

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

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

**«XXII СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫ» АТТЫ  
ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ  
МАТЕРИАЛДАРЫ**

**МАТЕРИАЛЫ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«XXII САТПАЕВСКИЕ ЧТЕНИЯ»**

**ТОМ 13**

**ПАВЛОДАР  
2022**

ӘОЖ 001  
КБЖ 72  
Ж66

**Редакция алқасының бас редакторы:**

**Садықов Е. Т.**, э.ғ.д., профессор, «Торайғыров университеті» КЕАҚ Басқарма Төрағасы – Ректор

**Жауапты редактор:**

**Ержанов Н. Т.**, б.ғ.д., профессор, «Торайғыров университеті» КЕАҚ ғылыми жұмыс және халықаралық ынтымақтастық жөніндегі Басқарма Төрағасының орынбасары

**Редакция алқасының мүшелері:**

Ахметов К. К., Бегимтаев А. И., Бексеитов Т. К., Испулов Н. А., Кислов А. П., Колесников Ю. Ю., Муқанов Р. Б., Табулдинов Б. К.

**Жауапты хатшылар:**

Абетанов Д. Н., Адильбаева Д. С., Атейхан Б., Байтемирова А. К., Бақпаева А. К., Габдулов А. У., Джусупова Э. М., Дубовицкая О. Б., Еликпаев С. Т., Дәуіт Ж., Жания К., Жумабекова Д. К., Жуманбаева Р. О., Жусупбаева Д. А., Зарипов Р. Ю., Зейтова Ш. С., Илеубаева Д. С., Исакова Д. А., Исакова З. С., Кайдарова Г. Ш., Каменов А. А., Капенова М. М., Кириченко Л. Н., Кривец О. А., Куанышева Р. С., Мажитова А. Е., Нұрмәди С. С., Ордабаева Ж. Е., Поломарчук Б. В., Рахимов М. И., Садықов Н. С., Саменова Ж. К., Сапабеков Д. К., Сарбасов А. К., Сламбекова М. К., Суентаева З. Т., Таничев К. С., Токтарбекова А. Б., Толокольникова Н. И., Шабамбаева А. Г., Шаймерденова А. К.

**Ж66** «XXII Сәтбаев оқулары» атты Халықаралық ғылыми конференциясының материалдары. – Павлодар : Торайғыров университеті, 2022.

ISBN 978-601-345-262-3 (жалпы)  
Т. 1 «Жас ғалымдар». – 2021. – 285 б.  
ISBN 978-601-345-281-4

«XXII Сәтбаев оқулары» атты Халықаралық ғылыми конференциясы (12 сәуір 2022 жыл) жинағында келесі ғылыми бағыттар бойынша ұсынылған мақалалар енгізілген: Энергетика, Компьютерлік және физика-математикалық ғылымдары, Ауыл шаруашылығы және АӨК, Мемлекеттік басқару, бизнес және құқық, Заманауи инженерлік инновациялар мен технологиялар, Жаратылыстану ғылымдары, Гуманитарлық және әлеуметтік ғылымдары, Техникалық және кәсіптік білім беру.

Жинақ көпшілік оқырманға арналады.  
Мақала мазмұнына автор жауапты.

ӘОЖ 001  
КБЖ 72

ISBN 978-601-345-281-4 (Т. 1)  
ISBN 978-601-345-262-3 (жалпы)

© Торайғыров университеті, 2022

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

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

**РТМ КӨПІРЛІ КРАНЫНЫҢ ЖҰРУ МЕХАНИЗІМІНІҢ СЕНІМДІЛІГІН КӨТЕРУ МАҚСАТЫНДА ОНЫ МОДЕРНИЗАЦИЯЛАУ ЖОЛДАРЫН ЗЕРТТЕУ**

**АБДРАХМАНОВ Е. С.**  
профессор, Торайғыров университет, г. Павлодар  
**ЗАРКЕН М. С.**  
магистрант, Торайғыров университет, г. Павлодар  
**СЕРИККАЛИЕВ А.Б.**  
магистрант, Торайғыров университет, г. Павлодар

«Қазақстан электролиз зауыты» АҚ (КЭЗ) – қазақстандық алюминий компаниясы. Қазақстандағы жалғыз алюминий өндірушісі, Павлодар қаласының оңтүстік-шығыс шетінде орналасқан. Қазақстандағы бірінші және жалғыз жоғары маркалы бастапқы алюминий өндіруші болып табылады. Ол отандық металлургияның флагманы болып саналады және әлемдегі осындай 200 алюминий алыптарының ондығына кіреді. Өткізу нарықтары: Ресей, Беларусь, Украина, Өзбекстан және Қазақстан. Қазақстан электролиз заводтында «NNK Noell» Германияның үлкен машина жасау заводынан 2007 жылы тоғыз РТМ технологиялық көпірлі крандарына жасап шығаруға өтінім берілген.

РТМ технологиялық кранның көпірлердің сыртқы жақтарында жүк көтеру механизмдері орналасқан. Көпірлердің бірісіз негізгі болып, ал екіншісі қосалқы болып есептеледі. Көпірлердің негізгі жағында арнайы электр бөлмесі тұр. Бұл электр бөлмесінде кранның негізгі электр жүйелері орнатылған және осы жарты көпірдің сыртқы жағында бір темір жол бойында, көтеру салмағының қуаттылығы он бес тоннаға дейін жететін екі немістердің Denso компанияның жүк көтеру механизмдері орналасқан. Ал кранның қарама қарсы жағындағы қосалқы көпірде максималды жүк көтеруі

22,5 тоннаға дейін жететін жүк көтеру механизмі бар. Ол электролиз ванналарынан сұйық күйдегі алюминийді арнайы ковш арқылы шығару үшін жұмыс істейді және бұл жүк көтеру механизмдері салмақты автоматты түрде өлшейтін жабдық орнатылған [1].

Технологиялық кран екі бөренелі болып келеді. Бөренелердің әрбір жағында екі доңғалақ тұр, жалпы олардың саны сегізге дейін жетеді. Осылардың екеуі жетекші болып есептеледі. Жетекші екі доңғалақ негізгі бөрененің екі жағында бір-біріне қарама қарсы болып орналасқан. Осы екеуінде SEW деген компаниясы жасап шығарған мотор редуктор қойылған.



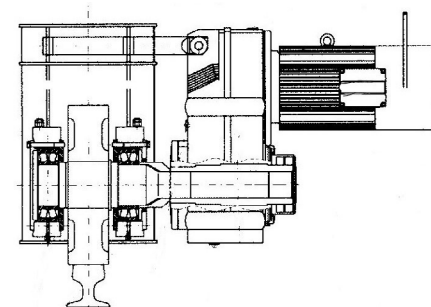
Сурет 1 – PTM технологиялық көпірлі қраны

PTM көпірлі қранның қозғалу және тоқтату механизмдерін модернизациялау ең негізгі мәселелердің бірі болып есептеледі. Жұмыс атқару қабілетін көтеру және осы механизмнің сенімділігін арттыру, алюминий электролиз ванналарына қызмет көрсету сапасын көтереді [2].

Көпір қраны электр қозғалтқышымен қозғалады. Әдетте үш немесе төрт қозғалтқыш қолданылады. Тасымалданатын жүктердің салмағы айтарлықтай үлкен болғандықтан, инерциялық массалар да тепе-теңдікті қажет етеді. Осы мақсаттар үшін жабдықты тоқтататын тежегіш жүйе қолданылады. Қранның электр қозғалтқышта артқы жағында тежегіш орнатылған. Бірақ ол қранды тоқтап тұрған кезде және оның қозғалу жылдамдылығы 0-ге жақындағанда тежегіш іске асырылады.

Қозғалған қранды тоқтату үшін, жиілік түрлендіргіш қозғалтқышты генератор режиміне ауыстырады. Пайда болған тоқты арнайы жиілік түрлендіргішке жалғанған нихром сымынан жасалған кедергілерге береді. Ол жылу энергиясына ауысады, басқаша рекупирация режимі деп атайды.

Жалпы қранның жүру механизміне тоқталып кетсек, ол екі жағынан мойынтіректерге отырғызылған доңғалақтан және редуктордан тұрады. Көбінесе цилиндрлі редукторлар қолданылады. Электролиз процесіне байланысты, доңғалақтан пен редуктордың қосылы тез ажыратулы болу керек. Себебі, егер белгілі бір жағдайларға байланысты кран сынып қалса немесе оның қозғалу жетектері қирап қалса оны тез арада жұмыс жасап жатқан электролиз ваннасынан ары қарай алып тастау керек. Мысалға электролиз ваннасында анод ауыстырып жатқан кезде кран істен шықса, ал ваннадан анодтар алынып тұрса, электролиз ваннасы жылуды жоғалтады және электр энергиясын көптеп жей бастайды [3].



Сурет 2 – Қранның жүру механизм жүйесі

Бақылау барысында доңғалақ пен редуктор арасындағы байланысты жақсарту керек екендігі байқалды. Редуктордың дөңгелекпен байланысып тұрған жерге арнайы қысқыш қанға қойылады. Сонда доңғалақ пен редуктор осы қанғаның қысу күшімен байланысып тұрады. Уақыт өте келе бұл байланыс айналу күші моментінен, металдың шаршау қабілетінен және тағы басқа да себептерге байланысты сенімділігі төмендейді. Сонда редуктор доңғалақсыз, бос айнала бастайды, кран жүруі тоқталады. Қранды осы кезде жөндеу цехына жеткізеді. Жүру механизмді қалпына келтірудің бар ғана жолы бар, ол толықтай бос айналып жатқан жетегі доңғалағын ауыстыру. Жөндеудің осындай туры өте ыңғайсыз, біріншіден ауыстыруға дайын жетегі доңғалақтардың саны шектеулі, екіншіден жетегі доңғалағын ауыстыру процесі өте күрделі болып келеді. Қранының жүру механизмі модернизациялау жолдарын бірі, ол - осы қолданыста тұрған қанғаның орнына ажыратулы шпонкалы байланысты жасап шығару. Байланыстын осы түрі өте сенімді болып

келеді, себебі редуктор мен доңғалақтың арасында қатаң қосынды пайда болады. Редуктордың бос айналуы нөлге теңеледі және кранның козғалу механизмдерін сенімділігі бірнеше есе арттырылады.

Редуктор мен доңғалақтың тағы бір уақытша модернизациялау жолы, ол цанга кигізілетін жердегі, редуктордан шығып тұрған бөлігіне арнайы саңылау жасау. Осы саңылау арқасында, цанганың доңғалақты қысу күші өседі және байланысқа беріктікті, сенімділікті қосады.



Сурет 3 – Кранның козғалу редукторының арнайы саңылауы

РТМ технологиялық көпірлі крандарға цанга қосылысына арналған арнайы мотор-редукторлар жасап шығарылады. Олар Германияның «Sew-eurodrive» және Ресейдің «Привод» компанияларымен жасап шығарылады. Крандарға арналған көпір дөңгелектері ГОСТ 28648-90 сәйкес жасалады. Талаптарға сәйкес, кран дөңгелектеріне арналған дайындамалар 45 және 65Г маркалы болаттан жасалады [4].

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1 Абрамович И.И., Березин В.Н., Яуреи А.Г. Грузоподъемные краны промышленных предприятий. Справочник. – М.: Машиностроение, 1989. –360 с.

2 Парницкий А.Б., Шабашов А.П. Мостовые краны общего назначения. – М.: Машгиз, –1961. –240 с.

3 Богинский К.С., Зотов Ф.С., Николаевский Г.М. Мостовые и металлургические краны. – М.: Машиностроение, –1970. –300 с.

4 Богорад А.А., Загузин А.Т. Мостовые краны и их эксплуатация. Учебное пособие для технических училищ. – М.: Высшая школа, 1984. – 184 с.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫПЛАВКИ ТРУБНЫХ МАРК СТАЛИ В УСЛОВИЯХ ТОО KSP STEEL

ДЕРЯБИН В. К.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

БОГОМОЛОВ А. В.

профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Технологическая сложность процесса получения высококачественной трубной стали условиях ТОО KSP Steel, используемой в промышленности, обусловлена тесной взаимосвязью всех технологических преобразований, включая выплавку промежуточных продуктов, первичную и вторичную обработку металла, внепечную рафинировку, литье на машинах непрерывного литья заготовок, прокатку заготовки. Каждое преобразование способствует формированию структурной неоднородности, наблюдаемой в готовом прокатном изделии.

При производстве низкоуглеродистых легированных марок стали особое внимание следует уделять металлургическому качеству непрерывнолитой заготовки. Металлургическое качество в первую очередь определяется уровнем загрязнения стали неметаллическими включениями эндогенного и экзогенного характера образования. Включения эндогенного характера образования, остающиеся в стали после вторичного рафинирования приводят к образованию скоплений неметаллических включений в готовом изделии и образуют зону точечной неоднородности. Включения экзогенного характера способствуют образованию кластеров неметаллических включений, которые оказывают негативное влияние на механические свойства и эксплуатационные характеристики готового изделия.

В процессе вторичного рафинирования и последующего литья стали неметаллические включения образуются и распределяются по объему металла в соответствии с их температурно-временной природой и свойствами поверхности на всех границах расплава. Таким образом, в литом состоянии по сечению образуется макро- и микроструктурная неоднородность, обусловленная вышеупомянутыми физическими и химическими процессами. На эту неоднородность накладывается сильный эффект термического воздействия с последующей пластической деформацией, вызванной спецификой процесса прокатки листов [1, с. 228].

Из металлургической практики известно, что повышение металлургического качества металла может быть выполнено на



стадии получения металла из сталеплавильной печи, вторичного рафинирования стали путем оптимизации технологии раскисления и модификации жидкой стали, а также во время непрерывной разливки.

Технология раскисления и модифицирования стали должны обеспечивать наиболее полное удаление продуктов раскисления из жидкого металла, а также минимальное содержание неметаллических включений в готовом металле.

Целью данного исследования является разработка мер по повышению качества трубных марок стали, таких как 09Г2С, 15Х, 12Х1МФ используемых в промышленности и строительстве, путем корректировки добавок алюминия и силикокальция и изменении состава рафинирующих шлаков.

В рамках данной работы для анализа загрязнения неметаллическими включениями трубных марок стали 09Г2С, 15Х, 12Х1МФ были отобраны образцы литого металла из трех расплавов в количестве 10 штук из каждого расплава. На стадии вакуумирования стали пробы отбирались до и после добавки кальцийсодержащих реагентов непосредственно из разливочного ковша. Образцы отбирались с помощью пробоотборников, а размеры образцов составляли не более 30 мм в диаметре и 10 мм в высоту.

Для проведения металлографических исследований загрязнения металла неметаллическими включениями образцы прошли многоступенчатое шлифование и полировку на автоматизированном шлифовально-полировальном станке. Комбинируя материалы, скорости вращения полировального круга, давление на образцы и продолжительность этапов полировки, было достигнуто оптимальное качество сечения, которое заключалось в отсутствии царапин, рельефа поверхности, крошащихся включений, прилипающих к полирующей суспензии [2, с. 107].

Для определения химического состава обнаруженных неметаллических включений были использованы возможности рентгеновского микроанализа. Рентгеномикроскопические исследования химического состава обнаруженных неметаллических включений проводились с использованием сканирующего электронного микроскопа. Этот микроскоп оснащен электронно-лучевой компьютерной системой сканирования и цифровой записью сигналов и изображений, а также рентгеновским микроанализатором.

На рисунке 1 показана технологическая схема вторичного рафинирования стали, масса расплава составляет 60 т. Диаграмма представляет собой график изменения температуры расплава в процессе обработки на фоне добавок материала, применяемых на различных этапах. Вертикальные столбцы указывают количества, тип и время анализа процесса добавления материалов: алюминий использовался в качестве раскислителя. Легирующими добавками были: марганец (Mn = 95%), ферромолибден (Mo = 60%), шлакообразующая известь.

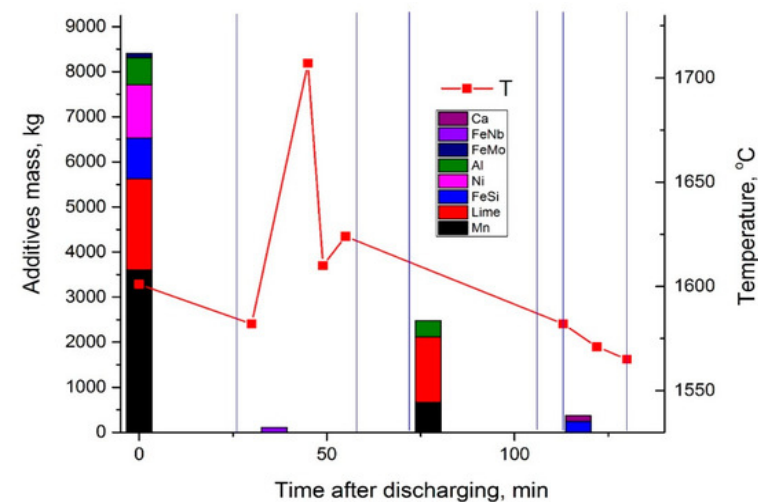


Рисунок 1 – Технологическая схема вторичного рафинирования стали

Как показал анализ технологии трех расплавов стали – не было существенных отклонений в содержании углерода при выпуске металла из печи ( $[C] = 0,039\%$ ). Соответственно, окисление металла на этой стадии также должно быть на том же уровне ( $[O] = 0,073\%$ ). В то же время общее количество алюминия, добавляемого на стадии вторичной переработки для расплава № 1, имеет максимальное значение по сравнению с расплавами № 2 и № 3 (1014 кг против 869 кг и 968 кг). Это приводит к увеличению концентрации алюминия в стали перед литьем (0,046% против 0,029% и 0,032%) и увеличению значения Al/Ca (отношение общей массы алюминия к общей массе добавленного кальция) до 10,24 (против 7,49 и 7,39). Несмотря на

то, что это значение является удовлетворительным, это приводит к увеличению доли  $Al_2O_3$  в составе неметаллических включений этого расплава по сравнению с другими.

Разница между общим временем, прошедшим с момента выпуска из печи до начала литья, и общим временем обработки металла на разных стадиях вторичного рафинирования, условно “время простоя”, не превышает 100 мин для всех трех расплавов. Однако максимальное значение наблюдается в расплаве № 2 и составляет 76 мин. Поскольку этот параметр представляет время, в течение которого футеровка ковша и шлак взаимодействовали без активного параллельного перемешивания расплава из-за продувки инертным газом, было зарегистрировано повышенное количество системы  $MgO-Al_2O_3-CaO$  с содержанием  $MgO$  до 30% в этом расплаве (Рисунок 2). Расчет содержания оксидных и сульфидных компонентов в составе каждого включения проводился на основе данных рентгеновского микроанализа и соответствующих стехиометрических соотношений между элементами. Например, для включения, имеющего, согласно рентгеновскому микроанализу, состав  $Ca = 32,04\%$ ;  $Al = 14,81\%$ ;  $Mg = 1,17\%$ ;  $O$ -остальное, массовое содержание оксидов ( $CaO = 60\%$ ;  $(Al_2O_3) = 37\%$ ;  $(MgO) = 3\%$ ). Фазовый состав соответствует  $3CaO \cdot Al_2O_3$  с незначительным содержанием  $MgO$ .

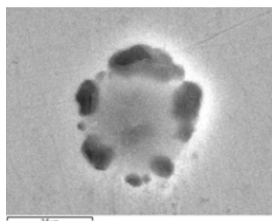


Рисунок 2 – Неметаллическое включение системы  $Al_2O_3-MgO-CaO$  с 30%  $MgO$ , обнаруженное в расплаве № 2

В одном из экспериментальных расплавов дважды регистрировалось наличие обработки расплава (перед вакуумированием стали и перед разливкой); кроме того, интервал между введением основной массы алюминия и кальция составлял 41 минуту. Это приводит к образованию крупных включений в виде алюминатных соединений кальция типа  $12CaO \cdot 7Al_2O_3$ , полностью находящихся в жидком состоянии при модифицирующих

температурах, достигающих в этом случае размера 15 мкм (Рисунок 3). Наличие таких достаточно больших алюминатов кальция в металле связано с большим временным интервалом между введением последней порции алюминия и кальцийсодержащих реагентов. Это приводит к недостаточной степени модификации неметаллических включений и их неполному удалению из расплава [3, с. 466].

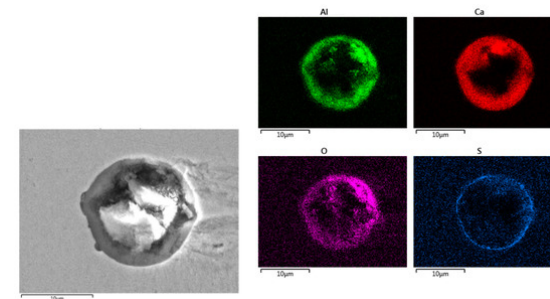


Рисунок 3 – Неметаллическое включение системы  $Al_2O_3-CaO-CAS$ , обнаруженное в расплаве № 3

Таким образом, на основе анализа трех проб расплавов стали, а также результатов металлографического анализа загрязнения металла и рентгеновского микроанализа неметаллических включений была определена следующая оптимальная технологическая схема для производства трубных марок стали, используемой в промышленности.

Как можно скорее сталь продувается аргоном после того, как металл выпускается из печи. Чем быстрее сталь начинает продуваться аргоном, тем более благоприятные условия формируются для удаления неметаллических включений.

Количество алюминия, вводимого при выпуске из печи, не должно превышать критического значения, определяемого окислением стали. Также не исключен вариант использования только  $Mn$  и  $SiMn$  для предварительного раскисления, введение алюминия осуществляется на более поздних стадиях. Кроме того, в ходе вторичной переработки должно быть обеспечено более равномерное введение легирующих материалов с одной вводимой порцией, не превышающей 350 кг.

При последующем вторичном рафинировании необходимо обеспечить, чтобы содержание алюминия в стали было на 0,01–0,02% выше верхнего предела состава марки стали, вводя алюминий не более чем за 10 мин до введения кальцийсодержащих материалов.

При вакуумировании стали количество алюминия и силикокальция должно находиться в диапазоне 0,89–0,91 кг алюминия на 1 кг силикокальция. Для эффективного усвоения включений рекомендуется стремиться к шлакам прямого рафинирования, близким к следующему составу: 50,00–55,00% CaO; 5,50–6,50% SiO<sub>2</sub>; 2,00–2,40% FeO; 6,60–7,00% MgO; и 31,00–33,00% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Следует отметить, что жидкие алюминаты кальция, сходные по составу с CaO•Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, образуются при относительно низком содержании алюминия в стали [Al] < 0,01%, которые не попадают в указанный интервал марок. Поэтому рекомендуется, чтобы весь рабочий диапазон для кальция ([Ca] = 0,0005–0,0050%) находился на нижнем пределе для алюминия [Al] → 0,015%.

На основании проведенных комплексных исследований было установлено, что для улучшения качества трубных марок стали используемых в промышленности и строительстве типов 09Г2С, 15Х, 12Х1МФ в процессе их выплавки количество добавляемых алюминия и силикокальция должно находиться в диапазоне 0,89–0,91 кг алюминия на 1 кг силикокальция. Для эффективного усвоения включений рекомендуется стремиться использовать рафинирующие шлаки, близкие к следующему составу: 50,00–55,00% CaO; 5,50–6,50% SiO<sub>2</sub>; 6,60–7,00% MgO; 31,00–33,00% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; и <1% FeO.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гольдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали. – М.: Изд.-во Металлургия, 2009. – 320 с
- 2 Солоков С., Самойлов Ю.В., Самойлов В.Е. Влияние легирующих элементов на механические свойства и структуру сплавов на основе никеля // Металл и литье Украины. – Запорожье: Запорожский национальный технический университет, 2011. – № 2 (213).
- 3 Чуркин Б.С. Технология литейного производства: учебник. – Екатеринбург: Изд. урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2000. – 662 с.

## WAYS TO REDUCE ELECTRICITY CONSUMPTION IN THE PRODUCTION OF ALUMINUM

ZHAXYBAYEV N.  
undergraduate student, Toraighyrov University, Pavlodar  
TOLYMBEKOVA L.  
PhD, associate professor, Toraighyrov University, Pavlodar

The development of the aluminum industry in the world follows the path of increasing the productivity of the main unit – the electrolyzer [1]. We can conditionally distinguish two directions of this process: the development of new heavy-duty electrolyzers and increasing productivity on existing units.

The increase in productivity on existing aluminum electrolyzers can be carried out both by modernization and by increasing the current load, and the limit of the possible increase in the current load is not defined today.

One of the ways to increase the performance of the electrolyzer is to reduce the electrical resistance in cathode blocks [2]. An alternative method of reducing electrical resistance is to reduce the voltage drop in the spring, which in turn allows you to increase the service life of electrolyzers. The magnitude of the voltage drop in the spring is due to the quality of the electrical contact in the connection «cathode block-current supply».

There are several ways to install current leads in cathode blocks, two of them are common:

- 1 Special carbon mass.
- 2 Cast iron casting.

According to the sealing technology, the method using carbon mass is the simplest, which does not require additional resources. Sealing with cast iron casting is a more costly and technically complex process, but this method allows you to reduce the electrical resistance in the cathode block-current supply contact. The reduction of electrical resistance accordingly affects the reduction of specific electricity consumption, which makes this method economically advantageous. This technology is also becoming relevant due to annual increases in electricity prices and its deficit in general [3].



Figure 1 Cathode blocks with current supply sealing using carbon mass (a) and cast iron casting (b)

Installation of current leads into cathode blocks by casting cast iron has been used for a long time. However, due to the negative factors when using this method, such as the destruction of blocks due to the formation of cracks in the walls and corners, which in turn negatively affected the service life of electrolyzers, this method has not been widely used. In order to eliminate these defects, various changes were made to the shape of the cathode blocks and the current supply (the number of slots in the blocks increased to two, the current supply is manufactured not for the entire length of the cathode block, but in parts), and the method of mounting the current supply using carbon mass has also spread [3-4].

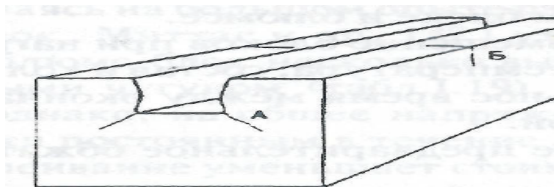


Figure 2 – Defects in cathode blocks – cracks in the walls (a) and angular cracks (b)

Regarding the impact on electricity consumption, the method of installation using carbon mass is inferior to the method with cast iron (the resistivity of carbon mass  $< 80 \text{ ohms} \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$ , whereas cast iron  $< 2 \text{ ohms} \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$ ). Due to the existing difference in the electrical conductivity of the materials used, the cast-iron casting method is again beginning to be applied on a large scale. The disadvantage of the crack formation method has remained in the past [4-5].

Various methods of casting cast iron into cathode blocks have been developed, which at the same time allow maintaining the quality of the

blocks without forming defects. The essence of the new method of casting cast iron is in the preheating of cathode blocks. In order to prevent the appearance of cracks, the parameters of heating the cathode block and the current supply before casting cast iron were determined.

In practice, cathode blocks are heated to a temperature of 400-500 °C. Regardless of the heating parameter, at a heating temperature from 400 to 1000 °C of cathode blocks and current leads, the stress state of the block before filling is insignificant and at the moment there is no destruction of the cathode block. Heating is carried out at the preheating stations of blocks, current leads, the most widespread of them is the installation of the company Hotwork. A positive trend is observed in the case of an increase in the heating time to 6 hours and with additional isolation of the cathode block from the heating source.

At JSC «Kazakhstan Electrolysis Plant», cathode blocks are tested with 50% graphitization by casting cast iron on three electrolyzers and with 70% graphitization by casting cast iron on three electrolyzers. According to the measurements of the voltage drop in the contact «cathode block-current supply» produced at 4 points (Figure 3), it can be noted that on blocks with cast iron and 50% graphite, the voltage drop value is 15 mV 70% – 14 mV and with carbon mass – 48 mV.

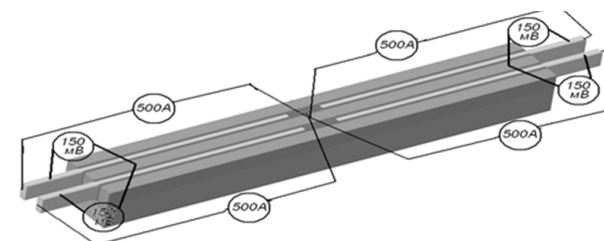


Figure 3 – Measurement of the voltage drop in the contact «cathode block-current supply»

The maximum value of the voltage drop on cathode blocks with 50% graphitization and cast iron casting is 31 mV, 70% – 26 mV, with carbon mass – 122 mV.

On electrolyzers with cathode blocks by casting cast iron, the measurement of the voltage drop in the plate is 290 mV, whereas on electrolyzers with cathode blocks mounted with carbon mass, these values are 320 mV (Table 2).

Table 2 – Average values of the voltage drop in the contact «block-current supply», mV

Electrolyzers	1	2	3	average value
Cathode blocks with cast iron casting	286	294	290	290
Cathode blocks with carbon mass	324	320	316	320

One of the important factors for assessing the influence of cathode blocks with cast iron is the residual voltage on the electrolyzer.

Table 3 – Installation voltage on electrolyzers, V

Cathode blocks	1	2	3	среднее
with cast iron casting	3,97	3,96	3,97	3,97
with carbon mass	3,99	3,99	3,99	3,99

On electrolyzers with cathode blocks by casting cast iron, the productivity is 0.2% higher than on electrolyzers with carbon mass.

Conclusions. Based on the results of tests on electrolyzers with cathode blocks with cast iron casting, it can be noted that when using cathode blocks with cast iron casting with 50% graphitization and 70% graphitization, there is no significant difference between. Compared to cathode blocks with a carbon mass, low voltage drops and an installation voltage of 20 mV are noted. Accordingly, the reduction in electricity consumption is ~ 80 kWh / t, which corresponds to energy savings of 21200 MWh per year or \$ 350 thousand per year. The implementation of this project is aimed at optimizing technological parameters, which leads to an increase in production indicators, including an increase in the productivity of electrolyzers.

#### REFERENCES

- 1 Ibragimov A. T., Pak R. V. Technology of aluminum production on electrolyzers of JSC “Kazakhstan Electrolysis Plant”. Monograph. - Pavlodar: “House of Printing” LLP, 2012. - 288 p.
- 2 Maintaining Sustainability (Aluminum Market Overview) | Industry portal of the mining and metallurgical industry/ <http://metalmininginfo.kz/archives/7191>.
- 3 A.L. Yurkov. Refractory and carbon materials cathode materials for the aluminum industry. Krasnoyarsk: “Bona Company”, 2005.

4 Morten Sorlier, Harald A. Oh me. Cathodes in aluminum electrolysis. 2nd edition. Krasnoyarsk. 1997. Translated by V.P. Polyakov.

5 Erik A. Jensen, Hans Petter Bjornstad, Jan D. Hansen/Preheating collector bars and cathode blocks prior to rodding with cast iron by passing an accurrent through the collector bars/ light metals 2011 edited by: stephen j. lindsay tms (the minerals, metals & materials society), 2011.

#### ОПЫТНЫЕ ПЛАВКИ ПОЛУЧЕНИЯ ФЕРРОАЛЮМИНИЯ

ЖУНУСОВА А. К.

ст. преподаватель, Торайгыров университет, г. Павлодар

КЕНЖЕБЕКОВА А. Е.

докторант, Торайгыров университет, г. Павлодар

ЖУНУСОВ А. К.

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

КУЛУМБАЕВ Н. К.

ст. преподаватель, Торайгыров университет, г. Павлодар

В настоящее время настал момент, когда необходимо перейти от складирования отходов к его полной переработке, что является одним из главных критериев в современном мире. Выгоднее не производить оплату за размещение отходов, которые повсеместно и непрерывно растут, а получать прибыль от продажи отходов в виде товарной продукции.

В данное время разработано и изобретено множество способов переработки отходов металлургических производств, в том числе с извлечением ценных элементов. Наиболее перспективным представляется направление черной металлургии – ферросплавное производство [1–3]. Отходы электросталеплавильного производства (прокатная окалина) вполне пригодны для производства ферросплавов с алюминием (ферроалюминия, ферросиликоалюминия).

В практике черной металлургии при производстве стали и специальных сплавов в качестве восстановителя и раскислителя применяют ферросилиций и алюминий в виде механической смеси. Для производства каждого из них требуется дефицитные материалы: кварцит, стружка металлическая, боксит и другие. Поскольку раскисление стали осуществляется механической смесью ферросилиция и алюминия, то значительная часть кремния и алюминия окисляется на поверхности жидкой стали кислородом воздуха и используется неэффективно.

В последнее время все чаще на казахстанских заводах в качестве раскислителя при внепечной обработке стали применяют ферросиликоалюминий. Ферросиликоалюминий (ФСА) разработанный казахстанскими учеными используется в качестве раскислителя и восстановителя стали [4, 5].

Авторами работы [6] был разработан новый вид алюминий содержащего ферросплава – ферроалюминий. Сплавы ферроалюминия отличаются высокой однородностью и плотностью, близкой к плотности жидкого железа, что снижает потери на вторичное окисление алюминия, повышает степень усвоения в 1,5–2,0 раза и приводит к значительному снижению затрат на производство стали [6].

Лабораторные испытания выплавки ферроалюминия марки ФА30 (среднее содержание алюминия 30 %) проводили в индукционной печи емкостью 0,005 т, установленные в лаборатории кафедры «Металлургия» Павлодарского государственного университета им. С. Торайгырова. В распоряжении лаборатории имеются две индукционной печи.

Первую порцию шихты загружали, состоящую из отходов производства – стального и алюминиевого лома и шлакообразующих материалов. После расплавления первой порции шихты на образовавшийся жидкоподвижный защитный шлак последовательно, после расплавления очередной порции, догружали следующие порции шихты в соотношении (определяемом составом выплавляемого сплава) в количестве не более 5–20 % от массы всей загружаемой шихты, и шлаковую смесь из расчета создания слоя жидкоподвижного защитного шлака толщиной не более 50–150 мм.

