Д., Абишев К. К.</b> Совершенствование технологии ремонта конструкции хребтовой балки вагона-платформы.....	163
<b>Охап А. А., Сембаев Н. С.</b> О некоторых вариантах модернизации грузовых вагонов.....	169
<b>Садвокасов Е. Е., Сембаев Н. С.</b> Анализ использования нетрадиционных топлив в дизельных двигателях.....	173
<b>Сахиев А. А., Абишев К.К.</b> Разработка модели зимней всепогодной безопасной шины.....	180
<b>Темирболат О. Ж., Зарипов Р.Ю., Садыков А., Муратов Д., Каракаев А. К.</b> Инфраструктура для велотранспортной сети.....	186
<b>Шандакбаева Б. К., Каракаев А. К.</b> Инновационный путь развития технологии КРЦ (колесно-роликовый участок).....	192
<b>3.4 Құрылыстағы, құрылыс материалдарындағы, сәулет пен дизайндағы инновациялар мен технологиялар</b>	
<b>3.4 Инновации и технологии в строительстве, строительных материалах, архитектуре и дизайне</b>	
<b>Айдаров А. С.</b> Получение мелкозернистого бетона с использованием золы гидроудаления.....	196

<b>Жандилов А. С., Акимтаева А. А., Алдунгарова А. К.</b> Монолитті темірбетон едендері бар көп қабатты ғимараттар құрылысында ірі өлшемді кеңістіктік құрылымдарды қолданудың қолданыстағы әдістеріне шолу.....	202
<b>Қамбаров М. Ә., Ақберген А. Б.</b> Қазақстанның оңтүстік аймақтарындағы шикізатпен кыс мезгілінде ұсақдәнді бетон бұйымдарын дайындау.....	207
<b>Алдунгарова А. Қ., Арынғазин Қ. Ш., Сейтенова Ф. Ж., Акимтаева А. А., Абишева А. Қ.</b> Инженерлік білім – проблемалар, даму жолдары.....	211
<b>Алиев Р. З., Мейлук О. И.</b> Исследование прочности и деформативности резьбовых соединений арматуры.....	218
<b>Аманжолов А. Т., Маханов С. Н., Саканов К. Т.</b> Вопросы железнодорожных переездов на дорогах республиканского значения.....	223
<b>Амергалиева А. Е.</b> Современные инновационные технологии и механизация строительных штукатурных работ.....	229
<b>Әбек Е., Саканов К. Т.</b> О работе металлических балок с гофрированной стенкой.....	235
<b>Багдатов К. Б., Кудерин М. К.</b> Стойкость зданий и сооружений к аварийным воздействиям.....	240
<b>Воропаева М. П., Мейлук А. И.</b> Энергоэффективность ограждающих конструкций зданий из тепловых блоков в городе Павлодар.....	245
<b>Ворожбянов В. Н., Горшкова Л. В., Адигамов Р. Ш.</b> Повышение надежности ступенчатых колонн производственных зданий.....	250
<b>Елжусизова И. Н., Мейлук О. И.</b> Адаптация инноваций в строительстве к условиям Республики Казахстан.....	254
<b>Крутых А. О., Кудерин М. К.</b> Интеллектуальные жилые дома: система «Умный дом».....	260
<b>Машурова М. К., Кудерин М. К.</b> Проблемы устойчивости жилых зданий при чрезвычайных ситуациях.....	265
<b>Мешитбаев Ж. А., Мейлук О. И.</b> Анализ программ 4D моделирования.....	269
<b>Несипказиев Н. Б., Саканов К. Т.</b> Реанимация микрорайона «Сарыарка» города Павлодар.....	274
<b>Ниязбеков А. А., Саканов К. Т.</b> Современные тенденции в конструктивном решении окон.....	280
<b>Омаров Д. Р., Кудерин М. К.</b> Методы крепления стен глубокого котлована.....	287