Первая партия загружаемой шихты состояла из стального лома марки Ст-3 и лома алюминия. В составе шихты использовали шлакообразующие материалы. В процессе расплавления шихты образовывался защитный шлак. На образованный шлак загружали следующую партию шихты. Количество определяли в зависимости от соотношения состава выплавляемого сплава, в количестве от 5–20 по массе загружаемого материала. Шлаковая смесь загружалась по расчетным данным, для создания защитного слоя шлака не более 50–150 мм. Расплав выпускали прогретый графитовый тигель. В печи оставляли расплавленный металл, в виде «болота». Процесс выплавки металла повторялся.

Использование стального и алюминиевого лома в индукционной плавке позволяет обеспечить минимальный угар основных

составляющих шихты. Плавка в индукционной печи обеспечивает минимальные затраты на использование материалов. Проведенные плавки позволили использовать в качестве шихты стальной лом марки Ст-3, алюминиевый шлак и шлаковую смесь. Шлаковая смесь состояла из извести, плавикового шпата и использовалась для наведения легкоплавкого шлака. Процесс плавки в среднем составил 0,5 ч.

Анализ результатов опытных плавков показал, что проведенные опытные плавки по данной технологии позволяют выплавить ферроалюминий практически с любым содержанием алюминия. Полученные экспериментальные данные в результате проведения опытных плавков, позволили определить основные коэффициенты по расходу алюминиевого и стального лома и позволила получить в индукционной печи сплав с содержанием алюминия от 30 до 50 алюминия. Выплавка сплава по данной технологии в индукционной печи позволяет снизить потери ведущих элементов получаемого ферроалюминия и использовать в технологическом процессе металлургические отходы.

На втором этапе экспериментов в индукционную печь загружали алюминиевый шлак, стальной лом и металлизированный агломерат и углеродистый восстановитель (кокс). Металлизированный агломерат был получен из прокатной окалины агломерационным способом, исследования по получению агломерата приведены в работах [7]. Химический состав прокатной окалины ТОО «KSP Steel» использованных при агломерации приведен в таблице 1.

В процессе проведения экспериментов было принято решение, если в качестве шихты используется металлизированный агломерат из прокатной окалины, содержащие оксиды железа, то необходимо использовать дополнительный углеродсодержащий материал для восстановления железа. При этом учитывался некоторый избыток восстановителя для обеспечения полного процесса восстановления. Величина избытка углеродистого восстановителя зависело от вида выбранного материала, а также вида и состояния оксида железа.

Таблица 1 – Химический состав прокатной окалины

Наименование	Fe <sub>общ</sub>	FeO	SiO <sub>2</sub>	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S	C
Окалина серебристого цвета	78,4	63,0	1,6	1,7	Нет св	0,01	0,12



Окалина темного цвета	80,8	53,3	2,9	1,0	Нет св	0,01	0,42
Окалина +10 мм	33,7	38,4	23,8	0,6	3,1	0,24	Нет св
Окалина 0-10 мм	32,6	39,2	24,3	1,0	3,2	0,25	Нет св.

Для плавки ферроалюминия также как и в первом эксперименте индукционная плавка позволяет использовать практически все виды алюминиевых отходов и шлак с массовой долей Al не менее 10 %, стального лома и металлизированного агломерата с массовой долей железа не менее 50 %.

Выплавленный ферроалюминий имеет следующий химический состав: по Fe от 25 до 75 %, по Al от 25 до 75 %.

В качестве шихтовых материалов для производства ферроалюминия с содержанием Fe - 60 % и Al - 40 % использовали:

- шлак алюминиевого производства с массовой долей алюминия металлического 20 %;
- металлизированный агломерат из прокатной окалины с массовой долей оксида железа до 50 %;
- кокс КНР с учетом 20 % избытка.

При проведении плавки ферроалюминия в тигле индукционной печи оставляли «болото» из расплавленного металла. На «болото» загружали металлизированный агломерат и процесс плавления вели в течении 20 мин. Затем вели выдержку расплава 15-20 мин. При выпуске металла температура сплава составила 1220 °С. Образовавшийся шлак сливался вместе с металлом.

В дальнейшем плавку шихтовых материалов проводили при температуре 900-1400 °С. Плавка проводилась в восстановительной среде твердого углерода с порционным добавлением расчетного количества отсева кокса фракции 0-5 мм. Расчет шихты для выплавки ферроалюминия проводили из количества железа в металле от 25 до 75 %.

Расчет восстановителя выполняли из расчета восстановления железа из оксида с учетом необходимого избытка по углероду. После расплавления шихты и необходимой выдержки для завершения процесса восстановления оксида железа сливался шлак, а готовый ферроалюминий разливали в ковш.

Таким образом, исследования показали, что данная технология позволяет одновременно расплавить в электропечи стальную шихту, которая может состоять из различных видов по химическому составу и алюминиевых отходов, в частности и использования алюминиевых

шлаков. Также проведенные плавки показали, что технология упрощает процесс выплавки ферроалюминия и позволяет получать сплав с более точным химическим составом практически без потери ведущих элементов.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Толымбеков М.Ж. Перспективы развития ферросплавной отрасли Казахстана // Современные проблемы электрометаллургии стали: Материалы XVI Межд. конф. – Челябинск : Изд. центр ЮУрГУ, 2015. – Ч.1. – С.15-26.

2 Жунусов А.К., Байсанов С.О. Возможное использование отходов глиноземного производства в черной металлургии // Сб. докл. IV межд. науч.практ.конф. «Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия промышленных регионов России». – Новокузнецк, 2012. – С.198-200.

3 Жунусов А.К., Байсанов С.О., Толымбекова Л.Б. Получение окатышей из отходов сталеплавильного производства // Химия и металлургия комплексной переработки минерального сырья: Материалы Межд. науч. практ. конф. – Караганды, 2015. – С.601-602.

4 Байсанов С., Толымбеков М., Такенов Т., Чекимбаев А. Разработка и освоение технологии получения ферросиликоалюминия // Физико-химические и технологические вопросы металлургического производства Казахстана: Сб.тр. ХМИ им. Ж. Абишева. – Алматы: Искандер, 2002. – Т.1. – С.41-53.

5 Байсанов С.О., Нурумгалиев А.Х., Толымбеков М.Ж., Ахметов А.Б. Выплавка стали с применением опытного сплава ферросиликоалюминия / Новости науки Казахстана. Научно-технический сборник. – Алматы, 1997. – С.109-112.

6 Удовиченко Ю.Н. Ферроалюминий – новый ферросплав для черной металлургии [Текст] / Ю.Н.Удовиченко, А.А. Онищенко, И.В. Паренчук, В.В. Паренчук // Энергосбережение. – 2004, № 8. – С.12-16.

7 Жунусов А.К. Решение проблем отходов алюминиевого производства // Перспективы развития Павлодарской области: наука, производство, кластер: Сб.докл. по материалам выездного заседания Президиума национальной Инженерной Академии Республики Казахстан (22 октября 2018 г). – Павлодар: ПГУ им. С. Торайгырова, 2018. – С.53-61.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОШИВКИ ЗАГОТОВОК В ГИЛЬЗЫ С «ПОДЪЕМОМ» ПО ДИАМЕТРУ В ДВУХВАЛКОВОМ СТАНЕ ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ МИСИС-130Д

ЖУНУСОВ А. К.

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

РАМАЗАНОВ С. С.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

Проведенные экспериментальные исследования процесса прошивки заготовок в гильзы с «подъемом» по диаметру на опытно-промышленном стане МИСИС-130Д по схеме настройки очага деформации прошивного стана, предусматривающей установку носка оправки в сечении пережима или малым выдвиганием за пережим валков и переносом деформации в выходной конус, показали возможность прошивки заготовок с увеличением наружного диаметра гильз в двухвалковом стане с бочковидными валками более чем на 16 % [1]. По результатам проведенной работы было принято решение продолжить исследования процесса прошивки заготовок в гильзы с «подъемом» наружного диаметра по схеме установки носка оправки в области сечения пережима валков.

Исходные заготовки из стали 20 диаметром 60 мм зацентрировали с переднего торца сверлом диаметром 19 мм на глубину 15 – 20 мм. Для исследования скручивания вдоль образующей заготовок наносили паз глубиной 3 мм и шириной 3 мм. Нагрев заготовок осуществляли в камерной электрической печи до температуры 1150 – 1180 °С в течение 40 мин.

На каждой из пяти оправок различной калибровки диаметрами 48, 51, 53, 56, 58 мм прошивали по три заготовки в гильзы диаметром 70 – 73 мм. При этом фиксировали геометрические параметры получаемых гильз, шаг винтовой линии на наружной поверхности гильз, машинное время прошивки, определяли скручивание заготовок в очаге деформации, оценивали состояние наружной и внутренней поверхности прокатанных гильз.

Двухвалковый стан МИСИС-130Д оснащен бочковидными рабочими валками диаметром 430 мм и шириной бочки 320 мм. В ходе эксперимента использовали рабочие валки, изготовленные из стали 45 с твердостью рабочей поверхности около 190 – 195 НВ, с биконической калибровкой с углами наклона образующих входного и выходного конусов – 2,5 и 3° соответственно и пережимом

длиной 10 мм, расположенным посередине бочки. Частота вращения рабочих валков составляла 57 мин<sup>-1</sup>, угол подачи – 14°. В качестве направляющего инструмента использовали линейки из высоколегированного сплава (бидулоидный чугун) с твердостью 51 – 55 HRC.

На рис. 1 и 2 представлен рабочий инструмент прошивного стана МИСИС-130Д, используемый в процессе экспериментального исследования.

Таблица 1 – Основные геометрические параметры экспериментальных оправок

Диаметр оправок доп, мм	Длина оправок $L_{оп}$ , мм	Отношение $L_{оп} / \text{доп}$
48	132	2,75
51	138	2,71
53	120	2,29
56	118	2,11
58	118	2,03

\* Угол раскатного конуса 7°

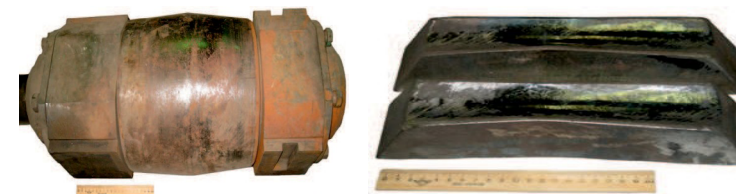


Рисунок 1 – Валок (а) и линейки (б) прошивного стана МИСИС-130Д



Рисунок 2 – Оправки прошивного стана различной калибровки диаметрами, мм: а – 48; б – 51; в – 53; с – 56; д – 58

Процесс прошивки заготовок проходил устойчиво за исключением некоторых случаев. Так, прошивка согласно настройке № 1 сопровождалась закатом оправки в заднем конце гильзы. Это было вызвано, прежде всего, повышенной длиной оправки и недостатком тянущих сил валков для съема гильзы. В результате было принято решение о выдвигении оправки за пережим валков на 10 мм (настройки № 2 – 4), что позволило обеспечить дополнительное выравнивание стенки гильзы в заключительной стадии процесса прошивки и, как итог, стабильный сход гильзы с оправки. Прошивка заготовок по настройкам № 2 – 4 на оправке диаметром 48 мм проходила устойчиво. Прошивка на оправке диаметром 51 мм при ее установке в пережиме валков (настройка № 5) также сопровождалась закатом оправки в заднем конце гильзы. Данный недостаток также возник вследствие использования оправки повышенной длины. Выдвигение оправки за пережим валков на 15 мм позволило обеспечить благоприятное протекание процесса прошивки. Прошивка заготовок согласно настройкам № 6 – 8 стана, а также последующие экспериментальные прошивки проходили устойчиво.

Таблица 2 – Варианты настройки прошивного стана МИСиС-130Д для проведения экспериментальных исследований.

№	Диаметр оправки $d_p$ , мм	Длина оправки $L_p$ , мм	Обжатие заготовки перед	Выдвигение оправки за	Обжатие в пережиме $C/i$ , %	Расстояние между валками $B$ , мм	Расстояние между	Кэффициент
			носком оправки $C/o$ , %	пережим $C$ , мм			линейками $L$ , мм	
1			5,5	15				
2	48	132			7,0	55,8	61,3	1,10
3			4,1	25				
4								
5			7,0	0				
6	51	138			7,0	55,8	61,3	1,10
7			5,5	15				
8								
9								
10	53	112	7,0	0	7,0	55,8	61,3	1,10
11								
12				-22				
13	53	112	10,0	-12	10,0	54,0	61,3	1,14
14								

15								
16	56	118	7,0	0	7,0	55,8	61,3	1,10
17								
18								
19	58	118	6,7	0	6,7	56,0	63,0	1,13
20								

Процесс прошивки с применением настроек, при которых носок оправки установлен в пережиме валков, позволил увеличить наружный диаметр гильз на 16 – 22 % в зависимости от диаметра применяемых оправок. Большого увеличения диаметра гильзы достичь не удалось ввиду недостаточного подъема угла наклона образующей выходного конуса рабочих валков. увеличение внутреннего диаметра гильзы относительно диаметра оправки составило 1,5 – 2,8 мм, что благоприятно сказалось на «подъеме» гильзы. Максимальная относительная разностенность по длине гильз составила менее 8 – 9 %.

Анализ полученных данных позволил сделать некоторые выводы о протекании процесса прошивки и разработать рекомендации по калибровке технологического инструмента для организации прошивки заготовок в гильзы с «подъемом» по диаметру и установкой носка оправки в пережиме валков.

Таблица 3 – Результаты опытных прошивок

Номер настройки	Диаметр гильзы $D_g$ , мм	Толщина стенки гильзы $S_g$ , мм	Отношение $D_r / S_r$	Увеличение внутреннего диаметра гильзы $P$ , мм	Длина гильзы $L_g$ , мм	Кэффициент вытяжки $\mu$	Величина подъема гильзы	Угол наклона линии скручивания гильзы	Величина подачи за полуоборот $\psi$ , мм	Количество циклов деформации
1	70,0	10,8	6,5	0,52	426	1,41	16,69	–	18,2	11
2	69,8	10,2	6,9	1,52	445	1,49	16,36	–	18,0	11
3	70,0	10,1	6,9	1,73	448	1,49	16,61	18	18,6	11
4	70,2	10,0	7,0	2,22	421	1,50	16,94	–	19,7	10
5	71,8	10,2	7,1	0,47	432	1,44	19,64	–	20,0	10

6	71,3	9,0	7,9	2,22	472	1,60	18,75	–	19,6	12
7	70,9	9,0	7,9	1,93	472	1,61	18,22	19	19,5	11
8	70,9	9,1	7,8	1,63	470	1,59	18,19	–	20,2	10
9	71,7	8,6	8,3	1,48	495	1,66	19,50	–	21,0	11
10	71,9	8,6	8,3	1,65	488	1,65	19,78	–	22,1	10
11	71,8	8,7	8,3	1,45	489	1,65	19,58	32	19,5	11
12	72,9	9,2	7,9	1,47	461	1,53	21,56	–	17,5	12
13	72,0	8,5	8,5	2,00	491	1,67	20,03	–	20,1	11
14	72,1	8,5	8,5	2,17	496	1,67	20,19	–	19,8	11
15	72,1	7,0	10,3	2,15	618	1,98	20,22	–	18,7	16
16	72,5	6,9	10,6	2,80	605	2,00	20,86	36	21,5	13
17	72,5	6,8	10,6	2,87	590	2,01	20,83	–	21,6	13

Известно, что процесс скручивания заготовок в прошивных станах винтовой прокатки связан с неравномерным угловым движением заготовки по длине очага деформации, определяемым скоростными условиями вращения на контактной поверхности металла с валком. В данной работе применение оправки большего диаметра и ее установка в пережиме валков привели к увеличению угла скручивания гильзы. Полученные в ходе исследований результаты согласуются с выводами, представленными в работах [2 – 4].

Результирующее скручивание тем больше, чем больше разница между отношением радиуса валка к радиусу заготовки/гильзы в точках захвата заготовки и выхода гильзы из валков ( $RВ / RГ$ ).

Результирующее скручивание зависит от положения оправки в очаге деформации – чем дальше оправка отведена назад в направлении пережима валков, тем больше величина результирующего скручивания. Перемещение носка оправки к пережиму валков приводит к увеличению длины контактной поверхности металла в выходном конусе очага деформации и, следовательно, к большей разнице между отношениями ( $RВ$  – радиус валка, мм;  $RЗ$  – радиус заготовки, мм;  $RГ$  – радиус гильзы, мм) в сечениях захвата заготовки валками и выхода гильзы из валков, соответственно. К тому же перенос деформации в выходной конус валков и увеличение значения частых обжатий металла между валком и оправкой вследствие установки оправки большего диаметра приводят к повышению сопротивления вращению

заготовки и, соответственно, уменьшению коэффициента тангенциальной скорости, т.е. увеличению скольжения металла в тангенциальном направлении.

Уменьшения эффекта скручивания металла в процессе прошивки возможно добиться за счет уменьшения длины очага деформации, в первую очередь благодаря применению рабочего инструмента соответствующей калибровки (увеличение угла выходного конуса валков, применение оправок меньшей длины и т.д.), а также соответствующей настройкой очага деформации (прошивка на повышенных углах подачи валков  $12^\circ$  и более, уменьшение обжатия перед носком оправки до 5 – 6 %, повышение коэффициента овализации очага деформации). Реализация указанных мероприятий при прошивке заготовок с «подъемом» гильз по диаметру в станах с бочковидными валками приведет к уменьшению разницы угловых скоростей для точек захвата заготовки валками и выхода гильзы из валков прошивного стана и, как следствие, к снижению результирующего скручивания металла наружных слоев гильзы.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлена принципиальная возможность прошивки в двухвалковых станах с бочковидными валками гильз на «подъем» с увеличением наружного диаметра более 20 % и определены некоторые параметры калибровки рабочего инструмента (валков, оправок) прошивного стана для устойчивой реализации процесса прошивки

#### Список литературы

- 1 Алещенко А.С., Богатырев Д.В. Черная металлургия. 2008. № 7. С. 20 – 23.
- 2 Фомичев И.А. Косая прокатка. – Харьков: Металлургия, 1963. – 262 с.
- 3 Тетерин П.К. Теория поперечно-винтовой прокатки. – Металлургия, 1971. – 368с.
- 4 Потапов И.Н., Технология винтовой прокатки – Металлургия, 1990. – 344 с.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЖИМОВ ГОРЯЧЕЙ ПРОКАТКИ ТРУБ НА ТПА 70–270

ЖУНУСОВ А. К.

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

РАМАЗАНОВ С. С.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

На ТПА 70–270 ТОО «KSP Steel» в основу технологического процесса положен метод прошивки заготовки с последующей раскаткой гильзы в трубу на двухвалковом стане винтовой прокатки с направляющими линейками. Разработанная технология производства бесшовных труб включает следующие технологические операции:

- Раскрой исходных прутков на мерные длины механическими пилами;
- Нанесение на передний торец заготовки центрирующего углубления сверлением в холодном состоянии;
- Нагрев заготовок в газовой печи до температуры прокатки;
- Прошивку заготовки на двухвалковом стане винтовой прокатки по чашевидной схеме с использованием в качестве направляющего инструмента линеек;
- Раскатку гильзы в этом же стане на короткой конической или цилиндрической оправке;
- Калибрование полученной черновой трубы

Технологический процесс реализуется на компактном малоэнергоёмком автоматизированном оборудовании. Основное оборудование объединено передающими устройствами в единую поточную линию, на которой предусмотрена как возможность работы с одного нагрева, так и последовательное осуществление операций прошивки, нагрева, раскатки гильзы и калибрования трубы [1].

Процесс прошивки и раскатки осуществляется рабочими валками при постоянном угле подачи –  $12^\circ$ . Как показывают исследования, такое значение угла подачи оптимально, оно обеспечивает приемлемый уровень энергосиловых параметров процесса прошивки и качество получаемых гильз [2,3]. Угол раскатки валков составляет  $7^\circ$  по чашевидной схеме. Калибрование черновой трубы по диаметру производится в трехвалковом стане винтовой прокатки с грибовидными валками при угле подачи  $10^\circ$  и обжатии по диаметру до 5%, что позволяет совместить калибрование трубы с правкой.

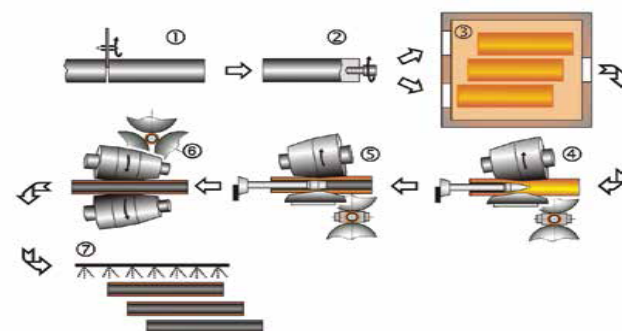


Рисунок 1 – Схема технологического процесса производства труб на ТПА 70-270:

- 1 – резка заготовок; 2 – механическая зацентровка;  
3 – нагрев; 4 – прошивка; 5 – раскатка;  
6 – калибрование и правка; 7 – охлаждение

Цель настоящей работы – совершенствование процесса прокатки путем наиболее рационального распределения режимов обжатий в операциях прошивки и раскатки, обеспечивающих повышение качества гильз и труб.

Распределение частных обжатий по клетям или проходам имеет большое значение. Оно влияет на точность проката, нагрузку на оборудование, производительность стана. При рациональном распределении обжатий удастся обеспечить примерно равномерную загрузку клеток по усилию прокатки и расходуемой мощности.

Вместе с тем для повышения эффективности технологии и получения более качественной продукции по основным принципам обработки металлов давлением при прокатке принято выбирать ниспадающий режим обжатий, т.е. при переходе к каждой последующей операции обжатие и коэффициент вытяжки должны уменьшаться.

Одним из основных критериев эффективности процесса прошивки заготовок и раскатки гильз на двухвалковых станах винтовой прокатки, оценки энергопотребления и экономичности этих процессов является удельный расход энергии. На удельный расход энергии при винтовой прокатке влияет ряд технологических факторов: коэффициент вытяжки, угол подачи, условия скольжения металла относительно инструмента в очаге деформации и др. [4, 5].

Анализ существующей таблицы прокатки на мини ТПА 70–270 показал, что в настоящее время используются режимы обжатий,

обеспечивающие коэффициент вытяжки при раскатке гильзы выше, чем при прошивке. Например, при производстве труб диам. 153,7–269,9 мм, используемых в качестве муфтовых заготовок, коэффициент вытяжки при прошивке находится в пределах 1,30–1,66. На следующей операции раскатки коэффициент вытяжки возрастает до 1,65–1,90. При калибровании трубы обжатие по диаметру незначительно (1–3%) и необходимо лишь для получения качественной наружной поверхности и точных размеров по диаметру.

В результате анализа фактических значений энергосиловых параметров процессов прошивки и раскатки также было отмечено, что при раскатке потребляемая мощность значительно выше, чем при прошивке, что отрицательно влияет на надежность эксплуатации оборудования.

Распределение вытяжки между операциями прошивки и раскатки может варьироваться в широких пределах в зависимости от размеров получаемых гильз и особенностей последующих технологических операций. На основе статистической обработки данных по качеству труб за полуторагодовой период работы мини ТПА 70–270 установлено, что для получения гильз с эффективным выглаживанием по наружной поверхности и минимальным отклонением по наружному диаметру коэффициент вытяжки при раскатке должен быть на 20–30% ниже, чем при прошивке (рис. 2).

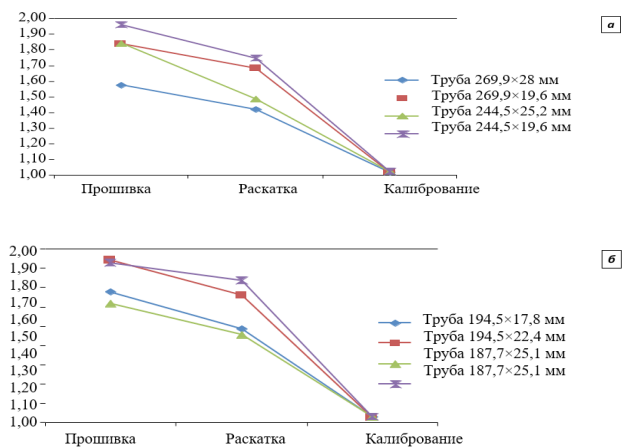


Рисунок 2 – Распределение коэффициентов вытяжки при прокатке труб:

а – диам. 269,9 и 244,5 мм; б – диам. 194,5 и 187,7 мм

В то же время наиболее точные по размерам гильзы при прошивке удается получить, если соотношение  $D/S = 5,5-7,5$ . С точки зрения проработки структуры металла целесообразно вести прошивку с некоторым уменьшением диаметра гильзы по отношению к диаметру заготовки или его увеличением («подъемом») до 5%, а раскатку, наоборот – с увеличением диаметра раската по отношению к гильзе; при этом реализуется наиболее естественная схема течения металла с минимальным скольжением относительно рабочих валков.

На основе этого разработана таблица прокатки на мини ТПА 70–270 с рациональными коэффициентами вытяжки на операциях прошивки и раскатки. Как видно из представленных графиков (см. рис. 2), на операции прошивки коэффициенты вытяжки находятся в пределах 1,50–1,90, при раскатке гильзы  $\mu = 1,25-1,80$ , а при калибровании трубы по диаметру и ее правке коэффициенты вытяжки снижаются до 1,02–1,05. Расчеты и экспериментальные данные, полученные в процессе работы мини ТПА 70–270, свидетельствуют, что перераспределение вытяжки сопровождается повышением потребляемой мощности на двигателях главного привода и крутящего момента на шпиндельных устройствах главного привода на 15–20%, что допустимо по техническим характеристикам шпиндельных устройств и приводов. Валковые узлы имеют значительный запас прочности. Предложенные режимы прошивки и раскатки рассмотрены с точки зрения энергоэффективности процессов. Понятие показателя эффективности процесса винтовой прокатки [4] для углеродистых сталей учитывает влияние коэффициента вытяжки на скольжение металла в очаге деформации по следующим зависимостям:

$$\eta_0 = 0,63 + U_0 + U_n + 0,07 \xi + 0,037 D_0 S_2 / D_2$$

$\eta_{э.п} = \eta_0(1 + \mu) / 2\mu\eta_t$ ,  
 где  $U_0$  – обжатие заготовки перед носком оправки;  
 $U_n$  – обжатие заготовки в пережиме валков;  
 $\xi$  – коэффициент овализации;  
 $D_0$  – диаметр заготовки;  
 $D_t, S_t$  – диаметр и толщина стенки гильзы;  
 $\eta_0, \eta_t$  – коэффициенты осевой и тангенциальной скоростей.

Показателя эффективности винтовой прокатки  $\eta_{\text{п}}$  должен превышать значение 0,5. В предлагаемом распределении деформации между операциями прошивки и раскатки при обжати в пережиме  $U_{\text{п}} = 12\%$  (0,12), обжати перед носком оправки  $U_{\text{о}} = 6\%$  (0,06), коэффициенте овализации 1,10 коэффициент осевой скорости  $\eta_{\text{о}}$  и показатель  $\eta_{\text{п}}$  в зависимости от геометрических параметров исходных заготовок ( $D_{\text{о}}$ ) и получаемых гильз и труб ( $D_{\text{г}}$ ,  $S_{\text{г}}$ ) находятся в пределах 0,78–0,82 и 0,63–0,75 соответственно, т.е. процессы прошивки и раскатки являются эффективными.

Проанализированы режимы обжатий и силовые параметры прокатки, используемые для получения муфтовой заготовки на мини ТПА 70–270. Были предложены новые режимы деформации и распределение коэффициентов вытяжки на операциях прошивки и раскатки трубы, обеспечивающих повышение качества производимой продукции. Предлагаемые режимы позволяют более рационально перераспределить силовую загрузку оборудования, а также обеспечить получение качественных горячекатаных труб.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гончарук А.В., Зимин В.Я., Романцев Б.А. и др. Освоение производства бесшовных труб // Производство проката. 2009. № 6. С. 32–34.
- 2 Голубчик Р.М., Меркулов Д.В., Клемперт Е.Д. и др. Работа при винтовой прокатке // Металлы. 2011. № 3. С. 38–43.
- 3 Романцев Б.А., Алещенко А.С., Гончарук А.В. К вопросу эффективности ведения процесса прошивки в станах винтовой прокатки // Сталь. 2010. № 12. С. 47–48.
- 4 Pschera R., Klarner J., Sommitsch C. Modelling the forming limit during cross-rolling of seamless pipes using a modified continuum damage mechanics approach // Steel Research Int. 2010. No. 8. P. 686–690.
- 5 Kazutake Komori. Simulation of Mannesmann piercing process by the three-dimensional rigid-plastic finite-element method // Mechanical Sciences. 2005. No. 47. P. 1838–1853.

## ВЛИЯНИЕ ЦИКЛА И ЗАГРУЗКИ ЛИНИИ НА КАЧЕСТВО ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ НА ПРИМЕРЕ ЛИНИИ ГОРЯЧЕГО ПРОКАТА ТРУБОПРОКАТНОГО ПРОИЗВОДСТВА

ЗИНГЕР А. А.  
магистрант, НАО «Торайгыров университет», г. Павлодар  
БОГОМОЛОВ А.В.

к. т. н., профессор кафедры «Металлургия», НАО «Торайгыров университет», г. Павлодар

Качество продукции формируется как на этапах ее разработки и проектирования, так и на стадии изготовления и в дальнейшем поддерживается на этапе эксплуатации. На каждом этапе на качество влияют определенные условия и факторы.

Под условиями обеспечения качества продукции понимаются производственные обстоятельства, обстановка, среда в которых действуют факторы обеспечения качества продукции [1, с.59].

С другой стороны, внедрение изменений в технологический процесс неизбежно приводит к изменению машинного времени. Так, в случае применения термической обработки, время нагрева зависит от многих факторов: температуры и характера нагревающей среды, размеров и формы нагреваемых деталей, способа их укладки в печи, теплопроводности металла и др. Точно учесть влияние всех этих факторов трудно, а в ряде случаев просто невозможно [2, с. 56].

Таким образом, важно чтобы качество продукции на предприятии изучалось всесторонне с использованием научных методов. Одним из подобных методов является анализ качества продукции относительно различных факторов, прямо или косвенно влияющих на технологический процесс.

В рамках настоящей статьи будет исследовано влияние цикла и загрузки линии горячего проката на качественные характеристики продукции, проверяемой на линиях проверки качества ТОО «KSP Steel».

Процесс производства трубы происходит следующим образом: круглая литая заготовка поступает на линию горячего проката, на которой режется, нагревается, прошивается и прокатывается до получения трубы требуемой длины и толщины стенки. Затем, если необходимо, труба проходит термообработку или сразу же идет на линию проверки качества и линии чистовой обработки. Таким образом, линия горячей прокатки предназначена для преобразования литой заготовки в полуку с определенным диаметром и толщиной стенки [3].



Учитывая значительный агрегатный состав оборудования, необходимо исследовать влияние среднего цикла прокатки трубы на всей линии при стабильной ее работе на качество конечной продукции.

Цикл – суммарное время последовательного выполнения всех операций конкретного оборудования в рамках технологического процесса. На линии горячего проката цикл работы линии определяется временем выдачи заготовки с карусельной печи.

Загрузка линии при этом определяется как процент фактически прокатанной продукции от теоретически возможного объема.

Для сравнения качества продукции был определен прокат типоразмеров согласно таблице 1 различных смен в период июня-августа 2019 года.

Таблица 1 – Типоразмеры и нормативно-техническая документация

№	Серия заготовки	Типоразмер	Нормативно-техническая документация
1	ø210	73x5,5	ГОСТ 633-80, ТУ 14-3Р-55-2001
		73,02x5,51	API 5СТ, ГОСТ 31446-2017, ГОСТ Р 53366-2009
2	ø300	178x9,2	ГОСТ 632-80, ТУ 14-3Р-29-2007
		177,8x9,19	API 5СТ, ГОСТ 31446-2017, ГОСТ Р 53366-2009

Выбор типоразмеров обусловлен их частой встречаемостью и прокатом в разных сериях. Так, за период 2019 года, прокат типоразмеров 73x5,5 и 73,02x5,51 составил величину до 22,0 % от проката малой серии заготовки ø210 мм, типоразмеров 178x9,2 и 177,8x9,19 составил величину 36,0 % от проката большой серии заготовки ø300 мм.

Учет бракованной продукции производился на основании данных с участка неразрушающего контроля линии С1 для типоразмеров 73x5,5 и 73,02x5,51 и линии С2 для типоразмеров 178x9,2 и 177,8x9,19.

Участок неразрушающего контроля – предназначен для контроля качества трубной продукции и состоит из трёх линий. На двух линиях контроля качества производится электромагнитная дефектоскопия тела трубы на наличие продольных и поперечных несовершенств, ультразвуковая толщинометрия и гидростатические испытания внутренним давлением. На третьей линии производится

ультразвуковая дефектоскопия тела трубы на наличие продольных, поперечных, наклонных дефектов, расслоение, а так же ультразвуковая толщинометрия со 100% охватом поверхности трубы [3].

На основании данных среднего цикла между заготовками и суммарной загрузки линии, полученных с помощью информационных систем, были построены зависимости процента брака по линиям участка неразрушающего контроля соответственно типоразмерам от цикла и загрузки линии соответственно (Рисунок 1-4).

Норма цикла для типоразмеров 73x5,5 и 73,02x5,51 составляет 58 секунд, норма цикла для типоразмеров 178x9,2 и 177,8x9,19 составляет 70 секунд.

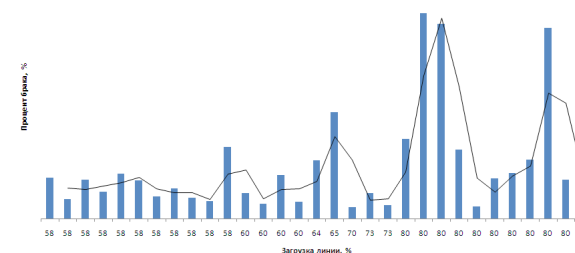


Рисунок 1 – Диаграмма зависимости процента брака на типоразмерах 73x5,5 и 73,02x5,51 от загрузки линии

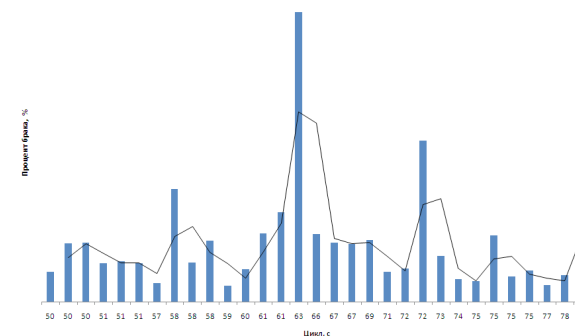


Рисунок 2 – Диаграмма зависимости процента брака на типоразмерах 73x5,5 и 73,02x5,51 от цикла работы линии



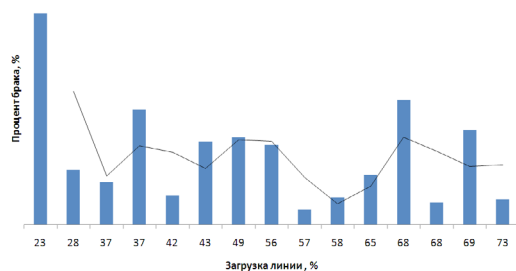


Рисунок 3 – Диаграмма зависимости процента брака на типоразмерах 178x9,2 и 177,8x9,19 от загрузки линии

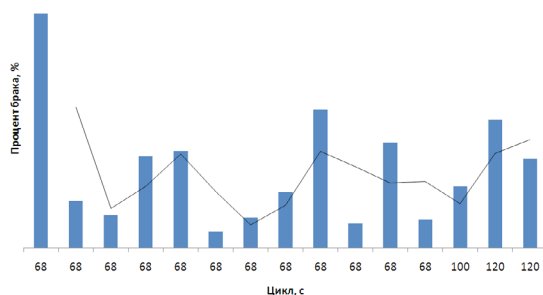


Рисунок 4 – Диаграмма зависимости процента брака на типоразмерах 178x9,2 и 177,8x9,19 от цикла работы линии

Таким образом, по результатам проведенного анализа установлено, что цикл и загрузка линии горячего проката непосредственно не оказывает существенного влияния на процент брака на участке неразрушающего контроля, учитывая отсутствие четко прослеживаемой линии тренда.

Процент брака определяется, прежде всего, состоянием технологического инструмента линии горячего проката, поэтому с целью улучшения качества продукции необходимо организовать всесторонний контроль над состоянием технологического инструмента.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Прохоров Ю. К. Управление качеством : Учебное пособие – СПб.: СПбГУИТМО, 2007. – 144 с.

2 Райцес В.Б. Термическая обработка: В помощь рабочему-термисту– М.: Машиностроение, 1980. – 193 с.

3 Технологический процесс // KSP Steel производитель стальных бесшовных труб [Электронный ресурс]. – URL: <https://kspsteel.kz/ru/proizvodstvo/tekhnologicheskij-protsess> [дата обращения 17.03.2021].

## ҚҰРАМЫНДА АЛЮМИНИЙ БАР ШИКІЗАТТЫ ӨҢДЕУ ТӘСІЛДЕРІ

КАЛИАКПАРОВ А. Г.

т.ғ.д., профессор, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

ЖАРМАГАМБЕТОВА А. К.

магистрант, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

Қазіргі уақытта алюминий кендерінен таза алюминий оксидін алудың бірқатар әдістері ұсынылды. Алайда, олардың аз ғана бөлігі осы салада практикалық тәжірибеден өтті. Алюминий оксидінің амфотериялық табиғаты оны орман ваннасынан сілтімен және қышқылдармен алуға мүмкіндік береді. Негізінде, қазіргі уақытта белгілі алюминий оксидін алу әдістерін үш топқа бөлуге болады: сілтілі, қышқыл және электротермиялық әдістер. Қазіргі алюминий өнеркәсібінде алюминий өндірісі үшін сілтілі әдістер кеңінен қолданылады.

Қышқыл әдістермен кенді минералды қышқылдардың ерітіндісімен өңдейді ( $H_2SO_4$ ,  $HCl$ ,  $HN_3$  және т.б.), нәтижесінде оның құрамындағы алюминий оксиді алюминийдің тиісті тұзына айналады ( $Al_3(SO_4)_3$ ,  $AlCl_3$  және т.б.), оның ыдырауы кезінде алюминий оксиді гидраты шығады; соңғысын кальцийлеу кезінде суыз алюминий оксиді пайда болады.

Сонымен, электротермиялық әдістерде глинозем қоспаларды азайту және балқытылған алюминий оксидін (Холл және Хаглунд әдістері) алу үшін электр пештерінде кенді (әдетте бокситтерді) көмірмен балқыту арқылы алынады. Таза алюминий оксидін алудың ұсынылған әдістерінің көптігі және олардың әртүрлілігі, біріншіден, әртүрлі кен түрлерінің (боксит, нефелин, алунит, каолин) болуына,

екіншіден, осы кендердегі белгілі бір қоспалардың көп немесе аз болуына байланысты.

Алюминий оксидін алюминийдің әртүрлі минералдарынан оның амфотериялық қасиеттерінің болуына байланысты сілтілі және қышқыл әдістермен алуға болады. Сонымен, қышқыл өңдеу әдісін қарастырайық.

Темір болмаған кезде және Кендегі кремнийдің көп мөлшері болған кезде, қышқыл өңдеудің ең тиімді әдістері болып табылады, оның мәні шикізатты қышқыл ерітіндісімен өңдегеннен кейін аз еритін  $\text{SiO}_2$  (сиштоф) қосылысын шығаруға дейін азаяды. Олардың барлығы шаймалау процесінің басында кенге көп мөлшерде кремний бөлінуімен сипатталады.

Қышқылдарды пайдалану кезінде шикізатты байыту, әктас пен соданы пайдалану, ерітінділерді тұзсыздандыру алынып тасталады; көптеген қышқылдық әдістерде материалды тұтыну азаяды.

Барлық минералды қышқылдарды алюминий кендерінің үлкен көлемін ыдырату үшін қолдануға болады. Күкірт, күкірт, тұз және азот қышқылдарының практикалық маңызы бар; оларды қолдану арқылы ең көп жұмыс жүргізіледі. Қышқылды таңдау Шикізат минералогиясының нақты жағдайларына байланысты.

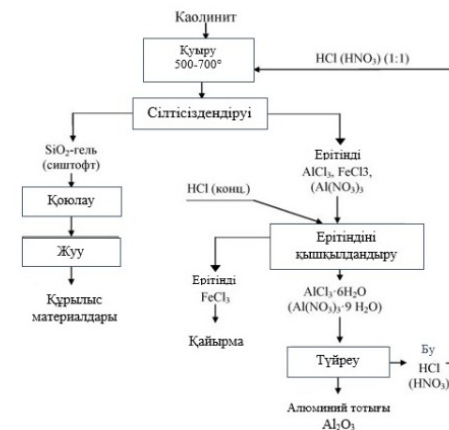
Үлкен көлемдегі шикізаттан алюминий оксидін алудың қышқылдық әдістері келесі негізгі модификациялардан тұрады:

- кенді бастапқы өңдеу (сусыздандыру немесе күйдіру);
- алюминий оксиді балшықтарын аудару;
- алюминий аралығын жарықтандыру және тазарту;
- аралық қосылысты алюминий оксидімен бөлу;

Алайда, қышқылдық әдістер де кемшіліктермен сипатталады: қымбат қышқылға төзімді құрылғыларды пайдалану қажеттілігі, сонымен қатар алынған алюминий оксидінің құрамы мен физика-химиялық қасиеттері сілтілі әдістермен өнеркәсіпте алынған алюминий оксидінен айтарлықтай ерекшеленеді.

Негізінен қышқыл әдістері саз, каолин кендері мен алуаниттерді өңдеуде ұсынылады. Ұсынылған схемаларда ең негізгі бастапқы операция – бұл атыс, өйткені каолинит қышқылдарда өте баяу ериді.

Алюминий өндірісінің схемалық схемасы 1-суретте көрсетілген.



Сурет 1 – Глиноземді алудың тұз және азот қышқылының схемалық диаграммасы

Бұл әдіс арнайы мақсаттарда қолданылатын алюминий оксидін алу үшін тиімді болуы мүмкін (сорбенттер, катализатор тасымалдаушылар және т.б.). Тұз қышқылы әдістерінің артықшылықтарына алюминий хлоридінің термиялық ыдырауы кезінде қышқылды қалпына келтірудің жеңіл шарттары жатады. Тұз қышқылының әдістерінде бірқатар маңызды кемшіліктер бар. Бұл негізінен жылу бұзылыстарының көп болуына, тұз газын салқындатудың қымбат жұмысына, темір мен басқа қоспаларды кетіру үшін бастапқы ерітіндінің бір бөлігін мезгіл-мезгіл алып тастауға, тұз қышқылының жоғары агрессивтілігіне және жоғары өзгергіштігіне байланысты.

Қышқыл технологиясы бойынша алынған глинозем дисперсияның жоғарылауымен сипатталады, темір мен күкірттің қалдық мөлшерімен ластанған. Бүгінгі күні алюминийді электролиттік өндіру үшін қышқыл технологияларының көмегімен алынған глиноземді пайдаланудың өнеркәсіптік тәжірибесі жоқ.

Алюминий оксидін өндірудің қышқылдық әдістері келесі кемшіліктерге байланысты өнеркәсіптік масштабта іс жүзінде қолданылмайды:

- шикізатты жағу қажеттілігіне байланысты энергияны көп қажет ететін жұмыс;

- арнайы қышқылға төзімді жабдықты пайдалану қажеттілігі, оның құны қарапайым болат құрылғыларға қарағанда әлдеқайда жоғары;

- кремнийлі тұнбаны бөлу және жуудағы қиындықтар-сиштоф;

- қайтарымсыз шығындарға байланысты қышқылдың үлкен шығыны;

- барлық операциялардың еңбек сыйымдылығы;

- денсаулыққа зиянды;

- ерітінділерді майсыздандыру күрделілігі.

Осыған сүйене отырып, шикізатты қышқылмен өңдеудің аралық өнімдері (қоспалармен ластанған алюминийдің негізгі және қышқыл тұздары, алюминий, алюминий оксиді) сілтілік ерітіндіге синтездеу немесе Ва әдісімен аударылатын аралас қышқыл-негіз әдістері мен схемалары практикалық қызығушылық тудырады.

Қышқылдық әдістер қазіргі уақытта алюминий өнеркәсібінде алюминий өндірісі үшін іс жүзінде қолданылмайды, сілтілік әдістерге артықшылық беріледі. Бұған қышқыл әдістерінің сипаттамалары кедергі келтіреді, бұл оларды сілтілі әдістерге қарағанда қымбат етеді.

Осы функциялардың ең маңыздыларын атайық:

- сілтілермен салыстырғанда қышқылдар әдетте қымбат өнімдер болып табылады;

- алюминий оксидін қышқыл әдісімен темір қоспаларынан толық тазарту айтарлықтай қиындық тудырады;

- барлық жабдықтар қышқылдарға төзімді болуы керек (қорғасын, керамика және т. б.), сондықтан темір жабдықтары сілтілі әдістерге қарағанда қымбатырақ;

- қышқылдарды қалпына келтіру айтарлықтай қиындықтар мен шығындармен байланысты, ал сілтілер салыстырмалы түрде жеңіл және жеткілікті толық болған кезде қайтадан процеске қайтарылуы мүмкін.

Алайда қышқыл әдістерін қолдану орынды болуы мүмкін, мысалы, бірқатар құнды жанама өнімдер беретін шикізатты өңдеу кезінде. Қышқылдық әдістердің басты артықшылығы-олар жоғары кремнийлі шикізатты глиноземге өңдеуге мүмкіндік береді. Бұл, әрине, негізінен каолиндерге қатысты, олардың қоры Алюминий өнеркәсібі үшін таусылмайтын минералды негіз болып табылады.

Глиноземді өндірудің термиялық әдісі. Бұл әдісті 1900 жылы ғалым Холл ашқан. Ол егер бокситті қалпына келтіретін балқыту жүргізілсе, онда темір мен кремний оксидтері темір мен кремнийге

дейін қалпына келтірілуі мүмкін, ал оттегіге жақын алюминий түрінде қалады, яғни тотықсыздану нәтижесінде біз кремниймен ластанған темірді және негізінен глинозем орналасқан шламды аламыз.

Тәсіл мынадай түрде жүзеге асырылады: боксит ұсақталғаннан кейін кокспен брикеттеледі; брикеттер электр доғалы пештерде қалпына келтіру балқытуынан өтеді. 99,9% тұратын алынған шламның жоғары жеңілдігі бар, яғни шлам мен металдың тамаша стратификациясы байқалады. Бірақ бұл технологияның бірқатар кемшіліктері болды:

- титан да оттегіге өте жақын және балқыту кезінде металға қалпына келмейді, бірақ шлакқа айналады, глиноземді ластайды;

- осы технология бойынша алынған глинозем 100% а-модификациясынан тұрады -  $\alpha$ -(корунд), ол электролиз кезінде электролитте нашар ериді;

- салқындаған кезде шлак монокристаллға айналады, оның қаттылығы Моос шкаласы бойынша 9 бірлікке жетеді (алмаздың қаттылығы - 10 бірлік).

Бұл технологиямен алынған лас балқытылған алюминий оксиді алунд деп аталады; ол тигельдерді, отқа төзімді заттарды, термометр қақпақтарын және т.б. өндіру үшін қолданылады, 1918 жылы бокситтерге бұл қыздыру әдісі қосылды. Шихтаға әктас ( $\text{CaCO}_3$ ), әктас және кварц ( $\text{SiO}_2$ ) қосылды. Сондықтан ферросилиций алу және құрамында глинозем бар шлақты ыдырату арқылы төмен сапалы боксит глиноземін алудың өзіндік әдісі ұсынылды.

Қоспаны ұнтақтауға арналған байланыстырғыш ретінде әк қоспаға қосылады, Fe-Si шартты ферросилиций алу үшін кварц қоспаға қосылады, оның құрамында 70% Si болуы керек. Сонымен қатар, кварц шлақтың аққыштығын жақсарту және бикальций силикатын алу үшін қосылады. Егер қожда осы элементтің тек 9%-ы болса, онда бұл салқындату кезінде шлақты ұсақ ұнтаққа (өздігінен ұсақталған шлак деп аталатын) ыдырату үшін жеткілікті.

Көптеген елдерде тау-кен өнеркәсібінің дамуы және олардың халықаралық саудадағы өнімдерінің ұлғаюы екі маңызды мәселеге ықпал етті. Ірі импорттаушы елдер әртүрлі өндірістік базаны құру үшін қажетті шикізатты алды. Экспорттаушы елдер кірістерден басқа, олардың экономикасын одан әрі дамытуға қызмет ететін кенді қайта өңдеу және қайта өңдеу технологияларын сатып алды.

Пайдалы компоненттердің шоғырлану дәрежесі олардың жер қыртысындағы салыстырмалы құрамымен және белсенді физика-

химиялық процестердің күрделілігімен анықталады. Барланған кен орындарын өнеркәсіптік игерудің орындылығы Экономикалық даму деңгейі мен техникалық прогресс сияқты факторлармен айқындалады. Жаңа технологиялық әзірлемелер алынған кеннен пайдалы компоненттерді алу мүмкіндігін ашты. Мұндай кен орындарын игеру «пайдалы қазбалар қоры» ұғымы қатып қалған санат емес екенін көрсетеді. Өнімнің өзіндік құнының төмендеуіне әкелетін технологиялық жетістіктер немесе минералды шикізаттың белгілі бір түріне бағаның өсуіне ықпал ететін экономикалық факторлар бұрын өнеркәсіптік болып саналған, бірақ өнеркәсіптік емес минералды ресурстарды жіктеуге мүмкіндік береді.

Таяу болашақта отандық алюминий өнеркәсібінің алдында тұрған маңызды проблемалардың бірі Қазақстанның алюминий зауыттарын глиноземмен жабдықтау болып табылады. Кеңес Одағы ыдырағаннан кейін және Югославия мен Венгриядан алюминий балқыту тоқтатылғаннан кейін, бұл бұрынғы мүше мемлекеттер Достастығы шеңберіндегі ұзақ мерзімді келісімдер аясында жасалды. 1998 жылы глинозем тапшылығы 3,64 миллион тоннаны немесе оған деген жалпы сұраныстың 60%-ын құрады, оның 1,77 миллион тоннасы Украина мен Қазақстаннан (Николаев глинозем зауыты және Павлодар алюминий зауыты) жеткізілімдермен қамтамасыз етілді. Тапшылықтың қалған бөлігі 1,87 млн тонна әлемдік нарықтан глиноземді жеткізу есебінен жабылды.

Мұндай жағдайларда отандық шикізат негізінде глинозем өндірісі бойынша жаңа қуаттар құру, сондай-ақ оны қайта өндеудің жаңа тәсілдерін іздестіруде тұрақты қажеттілік бар.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1 Арефьев Б. А. Оптимизация инерционных процессов. Л. «Машиностроение», 1969г, 160 с. Богданов А. В. и др. Оперативный прогноз изменения сводных ТЭП производства глинозема с помощью математических моделей. Отчет по НИР. Л.: ВАМИ, 1989г.

2 Арлюк Б. И. Разработка критерия оценки качества нефелинового сырья при его переработке на глинозем, содопродукты и цемент по технологии спекания // Цветные металлы. 1992. - № 11. - С. 41-45. Т. Б. Потапова, Н. М. Зайцева. Оптимизация концентрационного режима глиноземного режима. Ж «Цветные металлы», №2, 1996г.

3 Беликов Е. А., А. А. Кузнецов, Р. Г. Локшин. Современный подход к созданию АСУТП в производстве глинозема //

Современные тенденции в развитии металлургии легких металлов: к 70-летию ВАМИ: сб. науч. тр. СПб.: ВАМИ, 2001.-С. 262-270.10. Чаки Ф. Современная теория управления. М. «Мир», 1975г.

4 Давыдов И. В., Боровинский В. П., Москаленко Ю. И. Новые аппараты для разложения алюминатных растворов и разделения суспензий гидроксида алюминия // Цветные металлы. -1991. № 9. - С. 22-24.11. Сб.: «Методы оптимизации автоматических систем». Под ред. Я. З. Цыпкина. М., «Энергия», 1972г.

5 Иванов А. И., Насекан Ю. П. Некоторые аспекты совершенствования технологии производства глинозема по способу Байера // Научно-техническая конференция, Николаев, 2000: сб. науч. докл. / Николаевский глиноземный завод. Николаев, 2000.

6 Росин М. Ф., Булыгин В. С. Статистическая динамика и теория эффективности систем управления. М.; Машиностроение, 1981 г.

7 Смирнов В. С. И др. Вопросы энергосбережения в производстве глинозема // Пятая региональная научно-практическая конференция «Алюминий Урала»/ Богословский алюминиевый завод. Краснотурьинск, 2000.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ ЖЕЛЕЗОРУДНОГО АГЛОМЕРАТА ИЗ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ОТХОДОВ

КЕНЖЕБЕКОВА А. Е.

докторант, Торайгыров университет, г. Павлодар

ЖУНУСОВА А. К.

ст. преподаватель, Торайгыров университет, г. Павлодар

ЖУНУСОВ А. К.

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

В настоящее время на рынке металлошхты образовалась ситуация, повлекшая за собой значительный рост цен на металлолом, что побудило коммерческие и технические службы предприятий, использующих при выплавке стали в основном металлический лом, заняться поисками альтернативных материалов. Для таких электросталеплавильных предприятий, как ТОО «KSP Steel» и ПФ ТОО «Кастинг» Павлодарской области, имеющих ограниченные ресурсы металлолома, эта проблема является одной из самых актуальных [1, 2].

Кроме того, накопленные в настоящее время запасы прокатной окалины (с текущими образованиями 10 тыс. тонн в год) и пыли

газоочистки (около 2 тыс. т в год) оказывают серьезное экологическое воздействие на окружающую среду. Исходя из этого, технологическая цепочка получения и применения агломерата в составе шихты для электроплавки является вполне приемлемой для предприятий, при этом можно достичь высокого экономического результата. Учитывая, что среднее содержание железа в вышеперечисленных отходах составляет не менее 50 %, а в окалине свыше 70 %. Главной составляющей гранулометрического состава предлагаемых к исследованию отходов является фракция – 0,10–1,0 мм, содержание которой достигает 70 %. Поэтому данные отходы необходимо подвергать окускованию (агломерации). Химический состав исследуемых материалов представлен в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Химический состав прокатной окалины

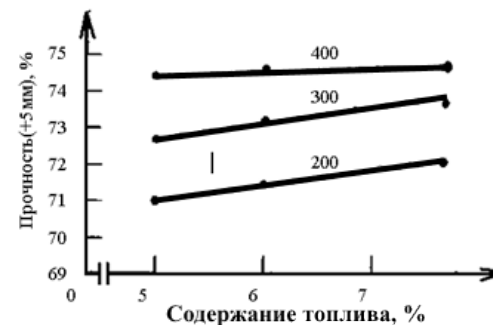
Наименование	Fe <sub>общ</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	MnO	C
Прокатная окалина с МНЛЗ						
Проба № 1 (ПО)	75,7	60,3	41,2	0,6	1,7	0,12

Таблица 2 – Химический состав аспирационной пыли

Наименование материала	Fe <sub>общ</sub>	SiO <sub>2</sub>	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	S	P	C
Аспирационная пыль ТОО «KSP Steel»									
Проба № 2 (АП)	51,5	1,4	2,2	3,1	2,9	3,3	0,025	0,002	3,2

Опыты проводили с двумя отходами, прокатной окалиной (ПО) и аспирационной пылью (АП). При спекании шихт ПО наивысшую холодную прочность (74,3–74,8 %) имели агломераты, полученные в высоком слое (400 мм). Данные опытов представлены в таблице 3 и рисунке 1.

Из рисунка 1 видно, что при высоте слоя 400 мм изменение количества топлива в нем от 5,0 до 7,5 % уже практически не влияет на прочность. При увеличении высоты слоя с 200 до 400 мм при любых исследованных исходных содержаниях топлива холодная прочность незначительно, но монотонно возрастала (с 71,0–73,0 % до 74,5–75,0 %).



Цифры у кривых – высота слоя, мм.

Рисунок 1 – Влияние содержания топлива в шихте прокатной окалины на прочность агломерата

Таблица 3 – Усредненные характеристики шихты, показатели спекания и качества агломерата (по 3-4 опытам)

Шихта	Высота слоя, мм	Содержание топлива, %		Вес влажной шихты, кг	Время спекания, мин	Скорость спекания, мм/мин	Выход спека, кг	Выход годного (+10), %	Производительность, т/м <sup>2</sup> ч	Прочность (+5 мм), %	Истираемость (-0,63 мм), %
		Влага, %	Содержание топлива, %								
Прокатная окалина	100	5.0	6.4	5.64	7.5	13.3	4.40	74.6	0.76	-	-
		6.0	6.5	5.60	7.7	13.0	4.33	74.9	0.78	-	-
		7.5	6.5	5.60	7.4	13.3	4.34	75.5	0.76	-	-
	200	5.0	6.4	11.35	15.2	13.2	8.85	78.8	0.80	71.0	6.1
		6.0	6.5	11.35	15.6	12.8	8.78	80.1	0.78	71.5	5.9
		7.5	6.5	11.28	14.8	13.5	8.67	79.7	0.81	72.1	5.9
	300	5.0	6.5	17.03	21.6	13.9	13.18	83.0	0.88	72.6	6.2
		6.0	6.5	17.03	22.4	13.4	13.11	82.6	0.84	73.3	6.2
		7.5	6.6	16.82	21.5	13.9	12.82	84.2	0.87	73.8	6.1
400	5.0	6.5	22.62	29.0	13.8	17.36	83.4	0.88	74.3	7.6	
	6.0	6.45	22.42	29.4	13.6	17.32	84.3	0.86	74.5	6.6	
	7.5	6.6	22.50	28.4	14.1	17.04	85.9	0.91	74.8	6.5	

Аспирационная пыль	220	5.0	8.7	12.93	20.6	10.7	10.95	61.4	0.57	68.2	6.8
		6.0	8.65	12.86	19.5	11.3	10.82	63.5	0.61	68.9	6.6
		7.0	8.7	12.87	21.2	10.4	10.71	66.4	0.58	71.4	5.4
	400	6.0	8.7	23.48	37.7	10.6	19.69	70.4	0.64	73.0	7.9
		7.0	8.7	23.46	39.2	10.2	19.48	72.1	0.62	73.9	7.6

Как показали опыты, в рассмотренном интервале истираемость агломерата (ПО) слабо зависит как от количества топлива, так и от высоты слоя шихты.

Несколько иные результаты были получены в ходе испытаний агломератов из аспирационной пыли (АП). Рост количества топлива с 5,0 до 6,0 % при постоянной высоте слоя 220 мм мало влияет на прочность и истираемость агломерата.

При дальнейшем повышении количества топлива до 7,0 % прочность агломерата резко возрастает (с 68,9 до 71,4 %), и истираемость уменьшается с 6,6 до 5,4 %. Что касается выхода годного агломерата, то его количество при спекании шихт прокатной окалины с различным содержанием топлива возрастает при увеличении высоты слоя со 100 до 400 мм на 8.8–9.4 %.

При постоянной высоте слоя (кроме 400 мм) увеличение концентрации топлива оказывает слабое влияние на выход фр.+10 мм. Изменение количества топлива с 5,0 до 7,0 % в шихте аспирационной пыли (Нсл = 220 мм) увеличило выход годного в среднем на 5,0 %.

На рисунке 2 представлены зависимости холодной прочности агломератов из прокатной окалины и аспирационной пыли. Как видно, увеличение доли перетекающего расплава приводит к пропорциональному и довольно значительному росту прочности и выхода годного агломератов (АП). Рост количества перетекающего расплава (ПО) приводит к повышению прочности агломератов только при высоте слоя 200 и 300 мм (соответственно на 1,0 и 0,8 %) и практически не меняет ее при Нсл=400 мм. Вероятно в этом случае уже при 5,0 % топлива в шихте достигается оптимальное (достаточное) развитие жидких фаз с определенными физико-химическими свойствами.

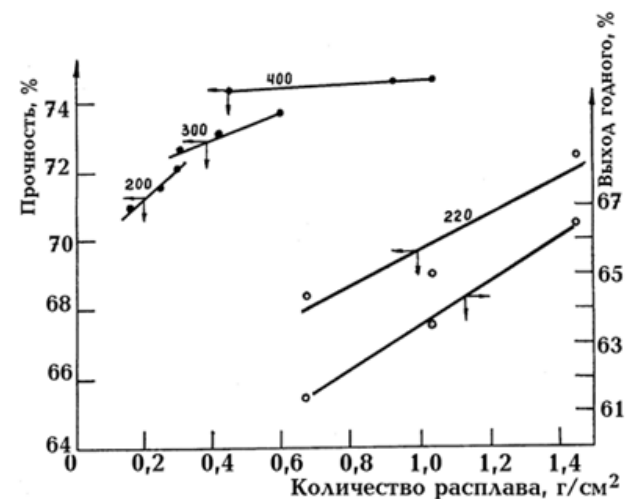


Рисунок 2 – Влияние количества перетекающего расплава на холодную прочность агломератов из ПО и из АП и выход годного агломерата (АП)

Таким образом, можно считать, что максимальная холодная прочность агломерата (ПО) достигается примерно при 0,5–0,6 г/см² перетекающего расплава. Полученные данные свидетельствуют о том, что наиболее целесообразным вариантом организации перетока такого количества расплава является не увеличение количества топлива, а повышение высоты спекаемого слоя.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Спанов С. С., Жунусов А. К., Толымбекова Л. Б. Опытнo-промышленная выплавка стали с применением ферросиликоалюминия в ТОО «KSP Steel» // *Металлург.* – Москва, 2016. – № 11. – С.43-47.
- 2 Жиембаева Д.М., Ахметов А.Б. Применение техногенных отходов сталеплавильного производства в металлургическом перделе // *Сб. докл. по материалам Межд. науч.практ.конф. «Проблемы и перспективы горно-металлургической отрасли: теория и практика».* – Караганды, 2013. – С.327-328.

## ПЕРЕРАБОТКА ОТРАБОТАННОЙ ФУТЕРОВКИ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ

КРИСПАЙ Д. М.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

ТОЛЫМБЕКОВА Л. Б.

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

АУБАКИРОВ А. М.

докторант, Торайгыров университет, г. Павлодар

Главной проблемой металлургических заводов на сегодняшний день является вопрос утилизации отходов предприятия. Одними из таких отходов является отработанная футеровка электролизера предприятия АО «Казахстанский электролизный завод» [1]. Хранение отходов футеровки электролизера представляет большую экологическую проблему вследствие того, что в процессе эксплуатации футеровка пропитывается фторсодержащими солями и другими компонентами, входящими в состав электролита [2].

Значительная часть отработанной футеровки скапливается вблизи алюминиевых заводов на специально оборудованных полигонах, где она находится в контакте с водой и воздухом и может образовывать токсичные соединения и щелочные растворы, способных привести к загрязнению грунтовых вод. В то же время отработанная футеровка представляет определенную ценность из-за наличия в ней фторидов и до 30 мас. % углерода. При этом фактическое содержание компонентов зависит от конкретных заводских условий: параметров работы электролизёров, конструкции и срока службы футеровки, качества футеровочных материалов и т.д. [2].

Многие разработанные технологии переработки отработанной футеровки с получением криолита, практиковавшиеся на некоторых алюминиевых заводах, с внедрением сухой газоочистки и переводом технологии электролиза на использование кислых электролитов, потеряли свою актуальность вследствие существенного снижения потребления криолита. Поэтому в настоящее время большее внимание уделяется технологиям получения фтористого алюминия, в том числе и из отработанной футеровки. В статье представлен краткий обзор известных технологий переработки отработанной футеровки алюминиевого электролизера. Предложена технология, позволяющая получить продукт (фтористый алюминий) с содержанием фтора 55–59 мас. %, и таким образом снизить на 4–6 кг/т  $Al$  потребление свежего  $AlF_3$ .

Ключевые слова: отработанная футеровка, электролизер, фтористый алюминий.

Согласно данным [3], отработанная футеровка содержит в среднем около 30 мас. % углерода, 30 мас. % огнеупоров и 40 мас. % фторсолей. Наибольшее содержание фторидов, алюминия и углерода наблюдается в подовых и боковых блоках угольной части отработанной футеровки алюминиевого электролизера, качественный состав которой приведен ниже [2], мас. %:  $C$  40–55;  $Na_3AlF_6$  15–25;  $NaF$  10–20;  $Al_2O_3$  5–6;  $CaF_2$  1–3;  $Al_4C_3$  5–10;  $Fe_2O_3$  2–3;  $Al_{мет}$  0,5–1,0;  $SiO_2$  1–2;  $CaO$  0–1,0;  $AlF_3$ ,  $Na_3Al_3F_{14}$ ,  $NaCN$ ,  $LiF$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $Ca$ ,  $Mg$  и др. 2–7. В течение длительного времени во многих странах ведутся исследования по поиску наиболее эффективного, простого и экономичного способа обезвреживания и регенерации фтора из фторуглеродсодержащих отходов [3–8].

Основными из них являются:

- нейтрализация токсичных включений и дальнейшее хранение отходов в отвалах;
- производство флюсующих добавок для сталелитейной отрасли;
- производство добавок для цементной промышленности;
- сжигание;
- щелочное или кислотное выщелачивание;
- флотация с извлечением криолита;
- пирогидролит или пиросульфолит;
- извлечение углеродной части и ее добавка в угольный катод или угольный анод;
- добавка к фтористому кальцию при производстве фтористого водорода;
- сернокислотное разложение при повышенных температурах.

В начале 1990-х годов на Ачинском глиноземном комбинате (АГК) было освоено производство криолита из отработанной футеровки щелочным способом. Перерабатывалось около 15 тыс. т футеровки в год с получением 5000 т криолита, однако производство было закрыто в связи с невостребованностью криолита и высоким содержанием в нем калия из-за использования каустической соды производства АГК.

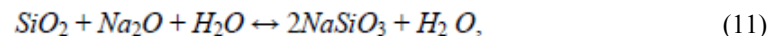
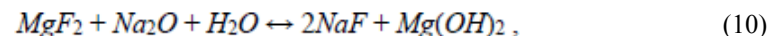
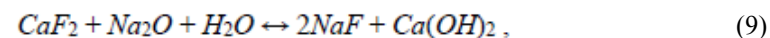
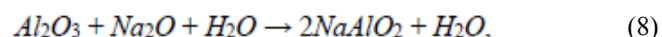
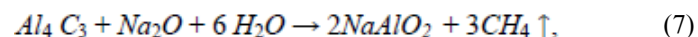
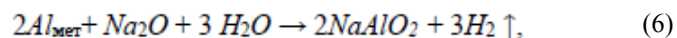
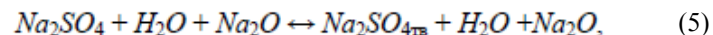
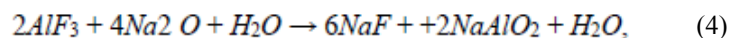
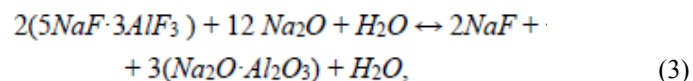
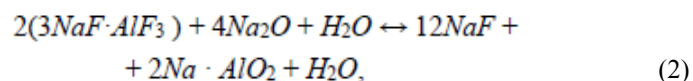
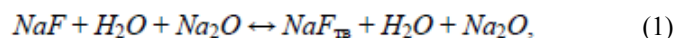
Основные параметры технологии переработки углеродсодержащей части отработанной футеровки щелочным способом следующие. Футеровка дробится и затем измельчается до крупности 50–200 мкм, что вызвано целесообразностью увеличения удельной поверхности и реакционной способности



перерабатываемого материала, с обеспечением возможности его дальнейшего отделения от жидкой фазы на промышленных вакуум-фильтрах или центрифугах.