<b>Оразова Д. К., Мусаханова С. Т.</b> Исследование энергоэффективности жилых домов в микрорайоне №4 города Аксу .....	290
<b>Сагимбаева А. Е., Саганов К. Т.</b> Современные теплоизоляционные материалы и энергоэффективные решения кровли .....	295
<b>Сиюндыкулы Е., Кудерин М. К.</b> Монолитные конструкции из легкого модифицированного бетона .....	299
<b>Глеуленова Г. Т., Аймағамбетова М. Е.</b> Көлемді блоктық үй құрылысы: тәжірибе және даму перспективалары .....	304
<b>Глеуленова Г. Т., Амангельдина А. Г.</b> Бетонның жарықшақтануына технологиялық факторлар мен коррозияның әсері .....	311
<b>Украинец А. В., Украинец В. Н., Гирнис С. Р.</b> Действие подвижной касательной нагрузки на неподкрепленную и подкрепленную цилиндрическую полость в упругом полупространстве .....	317
<b>Шагиева Р. А., Абдыкалыкова А.</b> Компьютерные 3D технологии в проектировании и строительстве .....	321
<b>Шкуратская Т. Н., Менейлок О. И.</b> Выбор кровельного покрытия для коттеджного поселка «Таң ату» в Алатау .....	325

**3.6 Қазақстан мен әлемнің мұнай-газ саласының  
ағымдағы жағдайы, болжамы және мүмкіндіктері**  
**3.6 Текущее состояние, прогноз и возможности  
нефтегазовой отрасли казахстана и мира**

<b>Абдуллина Г. Г., Айгожина Д. Г., Әйткенова Ә. Б.</b> Мұнай-газ саласының аппараттарының коррозиясына қарсы күрес әдістері .....	331
<b>Болатова К. Т., Маздубай А. В.</b> Повышение энергоэффективности производства моторных топлив на НПЗ .....	335
<b>Гасымов Ш. Г., Сейтенова Г. Ж., Рындин В. В.</b> Особенности расчета теплообменных аппаратов водяных систем теплоснабжения .....	342
<b>Гребенкин В. В., Мустафин А. Х., Қабылқайыр Д. Н.</b> Вибрационная защита опор ротора насоса на подшипниках скольжения .....	348
<b>Гребенкин В. В., Рындин В. В.</b> Исследование причин неконтролируемого изменения режима работы трубчатой печи установки замедленного коксования .....	353

<b>Қуат М. А.</b> Тұтқыр сулы мұнай эмульсиялары пайда болған жағдайда ұнғымаларды ортадан тепкіш сорғыларымен пайдалану тиімділігін арттыру .....	359
<b>Mukiden D. N., Ahmed'yanova G. K., Abdullina G. G., Aigozhina D. G.</b> Efficiency of using underground storage facilities for gas and oil products .....	364
<b>Олейник А. А., Рындин В. В.</b> Использование системы MATHCAD в учебном процессе .....	368
<b>Пелин Д. С., Несмеянова Р. М.</b> Применение процесса ригиз для повышения эффективности установки каталитического риформинга .....	373
<b>Сейтенова Г. Ж., Бурумбаева Г. Р., Умурзакова С. Б.</b> Күкірттің мұнай-газ саласындағы мұнай өнімдерін өндіру процесіне әсері .....	377
<b>Khurmankhan M., Umurzakova S. B., Nurgaliyev D. N.</b> Upgrading the pump, replacing the mechanical seal and improving the pump performance .....	382

**ЖАС ҒАЛЫМДАР, МАГИСТРАНТТАР,  
СТУДЕНТТЕР МЕН МЕКТЕП ОҚУШЫЛАРЫНЫҢ  
«XXI СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫ» АТТЫ  
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ  
МАТЕРИАЛДАРЫ**

**ТОМ 12**

Техникалық редактор З. Ж. Шокубаева

Корректор: А. Р. Омарова

Компьютерде беттеген: З. С. Исакова

Басуға 16.04.2021 ж.

Өріп түрі Times.

Пішім 29,7 × 42 <sup>1</sup>/<sub>4</sub>, Офсеттік қағаз.

Шартты баспа табағы 22,5. Таралымы 500 дана.

Тапсырыс № 3766

«Toraighyrov University» баспасы

«Торайғыров университеті» КЕАҚ

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64.