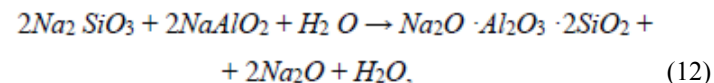
При недостаточном измельчении (крупность более 200 мкм) часть полезных компонентов из обрабатываемого материала не вскрывается, и эффективность процесса снижается. При тонком измельчении (менее 50 мкм) существенного повышения эффективности извлечения ценных компонентов не достигается, но при этом значительно возрастают энергетические затраты на помол. С целью предотвращения пыления измельчаемого материала и преждевременного начала нижеприведенных реакций выделения водорода (6) и метана (7), а также обеспечения безопасности процесса, измельчение отработанной углеродсодержащей футеровки проводят в водной среде при температуре до 60 °С и рН 6–8. Далее пульпа обрабатывается раствором каустической соды при рН 10–12 и температуре 80–100 °С в течение 4–10 ч. При этих параметрах процесса достигается обескремнивание раствора и максимальная эффективность извлечения фтора.

В целом взаимодействие обрабатываемого материала с раствором каустической соды происходит в соответствии со следующими основными реакциями:

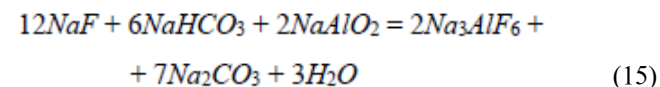
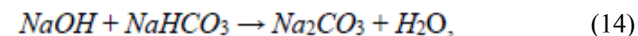
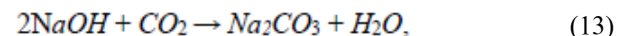


в результате которых образуется пульпа, содержащая твердую и жидкую фазы.

Твердая фаза, содержащая углерод, не растворившиеся и непрореагировавшие остатки – глинозем, часть соединений фтора, кальция, магния, кремния и соединений железа, отделяется фильтрацией или центрифугированием и в дальнейшем может быть переработана на углеродсодержащие продукты, например, топливные или восстановительные брикеты. Жидкая фаза представлена раствором фтористого натрия, алюмината натрия, сульфата натрия, соединениями кремния. После обескремнивания, осуществляемого в соответствии с реакцией:



из раствора осаждают криолит бикарбонатом натрия или углекислым газом в соответствии с реакциями:

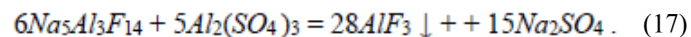
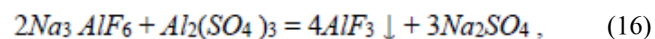


Оптимальными параметрами реакции криолитообразования являются: температура 80–90 °С; рН 9,6–10,2; дозировка алюминийсодержащего раствора – из расчета остаточного содержания фтористого натрия в маточных растворах 4–7 г/л [5, 9].

По аналогичной технологии могут перерабатываться и другие фторсодержащие отходы – хвосты флотации угольной пены, шламы газоочистки, твердые отходы со шламовых полей [3,5]. Таким

образом, при щелочной переработке фторуглеродсодержащих отходов может быть получен криолит, не имеющий достаточного спроса в промышленности. В условиях современной алюминиевой промышленности, использующей сухую очистку газов и кислые электролиты, наиболее привлекательным представляется получение из отработанной футеровки фтористого алюминия. Работы в этом направлении были начаты в ОАО «СибВАМИ» (г. Иркутск) и в дальнейшем продолжены в Иркутском национальном исследовательском техническом университете. К настоящему времени технология переработки регенерационного криолита во фтористый алюминий разработана, испытана в лабораторных условиях и запатентована.

Суть технологии заключается в том, что при температуре 550–600 °С криолит взаимодействует с сульфатом алюминия по следующим реакциям:



Полученный таким образом спек выщелачивается водой. При этом сульфат натрия практически полностью переходит в раствор, а фтористый алюминий остается в осадке и после фильтрации и сушки является товарным продуктом. Экспериментальные данные испытания технологии приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты испытания технологии извлечения фтористого алюминия из регенерационного криолита и избыточного электролита

Температура, °С	Анализ осадка, мас. %						Фазовый состав
	F	Al	Na	SO <sub>4</sub>	проч.	п.п.п.	
Исходный регенерационный криолит	45,6	14,32	31,0	4,8	1,8	2,48	Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
400	31,73	17,01	16,39	30,25	2,3	2,32	Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
500	49,3	26,67	8,4	10,2	2,9	2,53	AlF <sub>3</sub> , Na <sub>5</sub> Al <sub>3</sub> F <sub>14</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
550	57,1	32,92	2,12	2,3	3,16	2,4	AlF <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
600	57,3	32,5	2,02	2,2	3,63	2,35	AlF <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
700	50,1	35,2	4,2	3,1	5,5	1,9	AlF <sub>3</sub> , Na <sub>5</sub> Al <sub>3</sub> F <sub>14</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

550	50,5	26,8	7,1	10,6	2,6	2,4	AlF <sub>3</sub> , Na <sub>5</sub> Al <sub>3</sub> F <sub>14</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
550	57,0	32,6	2,2	2,3	3,7	2,2	AlF <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
550	49,3	25,5	7,8	12,1	2,5	2,8	AlF <sub>3</sub> , NaAlF <sub>4</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
550	50,2	37,1	1,7	2,1	6,1	2,8	AlF <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
550	47,9	22,9	11,2	13,1	2,7	2,7	AlF <sub>3</sub> , NaAlF <sub>4</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
550	57,3	33,1	1,9	2,0	3,1	2,6	AlF <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Исх электролит	52,63	15,5	25,7	0,08	4,89	1,2	Na <sub>5</sub> Al <sub>3</sub> F <sub>14</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Na <sub>3</sub> AlF <sub>6</sub>
550	55,1	32,7	2,4	2,2	5,8	1,8	AlF <sub>3</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>

Примечания: 1. Время обработки – 2 ч. 2. Избыток Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, % к стехиометрическому содержанию – 120. 3. Условия выщелачивания: T = 80 °С; τ = 30 ч; отношение Ж:Т = 4,1

Данные, представленные в таблице, показывают, что максимальное извлечение фтора наблюдается при обработке исходных материалов в течение 2 ч при температуре 550–600 °С. Продукт, получаемый по этой технологии, содержит, мас. %: F 55–59; Al 32–34; Na 2,0–2,5; SO<sub>4</sub> 2–3; потери при прокаливании 2,5–3,0 мас. %. Содержание примесей железа и кремния находятся в пределах требований нормативных документов к качеству фтористого алюминия.

Заключение. Данная технология позволит перерабатывать и другие фтор- и криолитсодержащие продукты. Реализация данной технологии приведет к снижению потребления «свежего» фтористого алюминия на 4–6 кг на тонну алюминия, сократить объем хранения фторсодержащих отходов, улучшить экологическую обстановку в районах расположения алюминиевых заводов

#### ЛИТЕРАТУРА

- Ибрагимов А.Т. Электрометаллургия алюминия. Казахстанский электролизный завод /А. Т. Ибрагимов, Р.В. Пак. – Павлодар: Дом печати, 2009. – 263 с.
- Мартин Сорлье. Катоды в алюминиевом электролизе. 2-е издание. / Мартин Сорлье, ХарольдА.Ойя. – Красноярск, 1997 г. – 460 с.
- Сорлье М., Ойя Х.А. Катоды алюминиевого электролизера. Красноярск :Версо, 2013. 720 с.

Савинова А.А. Проблема использования углеродсодержащих отходов Красноярского алюминиевого завода. Поиск новых путей // Техничко-экономический вест. Красноярского алюминиевого завода. 1994. № 8. С. 33–45.

4 Холивелл Д.К. Обзор способов использования, хранения, переработки и восстановления отработанной футеровки электролизера: Сб. докл. IX Междунар. конф. «Алюминий Сибири 2003». Красноярск, 2003. С. 4–7.

5 Куликов Б.П., Истомина С.П. Переработка отходов алюминиевого производства. Красноярск : ООО «Классик», 2004. 478 с.

6 Кондратьев В.В. Перспективы переработки твердых фторуглеродсодержащих отходов электролиза алюминия // Вест. ИрГТУ. 2007. Вып. 1, Т. 2. С. 36–41.

7 Головных Н.В., Григорьев В.Г., Дорофеев В.В. и др. Использование твердых отходов электролиза в производстве фторида алюминия: Сб. докл. IX Междунар. конф. «Алюминий Сибири 2003», Красноярск, 2003. С. 29–32.

## **АНАЛИЗ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА УГОЛЬНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

**КЫРЫКБЕСОВА А. Ж.**  
магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

В статье рассматривается анализ автоматизированных систем управления, проблема повышения производительности труда на угледобывающих предприятиях. Отмечают невозможность интенсивного развития угольной промышленности, формирования и развития эффективных моделей управления промышленным предприятием без радикального повышения производительности труда, что является показателем уровня эффективности затрат человеческого труда при производстве конечного продукта в единицу времени. На примере угольной промышленности исследуется производительность труда в контексте оценки влияния основных факторов, таких как внедрение нового оборудования и технологий добычи полезных ископаемых, формирование квалифицированных кадров, роботизация основных процессов добычи угля, внедрение системы менеджмента качества и информационных технологий и т.д.

Используя мультипликативную модель оценки производительности труда, анализируется оценка влияния этих факторов на изменение уровня производительности. Таким образом, статья решает одну из актуальных проблем современной действительности и имеет значительное теоретическое и практическое значение.

На современном этапе, в условиях анализирования, цифровизации экономики, без использования обширных сквозных технологий, таких как, нейротехнологии и искусственный, большие данные, технологии беспроводной связи, технологии виртуальной и дополненной реальности, которые являются актуальными драйверами экономического развития, невозможно сформировать и разработать эффективные модели управления путем промышленное предприятие и дальнейшее повышение производительности труда [2].

Долгосрочная программа развития угольной промышленности на будущее ставит перед предприятиями отрасли большие задачи, требующие оптимальных подходов и их решения и предполагающие, что экстенсивное развитие этой отрасли уходит в прошлое, уступая место интенсивной трансформации. Интенсивное развитие угольной промышленности основано на нескольких направлениях: использование новых технологий с элементами робототехника; использование цифровых технологий в добыче угля, направленных на интенсификацию производственных процессов; повышение уровня управления с точки зрения организации производственных процессов; повышение производительности труда, в том числе за счет реструктуризации работников угольных компаний.

Основные и главные проблемы современной нынешней горной угольно-промышленности в основном связаны с малым ресурсом, низкой структурой безопасности ведения (подземных) горных работ, с малым уровнем автоматизации производственных процессов и недостаточной производительностью отечественного угледобывающего оборудования, негативным влиянием на окружающую нашу среду, высокими эксплуатационными затратами, и так далее по списку, многие научные исследователи интерпретируют, технологическая система угольной шахты промышленной деятельности состоит из отдельных взаимосвязанных подсистем как показано на рисунке (рис. 1.1). Функциональная обширная структура технологической системы анализа визуализирована рисунком 1.2



Рисунок 1 – Модель системы подземной угледобычи

Широко распространенные принципиальные процедуры проектирования анализируемой технологической структуры шахты делятся на синтез, «черный ящик», и анализ.

Одним из первых составляющих заключается в формировании функциональной структуры – технологической системы угольной шахты. Она удовлетворяет экономическим и производственным требованиям, при соблюдении экологической безопасности, пожарной безопасности и при заданном характере функционирования.

Определение качества функционирования технологической системы при заданной функциональной структуре – это задача анализа.

В настоящее время распространены задачи «черного ящика» – в нём известны структуры определения смены анализируемой трансформации и парадигм технологических систем угольных шахт горноперерабатывающих и угольных предприятий:

- необходимо определить наиболее эффективную функциональную структуру и возможности ее функционирования в конкурентной среде.

Саморазвивающейся системой в нынешнее время, которая представляет из себя обширную структуру взаимосвязанных анализируемых пространственно планировочных решений и угольно-горнодобывающей техники, экономических требований к

труду – является Технология ведения автоматизации горных работ в угле-перерабатывающей деятельности.

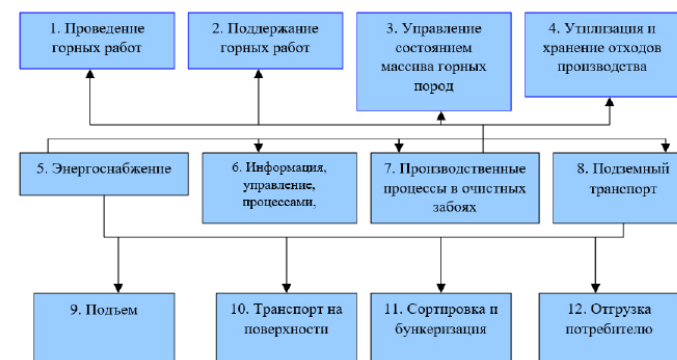


Рисунок 2 – Схема функциональной обширной структуры технологической системы автоматизации угольной шахты

Функционирования эффективности во многом определяется оптимальными и качественными и количественными структурными параметрами, способностью адаптироваться к изменяющимся горнотехническим условиям в промышленности, трансферу зарубежных технологий угледобывающей техники с обязательным выделением базовой структуры подсистемы, в порядке которой выступает участок, силу того, что в обязательном порядке существует некая неопределенность в процессе развития технологии угледобычи и техники, существует определенная степень функционирования адаптивности, тех. систем (горно-угольных) шахт с расчетом – прогнозной карты анализируемых изменений этих представлений в предприятии.

Добыча угля подземным способом представляет динамическую развивающуюся структуру с иерархической функциональной структурой, структура должна адаптивно гибко приспосабливаться к меняющимся в сторону негативного влияния горногеологическим условиям эксплуатации (рост глубины разработки, газообильности, температуры вмещающих пород, и т.д.). На основании этого высокие требования должны распространяться только к качеству процедуры анализа формирования облика будущей - прогрессивной высокоэффективной шахты, что в прогностическом аспекте подчеркивает анализ любого множества вариантов функциональной

структуры а так же выбор оптимального с помощью определенных анализируемых оптимизационных процедур [1,3].

В настоящее время главным базовым направлением считается внедрение разработку гибких инновационных технологических процессов, включающих основу технологии угледобычи с возможностью быстрого оптимального реагирования на происходящие изменения в промышленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Назаренко Р.Н. Сравнение некоторых эволюционных методов оптимизации сложных систем. – Харьков, Сб. трудов ХНУРЕ, 2000.

2 Evgeniy Kharlampenkov, Irina Kudryashova, Natalia Zakharova, and Anastasiya Loginova. Factor Model of Labour Productivity in the Coal Mining Industry/ E3S Web of Conferences 174, 01033 (2020)

3 Каневец проектирования и оптимизации технологических производств. – Киев: Общество «Знание» УССР, 1981. – 30 с.

#### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СНИЖЕНИЯ МГД-НЕСТАБИЛЬНОСТИ АЛЮМИНИЕВЫХ ЭЛЕКТРОЛИЗЕРОВ

ҚАБДОЛЛА О. Б.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

ТАСКАРИНА А. Ж.

PhD, профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

ТЮЛЮБАЕВ Р. А.

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

ДЕЙГРАФ И. Э.

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

Производство первичного алюминия производится с применением электрической энергии процессом электролиза глинозема. При прохождении тока через электролит, анода и катода электролизера происходит передвижение металла и электролита возникают магнитогидродинамические нестабильные процессы (далее – МГД-нестабильность). МГД-нестабильность негативно влияет на технологический процесс электролиза, тем самым снижается производительность (выход по току) и увеличивает потребление энергетических и материальных ресурсов тем самым снижает технико-экономических показателей (ТЭП). По этой

причине особое внимание уделяется расчетам по оптимизации их МГД-характеристик [1].

В период прохождения научно-исследовательской работы в условиях АО «КЭЗ» проведены исследования направленные на улучшение МГД-характеристик алюминиевых электролизеров.

В результате рассмотрения существующих технологических параметров работы электролизеров для проведения исследований по определению оптимальных технологических параметров электролизеров и снижению МГД-нестабильности были применены следующие варианты подбора технологических параметров:

1) работа электролизера с уровнем электролита не ниже 16 см. Для поддержания данного параметра электролизера, каждые 12 часов производился замер уровня электролита и при необходимости производились работы по корректировке уровня электролита;

2) работа электролизера с превышением регламентируемой температуры на 1° С выше. Для работы электролизера в данном режиме работы было уменьшено навеска фторида алюминия на 3 кг/тонн;

3) увеличение цикла замены анодов на 29 дней;

4) изменение высоты установки анодов на электролизер. Установка анодов на электролизер производилась на 1 см выше горизонта уровня электролита (против 2 см выше – по текущей технологии);

5) использование нещелевых анодов на торцевые группы. Производилась установка анодов без пропилов на группы А1, В1, А10 и В10 для снижения движения электролита в данном районе электролизера;

6) установка анодов с измененными пропилами 250–100 мм. Производились работы по установке анодов с экспериментальным пропилом анодов 250–100 мм для поддержания формы рабочего пространства электролизеров.

7) изменение состава электролита. Повышение содержания фторида кальция производился путем увеличения навески фторида кальция на 20 %;

8) увеличено установочное напряжения на электролизерах для повышения теплового баланса электролизера, что в свою очередь приводит к расплавлению осадков на подине электролизера.

Исследования проводились по каждому варианту одновременно на электролизерах в течение трех месяцев, согласно технологическим регламентам и операционным картам АО «КЭЗ» [2-3].

Динамика изменения МГД-нестабильности и выхода по току электролизеров во время проведения исследований показана на рисунках 1 и 2.

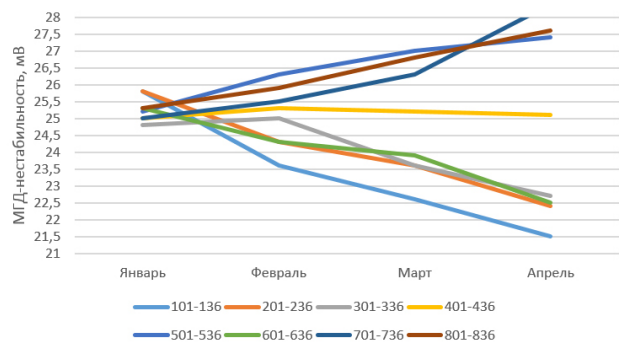


Рисунок 1 – Динамика изменения МГД-нестабильности алюминиевых электролизеров

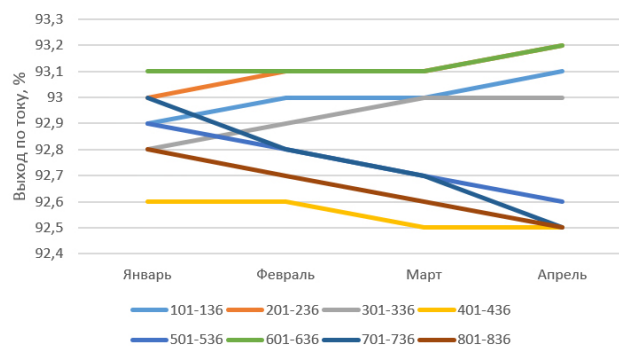


Рисунок 2 – Изменение выхода по току алюминиевых электролизеров

Результаты экспериментальных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Техничко-экономические показатели серии электролиза в период проведения экспериментальных исследований

№ п/п	Наименование технологического параметра	Регламентируемые параметры АО «КЭЗ»	Электролизеры							
			101–136	201–236	301–336	401–436	501–536	601–636	701–736	801–836
1	Уровень металла, см	18,5	19,11	19,00	18,37	18,57	18,45	18,36	19,09	19,11
2	Уровень электролита, см	15	16	15,2	15,3	15	15,2	15,3	15,4	15,3
3	Температура электролита, °С	952,5	952,3	953,4	952,9	952,4	951,8	952,0	951,9	952,7
4	Криолитовое отношение	2,2	2,15	2,34	2,3	2,25	2,15	2,21	2,19	2,22
5	Среднее МГД-нестабильность, мВ	25	21,5	22,4	22,7	25,1	27,4	22,5	28,4	27,6
6	Толщина гарнисажа, см	16	15,8	15,2	16	16,2	16	16,3	16,1	15,8
7	Длина настыли, см	2,0	2,0	1,8	1,9	2,1	2,0	2,1	2,0	2,0
8	Уставочное напряжение, В	3,99	4,011	4,000	4,001	3,998	3,992	3,960	3,989	4,015
10	Частота NB, сек	92	92	91,7	93	92,4	92,4	92,5	92,1	91,4
11	Содержание СаF <sub>2</sub> ,%	6,0	6,0	5,9	6,0	5,9	6,0	6,0	6,5	6,2
12	Концентрация глинозема, %	2,0	2,1	1,8	2,1	2,2	2,2	2,5	2,1	1,9
13	Частота анодных эффектов	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
14	Выход по току, %	93,2	93,1	93,2	93	92,5	92,6	93,2	92,5	92,5
15	Выход по АПГ, %	95,5	94,5	95,6	99,2	97,2	92,6	94,5	94,8	94,3
16	Съем угольной пены, кг/тонн	7,2	7,0	7,6	6,6	7,8	7,3	7,6	7,2	7,2
17	Расход AlF <sub>3</sub> , кг/т	16	17,4	19,5	16,5	15,8	16,8	15,8	16,4	16,7

На основании полученных результатов (рис 1. и рис 2.) по подбору оптимальных параметров электролиза, можно сделать следующие выводы:

- при увеличении уровня электролита в электролизерах (№101–136) наблюдается снижение МГД-нестабильности на 4,5 мВ и повышение выхода по току на 0,2 % за счет полного расплавлению поступающего глинозема, тем самым снижается образование осадков на подине электролизера, что способствует снижению перепада напряжения на границе «анод-электролит»;

- при повышении температуры электролита в электролизерах (№201–236) наблюдается снижение МГД-нестабильности на 2,6 мВ и повышение выхода по току на 0,2 % за счет увеличения скорости расплавления поступающего глинозема, что в свою очередь приводит к снижению потерь в электролите;

- при увеличении цикла замены анодов в электролизерах (№301–336) наблюдается снижение МГД-нестабильности на 2,3 мВ и повышение выхода по току на 0,2 %, за счет снижению количество операций на электролизере, что приводит к сохранению теплового баланса электролизеров;

- при установке анодов с пропилами 250–100мм наблюдается снижение МГД-нестабильности электролизеров (№601–636) на 2,3 мВ и повышение выхода по току на 0,2 %, за счет равномерного выхода анодных газов под анодными блоками, что приводит к снижению циркуляции металла и электролита;

- при установке анодов ниже горизонта установки анодов электролизеров (№401–436), при установке на торцевые группы анодов без пропила электролизеров (№501–536), при увеличении навески плавикового шпата электролизеров (№701–736) и при увеличении уставного напряжения на 2 больше регламентируемых параметров электролизеров (№801–836) снижение МГД-нестабильности и увеличение выхода по току не наблюдалось, из-за негативного влияния данных мероприятий на процесс электролиза.

Таким образом, на основании полученных проведенных экспериментальных исследований по определению оптимальных технологических параметров электролизеров и снижению МГД-нестабильности было определено, что необходимо следующее:

- 1) поддерживать уровень электролита не ниже 16 см;
- 2) температура процесса не ниже 952,5 °С;
- 3) устанавливать аноды с пропилом 250–100 мм;

4) цикл замены анодов 29 дней, при условиях поставки качественного сырья для производства обожжённых анодов.

Полученные результаты полезны в практическом применении в условиях АО «КЭЗ».

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Ибрагимов А.Т., Пак Р.В. Технология производства алюминия на электролизерах АО «Казахстанский электролизный завод». Монография. – Павлодар: ТОО Дом печати, 2012. – 288 с.

2 Операционная карта основных работ. Корректировка уровня электролита. КЭЗ-ОК-10.3-001-2012. – Павлодар, 2012. – 7 с.

3 Операционная карта основных работ. Замена анодов. КЭЗ-ОК-10.3-051-2021. Павлодар, 2021. – 13 с.

4 ТР-КЭЗ-1.10-024-2021 Временный технологический регламент по работе с электролизерами имеющих МГД-нестабильность. – Павлодар, 2021. – 34 с.

#### ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗВЛЕЧЕНИЕ ОЛОВА ИЗ ЭЛЕКТРОННЫХ ОТХОДОВ

САПИНОВ Р. В.

преподаватель специальных дисциплин,  
Павлодарский машиностроительный колледж, г. Павлодар

КУЛЬШМАНОВА Ж. Т.

преподаватель химии и биологии,  
Павлодарский машиностроительный колледж, г. Павлодар

БАЕВА А. Б.

специалист, ФРГП на ПХВ НЦЭ КСЭК МЗ РК, Павлодарская обл.

Олово является важнейшим компонентом для электронной промышленности. На производство припоев для электроники идет 49 % (140 тыс. т) всего производимого олова (рисунок 1), и это доля в связи с ростом потребления микроэлектроники увеличивается. Мировые минеральные запасы олова составляют около 5 млн. тонн, при ежегодном потреблении 300 тыс. тонн [1]. Только 15 % Sn из электронных отходов перерабатывается вторично, поскольку оптимальной технологии извлечения олова из электронных отходов не разработано и порядка 100 тыс. т олова уходит на свалки с электронными отходами [2]. В ближайшее десятилетие мир может столкнуться с дефицитом этого металла. В связи с этим с 2021 по 2022 год цена олова на Лондонской бирже увеличилась с 21 тыс.



до 43 тыс. долларов США [3]. Для расширения материально-сырьевой базы и снижения рисков, связанных с нехваткой олова необходимо улучшать технологии переработки различного оловосодержащего сырья и вовлекать в переработку техногенные и электронные отходы. В Казахстане, несмотря на присутствие минерально-сырьевой и техногенной базы, на сегодняшний день практически отсутствует производство и переработка олова, а также практически не ведутся научные изыскания в этом направлении. В условиях значительного удорожания олова и больших перспектив расширения сферы его применения, а также сокращение запасов, поиск оптимальной технологии извлечения олова из различных видов оловосодержащего сырья является очень важным и может положить начало целой индустрии. Цель данной работы оценить перспективы переработки электронного лома – печатных плат смартфонов с помощью гидрометаллургических методов в качестве сырья для производства олова.

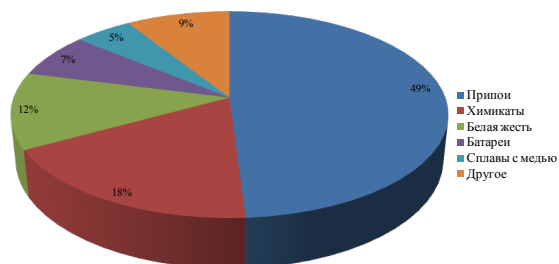


Рисунок 1 – Распределение потребления олова (тыс. т) по отраслям в 2019 г [4]

На сегодняшний день существуют различные способы переработки электронного лома. В их число относятся пирометаллургические и гидрометаллургические методы переработки [5]. Многими исследователями отмечается, что пирометаллургические методы переработки электронного лома уступают гидрометаллургическим методам по энергосбережению и экологичности [6]. Гидрометаллургические методы переработки основаны на растворении полезного компонента и перевода его в продуктивный раствор с последующим осаждением различными способами [7]. Для этого используются различные реагенты. В данном исследовании в качестве реагента был использован водный

раствор серной кислоты. Для проведения анализов использовалось оборудование факультета инженерии Торайгыров Университета и ВКТУ им Д.Серикбаева.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования были использованы электронные отходы - печатные платы смартфонов (рисунок 2). Часть плат была измельчена для определения содержания олова. Для определения содержания олова и других ценных компонентов спектральным методом использовался масс-спектрометр с индуктивно связанной плазмой ICP-MS 7500сх. Для исследования фазового состава использовали рентгеновский дифрактометр X>Pert PRO фирмы Panalitical. Для выщелачивания использовали водный раствор серной кислоты 140 г/дм<sup>3</sup> плотностью 1,83 г/см<sup>3</sup>. Плата помещалась в химический стакан при комнатной температуре и атмосферном давлении на 24 часа. Данные параметры были определены ранее опытным путем. Полученный продуктивный раствор фильтровали, производился замер химических элементов в продуктивном растворе. Обработанную печатную плату промывали водой, измельчали и измеряли содержание олова. Извлечение олова проводилось подсчетом материального баланса.



Рисунок 2 – Печатная плата смартфона

Результаты и обсуждение. В таблице 1 показано среднее содержание химических элементов в печатной плате смартфона. Видно, что содержание олова относит сырье к богатому. Кроме этого в печатных платах большое содержание меди-27%. Все элементы находятся в металлическом виде. Таким образом, сырье печатные платы очень перспективный вид сырья.

Таблица 1 – Содержание ценных компонентов в печатных платах смартфонов (масс. %)

№	Sn	Cu	Ni	Al	Fe
1	2,4	27	0,4	14	3

Реакция растворения олова водным раствором серной кислоты идет согласно реакции 1. Поскольку  $\Delta G$  реакции 1, при комнатной температуре = - 302 кДж/моль, реакция протекает самопроизвольно.



На рисунке 3 показано, что после 24 часов практически весь припой был удален с поверхности печатаной платы.

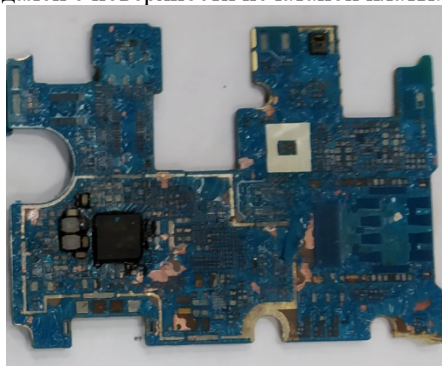


Рисунок 3 – Печатная плата смартфона после выщелачивания

В результате проведенного анализа было установлено, что 84 % олова было переведено в продуктивный раствор. Из раствора олово можно осадить при помощи электролиза либо цементирования на более электроотрицательном металле.

Заключение. Проведенное исследование показало, что использованные печатные платы являются ценным источником таких металлов как олово и медь. В платах эти металлы содержатся в количествах превышающих их содержание в минеральном сырье. Гидрометаллургические методы переработки позволяют перевести олово в продуктивный раствор и далее осадить его получив ценный продукт. Авторы считают, что работы в направлении переработки электронного лома с целью извлечения олова из электронных отходов возможны и перспективны.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Официальный сайт Геологической службы США // Tin Statistics and Information. USGS. National Minerals Information Center 2021. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/tin-statistics-and-information>. [дата обращения 26.03.2022]
- 2 Официальный сайт международной ассоциации олова // ИТА. E-waste tin recovery success for EnviroLeach 2021 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.internationaltin.org/e-waste-tin-recovery-success-for-enviroleach>. [дата обращения: 07.08.2021]
- 3 Официальный сайт Лондонской биржи металлов // LME tin official prices, US\$/t. – 2021 – [Электронный ресурс] . URL: <https://www.lme.com/Metals/Non-ferrous/Tin#tabIndex=0>. (дата обращения 07.08.2021)
- 4 Официальный сайт международной ассоциации олова // ИТА. Global Resources Reserves 2020. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.internationaltin.org/wp-content/uploads/2020/02/Global-Resources-Reserves-2020-Update.pdf>. [дата обращения: 07.08.2021]
- 5 Ruslan Viktorovich Sapinov, Marzhan Anuarbekovna Sadenova, Natalya Anatolyevna Kulenova, Natalya Vasilievna Oleinikova. Improving Hydrometallurgical Methods for Processing Tin containing Electronic Waste. Chemical engineering transactions. – 2020– VOL. 81. 1021. [на англ. яз.].
- 6 Zhang Y., Wang J., Cao C., Su Z., Chen Y., Lu M., Liu S., Jiang T. New understanding on the separation of tin from magnetite-type, tin-bearing tailings via mineral phase reconstruction processes // Journal of Materials Research and Technology. – 2019. –8 (6), P 5790-5801. [на англ. яз.].

## ПОВЫШЕНИЕ ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ ОБОЛОЧКОВЫХ ФОРМ ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

ТИМУР И. Т.

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

PhD, асоц.профессор (доцент), Торайгыров университет, г. Павлодар

Современные тенденции в производстве стали показывают, что отечественные компании-производители конкурируют на внутреннем и мировом рынке металлопродукции, что обосновывает

необходимость проведения модернизации казахстанских металлургических предприятий.

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

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

Современное литейное производство имеет большое значение для получения качественных заготовок для машиностроения. Вместе с тем следует отметить, что традиционные технологии литья не всегда могут обеспечить соответствующее качество отливок. Среди традиционных технологий литья наибольшее распространение имеет литье в песчано-глинистые формы. Однако, данная технология не позволяет получать отливки, приближенные по геометрии к готовым деталям. На поверхностях данных отливок зачастую имеются дефекты, например, пригар литейной формы, смещение по линии разъема, трещины, заусенцы, плены и раковины. Кроме того, геометрия поверхности отливок, полученных по технологии литья в песчано-глинистые формы имеет характерные припуски, напуски и литейные уклоны, которые приводят к повышенному расходу металла на данные детали. Необходимость дальнейшей механической обработки отливок приводит к дополнительным затратам и снижает общую эффективность производства.

Задачу уменьшения нормы расхода материала на отливки с успехом решают технологии точного литья заготовок. Среди них можно выделить центробежное литье, литье в кокиль, литье по выплавляемым моделям. Такие технологии требуют специализированное оборудование и свою соответствующую технологическую оснастку, однако повышенное качество отливок и сложность их геометрии делают данные технологии вполне конкурентоспособными в современном производстве.

Литье по выплавляемым моделям – современная технология точного литья, обеспечивающая получение качественных отливок, максимально приближенных по своей геометрии поверхности к готовым деталям. Главным в данной технологии литейного производства является формирование неразъемной оболочки с гладкой рабочей поверхностью [1].

В качестве основных материалов для керамических оболочковых форм при литье по выплавляемым моделям обычно используются

огнеупорные оксиды ( $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$  и др). Для изготовления оболочковых форм используют огнеупорные материалы на основе кремния и алюминия, а также связующее. Чаще всего в качестве основного материала применяется кварцевый песок.

Однако, основным недостатком кварцевого песка как огнеупорного материала для изготовления оболочки, является его изменение объема при нагреве и охлаждении, вызванное наличием полиморфного превращения его структуры [2].

Для сохранения бездефектной структуры керамических оболочковых форм наиболее существенным является изменение объема кварцевого песка (увеличение на 1,4% при нагреве), происходящее при температуре 575°C. Резкое изменение объема зерен кварцевого песка в структуре керамической оболочки при 575°C приводит к образованию в теле керамической формы достаточно большого количества микротрещин. Трещины выступают в дальнейшем в качестве концентратора напряжений, что является весьма опасным, так как существенно снижает механическую прочность керамических форм и приводит к браку литейной продукции.

Пылевидные огнеупорные материалы используют в качестве наполнителей огнеупорных суспензий для повышения качества поверхности отливок. Для изготовления пылевидного материала могут быть применены различные технологические решения. Среди наиболее современных можно выделить совмещение струйного способа помола исходного материала с последующей кратковременной обработкой в вибрационной мельнице. Такая схема помола зернистого исходного сырья позволяет получать материалы с относительно невысоким содержанием железа и формой частиц огнеупорного материала, близкой к округлой [3].

Перспективными для литья по выплавляемым моделям являются жидкие керамические смеси. Обычно их получают путем смешивания в заданной пропорции гидролизованного раствора этилсиликата с огнеупорным материалом при добавлении небольшого количества ускорителя твердения [4].

При изготовлении форм используют многослойное нанесение суспензии на модельную оснастку. При ручном нанесении первый, а иногда и второй слой оболочки формируют суспензией с меньшей вязкостью, чем последующие слои. При изготовлении суспензии, связующим которой является водный раствор коллоидного кремнезема, следует иметь в виду, что во время выстаивания суспензии происходит смачивание поверхности

Несмотря на свою известность и широкое распространение, метод литья по выплавляемым моделям, оставаясь и на сегодняшний день одним из прогрессивных, обеспечивает получение отливок самой высокой сложности с высокой точностью и минимальными припусками на механическую обработку.

В современных условиях особое значение имеет оперативное управление качеством отливок, производством литейных форм и в целом всех процессов литейного производства на предприятии. В этой связи для казахстанских литейных предприятий представляет интерес передовой опыт ТОО «Вершина» (г. Магнитогорск, Россия) [5].

На данном предприятии имеется участок точного литья по выплавляемым моделям, выпускающий отливки из литейных углеродистых и легированных сталей массой до 20 кг. Технологический процесс литья осуществляется следующим образом. Модели изготавливаются из парафиностеариновой композиции марки ПС 50-50.

Основу огнеупорной суспензии составляют гидролизированный раствор этилсиликата и пылевидный кварц (маршалит). В качестве материала обсыпки используется формовочный песок. Общее количество слоев оболочковой формы составляет 5–6. Продолжительность сушки каждого слоя на воздухе – в среднем 5 ч. Выплавление модельной композиции проводится в горячей воде.

Прокалка оболочковых форм осуществляется в опорном наполнителе, в качестве которого используется бой отработанных керамических оболочек. Режим прокалки: загрузка оболочек в печь при температуре 300–350 °С; подъем температуры до 800–900 °С со скоростью 150–200 °С/ч; выдержка при температурном максимуме в течение 6–7 ч в зависимости от сложности отливок.

Основной проблемой реализации данного способа литья в описанных производственных условиях является повышенное трещинообразование на оболочковых формах, приводящее в конечном итоге к образованию таких литейных дефектов, как «гребешки» (заусенцы), засоры, вплоть до полного разрушения форм [8].

Руководством предприятия была поставлена задача повышения трещиностойкости оболочковых форм литья по выплавляемым моделям.

На начальном этапе был проведен мониторинг соблюдения технологии литья по выплавляемым моделям, действующей на предприятии. В результате были проанализированы возможные причины низкой трещиностойкости оболочковых форм.

1 Использование для формирования рабочего (облицовочного) слоя, прилегающего к модели и фактически образующего полость формы, песка (огнеупорного наполнителя) той же фракции, что и для последующих слоев.

2 Нерациональное расположение оболочковых форм в опоке с опорным наполнителем.

3 Чрезмерно большое количество оболочковых форм в прокалочных опоках (6–8 шт.), приводящее к росту температурных напряжений и, как следствие, возникновению трещин в оболочках и быстрому износу опок.

4 Применение крупных кусков (20–30 мм) керамического боя оболочек в качестве опорного наполнителя.

Далее был составлен перечень мероприятий по повышению трещиностойкости оболочковых форм, подлежащих экспериментальному опробованию:

1) Изготовление и заливка опытных оболочковых форм с применением в качестве опорного наполнителя измельченного боя керамических оболочек.

Согласно действующей на предприятии технологии, в качестве опорного наполнителя применяется бой керамических оболочек в виде крупных кусков размерами 20–30 мм. Это может служить причиной появления трещин в оболочках из-за роста механических напряжений при контакте наполнителя с формой.

При проведении экспериментальных работ в качестве опорного наполнителя использовался измельченный до 5–7 мм бой керамических оболочек с размещением в опоке меньшего количества форм (не более 3–4 шт.). При этом толщина слоя наполнителя между оболочками, а также между оболочками и опокой составляла не менее 20–25 мм. (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Фото керамических оболочек: размещение в опоке меньшего количества форм с большей толщиной наполнителя между оболочками



2) Изготовление и заливка опытных оболочковых форм по действующей технологии с использованием в составе огнеупорной обсыпки прокаленного формовочного песка. Цель данного мероприятия – снизить негативное влияние от потери массы при нагреве влажного кварцевого песка, а также его повторных полиморфных превращений при прокатке готовых оболочек в термической печи. Далее кварцевый песок был подвергнут прокатке в термической печи в течение 1–1,5 ч при температуре 900–950 °С (Рисунок 2).



Рисунок 2 – Фото керамических оболочек с использованием в составе огнеупорной обсыпки прокаленного формовочного песка

3) Изготовление и заливка опытных оболочковых форм по действующей технологии с использованием в составе огнеупорной суспензии порошка борной кислоты в количестве 2–3% по массе с целью повышения трещиностойкости форм для литья по выплавляемым моделям за счет введения в состав огнеупорной суспензии порошка борной кислоты, которая при прокаливании формы расплавляется и, выполняя функции связующего, укрепляет оболочку (рисунок 3).



Рисунок 3 – Фото моделей и керамических оболочек с использованием в составе огнеупорной суспензии порошка борной кислоты

Кроме того, в рамках проводимой работы осуществлялся входной контроль маршалита, применяемого в качестве огнеупорного материала суспензии и формовочного песка, используемого в качестве обсыпного материала, на соответствие требованиям ГОСТ и на содержание органических веществ.

Вывод. Наиболее важным при литье по выплавляемым моделям является получение оболочки с гладкой рабочей поверхностью. Одной из основных проблем литья по выплавляемым моделям является повышение трещиностойкости оболочковых форм. Использование в составе огнеупорной суспензии порошка борной кислоты в количестве 2–3% по массе обеспечивает эффективность повышения трещиностойкости оболочковых форм.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Литье по выплавляемым моделям / под ред. Я.И. Шкленника и В.И. Озерова. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1991. 436 с.
- 2 Репях С. И. Технологические основы литья по выплавляемым моделям. Днепропетровск: Лира, 2006. 1056 с.
- 3 Производство точных отливок / И. Дошкарж, Я. Габриель. М.: Машиностроение, 1979. 296 с.
- 4 Чернов В.П., Селиванова ЕА. Исследование свойств огнеупорных суспензий, используемых для керамических форм при литье по выплавляемым моделям // Вестник МГТУ им. Г.И.Носова. Магнитогорск, 2010, №3. с. 21-25.
- 5 Усенко, Р.В. Научные и технологические основы изготовления керамических оболочковых форм с использованием импортозамещающего и техногенного сырья для литья по выплавляемым моделям // диссерт. канд. техн. наук. Днепропетровск. - 2019. – 122 с.

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВИДА ФОРМООБРАЗУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

ТИМУР И. Т.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

ТОЛЫМБЕКОВА Л.Б

PhD, асоц. профессор (доцент), Торайгыров университет, г. Павлодар

Литье по выплавляемым моделям – современная технология точного литья, обеспечивающая получение качественных отливок, максимально приближенных по своей геометрии поверхности к готовым деталям. Современные формообразующие материалы обладают разнообразными свойствами. Они специально разрабатываются для различных условий производства, учитывают особенности технологической оснастки и используемого оборудования, номенклатуры отливок и целый ряд других факторов [1].

Следует отметить, что, основой формы при литье по выплавляемым моделям является многослойная огнеупорная керамическая оболочка. Многослойная керамическая форма обычно формируется в опорный наполнитель. Это позволяет защитить форму от резких изменений температуры при прокаливании и последующей заливке жидким металлом, обеспечивает более надежную защиту формы от механического разрушения при заливке [2]. Известно, что огнеупорные материалы для изготовления керамических оболочковых форм отличаются по следующим физическим свойствам; температура плавления, плотность, коэффициент теплового линейного расширения [3].

Целью данной работы было проведение сравнительного анализа основных материалов, применяемых для изготовления керамических оболочек, для определения лучшего по своим технологическим и эксплуатационным характеристикам. Для этого нами были изготовлены опытные образцы с использованием в качестве основы кристаллического и плавленого кварца. Далее в лабораторных условиях было выполнено определение физико-механических характеристик полученных форм, а также фрактографическое исследование структуры. Кристаллический кварц – традиционно применяется для изготовления оболочковых форм, как дешевый материал. Плавленый кварц в отличие от кристаллического уже прошел полиморфное превращение структуры при повышенных температурах, поэтому отличается большей стабильностью структуры.

С учетом наличия технических возможностей по договоренности с АО «Институт металлургии и обогащения» (г. Алматы) дальнейшие экспериментальные исследования нами были проведены в лаборатории пирометаллургических процессов, где было исследовано влияния вида огнеупорного материала на прочность и газопроницаемость оболочковых керамических форм.

При изготовлении опытных образцов использовали связующее «Сиалит 20С». Для сравнения в эксперименте, использовали кристаллический и плавленый кварц как огнеупорные наполнители смеси. В процессе проведения эксперимента соблюдали принципы геометрического, кинематического и силового подобия, использовали одинаковые модели и общую технологию изготовления образцов.

Порядок изготовления экспериментальных образцов был следующий: при изготовлении опытных образцов на восковую модель последовательно наносили 5 слоев покрытия, а шестой слой являлся закрепляющим без обсыпки. Размер фракции огнеупорного материала составлял: в первом слое – 0,2 мм; далее – 0,4 мм. Сушка первого слоя проводилась в течение 4 ч, последующие слои формировались с интервалом в 2 ч. Прокалка экспериментальных образцов была выполнена в муфельной печи при температуре 900 °С в течение часа. Далее выполняли исследование полученных экспериментальных образцов оболочковых керамических форм по стандартным методикам, в частности использовали следующие виды лабораторного оборудования. Определение предела прочности экспериментальных образцов готовой огнеупорной керамической формы на разрыв на приборе модели 083, используя штатное приспособление – захват. Для определения газопроницаемости форм использовали прибор модели 04315 с патроном Фишера модели 01511М. Коэффициент теплового линейного расширения определяли на экспериментальной установке ЭУ-1КТЛР. Для фрактографического анализа изломов образцов использовали растровый электронный микроскоп Tescan. На рисунках 1-4 представлены результаты проведенного сравнительного эксперимента по исследованию свойств образцов керамических форм в зависимости от вида огнеупорного материала.

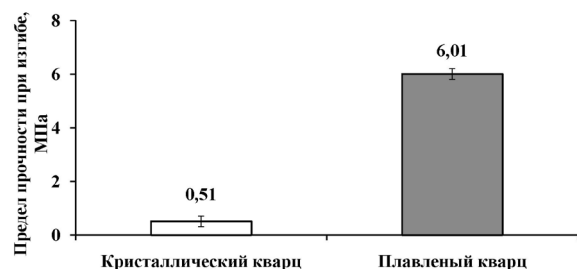


Рисунок 1 – Предел прочности экспериментальных образцов керамических форм в зависимости от вида огнеупорного материала

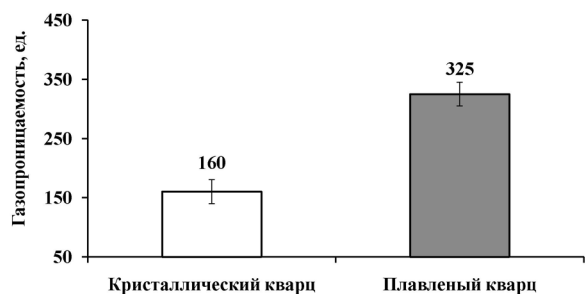


Рисунок 2 – Газопроницаемость экспериментальных образцов керамических форм в зависимости от вида огнеупорного материала

Данные, приведенные на рисунке 1 однозначно показывают, что прочность керамической оболочки, полученной с применением плавленого кварца, существенно выше огнеупорной формы на основе кристаллического кварца. При этом газопроницаемость керамической оболочки на основе плавленого кварца практически в 2 раза выше оболочковой керамической формы из кристаллического кварца. Для выяснения причин столь существенного отличия свойств образцов керамических оболочковых форм в лаборатории физико-химического анализа АО «Институт металлургии и обогащения» было выполнено фрактографическое исследование поверхностей излома. Среди всех физических методов изучения связи состава и структуры материала с его механической прочностью особое место отводится исследованию

изломов – фактических поверхностей разрушения. Именно излом наиболее четко отражает строение и свойства материала в локальном объеме, где конкретно протекает процесс разрушения. На основании особенностей микроскопического строения можно установить характер и причины разрушения материала [4].

Фрактографический анализ позволяет также оценить механизм и кинетику разрушения в непосредственной связи с условиями нагружения, характером напряженно-деформированного состояния, скоростью распространения трещины, схемой прилагаемых нагрузок и других факторов. Особо следует учитывать конкретный вид, состояние и свойства исследуемого материала. Фрактографический анализ материала позволяет установить связь структуры со способностью тормозить распространение трещин, что является исходным микроочагом разрушения, какие структуры обладают способностью к микролокальной деформации [5].

В результате фрактографических исследований обеспечиваются условия для создания современных формовочных материалов с необходимым уровнем конструкционной прочности и эксплуатационной надежности.

Фрактографический анализ излома экспериментального образца показал, что оболочковые огнеупорные керамические формы на основе плавленого кварца имеют более пористую, но относительно равномерную структуру по сравнению с образцами формы на основе кристаллического кварца (рисунок 3).

Следует отметить, что сопротивление возникновению разрушения и предшествующие ему процессы излом отражает не в полной степени. Тем не менее, можно выделить некоторые особенности поведения материала керамических оболочковых форм на данной стадии нагружения. Общая трещиноватость образцов форм на основе кристаллического кварца является следствием низкого сопротивления структуры материала возникновению разрушений. В результате на изломе представлен вид развитой, относительно грубой и более шероховатой поверхности.



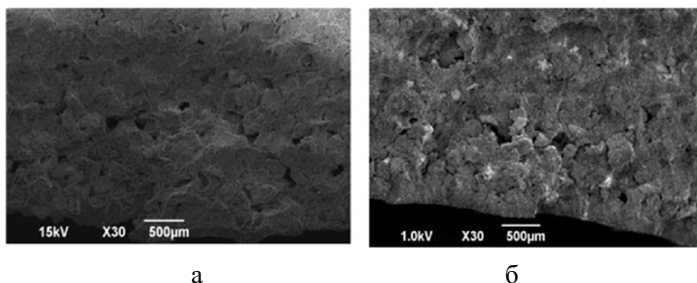


Рисунок 3 - Фрактограммы изломов экспериментальных образцов огнеупорных керамических форм: а – на основе плавленного кварца; б - на основе кристаллического кварца

Для дальнейшего сравнительного анализа формообразующих материалов для литья по выплавляемым моделям был определен коэффициент теплового линейного расширения. По значениям этого показателя можно также судить о способности оболочковой формы с высокой точностью воспроизводить геометрические размеры отливок. Характерной особенностью является то, что имеется достаточно данных о коэффициентах теплового линейного расширения распространенных огнеупорных материалов [6]. При этом, сведения о коэффициентах теплового линейного расширения готовых оболочковых огнеупорных керамических форм практически отсутствуют.

Результаты исследования влияния вида огнеупорного материала на коэффициент теплового линейного расширения экспериментальных образцов керамических оболочковых форм в интервале температур 100–350 °С представлены на рисунке 4.

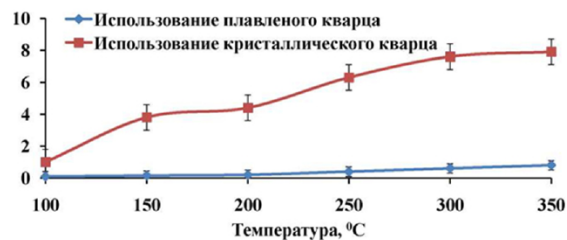


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента теплового линейного расширения экспериментальных образцов оболочковых форм от вида материала,  $\times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Анализ результатов исследования ясно показывает, что образцы огнеупорных оболочковых керамических форм из плавленного кварца практически не изменяют своих линейных размеров. Для сравнения коэффициента теплового линейного расширения экспериментальных образцов керамических оболочковых форм, полученных из кристаллического кварца, увеличился почти в 8 раз при нагреве от 100 до 350 °С. Следует отметить, что керамическая огнеупорная оболочка в реальности является многокомпонентной системой и на фактическое значение коэффициента теплового линейного расширения влияет также материал наполнителя в суспензии и в обсыпке.

Известно, что растрескивание огнеупорных оболочковых керамических форм при прокатке происходит при условии, когда внутренние напряжения, возникающие из-за разницы температур на внутренней и внешней поверхностях формы, превышают предел прочности её материала [7]. Решающее значение на возникновение и распространение трещин оболочковых керамических форм будет оказывать именно значение коэффициента теплового линейного расширения, а также градиент температур на внутренней и внешней поверхностях формы. Следовательно, наименьшей склонностью к растрескиванию при прокатке будут обладать тонкостенные оболочковые керамические формы, изготовленные из материалов с низкими значениями коэффициента теплового линейного расширения.

На рисунке 5 показаны фотографии изготовленных образцов форм после выплавления моделей. Видно, что на образце с кристаллическим кварцем после выплавления модельного состава образовались трещины (рисунок 5а), тогда как на образцах с плавленным кварцем трещины отсутствуют (рисунок 5б). Для практики литья по выплавляемым моделям следует отметить, что наименьшей склонностью к трещинообразованию будут обладать оболочковые керамические огнеупорные формы, изготовленные с наполнителем из плавленного кварца,



Рисунок 5 – Опытные образцы экспериментальных образцов оболочковых форм после выплавления модельного состава:  
а) с кристаллическим кварцем, б) с плавленным кварцем

В результате исследований были изготовлены опытные образцы оболочковых керамических форм для литья по выплавляемым моделям. Установлено, что прочность при изгибе и газопроницаемость оболочковых керамических форм на основе плавленного кварца существенно выше по сравнению с оболочковыми керамическими огнеупорными формами на основе кристаллического кварца. Для получения ответственных отливок сложной геометрической формы рекомендуется использовать керамические оболочки на основе плавленного кварца ввиду их повышенной трещиностойкости.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Репях С. И. Технологические основы литья по выплавляемым моделям. Днепропетровск: Лира, 2006. 1056 с.
- 2 Усенко, Р.В. Научные и технологические основы изготовления керамических оболочковых форм с использованием импортозамещающего и техногенного сырья для литья по выплавляемым моделям // диссерт. канд. техн. наук. Днепропетровск. - 2019. – 122 с.
- 3 Репях С.И. Требования к модельным составам отливок ответственного назначения // Металл и литье Украины. – 2019. - №11. с. 10-16.
- 4 Tascioglu, S. A novel alternative to the additives in investment casting pattern wax compositions / S. Tascioglu, N.Akar. Materials & Design. - 2013. - № 24. pp. 693–698.
- 5 Гордеева Т.А., Жегина И.П. Анализ изломов при оценке надежности материалов – М.: Машиностроение, 2008. -200с. – ил.

6 Дьячков В.Н. Разработка комплекса технологических решений с целью повышения эффективности производства стальных отливок литьем по выплавляемым моделям// диссерт. канд. техн. наук. Самара. - 2017. – 135 с.

7 Singh, R. Investigations for Dimensional Accuracy of Investment Casting Process after Cycle Time Reduction by Advancements in Shell Moulding/ R.Singh, S.Singh, V. Mahajan // Procedia Materials Science. - 2019. - № 6. – pp. 859 – 865.

#### 5.2 Машина жасау саласын индустриялық-инновациялық дамыту 5.2 Индустриально-инновационное развитие машиностроительной отрасли

### УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ВЕДЕНИЯ ПУТЕВОГО ХОЗЯЙСТВА НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

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

Железнодорожный транспорт является важнейшей составной частью экономической системы нашей страны.

Обеспечение перевозок, безопасность пассажиров и сохранность перевозимых на железнодорожном транспорте грузов гарантируются единым производственно-технологическим комплексом с вертикальной системой управления, охватывающей все железные дороги страны.

В многоотраслевой системе железнодорожного транспорта одно из важнейших мест занимает путевое хозяйство.

Мощный и долговечный железнодорожный путь, высокоэффективная система его технического обслуживания, включающая надежный мониторинг состояния пути и систему информационного обеспечения путевого хозяйства, не могут качественно функционировать без профессионально подготовленных, знающих и думающих специалистов – бригадиров,

мастеров, руководителей путейских предприятий, проводящих систематические осмотры состояния ЖД. Дальнейшее развитие и укрепление отрасли непосредственно связано и зависит от уровня подготовки путейских кадров.

Месячные комиссионные осмотры на станциях проводятся в составе комиссии: начальника станции, дорожного мастера, электромеханика СЦБ и один раз в квартал начальника или электромеханика района контактной сети или района электроснабжения. На станциях внеклассных и I класса один раз в квартал в состав комиссии включаются начальники дистанций пути, сигнализации и связи, энергоснабжения или один из их заместителей. На станциях, где установлено сменное дежурство электромехаников СЦБ, в проведении месячных комиссионных осмотров участвуют старшие электромеханики.

Результаты осмотра и необходимые мероприятия по устранению обнаруженных неисправностей оформляют актом и заносят в отдельный журнал осмотра путей, стрелочных переводов, устройств СЦБ, связи и контактной сети, заведенный специально для этих целей. При этом в журнал записывается каждая неисправность, а также срок исполнения и исполнитель. Неисправности, угрожающие безопасности движения (отжим остряка, сход изостыков, неисправности изоляции на стрелках и стыках, отступления по шаблону и т. д.), должны устраняться немедленно.

Начальник станции или их заместители по истечению сроков устранения неисправностей проверяют своевременность и качество их устранения. В случае несвоевременного устранения неисправностей начальник станции телеграммой уведомляет об этом руководителя соответствующего предприятия, главного ревизора отделения дороги и начальника отдела перевозок отделения дороги.

При проведении месячных комиссионных осмотров необходимо проверить:

- наличие и состояние красных колпачков выключенных стрелок, навесных замков, курбелей;
- наличие и состояние инвентаря и сигнальных приборов;
- исправность кабельных желобов;
- состояние стрелочных переводов:
- содержание по уровню;
- содержание по шаблону;
- крепление соединительных, переводных и рабочих тяг;

- плотность прилегания остряков к рамному рельсу с обязательным переводом стрелок в оба крайних положения, незапирание стрелочных остряков при установке шаблона в 4 мм между остряком и рамным рельсом;

- выкрашивание остряков;
- содержание в одном уровне рабочего остряка с рамным рельсом, в том числе и отсутствие зазора между подошвой остряка и рабочей поверхностью стрелочных башмаков или наличие его не более 1 мм при отсутствии понижения остряка против рамного рельса;
- вертикальный износ рамных рельсов и сердечников крестовин;
- отсутствие отступлений в содержании крестовинного узла;
- отсутствие изломов, трещин в рельсах, рамных рельсах, остряках, усовиках и сердечниках крестовины;
- наличие и закрепление контрельсовых болтов;
- наличие и крепление вертикальных, горизонтальных и путевых болтов, вкладышей, лапок-удержек, шурупов;
- крепление всех частей переводного механизма, в том числе и станины стрелочных переводов ручного управления;
- состояние брусьев, шпал, соединительных полос, крестовинных распорных башмаков;
- состояние стрелочных закладок, обеспечивающих плотное прижатие остряка к рамному рельсу при запирании на навесной замок, надежности запирания остряка навесным замком на запертую закладку, а также соответствие ключей имеющимся навесным замкам и их исправность;
- наличие типовых шплинтов или закруток на соединительных болтах переводного рычага с переводной тягой, фонарной тягой, рабочей и переводными тягами;
- надежность перевода централизованных стрелок, закрепления стрелочных электроприборов и гарнитур;
- исправность, крепление и освещение стрелочных указателей;
- крепление балансира, наличие и крепление стопорных колец, ограничителей поворота рычага балансира;
- чистоту и смазку стрелочных башмаков;
- чистоту желобов крестовины и контрельсов, отсутствие накатов на рамных рельсах, остряках, сердечников крестовины;
- видимость входных, выходных, маршрутных, переездных, заградительных, повторительных, маневровых, пригласительных сигналов, внешний вид и заземление светофоров;

- исправность существующего освещения станционных, парковых путей, маневровых районов, платформ для посадки-высадки пассажиров, прожекторных установок для осмотра ходовых частей проходящих поездов;
- состояние междупутий и обочин, наличие и состояние отбойных брусьев водоотводов;
- укладку в пределах установленного габарита выгруженных грузов, переводных брусьев, шпал, рельсов, крестовин, подготовленных к замене, и своевременность уборки снятых деталей верхнего строения пути, подвижного состава, наличие предупреждающей окраски на сооружениях и устройствах;
- наличие пломб на пломбируемых устройствах;
- надёжность и бесперебойность работы всех видов связи, в том числе устройств поездной, маневровой радиосвязи, переносных радиостанций и громкоговорящей парковой связи ;
- на станциях, имеющих рельсовые цепи :
- чистоту головок рельсов от мазута, ржавчины, сыпучих грузов (песка, угля, шлака, балласта и т.д.), чистоту головок рельсов в месте слива нефтепродуктов;
- наличие и исправность стыковых соединителей;
- исправность изоляции;
- состояние зазоров изолирующих стыков;
- крепление дроссельных и бутлежных перемычек;
- состояние и крепление связной полосы при ЭЦ и соединительных полос;
- исправность изоляции в местах крепления гарнитур электроприводов и контрольного устройства, в соединительных полосах, стяжных поперечных связках крестовин, в серьгах острых рабочих контрольных тяг контрольного устройства, коленчатых рычагов пружинного фиксатора, в креплениях связной полосы электропривода к железобетонным брусьям, в соединительных тягах, в элементах пневматической обдувки и обогрева стрелок;
- на станциях с ключевой зависимостью стрелок и сигналов: крепление контрольных замков, запорных полос, наличие знаков (+) и (-) на шейках рамных рельсов и на контрольных замках, состояние и крепление кожухов контрольных замков;
- надёжность источников энергоснабжения устройств ЭЦ; исправности и работоспособность ДГА;
- состояние замедлителей, башмакосбрасывателей и головок рельсов в районе тормозных позиций;

- в зимний период – исправность устройств пневматической обдувки стрелок, электрообогрева;
- на станциях – действие вспомогательного режима смены направления однопутных участков, нормального и вспомогательного режима – двухпутных участков;
- на электрифицированных участках: надёжность и правильность заземления опор контактной сети, гидроколонок, путепроводов, светофоров наличие у дежурного по станции выкопировки из схемы секционирования контактной сети; пультов дистанционного управления разъединителями контактной сети и автоблокировки; комплектность ключей от привода разъединителей и наличие защитных средств;
- на станциях, где имеются гидроколонки – состояние запорных устройств поворота хобота, освещение указателей и красный свет;
- на всех станциях – наличие и состояние указателей путевого заграждения на упорах и поворотных брусьях, сигнальных и предупредительных знаков «остановка первого вагона (остановка локомотива)», «осторожно! негабаритное место», предельных столбиков;
- состояние переездов и переходов, расположенных в пределах станции, их освещение;

По усмотрению комиссии в акт могут вносить и другие неисправности.

В акте месячного комиссионных осмотра должно отражаться состояние всех стрелочных переводов.

При проведении комиссионных осмотров особое внимание необходимо уделять содержанию переводных и закрестовинных кривых стрелочных переводов, а также кривых участков пути. В зимний период, когда путь покрыт снегом, осмотр этих кривых нужно производить с очисткой подошвы рельсов от снега, проверять наличие балласта в шпальных ящиках и напрессовки снега и льда между подошвой рельса и подкладкой. При обнаружении выхода подошвы рельса из реборд подкладок путь или стрелочный перевод для движения закрывается и неисправность устраняется немедленно.

Ширина колеи и допуски на ее содержание приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Ширина колеи в пределах стрелочного перевода

Тип рельса	Марка кресто- вины	Ширина колеи, мм					
		в стыках рамного рельса	в острие остряков	в корне остряков		в середине переводной кривой	в крестовине и в конце переводной кривой
				на прямой путь	на боковой путь		
P65	1/18	1520	1521	1520	1520	1520	1520
P65	1/11	1520	1524	1520	1521	1520	1520
P50	1/11	1520	1528	1520	1521	1520	1520
P65	1/9	1520	1524	1520	1521	1524	1520
P50	1/9	1520	1528	1520	1521	1524	1524

Если при осмотре на стрелочном переводе неисправности не обнаружены, то в акте делают запись следующего содержания: «Проверено состояние стрелочного перевода №... - замечаний нет».

Неисправности должны устраняться в процессе осмотра с обязательной записью в акте осмотра.

Акт месячного комиссионного осмотра подписывается всеми членами комиссии.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Глюзберг, Б. Э. Актуальные проблемы стрелочного хозяйства / Б. Э. Глюзберг // Железнодорожный транспорт. – 2017. – №7. – С. 45-48.
- 2 Шахуняц Г. М. Проектирование железнодорожного пути. – Москва: Транспорт, 1972. – 320с.
- 3 Смыков Е. К. Расчеты стрелочных переводов. Гомель : БелИИЖТ, 1986. – 71 с.
- 4 Золотарский А. Ф., Вершинский С. В., Ершков О. П. Железнодорожный путь и подвижной состав для высоких скоростей движения. – М. : Транспорт, 1964. – 277 с.
- 5 Крейнис З. Л. Организация, технология и управление техническим обслуживанием железнодорожного пути. – Москва : 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.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПРОЦЕССА ТРЕНИЯ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ

ДЕРЕВЯГИН С. И.

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

ИТЫБАЕВА Г. Т.

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

МУСИНА Л. Р.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

В машиностроении существует ряд деталей, имеющих сложные геометрические формы, работающих в условиях контактного трения при больших контактных давлениях. К ним относятся такие детали как: копиры, лекала, кулачки, зубчатые колеса и др. Для этих деталей характерным является изготовление из сталей с большой твердостью HRC 55...62, так как имеют сложную геометрическую форму и работают в условиях трения. Многими исследованиями установлено, что в период начального износа высота неровностей может уменьшаться на 65...75 %. При шероховатости поверхности  $Rz = 3...10$  мкм для деталей типа вал двойная высота неровностей  $2Rz$  соизмерима с полями допуска Т на изготовление детали. Это означает, что в период первоначального износа сопрягаемых поверхностей зазор в соединении может достигнуть значения допуска на изготовление соединения и тем самым соединение будет нарушено и выведет изделие в брак. Так, например вместо гарантированного натяга будет иметь место зазор или вместо нормированного зазора (например, плунжерные пары) получим зазор большей величины. Рядом исследований трения [2, с. 4] установлено, что показатели качества поверхностного слоя сопрягаемых поверхностей (высота шероховатостей, направление штрихов обработки, форма и шаг микронеровностей и др.; физико-механические свойства: микротвердость, величина и знак напряжений и др.) оказывают влияние на все эксплуатационные показатели соединения изделий [3, с. 4].

Формирование нужных показателей физико-механических свойств поверхностного слоя существенно повышает предел выносливости деталей машин, сопротивление изнашиванию сопрягаемых поверхностей. Наклеп поверхностного слоя затрудняет образование и развитие усталостных трещин, повышает сопротивление изнашиваемости. Однако, наклеп повышает качество сопрягаемых поверхностей только в тех случаях, когда

отсутствует явление перенаклепа. В случае перенаклепа, когда появились необратимые процессы микроскопических нарушений кристаллического единства металла и разрыва межатомных связей, износостойкость начинает существенно снижаться.

Исследованиями [1, с. 2] установлено, что остаточные сжимающие напряжения в поверхностном слое повышает предел выносливости, а растягивающие напряжения понижают его. Так для стали 45 предел выносливости для сжимающих напряжений 215 МПа, для растягивающих напряжений 115 МПа, т. е. больше на 87 %.

Независимо от вида трения, в процессе приработки исходная шероховатость сопрягаемых поверхностей переходит на новое значение, так называемую, эксплуатационную, т. е. на ту, при которой будет длительно работать при неизменных условиях трения. Опыт показывает [5, с. 12], что продолжительность приработки тем меньше, чем ближе шероховатость, полученная на этапе механической обработки к шероховатости поверхностей после приработки в процессе трения. Таким образом, можно сделать вывод, что основные трибологические характеристики (интенсивность изнашивания, коэффициент трения и время изнашивания сопрягаемых поверхностей) зависит как от условий протекания трения, так и от технологического обеспечения качества поверхностного слоя сопрягаемых поверхностей.

Исходя из вышеизложенного следует вывод, что сложности изготовления такого рода деталей, когда помимо качества поверхностного слоя, одновременно необходимо решить технологические задачи изготовления сложных криволинейных поверхностей деталей из высокопрочных сталей, заставляют искать новые технологические приемы обработки. Поэтому одним из перспективных и целесообразных методов обработки является электроэрозионная обработка (ЭЭО) [6, с. 102].

Ниже приведены основные способы электроэрозионной обработки (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Способы электроэрозионной обработки

Основными преимуществами ЭЭО перед обработкой резанием являются [7, с. 12]:

- возможность изготовления деталей любой сложности как методом копирования, так и методом вырезания профиля;
- твердость заготовок не имеет существенного значения, основное требование к материалу заготовки является его электропроводность;
- отсутствие больших усилий при обработке, и как следствие, возможность обрабатывать маложесткие детали с высокой точностью до  $\pm 0,001$  мм и шероховатостью поверхности до Ra 0,02 мкм;
- возможность легкой автоматизации обработки, т. к. возможно подключать электроды напрямую к системе ЧПУ и тем самым управлять не только геометрией обрабатываемой детали, но и самим процессом ЭЭО.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Поверхностная прочность материалов при трении /Под ред. Б. И. Костецкого. – Киев: Техника, 1976. – 291 с.
- 2 Шнайдер Ю. Б. Эксплуатационные свойства деталей с регулярным микрорельефом. – Л. : Машиностроение, 1982. – 248 с.
- 3 Гаркунов Д. Н. Триботехника. – М. : Машиностроение, 1989. – 328 с.
- 4 Демкин Н. Б., Рыжов Э. В. Качество поверхности и контакт деталей машин. – М. : Машиностроение, 1981. – 244 с.
- 5 Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин /Э. В. Рыжов, А. Г. Суслов, В. П. Федоров. – М. : Машиностроение, 1979. – 176 с., ил. – (Б-ка технолога).

6 Поверхностный слой и эксплуатационные свойства деталей машин /А. М. Сулима, В. А. Шулов, Ю. Д. Ягодкин. – М. : Машиностроение, 1988. – 240 с.

7 Основы расчетов на трение и износ /И. В. Крагельский, М. Н. Добычин, В. С. Комбалов. – М. : Машиностроение, 1977. – 526 с., ил.

## ВОПРОСЫ ПРОЦЕССА АБРАЗИВНОГО ИЗНАШИВАНИЯ

ДЕРЕВЯГИН С.И.

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

МУСИНА Ж.К.

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

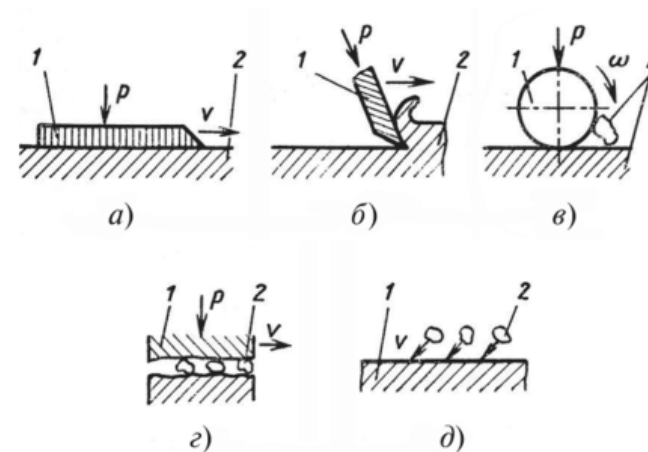
АМАНҒАЖЫ Н.Е.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

Контактные поверхности могут разрушаться различными способами под действием сил трения. Тот или иной вид разрушения зависит как от характеристик трущихся тел, так и от внешних условий, нагрузки и скорости скольжения. Нагрузка, другими словами, относительное введение, определяет характер нарушения фрикционных связей. При таком скольжении поверхностные слои нагреваются, что приводит к изменению их свойств. В определенном диапазоне подходов и температур характер нарушения фрикционных связей остается неизменным, что характерно для этих условий. Существует несколько классификаций типов износа [1, с. 124; 2, с. 156; 3, с. 354; 5, с. 168.].

Абразив - это механический износ материала, в основном вызванный резкой или царапанием абразивных частиц в рыхлом или неподвижном состоянии материала.

Детали сельскохозяйственного, дорожного, горнодобывающего, транспортного оборудования и транспортных средств, рабочих колес и оборудования гидравлические турбины, лопасти газотурбинных установок, трубы и насосы, оборудование для нефтегазовой промышленности и т.д. подвержено истиранию. В транспортных средствах более 60% признаков износа являются абразивными. Этот износ наблюдается в деталях коробки передач, открытых подшипниках скольжения, деталях обработки транспортных средств, деталях шасси и т. д. (Рисунок 1).



а – рабочие органы; б – режущие кромки рабочих органов;  
в – шины колеса, опорные ролики, открытые зубчатые элементы;  
г – скользящие опоры; д – элементы трубопроводов  
гидравлической системы, пневматические инструменты;  
1 – часть; 2 – абразив.

Рисунок 1 – Схемы деталей механических систем, работающих в условиях абразивного изнашивания

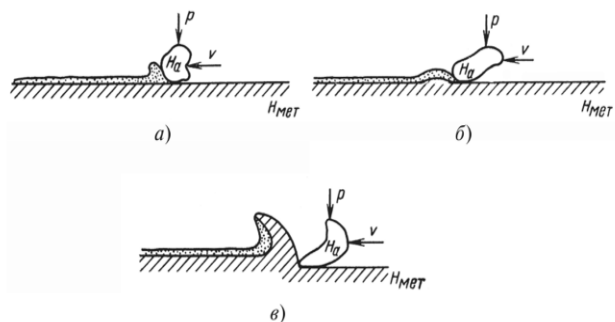
Установлено, что на абразивный износ могут влиять: природа абразивных частиц, агрессивность среды, свойства изношенных поверхностей, воздействие, нагрев и другие факторы [3, с. 87; 4, с. 287; 5, с. 356]. Механический характер разрушения поверхности распространен при абразивном износе.

Абразивное изнашивание происходит в результате воздействия на поверхность трения твердых частиц, содержащихся в смазочных материалах или в рабочей среде, а также при нарушении условий внешнего трения на контакте внедрившейся микронеровности [1, с. 97]. Абразивные частицы могут иметь различную форму и по-разному ориентироваться по отношению к поверхности секции. Способность шлифовального зерна вдавливаться в поверхность зависит не только от соотношения его твердости, но и от геометрической формы зерна. Таким образом, зерно с выпуклой поверхностью или острым краем также может быть вдавлено в плоскую поверхность более твердого тела без каких-либо повреждений. Это объясняет износ металла абразивными частицами с меньшей твердостью, чем его твердость.



Абразивные частицы, которые имеют более высокую твердость, чем металл, разрушают поверхность деталей и резко увеличивают их износ. Следовательно, абразивный износ является одним из наиболее распространенных видов износа [4, с. 250; 5, с. 321].

Ниже представлены виды взаимодействий с абразивной частицей (Рисунок 2).



а – при коррозионно-механическом изнашивании;  
б – при пластическом оттеснении; в – при микрорезании.

Рисунок 2 – Виды взаимодействия поверхности детали с абразивной частицей

Если твердость шлифовальной частицы превышает твердость основного металла детали, при взаимодействии рабочей поверхности с частицей происходит пластическое смещение материала (Рисунок 2, б). Если частица с острым краем врезается в поверхность детали, пластическое смещение становится равным микрорезанию (Рисунок 2, в).

Для снижения абразивной составляющей изнашивания твердость рабочей поверхности детали должна быть в 1,3 раза больше твердости абразива. Повышать твердость материала по сравнению с твердостью абразива более чем в 1,3 раза экономически нецелесообразно вследствие небольшого эффекта. Абразивную износостойкость поверхности повышают различными методами (Таблица 1).

Таблица 1 – Методы повышения абразивной износостойкости детали

Методы	Материал детали	Форма проявления
Гальваническое покрытие	Большинство черных и цветных металлов	Образование тонкого, твердого, гладкого покрытия
Анодирование	Алюминий	Образование тонкого окисного слоя повышенной твердости
Насыщение (цементация, цианирование, азотирование)	Малоуглеродистые стали	Повышение твердости поверхности
Напыление (металлизация, наплавка порошкового металла, напыление керамики)	Металлические и полимерные материалы	Формирование слоев взаимосвязанных, частично окисленных частиц
Кокильная отливка	Серый чугун	Образование на поверхности соля белого чугуна
Плазменная закалка	Чугун, сталь	Повышение локальной твердости поверхности
Лазерное упрочнение	Чугун, сталь	Повышение твердости материала детали в тонких поверхностных слоях

Процесс абразивного износа рабочей поверхности детали можно представить следующим образом. Когда поверхности взаимодействуют с твердым абразивным материалом, частица образует царапину на металлической поверхности. Когда отношение глубины введения  $h$  абразивных частиц в металл к радиусу  $r$  округлых частиц достигает определенного критического значения, царапание сопровождается отделением частиц износа [5, с. 275].

$$h/r = 1/2(1 - 2\tau/\sigma_T),$$

где  $\tau$  – напряжение касательное;

$\sigma_T$  – предел текучести материала.

Формула 1 – Абразивное изнашивание рабочей поверхности

Формула 1 характеризует переход к микрорезанию и определяет термин «порог внешнего трения». При растирании смазки проникновение абразива в область трения приводит к повреждению скользящего слоя и повреждению поверхностей механических деталей.

Абразивный износ – один из самых быстрых процессов разрушения рабочих поверхностей деталей во время трения. Детали механических систем имеют следующую скорость абразивного износа: зубья лопастей экскаватора – 0,13...12,70 мм/ч; скребковые ножи – 0,13...2,54 мм/ч; рабочие органы молотковой мельницы – 0,13...25,40 мм/ч; дробильные пластины дробилок – 0,05...0,50 мм/ч; лопасти бетононасоса – 0,003...0,127 мм/ч; рабочие колеса смесителя составляют 0,001...0,025 мм/ч.

Анализируя вышесказанное, можно заметить, что твердость рабочей поверхности детали должна быть в 1,3 раза выше, чем твердость абразива, чтобы уменьшить компонент абразивного износа. Экономически нецелесообразно увеличивать твердость материала более чем в 1,3 раза по сравнению с твердостью абразива из-за низкого эффекта. Таким образом, эта область исследований представляет научный и практический интерес и требует поиска технологических путей решения.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Крагельский И. В., Михин Н. М. Узлы трения машин: Справочник. – М. : Машиностроение, 1984. – 280 с.
- 2 Крагельский И. В. Трение и износ, Изд. 2-е перераб. и доп. – М. : изд-во «Машиностроение», 1968. – 480 с.
- 3 Чичинадзе А. В., Браун Э. Д., Буше Н. А. и др.; Под общ. ред. А. В. Чичинадзе. / Основы трибологии (трение, износ, смазка). 2-е изд. переработ, и доп. – М. : Машиностроение, 2001. – 664 с.
- 4 Доценко А. И., Буяновский И. А. / Основы триботехники. Учебник. – М. : Инфра-М. :2014. – 336 с.
- 5 Хрушов М. М. Трение, износ и микротвердость материалов: Избранные работы (к 120-летию со дня рождения). – М.: КРАСАНД, 2012. – 500 с.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ РЕМОНТА И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И ЭФФЕКТИВНОСТИ

ИТЫБАЕВА Г. Т.  
к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар  
ТЕМИРОВ А. Х.  
магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

Под стратегией технического обслуживания и ремонтов подразумевается обобщающая модель действий, необходимых для достижения поставленных целей путём координации и распределения соответствующих ресурсов предприятия [1, с. 4–8]. По существу, стратегия технического обслуживания и ремонта (далее – ТО и Р) есть набор правил для принятия решений, которыми ремонтная служба (далее – РС) предприятия руководствуется в своей деятельности по обеспечению работоспособности оборудования. Под реактивными подразумеваются стратегии ТОиР, необходимость ремонтных воздействий в которых обуславливается наступлением некоторого критического в рамках этой стратегии события (отказа, достижения предельных величин регламентируемых параметров).

Превентивные стратегии ТО и Р направлены на предупреждение возникновения критического события и характеризуются возможностью осуществления предварительного планирования и подготовки ТО и Р (заказ ремонтных бригад, материально-технического обеспечения) в противоположность реактивным стратегиям, когда необходимость проведения ТО и Р, а, соответственно, и обеспечение их подготовки, до наступления критического события непредсказуемы.

Краткая характеристика основных стратегий технического обслуживания и ремонтов приведена в таблице 1 [2, с. 15].

Исторически первой (как наименее требовательная к уровню организации и культуры труда) сложилась стратегия эксплуатации до отказа, которая подразумевает осуществление операций по ТО и Р оборудования по достижению критического состояния, которое, как правило, характеризуется невозможностью выполнения заданных функций, то есть утратой работоспособности. К основным достоинствам данной стратегии ТО и Р следует отнести наибольшую длительность межремонтного периода, соответствующую сроку службы оборудования, и минимальные затраты на содержание ремонтной службы, доминирующей функцией которой в этом случае становится восстановление работоспособности оборудования после

выхода его из строя. С другой стороны, отсутствие возможности планирования ресурсов (финансовых, временных, рабочей силы и прочих), необходимых для выполнения ТО и Р, приводит к значительному увеличению продолжительности последних и к повышенным издержкам на ликвидацию аварий, в том числе к потерям производства.

Создание складских запасов товарно-материальных ценностей, как правило, не является удовлетворительным решением, поскольку влечёт за собой снижение ликвидности предприятия. Несмотря на указанные недостатки, в случае недорого резервируемого, а также типового оборудования, отказ которого не оказывает критического влияния на технологический процесс, не представляет опасность для окружающей среды, здоровья и жизни человека, данная стратегия успешно применяется и поныне.

Таблица 1 – Краткая характеристика основных стратегий ТО и Р

М о д е л ь информационного обеспечения	Характер осуществляемых мероприятий	
	реактивные	реактивные
Стохастическая модель (на основе вероятностных, статистических показателей)	I. Эксплуатация до отказа: * максимальное использование ресурса оборудования; + минимальные затраты на содержание РС; – отказы и затраты по ликвидации аварий велики и непредсказуемы.	II. Планово-предупредительные ремонты (ППР): * фиксированная вероятность аварийных отказов; + наилучшее условия для планирования ТО и Р; – значительные затраты на ТО и Р из-за замены работоспособных узлов и деталей.
Детерминированная модель (на основе сведений о фактическом техническом состоянии оборудования)	III. По ТС: * информационное обеспечение процесса принятия решений о ТО и Р; + близкое к полному использование ресурса оборудования; – низкая эффективность при долгосрочном планировании ресурсов.	IV. Проактивная: * активное упреждающее воздействие на ТС оборудования; + увеличение срока службы оборудования; + иррациональный выбор времени, видов и объёмов ТО и Р.
		+ минимальная вероятность аварийных отказов; – высокие требования к культуре труда и квалификации персонала.

Стратегия ППР обеспечивает наилучшие условия для планирования ресурсов, «однако основной недостаток ППР перевешивает все его достоинства, он заключается в проведении ремонтов фактически исправного оборудования, а также принудительной замене деталей независимо от их остаточного ресурса (в сложном оборудовании разница ресурсов отдельных деталей может достигать 500 %). Все это приводит к неоправданному росту эксплуатационных затрат. В недостатки ППР также нужно отнести снижение остаточного ресурса оборудования и увеличение вероятности отказа при вводе в работу после ремонта» [3, с. 140–158]. Стратегия ППР применяется зачастую только декларативно, что обусловлено возросшими требованиями к эффективности системы ТО и Р предприятия в условиях рыночной экономики.

На границе 70-80-ых годов XX века в ремонтном обслуживании производства нашла применение мобильная и переносная виброизмерительная аппаратура, позволяющая осуществлять вибромониторинг оборудования на основе частотного анализа. В то же время происходило ускоренное развитие теории надёжности и исследований в области эксплуатационных свойств оборудования. Всё это предопределило возникновение новой научно-прикладной области знаний – технической диагностики, достижения которой были использованы как основание для реализации стратегии ТО и Р по техническому состоянию (далее – ТС) [4, с. 35–48].

В первую очередь, стратегия ТО и Р по ТС направлена на устранение недостатков исторически предшествовавшей ей стратегии ППР, а именно на снижение количества необоснованных ремонтных воздействий с целью максимального использования ресурса оборудования. При применении данной стратегии за счёт мониторинга ТС вероятность аварийных отказов оборудования сводится к возможному минимуму. Уменьшение затрат на ТО и Р оборудования, минимизация количества unplanned отказов, снижение числа плановых простоев, обусловленных монтажно-сборочными операциями, – неоспоримые преимущества, которые сопровождают внедрение стратегии ТО и Р по ТС.

Стратегия ТО и Р по ТС выдвинула новые требования к уровню культуры труда. В рамках ремонтных служб и контролирующих органов выделяются подразделения технической диагностики, увеличивается значение личного профессионализма, квалификации и опыта рабочих, руководителей и специалистов. С другой стороны, поскольку регламентация ТО и Р обуславливается

стохастическим фактором – фактическим ТС оборудования – снижается эффективность долгосрочного планирования ресурсов

С целью обеспечения высоких показателей работоспособности оборудования промышленных предприятий в последнее время всё большую популярность приобретает проактивная стратегия ТОиР. Анализ, проведенный в работе [2, с. 55–63], позволяет определить проактивную стратегию ТО и Р как наиболее эффективную и целесообразную для внедрения в современных экономических условиях. Проактивная стратегия объединяет в себе достоинства превентивных ремонтных воздействий системы ППР и информационное обеспечение процесса принятия решений, характерное для ТО и Р по ТС оборудования.

Сущность проактивной стратегии ТОиР оборудования заключается в выполнении необходимых ремонтных воздействий, направленных на снижение скорости развития или устранение неисправностей, которые выявлены на основе сведений о фактическом ТС оборудования.

Теоретические основы проактивной стратегии ТОиР оборудования постулируют, что изначально все виды неисправностей присутствуют в зачаточном или явном виде во всех пускаемых в эксплуатацию машинах. Различные факторы, сопровождающие эксплуатацию (проектные и непроекартные нагрузки, воздействие факторов окружающей среды и близлежащего оборудования, условия эксплуатации, проведения ТОиР и прочие), в той или иной мере приводят к развитию различных видов неисправностей. Определяющее воздействие совокупности факторов вызывает ускоренное развитие одной или нескольких неисправностей, которые становятся детерминирующими по отношению к работоспособности машины. Выбирая ремонтные воздействия таким образом, чтобы уменьшить влияние определяющих факторов, можно снизить скорость развития неисправностей, поддерживая работоспособное состояние машины. Рациональный выбор и качественная реализация этих и только этих ремонтных воздействий является задачей РС [2, с. 89–93].

Проактивная стратегия ТО и Р (Рисунок 1) базируется на оценке ТС оборудования, которая может осуществляться следующими методами:

- мониторинг технологических параметров;
- визуальный осмотр;
- контроль температуры;
- акустическая и вибрационная диагностика;

- обследование с применением методов неразрушающего контроля (магнитного, электрического, вихретокового, радиоволнового, теплового, оптического, радиационного, ультразвукового, контроля проникающими веществами).

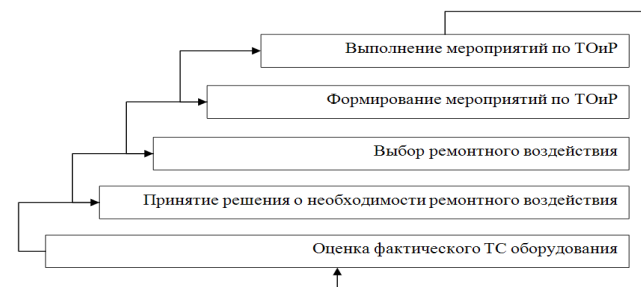


Рисунок 1 – Ремонтное обслуживание оборудования в рамках проактивной стратегии технического обслуживания и ремонтов

Основанием для принятия решения о необходимости выполнения ремонтного воздействия является ситуация, когда ТС одного элемента (детали, узла, механизма) оборудования приводит к ухудшению ТС смежных (пространственно и / или функционально) элементов.

Перечень возможных ремонтных воздействий:

- уход за оборудованием (уборка, очистка, противокоррозионная обработка);
- регулировка, настройка, наладка (центровка, балансировка);
- обеспечение соединений (восстановление целостности сварных швов, затяжка резьбовых соединений);
- смазывание поверхностей трения;
- замена быстроизнашивающихся деталей;
- восстановление или замена базовых деталей, в том числе корпусных.

Выбор проактивной стратегии ТО и Р позволяет обеспечить:

- увеличение срока службы оборудования за счёт снижения скорости развития или устранения зарождающихся неисправностей на начальной стадии их возникновения;
- исключение вторичных повреждений элементов оборудования, вызванных выходом из строя смежных (пространственно и/или функционально) элементов;
- обоснование и выполнение только необходимых ремонтных воздействий, что уменьшает затраты и нагрузку на РС, а также

снижает вероятность возникновения отказов, вызванных ошибками монтажа и вмешательством в функционирование работоспособного оборудования;

- сокращение затрат на ремонтное обслуживание производства, обусловленное изменением структуры ТО и Р в пользу увеличения количества недорогостоящих профилактических воздействий вместо затратных ремонтных операций (замена, восстановление);

- рациональный выбор времени, видов и объёмов ТО и Р вследствие ранних сроков предупреждения возникновения неисправностей при использовании методов и средств технической диагностики и неразрушающего контроля;

- снижение вероятности аварийных отказов, обусловленных неудовлетворительным ТС оборудования;

- повышение коэффициента готовности оборудования, что обеспечивает возможность увеличения объёмов производства и снижения себестоимости продукции;

- формирование доверия к производителю со стороны потребителя за счёт своевременного выполнения договорных обязательств и улучшения качества продукции как комплексный результат повышения культуры труда.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Бездудный Ф.Ф., Смирнова Г.А., Нечаева О.Д. «Сущность понятия инновация и его классификация» // Инновации. – 1998. – №2-3. – с. 4-8.

2 Жуйков В.А. Эксплуатация и ремонт оборудования: учебное пособие. – Киров: Изд-во ВятГУ, 2008. – 127 с.

3 Евенко Л.И. Организационные структуры управления промышленными корпорациями США: Теория и практика формирования. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 348 с.

4 Орлов А.И. Менеджмент. Учебник. – М.: Издательство «Изумруд», 2003. – 298 с.

## МЕТАЛЛ КЕСКІШ АСПАПТАРДЫ БАҚЫЛАУДЫ МЕТРОЛОГИЯЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУДІ ТАЛДАУ

КАСЕНОВ А. Ж.

т.ғ.к., профессор, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

МАНАП І. Қ.

магистрант, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

Машина жасау өндірісі пайда болғаннан бері бүкіл әлемде кесу құралдарын жетілдіру жұмыстары өсіп келе жатқан көлемде жүргізілуде. Мұны құралдардың жаңа конструкцияларына, жыл сайынғы халықаралық және Ұлттық көрмелердегі жаңа экспонаттарға мындаған патенттер айтады. Бұл салада ғылыми-зерттеу институттары мен зертханалардың, көптеген фирмалар мен өндірістік кәсіпорындардың конструкторлық бюроларының ұжымдары үнемі жұмыс істейді.

Осы мақсатта қазіргі уақытта Қазақстан Республикасында машина жасау саласын одан әрі дамыту бойынша айтарлықтай жұмыс жүзеге асырылуда, олардың бірі машина жасауды дамыту жөніндегі 2019–2024 жылдарға арналған «Жол картасын» (кешенді жоспарды) бекіту болып табылады [1]. Жол картасының негізгі мүддесі отандық машина жасау кәсіпорындарының бәсекеге қабілеттілігін арттыру, жаңа технологияларды енгізу және саланың экспорттық әлеуетін арттыру болып табылады.

Жол картасы бағдарламасы бойынша келесі біршама міндеттер жаңғыртуға және жаңаларын құруға ынталандырылуда:

1) қолданыстағы өндірісті жаңғырту мақсатында жабдықтар сатып алуға;

2) қолданыстағы өндірістерді дамыту және/немесе жаңа өндірістерді құру мақсатында жаңа технологияларды енгізуге, автоматтандыруға және цифрландыруға, техникалық құжаттаманы сатып алуға және әзірлеуге байланысты шығындарды өтеу бөлігінде өнеркәсіптік субсидиялар беру тетігін пысықтау [2, 30 б.].

Машина жасау өндірісінің тиімділігі көптеген факторларға байланысты. Осыған орай металл кескіш аспаптардың сапасы маңызды орын алады.

Кесу құралдарын жетілдіру жұмыстары станоктардың дамуымен тығыз байланысты, бұл кесу құралдарының жаңа конструкцияларын жасау міндеттерін қояды. Өз кезегінде, жаңа кесу материалдарының және кесу құралдарының жаңа түрлерінің пайда болуы станоктардың үнемі жетілдірілуіне және жанаруына әкеледі.

Бұл жұмыстардың негізгі мақсаттары: өңдеу өнімділігін арттыру; дайындалатын бөлшектер беттерінің дәлдігі мен сапасына қойылатын талаптардың артуын қамтамасыз ету; жаңа кескіш құралдарды қолданудың экономикалық тиімділігін арттыру болып табылады.

Жаһандық даму жағдайында келесімәселелерді шешу: жоғарғы сапа, өнімділік, ресурстарды үнемдеу, қол жетімділік және т.б. сияқты талаптарды қанағаттандыратын металл кескіш аспаптарды бақылауды метрологиялық қамтамасыз ету болып табылады.

Сапаның қажетті деңгейі оны барынша жандандыру қажеттілігін ескере отырып, бақылау әдістері мен құралдарын таңдаумен, технологиялық жабдықты таңдаумен және оның жақсы жай-күйімен, материалдар мен кесу құралдарының сапасымен, техникалық персоналдың, жұмысшылардың және т. б. біліктілігіне сәйкес келумен қамтамасыз етілуі тиіс. Әр түрлі факторлардың технологиялық процестерінің дәлдігіне әсерін анықтау және жою қажет [3, 31 б.].

Металл кескіш – бұл дайын бөлікті немесе жартылай фабрикатты алу үшін материалдың бір бөлігін қыру түрінде алып тастау арқылы өңделген металл дайындаманың пішіні мен мөлшерін өзгерту үшін қолданылатын кесу құралының бір түрі. Бүгінгі таңда металлмен байланысты бірде-бір өнеркәсіп саласы металл кесетін құралды пайдаланбай аяқталмайды [4, 10 б.].

Кескіш құрал, дәлірек айтсақ, металл кескіш аспап екі негізгі функцияны орындауы керек:

1) кесу, яғни жоңқаны алу;

2) өңделетін бетті ресімдеу (өңделетін беттің сапасына қойылатын талаптарды және өңделетін пішіннің мөлшері мен дәлдігіне қойылатын талаптарды қамтамасыз ету) [5, 2 б.].

Егер кесу құралын таңдау қажет болса, онда негізгі критерий ретінде өнімділік сияқты сипаттама қолданылады – уақыт бірлігіне кесілген материалдың мөлшері.

Металл кесетін құралдың жұмысына келесі факторлар әсер етеді:

1) кесу бөлігінің материалы;

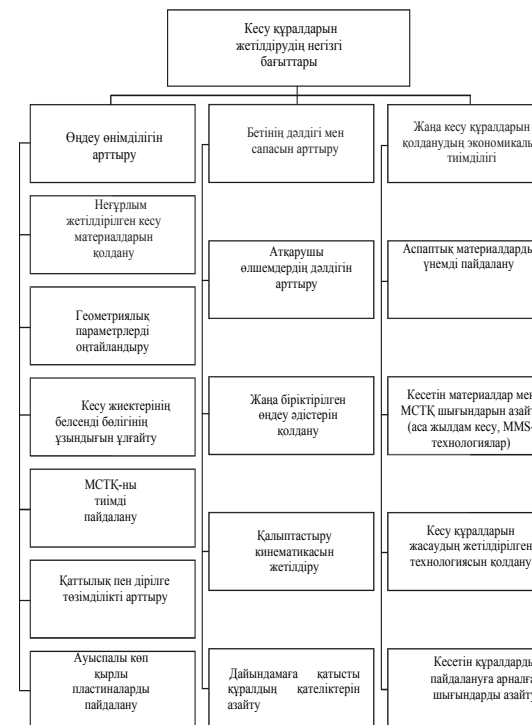
2) құрал конструкциясы;

3) жоңқа ойықтарының көлемі мен пішіні;

4) беріс шарттары және маркасы СОЖ;

5) жоңқаопырғышпен қамтамасыз ету және т. б. [5, 2 б.].

Кесу құралдарын жетілдіру жолдары көрсетілген (1-сурет).



Сурет 1 – Кесу құралдарын жетілдіру жолдары

Осылайша, кескіш аспаптың геометриялық параметрлері мен сапасын бақылау алдында екі, төрт есе үлкейтетін үлкейткішті пайдалана отырып, көзбен шолып қарау арқылы жүргізілетін өрескел ақауларды бақылау жүргізілуі тиіс. Өткіріленген беттерде күйіктер мен жарықтарға жол берілмейді, кесетін жиектерде сырлар, үйінділер және қылтамырлар болмауы тиіс [3, 144 б.]. Себебі, аспаптық материалды таңдау құралдың мақсатына, өңделетін материалға, кесу жағдайларына және басқа да көптеген факторларға байланысты, сондықтан аспаптық материалдарға қойылатын негізгі талаптар анықталады:

- қаттылық;
- беріктік;
- жылуға төзімділігі;
- технологиялылық;
- үнемділік [5, 2 б.].

Кестеде құралдың күйін бақылаудың кең таралған әдістері келтірілген [6, 396 б.].

Кесте 1 – Кескіш құралдың күйін бақылау әдістері

Операциядан тыс		Жедел	
Өлшеу принципі	Қолдану	Өлшеу принципі	Қолдану
Түйіспелі жанасу датчигінің көмегімен (құралдың немесе тетіктің геометриялық параметрлері)	Өнеркәсіптік	Күштік - ш п и н д е л ь к о з ғ а л т қ ы ш ы н ы ң тұтынылған тогы бойынша (айналу моментіне немесе козғалтқыштың қуатына пропорционалды), - кесу күші бойынша (жүріс бұрандаларының тіректеріндегі, шпиндель тіректеріндегі, кесу б а с т и е к т е р і н д е г і деформациялар) - кесу құралының шекті тозуына жеткен кезде өзгеретін кесу күші (кесу күші) және дыбыстық қысым (діріл акустикалық тербелістер) бойынша	Өнеркәсіптік
Оптоэлектрондық (кескішті оптикалық немесе телевизиялық құралдармен, зарядтау байланысы бар аспаптармен бақылау)	Зертханалық		
Пневматикалық	-//-	Ультрадыбыстық	Зертханалық
Радиоизотоптық (жоңқа мен кескіштің радиоактивтілігін бақылау)	-//-	ЭҚК кесу бойынша	-//-
		Түйіспенің кедергісі бойынша кескіш-тетік	-//-
		Кесу температурасы бойынша	-//-
Беттің кедір-бұдырлығының бөлшектері	-//-	Технологиялық жүйенің тербелістерін талдау бойынша (вибраакустикалық тербелістер және акустикалық эмиссия)	Өнеркәсіптік

Осы алынған мәліметтерден қорытындыласақ, металл кескіш аспаптардың метрологиялық бақылау барысында оның геометриялық параметрлерінің алатын орны маңызды екендігін көреміз.

Металл кесетін құралға қойылатын негізгі талап-берілген кедір-бұдырлық пен өңдеу дәлдігінің параметрлері үшін жоғары өнімділік-өндіріс рұқсаттарына, геометриялық параметрлердің

ауытқуларына, кесу бөлігінің қаттылығына, сыртқы түріне қатысты шарттарды орындау арқылы қамтамасыз етіледі. Металл кесетін құралдың жаңа конструкцияларын жасау кезінде олардың геометриялық параметрлері мен құрылымдық элементтерін жақсарту, сондай-ақ кесу қасиеттері жоғары материалдар мен жаңа материалдарды қолдану мәселені шешудің бір жолы. Бұл проблемаларды шешу металл кескіш құралдың беріктігін арттырады, әсіресе бағдарламалық жасақтамамен жұмыс істейтін станоктар үшін жоңғыларды ұсақтауды жақсартады [7, 722 б.].

Экономикалық-нарықтық уақытта метал кескіш аспаптардың сапалы етіп шығару және оған бақылау жүргізу артты. Неғұрлым металл кескіш аспап өнімділігі жоғары болса, соғұрлым бақылау тиімді болады. Сапалы өнім шығару және оның ауытқуларын, кемшіліктерін талдауда метрологиялық бақылау әдістерін пайдалана отырып, жұмыс барысында тұтынушылардың талаптары мен қажеттіліктерін, ақауды анықтаудың негізгі бақылау әдістерін анықтадық.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1 Интернет желісі: Машина жасау саласын дамытудың 2019–2024 жылдарға арналған жол картасын іске асыру өндіріс көлемін екі есеге арттырады – ҚР ИИДМ. Жаз 2019 // Қазақстан Республикасы Премьер-Министрінің ресми ақпараттық ресурсы. 01 тамыз 2019 ж. [Электрондық ресурс]–URL: <https://primeminister.kz/kz/news/press/realizaciya-dorozhnoy-karty-po-razvitiyu-mashinostroeniya-na-2019-2024-gody-vdvoe-povysit-obemy-proizvodstva-miir-rk>

2 Машина жасауды дамыту жөніндегі 2019 - 2024 жылдарға арналған жол картасын (кешенді жоспарды) бекіту туралы» Қазақстан Республикасы Премьер-Министрінің 2019 жылғы 26 маусымдағы № 115-Ө өкімі// Қазақстан нормативтік құқықтық актілерінің ақпараттық-құқықтық жүйесі[Электрондық ресурс] – URL:<https://adilet.zan.kz/kaz/docs/R1900000115>

3 М. П. Моисеев, А. С. Близнянский, В. А. Веллер, Н. И. Кученев, З. И. Соловей. Справочник мастера механического цеха / М. П. Моисеев // Издательство «Машиностроение». – Москва, 1966 –704 б.

4 Металлорежущий инструмент // Политехнический словарь / А. Ю. Ишлинский. – 3-е. – Москва : Советская энциклопедия, 1989. – С. 298. – 656 с.



5 Науманова Е. А. Основные направления совершенствования режущих инструментов–2019, 24 б.

6 Иващенко А. П. Методы и средства контроля состояния режущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 12-3. – С. 393-396; URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=7940>.

7 Боярский В. Г., Сихимбаев М. Р., Шеров К. Т., Сихимбаева Д. Р. Новые конструкции металлорежущего инструмента // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 11-5. – С. 722-726; URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=6214>

8 Машиностроение // Русско-казахский терминологический словарь– 190 б.

## МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

МАЗДУБАЙ А. В.

PhD ассоц. профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

БАЙДИЛЬДИН Н. К.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

**Введение.** В настоящее время во всем мире и в Казахстане огромное внимание уделяют повышению надежности работы промышленного оборудования. Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его применения может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенные сочетания этих свойств. Управление надежностью позволяет оптимизировать затраты на техническое обслуживание и ремонт промышленного оборудования и материальные затраты на их проведение. Кроме этого для потенциально опасных производств, производств с непрерывным технологическим циклом надежность работы оборудования является обязательным критерием их существования, поскольку внезапные отказы станка на таких производствах могут привести к крупным финансовым потерям и даже к техногенным катастрофам [1, с. 5].

**Материалы и методы.** Анализ вибрации для мониторинга и диагностики оборудования обычно состоит из трех основных этапов: сбор данных, обработка сигналов и обнаружение неисправностей. На

сегодняшний день существует множество техник и инструментов, используемых на каждом из вышеупомянутых шагов, и выбор правильных из них может быть довольно сложной задачей. Это связано с тем, что у каждого метода и инструмента есть свои характеристики, преимущества и недостатки. Эти методы можно разделить на две основные группы: методы, основанные на моделях и методы, основанные на данных. Методы, основанные на моделях, требуют аналитической модели системы, тогда как методы, основанные на данных, не требуют каких-либо предположений о модели системы. В методах, управляемых данными, применяются передовые методы обработки сигналов. Поскольку смоделировать неисправную систему очень сложно, методы, основанные на данных, широко применяются в диагностике и мониторинге машин по сравнению с методами, основанными на моделях. Таким образом, основной задачей данной работы является обзор различных методов и инструментов анализа вибрации на основе данных, используемых для мониторинга и диагностики машин. В данном обзоре рассматриваются только наиболее широко используемые методы. Для непосредственного съема вибросигнала используются специальные датчики. Датчик или преобразователь – это устройство, преобразующее механические сигналы в электрические. Тип используемых датчиков обычно зависит от частотного диапазона, чувствительности, конструкции и эксплуатационных ограничений. Независимо от того, какой тип датчиков используется, чем жестче крепление датчика, тем выше частотный диапазон и точность его считывания. В анализе вибрации широко используются три датчика для регистрации сигнала вибрации. Эти датчики представляют собой акселерометр, датчик скорости и перемещения. Анализатор – это инструмент, используемый для анализа данных о вибрации, производимой оборудованием. Он состоит из датчика, усилителя, фильтра и аналого-цифрового преобразователя. Сигнал датчика вибрации проходит через усилитель для увеличения разрешения и отношения сигнал / шум. Затем усиленный сигнал проходит через фильтр, чтобы на этапе оцифровки не возникало наложения спектров. Сигнал оцифровывается в аналого-цифровом преобразователе, а затем проходит через блок обработки, где он может быть отображен как временная форма волны или может быть дополнительно обработан для получения частотного спектра. Анализатор вибрации можно разделить на обычный и компьютерный анализатор вибрации. Обычный анализатор вибрации – это автономный прибор, специально созданный для измерения

вибрации. Это сложный и дорогой инструмент, обычно используемый специалистами по вибрации. Этот инструмент может помочь пользователю определить наличие проблемы, а также ее основную причину и время выхода машины из строя. На рынке доступны одно-, двух- и четырехканальные анализаторы. Одноканальный анализатор может одновременно получать входные данные только от одного акселерометра, тогда как двухканальный анализатор может одновременно получать входные данные от двух расположенных по-разному акселерометров. Четырехканальный анализатор может принимать входные данные от нескольких датчиков и способен одновременно измерять горизонтальное, вертикальное, осевое и раннее обнаружение пеленга. Обычно используется с трехосным акселерометром. Ключевым преимуществом четырехканального анализатора является возможность наблюдать рабочую форму отклонения (ODS) машины. Еще одна более дешевая альтернатива - портативный виброметр. Это устройство с автономным питанием от батареи оснащено акселерометром и обеспечивает отображение уровней вибрации при контакте с механизмами. Для его использования не требуется высокой квалификации обслуживающего персонала, но его возможности измерения несколько ограничены и недостаточны для хранения данных [2, с. 176].

Всю диагностическую информацию, касающуюся диагностики дефектов по спектрам вибрационных сигналов, приведенную в данном разделе, мы разделили на три раздела, по параметру «уровень диагностики», свойственному каждому описываемому дефекту. Такое разделение сделано из-за имеющих место реальных методических различий в проведении измерений и диагностического анализа. Может быть, что для дифференцирования дефектов уровня «подшипник» от других дефектов, более высокого уровня, придется провести измерения и на «соседних» подшипниках, но это мы уже считаем вторичными особенностями такого диагностирования. Это уже дополнительные диагностические процедуры, которые практический диагност может производить, или же не производить, в зависимости от конкретных условий [3, с. 79].

Наличие дефекта в подшипнике качения легко выявляется несколькими способами. Дефект может быть диагностирован «на слух», по форме вибрационного сигнала, по спектру, по сигнала, по спектру огибающей вибрационного сигнала, с использованием «пикфактора», «экссесса», и другими методами. Развития и диагностики дефектов подшипников качения, акцентируя внимание

на тех особенностях, которые нам понадобятся далее, для описания того или иного метода диагностики подшипников. Это позволит уменьшить дублирование описательной информации, которую необходимо приводить при описании каждого метода диагностики дефектов. Характерная форма вибрационного сигнала, в данном случае, зарегистрированного на опоре с подшипником качения, имеющем достаточно развитый дефект состояния, для примера, приведена на рисунке 1. На этом рисунке хорошо видны две наиболее характерные, и важные для диагностики, составляющие сигнала вибрации – фоновая, и импульсная. Фоновое, или среднее значение уровня вибросигнала, регистрируемого на подшипнике качения, характеризуется каким-то усредненным значением, например среднеквадратичным значением виброскорости. Это значение вибрации достаточно просто может быть замерено при помощи обычных виброметров. В моменты прохождения через «несущую», нагруженную зону подшипника качения, дефектного элемента, или элементов, на вибросигнале появляется четко выраженный амплитудный пик, некий энергетический импульс. Параметры этого импульса определяются видом, локализацией и степенью развития дефекта подшипника. Каждый такой ударный импульс обладает четырьмя основными диагностическими параметрами. Это максимальная амплитуда импульса, частота свободных (заполняющих) колебаний, скорость затухания амплитуды этих колебаний, и частота повторения импульсов [3, с. 80].

Результаты и обсуждение. Наиболее важным параметром, характеризующим степень развития дефекта подшипника, является амплитуда ударного импульса. Для измерения этого параметра импульса в приборах вибрационного контроля должны быть предусмотрено использование высокочастотных датчиков измерения вибрации и применения специальных пиковых детекторов или достаточно высокочастотных. Это обусловлено тем, что ударные импульсы имеют сравнительно высокую частоту. Локализация дефекта, место его расположения, обычно уточняется по частоте следования импульсов, для чего используются спектральные методы. Если диагностику состояния опорных подшипников качения проводить по параметрам временных вибрационных сигналов, то основное внимание следует уделить двум [3, с. 80].

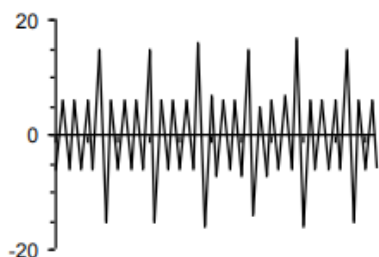


Рисунок 1 – Форма вибрационного сигнала на подшипнике качения с дефектом

В самом общем случае изменение технического состояния подшипника качения, возникновение и развитие в нем дефектов, за весь период его службы можно, разделить на основных этапов. Эти этапы схематически показаны на рисунке 2. На этом рисунке по вертикали отложен уровень вибрации в размерности виброскорости (мм/сек), а по горизонтальной оси отложено относительное время эксплуатации подшипника. Обобщенное техническое состояние подшипника, на каждом этапе его эксплуатации, определяется зоной между двумя линиями вибрационных уровней. Нижняя линия соответствует значению фонового уровня вибрации, определенному в размерности виброскорости, а верхняя линия соответствует усредненной амплитуде ударных импульсов, возникающих при работе подшипника качения [3, с. 81].

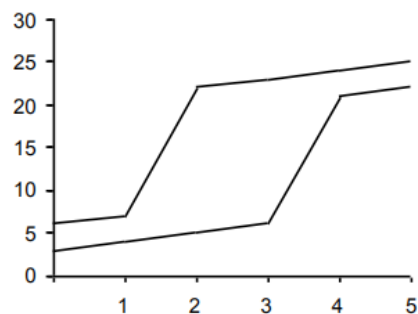


Рисунок 2 – Этапы развития дефектов подшипника качения

**Выводы.** Целью проведенных исследований является создание методов, моделей, алгоритмов и средств вибрационной диагностики оборудования машиностроительного производства для совершенствования и оптимизации его технического обслуживания, объективный контроль качества ремонтных работ. Для полноценного исследования необходимо описать теоретические основы вибродиагностики, методики анализа сигналов и актуальные проблемы, стоящие перед данным видом анализа состояния промышленного оборудования в Павлодарской области и Казахстане в целом. Наиболее часто возникновение поломок оборудования возникает из-за дефектов с подшипниками. По этой причине вибродиагностика подшипников имеет большое значение. Она дает возможность своевременно спрогнозировать вероятность появления дефектов и предупредить аварийные ситуации на производстве.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Марченко Б. Г., Мыслович М. В. Вибродиагностика подшипниковых узлов электрических машин. – М., 1992. – 195 с.
- 2 Карасев В. А., Ройтман А. Б. Доводка эксплуатируемых машин. Вибродиагностические методы. – М., 1986. – 189 с.
- 3 Русов В. А. Диагностика дефектов вращающегося оборудования по вибрационным сигналам. - Пермь, 2012. – 252 с.

#### ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

МУМИНОВА М. А.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

ЯНЮШКИН А. С.

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

Электронные инструменты для машиностроения появились в ответ на быстрый рост промышленности и необходимость экономии трудозатрат на решение инженерных задач. Кроме того, в 1944-1950 годах рабочая группа Whirlwind, которая разрабатывала платформу для моделирования поведения самолетов, использовала специальный термин Computer Aided Design (CAD). Примерно в то же время.

Использование компьютеров в современном инженерном проектировании основано на построении человеко-машинных систем, в которых инженеры взаимодействуют с компьютерами.

Эта система называется «Системы автоматизированного проектирования» или сокращенно «CAD Process». В Европе и США эти системы называются ComputerAidedProcessPlanning, или сокращенно CAPP.

Согласно анализу рынка САПР, проведенному за последнее десятилетие, основными представителями, используемыми в настоящее время в бизнесе, являются Timeline, TechnoPro, Vertical, AutoProject, TechCard, MALAHIT, SplitTechnology, Techwind, TechnogistHepard, NATTA, TEMP, Technologix, T-FLEX Technology, Automation, ARBAT, CARUS, the ADEM CAPP, CAD TP Overseas. Metrolink, Technomatics, Solmina, Notixia, Metamatrix, Proplanner.

Системы, работающие преимущественно в интерактивном режиме (ТехноПро, Вертикаль, АвтоПроект, Techcard, MALAHIT, TEMP, T-FLEX Technology, Automat, KARUS) и системы (NATTA, TechnologiCS, ADEM CAPP, Sprut-TP). В этом разделе подробно описаны некоторые расширенные функции САПР, работающие в автоматическом режиме. Система автоматизированного проектирования технологических процессов NATTA.

Система является продуктом консалтинговой компании GetNet и была разработана в конце 1990-х годов. Система нацелена на интеграцию с САТИА в качестве основного источника графической информации о задании, а также может быть легко интегрирована с ERP и PDM системами [1, 5 с.].

Ключевой особенностью системы является то, что объем технических задач не ограничен программным обеспечением, а может быть расширен пользователем. Задания создаются на NattaScript (сильно упрощенная версия JavaScript), языке сценариев, адаптированном для русскоязычных пользователей. Эта функция позволяет вносить усовершенствования в систему непосредственно в корпоративной среде, не требуя специальных знаний инженеров-технологов. Это означает, что письменное задание можно легко распространить на все рабочие места, а задания может писать один человек.

Работа утверждает, что NATTA CAD нашла компромисс, используя два принципа проектирования процессов: проектирование на основе унифицированного технологического потока (UPF) (стандартного или пакетного) и проектирование на основе

«элементарного технологического потока». Этот компромисс решает проблему с двумя принципами низкой гибкости при использовании единого технологического потока: создание УТР и размещение его в базе знаний требует в десятки и сотни раз больше усилий, чем создание единого технологического потока. Поэтому выгоды от внедрения такой системы автоматизированного проектирования могут быть достигнуты только в том случае, если сотни отдельных технологических потоков будут автоматически спроектированы на основе одного УТП, что бывает не всегда. Особенно в случае многопродуктового и однопродуктового производства, эти многочисленные технологические потоки часто приходится ждать годами, и в то же время УТР должны поддерживаться в надежном состоянии, что приводит к дополнительным расходам. Количество проектируемых автономных процессов может быть увеличено за счет расширения составных частей, что приводит к увеличению трудозатрат на создание и соответствует ТСС. В случае с рудиментарными конструкциями на основе процессов основная проблема заключается в сложности их реализации и в том, что этот метод недостаточно эффективен в серийном и массовом производстве, когда имеется много типовых компонентов. Однако метод может выйти из вышеописанного порочного круга, перейдя на уровень конструкторских и технологических примитивов, что гораздо выше применимости сложных (типовых) деталей и УТП. Таким образом, в NATTA CAD используется принцип модульного проектирования, где конструкторские и технологические модули с различными уровнями завершенности, от одной поверхности или перехода до одной сборки или процесса, связаны между собой.

Система автоматизированного проектирования Спрут-ТП

Эта система разрабатывается компанией SprüttTechnology с 1993 года. Продукция компании направлена на комплексную автоматизацию проектной деятельности предприятия и включает модули для проектирования промышленных изделий, управления производством и планирования работ, а также ExPro - компьютерную систему технических знаний для непрограммистов, которая позволяет сотрудникам применять накопленный опыт на всех этапах процесса проектирования.

Система «Спрут-ТП» рассматривается ее разработчиками как автоматизированная система с частично интеллектуальными модулями. Судя по серии работ [2, 100 с.; 3, 100 с.], внедрение интеллектуальных элементов в процесс инженерного проектирования

началось в 1999 году. На сегодняшний день в программных пакетах автоматизации проектирования реализованы следующие возможности [4, 15 с.]:

- решения из предыдущих проектов могут быть автоматически извлечены и применены системой;
- автоматическое проектирование ТП на основе шаблонов с заданными условиями и параметрами;
- автоматическое проектирование широкого спектра операций на основе имеющейся базы технических знаний, включая выбор оборудования, текстов переходов, выбор инструмента, расчет режимов обработки и норм времени;
- автоматическое создание сводных ведомостей и спецификаций для процессов, продуктов и заказов.

Система автоматизированного проектирования ADEM CAPP ADEM Group фокусируется на автоматизации процесса проектирования, подготовки производства и управления инженерными данными на основе современных программно-аппаратных комплексов. В 1994 году была разработана первая в России система САПР для комплексного проектирования и производства. Группа была создана для объединения команд из разных компаний.

В настоящее время продукция ADEM [5], предназначенная для комплексной автоматизации производства, может создавать следующие рабочие места

- ADEM CAD/CAM – рабочее место для техников-программистов (CNC).
- ADEM CAD/CAPP – рабочее место для техников общего производства.
- ADEM NTR – рабочее место для инженеров по распределению, интенсивное распределение технических процессов.
- ADEM CAD – рабочее место для дизайнеров.

Таким образом, система CAD реализована как комбинация трех модулей - CAD, CAPP и CAM. Эти модули могут быть объединены для реализации следующих задач

Модуль проектирования технических процессов в ADEM CAPP позволяет проектировать одиночные, групповые и стандартные технические процессы с различной степенью автоматизации, а также детальные составы по различным направлениям, таким как механическая обработка, электролиз, сварка, сборка и термообработка в соответствии с USTD и STP. ADEM CAPP является и имеет удобный для пользователя

интерфейс. Сюда входит древовидное и форматированное текстовое представление проектируемых путей, формат и тип диалоговых окон для ввода параметров, сервисы для обеспечения правильного функционирования системы и автоматизации рутинных расчетов. С каждым объектом технического процесса может быть связан эскиз. Автоматическая генерация элементов ТП на основе геометрической информации может значительно ускорить проектирование ТП. Помимо создания элементов маршрута, сервис также может выбрать оборудование, режущие инструменты и измерительные приборы, рассчитать условия резки и нормы времени. Услуга включает в себя подбор измерительных приборов, автоматическое создание контрольных карт, раскрой листа и нанесение пазов.

Система автоматизированного проектирования «ТехноПро» «ТехноПро» – это универсальная система технического дизайна и подготовки производства [6, 30 с.]. База данных «ТехноПро/Работа» содержит данные для формирования техпроцесса изготовления деталей заготовок, включая формирование технологических маршрутов, операций, расчет размеров заготовок, методов термической и машинной обработки и показателей износа. Он состоит из десятков блоков условий и таблиц.

Универсальность TechnoPro в автоматическом выборе значений из базы данных и решении технических и экономических задач позволяет пользователю изменять и вводить таблицы данных, условия и расчеты: расчет норм раскроя материала, определение норм отходов на деталь, расчет норм расхода охлаждающей воды и других вспомогательных материалов. Система автоматизированного проектирования САПР ТП «Вертикаль».

«Вертикаль» [7, 10 с.] поддерживает режим автоматической доработки технологии в двух вариантах: на основе информации, передаваемой из параметризованного чертежа КОМПАС-График, и на основе данных, извлекаемых из таблицы размеров детали данного типа. В большинстве случаев, однако, технолог использует диалоговую опцию «Пересмотр диаграммы процесса» в режиме доступа к справочной базе данных. Система не заменяет технолога, а лишь позволяет ему быстро и удобно принимать технологические решения, освобождает его от рутинной части работы, выполняет расчеты, систематизирует нормативно-справочную информацию и фиксирует принятые технологические решения в удобном виде.

Принципы проектирования технологических процессов в системе «Вертикаль» универсальны и основаны на использовании

часто повторяющихся технологических решений, хранящихся на разных иерархических уровнях: групповых технологических архивах, стандартных технологиях, библиотеках операций и переходов. С этой точки зрения система САПР – это, прежде всего, система управления базой данных (СУБД). Производительность других элементов системы зависит от того, как реализованы функции обработки данных и их логические связи.

В вертикальной системе САД реализован механизм, позволяющий визуализировать структуру изделия, детали, взаимосвязи между устройствами, аксессуарами и методами обработки. Модель технологического процесса в системе САД занимает центральное место. В системе «Вертикаль» это трехуровневая цепочка связанных реляционных таблиц, записи в которых имеют различную логическую структуру. Эта модель является универсальной и может быть адаптирована к индивидуальным потребностям. Он позволяет создавать технологии с различным перераспределением и учитывает все средства технологического оснащения, в том числе и принципиально новые.

Вся информация о текущем технологическом процессе делится на уровни: Часть – Операция – Переход.

Пользователь может перемещаться по уровням, контролировать состав переходов в каждой технологической операции и вносить необходимые изменения на любом уровне. Характерной особенностью этой модели является иллюстративная форма представления информации. Записи таблицы «Переходы», содержащие тексты переходов, режущие инструменты, приспособления, условия резания и т.д., отображаются на экране в виде единого списка. Такая возможность достигается благодаря тому, что физические документы на этом уровне имеют другую логическую структуру.

Подводя итоги анализа систем САПР, представленных в настоящее время на рынке, можно сделать следующие выводы. В системах с диалоговым режимом работы предполагается, что планы обработки поверхности составляются на основе адаптации существующего технологического процесса ТР, типового технологического процесса ТР, группового технологического процесса ГТР [8, 15 с.]. Для этих систем была разработана и внедрена методология [9, 10 с.] проектирования технологических процессов изготовления деталей, основанная на сочетании унифицированных и синтезированных технологических решений. Данная методика предполагает наличие информационных таблиц с типовыми

последовательностями и траекториями обработки унифицированных элементов детали. При их отсутствии предлагается подход к их созданию, включающий предварительную группировку деталей, анализ чертежей и создание унифицированных конструктивно-технологических элементов деталей и технологических решений по их обработке.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Кондаков А.И. САПР технологических процессов: учебник для студ. высш. учеб.заведений. – 2-ое изд. – Москва : Академия, 2008. – 272 с.

2 Михалев О. Н., Янюшкин А. Программная реализация автоматизированного проектирования обработки точных отверстий на станках фрезерно-сверлильно-расточной группы с ЧПУ // Технология машиностроения. - 2008. - № 10. - С. 44–48.

3 Евгеньев Г. САПР XXI века: интеллектуальная автоматизация проектирования технологических процессов // САПР и графика. 2000. № 4. С. 59–64.

4 Шередеко О. П., Щеглов С. Н., Янушко В. В. Характерные особенности САПР СПРУТ //Известия Южного федерального университета. Технические науки 2003. –№ 2 С. 150-155

5 Красильников А.В, Ямаев И.К Десять основных принципов ADEM CAPP // САПР и графика. 2004. №4. С.48-52

6 Шилов В., Смирнов С. Эффективность применения системы. «ТехноПро» на машиностроительном предприятии // САПР и графика. 2003. №12. С.25–27.

7 Андрейченко А. Р «Вертикаль» – новое поколение технологических САПР: объектный подход // САПР и графика. – 2005. - №6. - С. 8–10.

8 Руденко П. А., Павленко П. Н., Беляев Н. М. Проектирование технологии механической обработки сложных корпусных деталей на основе унифицированных конструктивно-технологических решений //Респ. науч.- практ.конф. «САПР конструкт. и технол. подгот, автоматизир. пр-ва в машиностр.» :тез. докл.–Харьков, 1990. – С. 33–34.

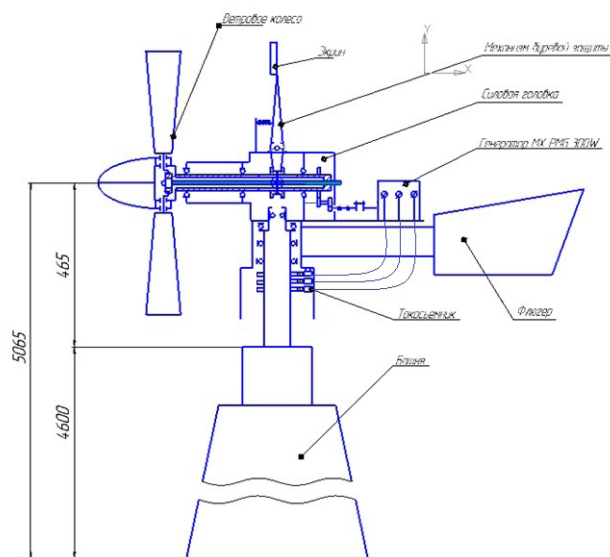
9 Королев А. В., Болкунов В. В., Шампанский И. А. Система автоматизированного планирования технологических процессов механообработки с использованием, альтернативных решений //Респ. науч.- практ. конф. «САПР конструкт. и технол. подгот. автоматизир. пр-ва в машиностр.» :тез. докл. – Харьков, 1990. – С. 118.





Алайда, 2020 жылдан бастап 2021 жылға дейін Павлодар облысында орналасқан 15 метеостанцияға жүргізілген талдау, негізінен, оңтүстік-батыстан соққан жел мен батыстан соққан желдің басым екенін көрсетеді, оның орташа жылдамдығы 23 м/с екпінін ескере отырып, 3,6 м/с құрайды.

2-суретте көрсетілген жел электр қондырғысының дамыған дизайны мыналардан тұрады: жылдамдықты басқару механизмі бар қуат басы, қоңыр қорғаныс, өзгермелі оймамен табақты болаттан жасалған айналмалы жүздері бар сегіз жүзді жел дөңгелегі, ток қабылдайтын құрылғысы бар тірек-бұрылу механизмі, ауа-райы және мұнара. Қуаты 300 Вт тәжірибелік үлгі үшін жел дөңгелегінің диаметрі 1,2 метрге тең, қуаты 2 кВт үлгі үшін - 2,5 метрге тең деп қабылданған. Жел энергиясын барынша пайдалану үшін ауа ағыны қолданылады.



Сурет 2 – Қоңыр қорғаныстың экрандық-иінтіректі механизмі бар ЖЭК схемасы

Осы конструкцияның тәжірибелік үлгісі желдің жылдамдығы 3-5 м/с төмен болған кезде электр энергиясын тұрақты өндіруді қамтамасыз етеді, техникалық шешімге Қазақстан Республикасының №31844 инновациялық патенті алынды.

Айта кету керек, бұрғыдан қорғау ретінде айналу жиілігін реттеудің экрандық-иінтіректі тетігі пайдаланылады, осы Техникалық шешімге Қазақстан Республикасының №26174 инновациялық патенті алынды.

Шағын отандық жел энергетикасын дамыту мақсатында шағын жел энергетикасын дамытуды шешудің мынадай жолы – ЖЭК орталықтандырылған сатып алу-сату, ЖЭК объектілерін салуға жер учаскелерін резервте қалдыру және ресімдеу, рұқсаттар, ұзартулар және кез келген басқа да мемлекеттік рұқсаттар, оның ішінде техникалық шарттар беру, сондай-ақ салықтық және кедендік жеңілдіктер енгізу функциялары бар «бірыңғай терезе» құру ұсынылады. Бұл тетік ЖЭК секторын дамытатын елдерде (БАӘ, Нидерланды, АҚШ Техас штаты) қолданылды. Қолданыстағы ЖЭК туралы заңда аукционнан басқа ЖЭК электр энергиясын сатып алу және сату тәртібін айқындайтын ұсынылатын шаралар жоқ.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Қазақстан Республикасы Энергетика министрлігінің ресми сайты. <https://www.gov.kz/memleket/entities/energo/press/news/details/282045?lang=ru>, дереккөзге жүгінген күн 2021 жылғы 19 қараша.
- 2 Қазақстан Республикасы Президентінің ресми сайты. <https://www.akorda.kz/ru/prezident-vystupil-na-mezhdunarodnoy-konferencii-po-dostizheniyu-uglerodnoy-neutralnosti-1393134>, дереккөзге жүгінген күн 2021 жылғы 19 қараша.
- 3 Жел энергетикасы жөніндегі жаһандық кеңестің ресми сайты <https://gwec.net/wp-content/uploads/2021>, дереккөзге жүгінген күн 2021 жылғы 19 қараша.
- 4 И. А. Шумейко, С. М. Нұркимбаев «Қуаты аз жел электр қондырғыларының тиімділігін арттыру», Praha, PublishingHouse «EducationandScience» s.r.o., 2013. – 7п.
- 5 И. А. Шумейко, С. М. Нұркимбаев. «Модельдеу негізінде АЖЭК-6 моделінің жел энергетикалық қондырғысының жел дөңгелегінің оңтайлы құрылымдық параметрлерін анықтау». – Павлодар. 2014.- 6 п.

## УПРАВЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТЬЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПУТЕМ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМА ТЕКУЩЕГО РЕМОНТА (НА ПРИМЕРЕ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЕЙ СЕМЕЙСТВА МАЗ)

САЙЛАУБЕК Д. С.

магистр техники и технологий, преподаватель специальных предметов,  
Тарбагатайский колледж, Восточно Казахстанская обл.,  
Тарбагатайский р-н, с. Ақсуат

Повышение надежности и поддержание ее на требуемом уровне связаны со значительными затратами материальных трудовых ресурсов, которые могут достигать значительных размеров. Поэтому особую значимость приобретает задача совершенствования использования техники с минимальными затратами. В связи с этим возникает задача управления надежностью автомобильных конструкций в эксплуатации. Учитывая дальнейшее увеличение интенсивности движения автомобилей на магистралях и улицах городов, задачи, поставленные в данном исследовании, решаются применительно к тормозным системам автомобилей, выпуск которых с каждым годом увеличивается. Целью данной работы является исследование и совершенствование методов управления надежностью тормозных систем в эксплуатации, направленных на повышение безотказности, и следовательно на обеспечение безопасности движения, и снижение эксплуатационных затрат. на повышение безотказности, и следовательно на обеспечение безопасности движения, и снижение эксплуатационных затрат, пневматическим тормозным системам грузовых автомобилей. Они выражаются в следующем:

- с целью недопустимости опасных внезапных отказов в процессе эксплуатации, предложены метод нагруженного (горячего) резервирования диафрагм тормозных камер и периодичность их которая;
- с использованием теории процессов восстановления осуществлено краткосрочное и долгосрочное прогнозирование потребности в тормозных диафрагмах исходя из них надежностных характеристик.
- метод определения периодичности контроля и обслуживания резервированных тормозных систем, при их горячем резервирован; нормативно-информационные показатели для оперативного управления производством текущих ремонтов тормозной системы и планирования запасов деталей лимитирующих надежность

(тормозных диафрагм) материалов, а также трудовые затраты по техническому обслуживанию и ремонту. Минимальные затраты на техническое обслуживание и ремонт являются лишь одной экономической характеристикой или критерием оптимальной периодичности. Могут быть учтены также технические критерии: безотказность движения, потери, связанные с прекращением транспортного процесса, постоянными и т.д.

Для установления целесообразности выполнения той или иной операции технического обслуживания используется экономико-вероятный метод, который является продолжением и объединением двух методов – технико-экономического и по допустимому уровню безотказности. Метод базируется на определении минимальных удельных затрат на проведение принудительных операций технического обслуживания. Рассмотренные методы послужили основой для разработки рациональных режимов технического обслуживания и совершенствования «Положение о техническом обслуживании и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта».

Методы управления процессами восстановления работоспособности автомобилей.

Важнейшим фактором обеспечения и поддержания надежности является прогнозирование предупреждение отказов, а также изыскание наиболее эффективных методов улучшения численных значений показателей надежности комплексом мероприятий конструкторское- технологическое и эксплуатационного характера, а также методами технической эксплуатации. В настоящее время теоретическое прогнозирование успешно используют для управления уровнем надежности, что относится к основным проблемам технического прогресса. Разработка методов прогнозирования отказов и объема работ по их устранению способствует планированию потребности в текущем ремонте, что является одним из важных элементов при исследовании эксплуатационной надежности сложных технических систем. Применение теории надежности позволяет решить эту проблему. Основным в этом направлении являются разработки, выполненные профессором А. М. Шейниным предложенный им метод основан на расчетных управлениях и состоит из четырех взаимосвязанных этапов, в каждом из которых решаются определенные задачи. Общественно, что как безопасность движения, так и нормальная работа автомобиля в значительной мере зависят от свойств тормозной системы. Поэтому весь

комплекс мероприятий по обеспечению эффективного действия тормозов можно разделить на мероприятия конструкторского, технологического, ремонтного и профилактического характера. Конструкторским путем улучшение показателей надежности может быть достигнуто введением оптимального варианта надёжности схемы системы, увлечением долговечности и прочности элементов, повышением качества материалов и совершенствованием технологии изготовления.

Основные теоретические положения исследований изложены в трудах Е. А. Чудакова, Н. А. Бухарина, Г. В. Гольда, Я. Х. Закина, Б. С. Фалькевича, В. А. Илларионва, Г. И. Клинковштейна и другие.

Вопросы эффективности торможения, энергоёмкости, энергоёмкости в их взаимосвязи с теорией движения, устойчивости и управляемости автомобиля впервые были рассмотрены академиком Е. А. Чудаковым. Эффективность торможения им рассматривалась в связи со способностью тормозных механизмов автомобиля превращать в процессе торможения кинематическую энергию автомобиля в тепловую, способностью рассеивать тепло в окружающую среду.

Н. А. Бухариным разработана классификация тормозных механизмов их приводов, с ценные параметры для них, метод расчета нагрузочных режимов элементов тормозной системы и расчет их на выносливость. А. Ф. Машенко и В. Г. Разановым разработаны методы определения тормозных свойств и нормативы на тормозные свойства автотранспортных средств различных категорий. Ими были исследован и обобщен опыт совершенствования конструкторским путем тормозных систем автомобилей и, автопоездов, обобщены результаты исследований в взаимодействия автомобиля и прицепа при торможении. Проведен ряд других значительных работ, направленных на увеличение эффективности действия тормозов, что позволило постоянно совершенствовать конструкции тормозных систем: введены тормозные системы с гидравлическим, пневмогидравлическим, пневматическим тинами приводов, разработаны тормозные камеры с энергоаккумуляторами, механизмы против блокировки и обратной связи, улучшены условия отвода тепла в окружающую среду, что в конечном итоге повысило эффективность действия тормозов, устойчивость автомобилей в процессе торможения, управляемость самой тормозной системы. Внешней нагрузкой для тормозной системы является общий вес автомобиля с номинальной нагрузкой и установленным коэффициентом.

Пневматическим приводом внутренняя нагрузка лимитируется по условиям предельных нагрузок на диафрагмы и тормозные шлаги (верхний предел), по эффективности действия системы и производительности компрессора (нижний предел). Эти положения могут быть использованы для прогнозирования отказов тормозной системы по эффективности ее действия. Торможения автомобиля должно осуществляется так, чтобы максимальная эффективность достигалась одновременно с сохранением устойчивости и управляемости автомобиля. Это задача решается путем определенного распределения тормозных сил между колесами и осями автомобиля. Тормозные системы выполняются с постоянным (нерегулируемым) распределением тормозных сил с обратной связью и с регулируемым по колесам тормозных сил без обратной связи. Нерегулируемое соотношение тормозных сил в условиях переменной нагрузки автомобиля приводит к весьма нестабильным тормозным свойствам. Поведение автомобиля при торможении, то есть вероятность потери устойчивости или управляемости при торможении с одинаковой интенсивностью на одних и тех же дорогах, существенно изменяется при изменении его нагрузок. Это изменение особенно сильно проявляется на грузовых автомобилях и автобусах. В ряде стран значение величины неравномерности распределения тормозных сил определено техническими нормами. Например, в Казахстане, России и Евросоюзе 20 % допускают разницу в тормозных моментах между отдельными колесами, это указано в СТ РК 51709-2004, Автотранспортные средства, требование к техническому состоянию по условиям безопасности движения, методы проверки, и техническим регламентом таможенного союза далее (ТР ТС) 018/2011 материалов, а также трудовые затраты по техническому обслуживанию и ремонту. Минимальные затраты на техническое обслуживание и ремонт являются лишь одной экономической характеристикой или критерием оптимальной периодичности. Могут быть учтены также технические критерии: безотказность движения, потери, связанные с прекращением транспортного процесса, постоями и т.д. Для установления целесообразности выполнения той или иной операции технического обслуживания используется экономико-вероятный метод, который является продолжением и объединением двух методов – технико-экономического и по допустимому уровню безотказности. Метод базируется на определении минимальных удельных затрат на проведение принудительных операций технического обслуживания. Рассмотренные методы послужили основой для

разработки рациональных режим технического обслуживания и совершенствования «Положение о техническом обслуживании и ремонта подвижного состава автомобильного транспорта».

Методы управления процессами восстановления работоспособности автомобилей.

Важнейшим фактором обеспечения и поддержания надежности является прогнозирование предупреждение отказов, а также изыскание наиболее эффективны методов улучшение численных значений показателей надежности комплексом мероприятий конструкторское- технологического и эксплуатационного характера, а также методами технической эксплуатации. В настоящее время теорное прогнозирование успешно используют для управления уровнем надежности, что относится к основным проблемам технического прогресса. Разработка методов прогнозирования отказов и объема работ по их устранению способствует планированию потребности в текущем ремонте, что является одним из важных элементов при исследовании эксплуатационной надежности сложных технических систем. Применение теории надежности позволяет решить эту проблему. Основным в этом направлении являются разработки, выполненные профессором А. М. Шейниным предложенный им метод основан на расчетных управлениях и состоит из четырех взаимосвязанных этапов, в каждом из которых решаются определенные задачи. Резервирование диафрагм тормозных систем при соответствующей периодичности их обслуживания практически исключает ситуацию, когда тормозной путь увеличивается в два и более раза из-за разрыва диафрагмы и последующее торможение становятся малоэффективным и невозможным. Расчеты по предложенному методу выявили, что при существующей долговечности диафрагм и их нагруженном однократном резервировании периодичность контроля 12,8 тыс. км обеспечивает вероятность безотказной работы систем по отказу диафрагмы на уровне 0,99. Полученная периодичность должна быть приурочено к очередному ТО-1 или ТО-2:

1) высокий уровень вероятности безотказной работы в результате резервирования диафрагм позволит увеличить периодичность контрольно-диагностических работ с 2,4 до 12,8 тыс.км, что позволило снизить трудоемкость проведения ТО-1 на 18–20 %;

2) рассчитанная индивидуальная норма расхода (потребности) тормозных диафрагм создает благоприятные предпосылки для нормального функционирования зон ТО-2 и ТР;

3) расчетный экономический эффективности составил 325710 тенге на 100 автомобилей в год.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Булгаков Н. Ф., Бурхийев Ц. Ц. Управление качеством профилактики автотранспортных средств. Моделирование и оптимизация. Учебное пособие. Издатель 2-е стереотип./ ИПЦ КГТУ. 2004. – 184 с.

2 Бухарин Н. А. Тормозные системы. – М. : Машгиз, 1960. – 50 с.

3 Говорущенко Н. Я. Диагностика технического состояния автомобилей. – М. : Транспорт, 1970. – 254 с.

4 Ежев В. И. Исследование эксплуатационной надежности тормозных систем автомобилей ЗиЛ. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н -Ленинград. 1972. – 50 с.

5 Крамаренко Г. В. Квопросу о на выгоднейшем режиме технического обслуживания автомобилей. – Труды МАТИ, 1956, вып 19.

6 Кульсеитов Ж. О, Муздыбаев М. С, Савостенко В. В и др. Надежность транспортной техники. Алматы, 2012. – 205 с.

7 Лекиашвили В. Г. Исследование и совершенствование методов управление надежностью тормозных систем автомобилей в эксплуатации. Диссертация на соискание ученой степени к.т.н. – М. : МАДИ, 1997. – 100 с.

8 Машенко А. Ф., Розанов В. Г. Тормозные системы автотранспортных средств. – М. : Транспорт, 1972. – 168 с.

9 Нествитский Я. И. Техническое обслуживание и надежность автомобилей. – Киев, 1971. – 428 с.

10 ОСТ 37.001.016-70. Тормозные системы автомобильного подвижного состава. Технические требования и условия проведения испытаний.

## ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПРИМЕНЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ ШЛИЦЕВЫХ ПРОТЯЖЕК

ТЛЕВКАБЫЛОВ Р. Х.  
магистрант, Торайгыров университет, г.Павлодар  
КАСЕНОВ А. Ж.  
к.т.н., профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар

Отверстие – полый внутренний элемент детали или конструкции. Оно различается по форме, по функциональности и по методам его получения и имеет различные служебные назначения. Отверстия используются для соединения нескольких деталей в конструкции. Большие и ударные нагрузки требуют соединений с большой площадью контакта. К таким относится шлицевое соединение. Вал с шлицевыми зубьями соединяется с деталью при помощи шлицевого отверстия. Шлицевые отверстия являются основными элементами в конструкциях, которые работают с большими и длительными ударными нагрузками. В таких конструкциях детали с шлицевыми отверстиями больше всего подвержены износу и другим негативным воздействиям. Поэтому так важно повысить эффективность их обработки, т.е. снизить себестоимость операций.

В современном машиностроении используют различные методы обработки шлицевых отверстий. Для снижения затрат материала, повышения эксплуатационных характеристик, получения точных геометрических форм и физико-механических свойств деталей с шлицевыми отверстиями требуются внедрения инновационных и экономически обусловленных подходов в области современной металлообработки.

На предприятиях для обработки шлицевых отверстий широко применяют шлицевые протяжки. На заводах шлицевые отверстия протягивают на протяжных станках. Протягивание шлицевыми протяжками – широко применяемый метод получения шлицевых пазов различных конфигураций в отверстиях. Такая обработка шлицевых отверстий является высокоточной и высокопроизводительной, и позволяет обрабатывать шлицевые отверстия диаметром до 420 мм. Благодаря шлицевому протягиванию можно получить поверхности отверстий с шлицевыми зубьями классом точности от первого до третьего и шероховатости с предельными отклонениями по 7 качеству [1, с.17].

Протяжки – многозубый режущий инструмент (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Протяжки шлицевые

Они состоят из хвостовика, шейки, передней и задней направляющих, режущей и калибрующей частей и заднего хвостовика (Рисунок 2). Хвостовик служит для присоединения протяжки к патрону станка. Основные типы и размеры хвостовиков изготавливаются по ГОСТу [2].

Если диаметр обрабатываемого шлицевого отверстия превышает 15мм, то шлицевые протяжки изготавливают сборным либо сварочным методами.

Шейка и переходный конус выполняют вспомогательную роль. Их длина должна обеспечивать возможность присоединения протяжки к патрону перед началом протягивания. Переходный конус обеспечивает свободное вхождение передней направляющей в протягиваемое отверстие. Диаметр шейки изготавливают меньше диаметра хвостовика на 0,3–1,0 мм.

Передняя направляющая предотвращает перекося заготовки, центрируя ось заготовки относительно оси протяжки перед операцией. Длина передней направляющей должна быть равна длине протягиваемого отверстия, а при больших длинах – не менее 1/3 длины протягиваемого отверстия. Форма передней направляющей части должна соответствовать форме обрабатываемого отверстия, а допуск на диаметр направляющей части берётся по восьмому качеству.

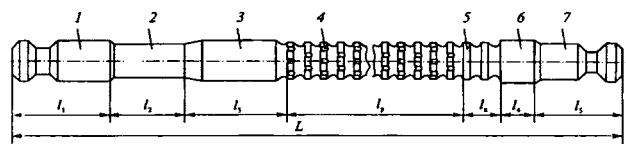


Рисунок 2 – Конструктивные элементы протяжки:

- 1 – хвостовик; 2 – шейка; 3 – передняя направляющая;  
 4 – режущая или рабочая часть; 5 – калибрующая часть;  
 6 – задняя направляющая; 7 – задний хвостовик

Задняя направляющая выполняет ту же роль, что и передняя. Она предохраняет шлицевую протяжку от перекоса при выходе ее калибрующей части из отверстия. По длине она меньше длины передней направляющей, а ее диаметр выполняется точнее, с допуском по f7.

Для авто-возврата протяжки в исходное положение после задней направляющей иногда предусматривается задний хвостовик, который устанавливается в патроне каретки станка. Задний хвостовик предохраняет инструмент от провисания и перекоса, и позволяет избежать искажения размеров и формы обрабатываемого отверстия.

Режущая или рабочая часть шлицевой протяжки предназначена для удаления основного припуска на обработку и формирования поверхности протянутого отверстия. Она содержит черновые и чистовые зубья. При групповой схеме резания отверстий режущая часть оснащается переходными зубьями, которые располагаются на ступенчато-конической поверхности. Длина режущей части равна произведению числа зубьев на их шаг. Шаг зубьев высчитывается в соответствии с требованием к точности протягиваемого шлицевого отверстия, шероховатости поверхности обрабатываемого отверстия, величины снимаемого припуска при обработке.

Калибрующая часть содержит от 4 до 10 зубьев одинакового диаметра. Диаметр зубьев калибрующей части равен диаметру последнего чистового зуба. Калибрующая часть служит для калибровки отверстия, уменьшения перекосов размера, а также является запасом на переточку. Калибрующие зубья припуск не удаляют, а срезают микронеровности поверхности после прохода чистовых зубьев. Они направляют протяжки в обрабатываемое отверстие [3, с. 10].

К достоинствам протяжек можно отнести следующее:

- высоко-производительность, т.к. при резке припуск снимается несколькими зубьями одновременно. При этом активная длина режущих кромок большая, хотя скорость резания составляет 6-12 м/мин. Производительность протягивания шлицевыми протяжками в 3-12 раз выше других видов обработок шлицевых отверстий;

- высокая точность (JT-JT8) и низкая шероховатость (Ra 0,3-2,5 мкм) обработанных отверстий. Это достигается за счёт наличия черновых, чистовых и калибрующих зубьев, а в некоторых конструкциях протяжек еще и выглаживающих зубьев. Протягивание шлицевыми протяжками может заменить некоторые виды обработки шлицевых отверстий, а иногда могут являться альтернативой отделочным методам обработки. Использование шлицевого протягивания для обработки шлицевых отверстий позволяет не прибегать к шлифовке после обработки;

- износостойкость инструмента обеспечивается низкими скоростями резания и большими запасами на переточку.

К недостаткам протяжек можно отнести:

- высокие трудоемкость и стоимость инструмента из-за сложности конструкций протяжек и высоких требований к точности их изготовления;

- узкий спектр применения и обработка только одного типоразмера отверстий обусловлены сложностью конструкции протяжки и высокой себестоимостью;

- высокие затраты на переточку, обусловленные сложностью конструкций этих инструментов [4, с. 15].

Исходя из вышеизложенного, протягивание шлицевыми протяжками для обработки шлицевых отверстий целесообразно и эффективно во всех видах производства (единичное, мелкосерийное, среднесерийное, крупносерийное, массовое), т.к. шлицевые отверстия имеют сложную форму, а их размеры – узкие допуски. Эффективность использования шлицевых протяжек для обработки шлицевых отверстий на порядок выше других видов обработок. Исследования показывают эффективность в 3 раза, а в некоторых случаях в 5 – 6 раз выше по сравнению с фрезерованием, долблением и строганием шлицевых отверстий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Щеголев В. А. Конструирование протяжек. – М.: Машгиз, 2011. – 351 с.

2 Протяжки // Викиметалл. 17.02.2016г. [Электронный ресурс.] –URL: <https://wikimetall.ru/oborudovanie/protyazhka.html>[Дата обращения 20.03.2022].

3 Демидов В.В., Киреев Г.И., Смирнов М.Ю. Расчет и проектирование протяжек. Часть 1. Внутренние протяжки; Учебное пособие – Ульяновск: УлГТУ, 2005. – 54 с.

4 Протяжки. Назначение, основные типы и области их применения // Про-металлообработку. [Электронный ресурс]. URL: <https://pro-metalloobrabotku.ru/?p=253>[Дата обращения 20.03.2022].

5 Итыбаева Г. Т., Мусина Ж.К., Таскарина А. Ж. Двухступенчатая прогрессивная протяжка для обработки цилиндрических отверстий // Инновационные технологии в машиностроении: сборник трудов IX Международной научно-практической конференции / Юргинский технологический институт. – Томск, 2018. – С. 169-170.

6 Касенов А. Ж., Абишев К. К., Муканов Р. Б. Шлицевая двухступенчатая протяжка // Инновационные технологии в машиностроении: сборник трудов XII Международной научно-практической конференции / Юргинский технологический институт. – Томск, 2021. – С. 11-14.

**5.3 Көлік кешенінің инновациялық дамуының ғылыми-техникалық аспектілері**  
**5.3 Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса**

**СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПРОЕЗДА АВТОТРАНСПОРТА**

АРЫСТАНБЕКОВ А.

магистрант, Евразийский национальный университет, г. Нур-Султан

КАСЫМБЕК Н.

магистрант, Евразийский национальный университет, г. Нур-Султан

Природа человека устроена таким образом, что он требует постоянного совершенствования, изменения природы вещей. Внедрение и использование современных технологий, начиная от мобильных гаджетов и техникой в быту до автомобилей и т.д., казалось до недавнего времени просто фантастикой. Непрерывные темпы развития в научно-технической области, а также внедрение

новейших разработок в общественную жизнь, воплотили технологический прогресс в естественный. В повседневной жизни мы уже не замечаем, что множество домашней работы за нас выполняют «умные» устройства: стиральные машины, холодильники, пылесосы, посудомоечные машины и так далее.

Поэтому в последние годы стало уделяться огромное внимание цифровизации, в которое вкладываются огромные ресурсы и средства. Цифровизация в современном обществе, предполагающая внедрение интеллектуальных разработок, получает развитие во всех сферах деятельности: государственных учреждениях, здравоохранении, образовании, социальном обеспечении, транспорте, строительстве, сельском хозяйстве и в других отраслях. В настоящее время из-за огромного количества автотранспорта современные города нуждаются в эффективных автоматических системах для управления и планирования движения автомобильного транспорта, которые сделают передвижение жителей более комфортной и безопасной. Подобные системы находят применение в различных сферах, начиная от станций техобслуживания, заканчивая автомобильными парковочными местами.

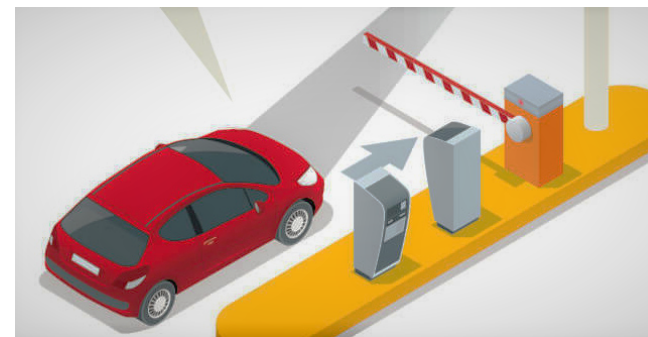


Рисунок 1 – Автоматическая система

Целью данного проекта является разработка автоматической системы для управления «умным шлагбаумом», основываясь на IoT технологии. Спроектированная система разработана на базе микроконтроллера ESP32 с интегрированным Wi-Fi и Bluetooth, что подразумевает собой возможность удаленного управления через вышеперечисленные беспроводные сети. Входным устройством является видеочасть, позволяющая системе считывать номера с автотранспорта.



Сама система представляет собой аппаратно-программный комплекс, который реализует алгоритмы автоматического распознавания номерных знаков для регистрации событий, связанных с перемещением автомобилей, т.е. для автоматизации ввода данных и их последующей обработки.

Подобная система позволяет:

- автоматически контролировать проезд транспорта на закрытые территории;
- вести подсчет количества автотранспорта и свободных мест на ограниченной территории;
- обеспечивать контроль транспортных потоков и отслеживание правонарушений на дорогах общего пользования;
- автоматизировать сбор статистики для муниципальных служб.

### Принцип работы системы

Изначально шлагбаум находится в закрытом состоянии. По прибытию автомобиля к стойке въезда водитель останавливается. Благодаря датчику движения включается камера отслеживания регистрационного номера и отправляет изображение контроллеру, который сравнивает данные автомобиля с уже имеющимися в базе данных. После чего шлагбаум переходит в состояние открытого. Помимо контроля проезда автотранспорта, система также ведет подсчет количества проехавших автомобилей и наличия свободных мест на парковке. Плюсом подобной системы являются наличие номеров экстренных служб в базе данных и удаленного добавления новых для беспрепятственного их проезда.



Рисунок 2 – Проезд автомобиля

### Состав средств автоматизации парковочной системы

Автоматические шлагбаумы (Рис. 3) применяются для контроля въезда на территорию или выезда с нее транспортных средств путем ограничения движения. И разрешает проезд, в случае наличия у

пользователя ключа контроля доступа в автоматическом режиме или подъема стрелы шлагбаума в ручном режиме. В нашем случае в качестве ключа доступа выступает регистрационный номер, заранее занесенный в базу клиентов.



Рисунок 3 – Автоматический шлагбаум

### Микроконтроллер ESP-32

ESP-32 с камерой OV2640 – это компактный и дешевый микроконтроллер для создания различных IoT-проектов (Рис. 4). Мозгом платформы является чип ESP32-D0WDQ6, спроектированный китайской компанией Espressif Systems, отличительными особенностями которого являются наличие встроенного Wi-Fi и Bluetooth модуля и работа с протоколом TCP/IP. OV2640 - миниатюрный модуль широкоугольный (120°), камера 2Мп. При маленьких размерах камера обладает впечатляющими характеристиками.

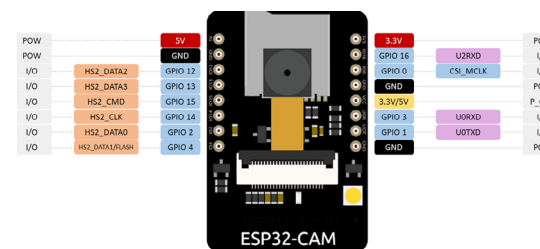


Рисунок 4 – Микроконтроллер ESP-32

### Модуль обнаружения автомобилей

Ультразвуковой датчик расстояния HC-SR04 (Рис. 5). Ультразвуковой дальномер определяет расстояние до объектов точно так же, как это делают дельфины или летучие мыши. Он генерирует звуковые импульсы на частоте 40 кГц и слушает эхо. По времени распространения звуковой волны туда и обратно

можно однозначно определить расстояние до объекта. В отличие от инфракрасных дальномеров, на показания ультразвукового дальномера не влияют засветки от солнца или цвет объекта.



Рисунок 5 – Датчик расстояния HC-SR04

Подводя итоги, можно отметить, что в данной статье разработана автоматическая система контроля проезда транспорта на закрытые территории, минимизирующая процесс аутентификации пользователя, тем самым делая проезд более быстрым и безопасным. Помимо этого, «умный» шлагбаум способен самостоятельно, без участия оператора пропускать машины экстренных служб. Сделан сравнительный анализ технических характеристик средств автоматизации, таких как датчики, контроллеры и шлагбаумы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Константин Кулаков, Разработка библиотеки распознавания российских автомобильных номеров, 2015.
- 2 Мацей Кранц. Интернет вещей: Новая технологическая революция. - пер. с англ. – «Издательство Эксмо», 2018. – 9 С.
- 3 М. Шварц. Интернет вещей с ESP8266. - пер. с англ. – СПб.:БХВ-Петербург, 2018 – (Электроника). – 18-28 С.
- 4 Сэмюэл Грингард. Интернет вещей: Будущее уже здесь. - «Альпина Диджитал», 2015.
- 5 Phuoc Vinh Tran, Building an Automatic Vehicle License-Plate Recognition System, 2005. С. 59-63.

## СНИЖЕНИЕ ДЫМНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ ДИЗЕЛЯ ОТКЛЮЧЕНИЕМ ЧАСТИ ЦИЛИНДРОВ

КУСАИНОВ А. А.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

КАРАКАЕВ А. К.

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

Проводимая в стране программа широкой дизелизации подвижного состава ставит более остро вопросы защиты атмосферы от загрязнения токсичными ингредиентами отработавших газов дизелей.

При сгорании 1 кг дизельного топлива выделяется около 80–100 г токсичных компонентов (20–30 г окиси углерода, 20–40 г окислов азота, 4–10 г углеводов, 10–30 г окислов серы, 0,8–1,0 г альдегидов, 3–5 г сажи и др.).

Как известно, особую группу токсичных компонентов отработавших газов дизельных двигателей составляют полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), в том числе и наиболее активный из них бенз(а)пирен (C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>), являющийся индикатором присутствия канцерогенов в отработавших газах. Значительное количество тяжелых, канцерогенных ароматических углеводородов адсорбируется на саже. Известно, что концентрация бенз(а)пирена в дисперсных частицах, т. е. на сажевых частицах, в 3–4 раза выше, чем в потоке газа.

При работе дизельного двигателя в атмосферу выбрасывается в среднем около 3–5 кг сажи на 1 т сгоревшего топлива. При этом в зависимости от режима работы двигателя на долю сажи приходится от 30 до 90 % токсичного воздействия, обусловленного наличием в ней бенз(а)пирена [1].

Особенности нормативных документов. В настоящее время разрабатываются и успешно претворяются в жизнь мероприятия по снижению загрязнения атмосферы выбросами автотракторных двигателей, включающие в себя:

- внедрение государственных и отраслевых стандартов, регламентирующих допустимые уровни выбросов вредных веществ автотракторными двигателями;

- изыскание новых видов топлив и присадок к ним, позволяющих заменить жидкие топлива нефтяного происхождения, повысить топливную экономичность двигателей и значительно снизить их токсичность;

- разработку и производство антиоксичных устройств, способствующих снижению токсичности существующих типов двигателей, создание двигателей с малотоксичным рабочим процессом (рисунок 1);

- серийный выпуск средств контроля токсичности и дымности отработавших газов.

В большинстве стран мира, в том числе и в РК, в качестве единственного регламентируемого токсичного компонента отработавших газов дизельного двигателя нормируется дымность отработавших газов как показатель интенсивности сажевых выбросов дизеля.

В соответствии с ГОСТ 17.2.2.02-98 «Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы определения дымности отработавших газов тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин» под дымностью понимают показатель, характеризующий степень поглощения светового потока, просвечивающего имеющий определенную длину столб отработавших газов [5].

$K$  – показатель ослабления светового потока по основной шкале,  $m^{-1}$ . Технический норматив дымности отработавших газов, измеренной оптическим методом, равный величине, обратной толщине слоя отработавших газов, проходя через который световой поток от источника света дымомера ослабляется в  $e$  раз, где  $e$  – основание натурального логарифма [2].

На рисунке 1 представлены основные способы снижения вредных выбросов в отработавших газах двигателей.



Рисунок 1 – Схема существующих способов снижения токсичности отработавших газов двигателя

Установлено, что отключение части цилиндров двигателя приводит к снижению расхода топлива, при этом предположительно снижается и дымность отработавших газов. Для подтверждения ниже представлены результаты исследований дизеля Д-240.

Методика и алгоритм расчета дымности отработавших газов. На рисунке 2 приведена блок-схема расчетной модели по определению дымности отработавших газов дизеля.

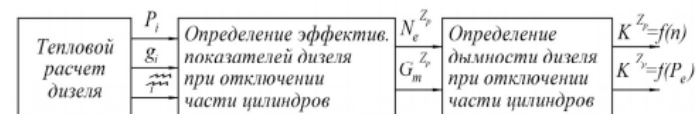
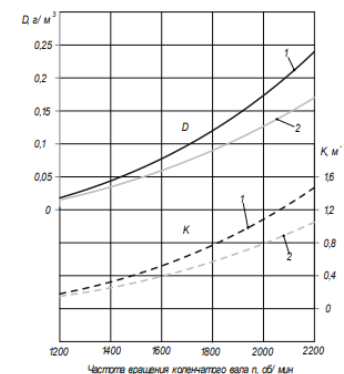


Рисунок 2 – Блок-схема расчетной модели по определению дымности отработавших газов дизеля

Вначале проводится тепловой расчет дизеля для определения индикаторных показателей ( $P_i$ ,  $g_i$ ,  $\eta_i$ ). Затем проводится расчет механических потерь при отключении части цилиндров и эффективных показателей двигателя.

Результаты расчетного исследования. Результаты расчета представлены на рисунке 3.



1 – исходный двигатель; 2 – отключена подача топлива.

Рисунок 3 – Результаты расчета дымности отработавших газов

Как видно из рисунка 3, с увеличением частоты вращения коленчатого вала дымность возрастает за счет повышения коэффициента избытка воздуха. При отключении половины

цилиндров (отключена только подача топлива) дымность снижается на номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя ( $n = 2200$  об/мин) на 28 %.

Методика экспериментального исследования. Для проверки предложенной модели были проведены экспериментальные исследования дизеля Д-240. Исследования показали, что наиболее целесообразно использовать способ отключения части цилиндров для повышения экономичности и снижения дымности двигателя на холостом ходу и малых нагрузках до коэффициента загрузки двигателя 0,2 от номинального.

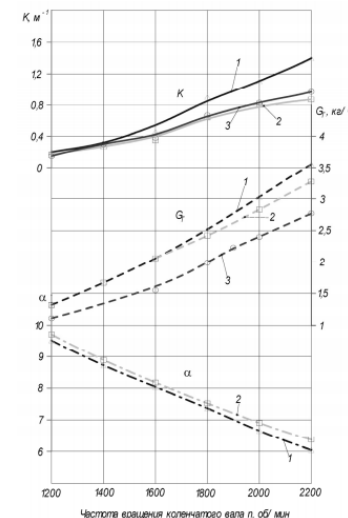
В настоящей статье приведены результаты стендовых испытаний двигателя Д-240 при отключении части цилиндров. Испытания двигателя проведены в лаборатории кафедры «Тракторы и автомобили» ЧГАА на стенде КИ-5543 в соответствии с ГОСТ 185090-88. Параметры работы двигателя определяли при трех вариантах испытаний:

- 1) испытания исходного двигателя;
- 2) испытания с отключением только подачи топлива в цилиндры двигателя;
- 3) испытания с отключением подачи топлива и привода клапанов цилиндров двигателя (клапаны были постоянно закрыты).

Измерения дымности проводились в соответствии с ГОСТ 17.2.2.02-98 на режиме установившихся частот вращения коленчатого вала двигателя. Прибор для измерения дымности ДО-1 состоит из измерителя дыма и оптического детектора, детектор устанавливался в выхлопную систему стенда.

Принцип работы дымомера основан на методе просвечивания отработавших газов двигателя.

Результаты экспериментального исследования. Часовой расход топлива (рисунок 4) с отключением только подачи топлива по сравнению с исходным двигателем снижается незначительно, так как при этом индикаторный КПД изменяется в небольших пределах [1].

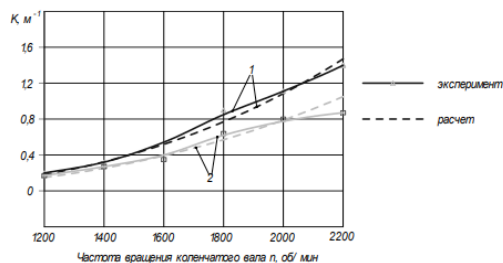


1 – исходный двигатель; 2 – отключена подача топлива 2 и 3 цилиндров; 3 – отключено топливо и ГРМ 2, 3 цилиндров.  
Рисунок 4 – Изменение часового расхода топлива, коэффициента избытка воздуха и дымности дизеля в зависимости от частоты вращения коленчатого вала

Полное отключение цилиндров (вариант 3) на различной частоте вращения коленчатого вала приводит к снижению часового расхода топлива в среднем на 25 %. Это объясняется главным образом тем, что уменьшаются потери на привод газораспределительного механизма 2 и 3 цилиндров, а также снижаются насосные потери. Кроме того, улучшается процесс сгорания, так как при отключении подачи топлива и привода клапанов 2 и 3 цилиндров, когда оставшиеся работающие цилиндры вынуждены совершать большую работу, цикловые подачи топлива в этих цилиндрах возрастают. Это приводит к улучшению распыливания топлива, распределения его по объему камеры сгорания, уменьшению неравномерности подачи топлива по секциям топливного насоса высокого давления и снижению нестабильности подач топлива в последовательности циклов, что благоприятно сказывается на индикаторном КПД.

Выделение токсичных компонентов (рисунок 4) в отработавших газах зависит от коэффициента избытка воздуха. При отключении только топлива по сравнению с исходным двигателем дымность

отработавших газов на различных скоростных режимах уменьшается от 0,05 до 0,55 м<sup>-1</sup> главным образом за счет увеличения коэффициента избытка воздуха. По варианту 3 величина дымности незначительно возрастает, что связано с отсутствием добавки воздуха в отработавшие газы из-за закрытия клапанов 2 и 3 цилиндров. У варианта 3 по сравнению с вариантом 1 показатели ослабления светового потока снижаются, что вызвано уменьшением расхода топлива, улучшением полноты его сгорания в 1 и 4 цилиндрах, уменьшением неравномерности цикловой подачи топлива по цилиндрам двигателя. На рисунке 5 представлен сравнительный анализ экспериментальных исследований с результатами расчета дымности дизеля при отключении части цилиндров.



1 – исходный двигатель; 2 – отключена подача топлива.  
Рисунок 5 – Сравнение результатов экспериментальных исследований с расчетом дымности отработавших газов

Как видно из рисунка 5, расхождение между результатами расчета дымности дизеля и экспериментальными исследованиями не превышает в среднем 15 %.

Выводы:

1 Предложенная расчетная модель определения дымности при отключении части цилиндров дизеля удовлетворительно совпадает с результатами экспериментов. Максимальное расхождение результатов расчета и экспериментов на номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя ( $n = 2200$  об/мин) не превышает 15 %.

2 Наряду с улучшением экономических показателей дизеля при отключении цилиндров, заметно снижается и его дымность, так например, при отключении 2, 3 цилиндров на номинальной частоте вращения коленчатого вала ( $n = 2200$  об/мин) часовой расход топлива снижается на 25 %, дымность при тех же условиях – на 30 %.

3 По данным результатов исследования видно, что для снижения дымности, достаточно отключать только подачу топлива в часть цилиндров двигателя, дымность при этом снижается с 1,4 до 0,87 м<sup>-1</sup>, т. е. на 35 %.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Суркин, В.И. Снижение дымности отработавших газов дизеля отключением части цилиндров / В.И. Суркин, А.А. Петелин, С.Ю. Федосеев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Машиностроение». – 2012. – Вып. 20. – С. 69–74.

2 Суркин, В.И. Регулирование работы двигателя тракторно-транспортного агрегата отключением части его цилиндров / В.И. Суркин, С.Ю. Федосеев, А.А. Петелин // Известия Самар. гос. с.-х. академии. – 2012. – Вып. 3. – С. 41–45.

3 Влияние отключения некоторых цилиндров двигателя на токсичность отработавших газов / В.Н. Кожанов, Н.А. Баганов, А.А. Петелин, Т.Г. Бехтольд // Новости науки Казахстана. – 2014. – № 1 (119). – С. 104–114

4 Изучение снижения токсичности отработавших газов дизельного двигателя / В.Н. Кожанов, А.А. Петелин, Н.А. Баганов, Т.Г. Бехтольд // Вестник Нац. инженер. академии Республики Казахстан. – 2017. – № 1 (63). – С. 97–104.

5 Кусаинов А. А., Ставрова Н. Д. Анализ использования нетрадиционных топлив в дизельных двигателях // Материалы Международной научно-практической конференции «VIII Торайгыровские чтения», посвященной 25-летию Независимости РК.-Т.6. –Павлодар. -ПГУ им. С. Торайгырова, 2016. -С. 173-180.

## REVIEW OF DESIGNS OF REMOVABLE ORGANIES AND ANALYSIS OF THE EXPERIENCE OF THEIR APPLICATION ABROAD

MEDVEDEV A. S.

undergraduate student, Toraighyrov University, Pavlodar

SEMBAEV N. S.

Candidate of Technical Sciences, professor, Toraighyrov University, Pavlodar

The design of such swap bodies provides for the removal of the body from the chassis, and installation on folding supports. The cars were equipped with air suspension, which changed the ground clearance and loaded a swap body without additional lifting equipment.

Arriving transport car body was taken to an SUV, transported by rail, and then installed on another vehicle for delivery to its destination. earlier since the 1980s. collapsible bodies began to be equipped with equipment and their production in railway transport. Gradually, the design of swap bodies approached the widely used ISO containers today. By aggregate, containers are divided into universal (intended for the transportation of packaged goods) and specialized (tank container, platform container, insulated container, refrigerated container).

By design, containers can be of open and closed types, lamellar and leaky, metal and polymeric materials with a metal frame. By weight, small-capacity (up to 3 tons), medium -capacity (from 3 tons to 10 tons) and large-capacity containers (more than 10 tons) are allowed. Series 1 ISO containers are 20 to 45 feet in length, with load capacities ranging from 21.7 to 40.5 tons, depending on the type. in height, and the composition of the details of the quadrangular reinforcement is set by four intermediate lower reinforcements.

The disadvantage of this design is that when connecting wagons, not all fittings perceive the load in the same way, therefore, despite the increase in the fitting, the carrying capacity of the container does not increase compared to containers, only four fittings are detected. Larger containers than ISO containers are available. These containers are 45 to 53 feet long, allowing full use of the permitted road train protection. The advantage of containers in the search for wagons is the ability to quickly transship from one mode of transport to another, use in multimodal transportation. The disadvantage of containers is their limited carrying capacity of 21.7–40.5 tons.

There are containers, the technical characteristics of which are not inferior to the technical characteristics of future cars. SECU containers

(Stora enso Container Unit) for intermodal transport were infected with Stora enso .

SECU container is 45 feet long, 12 feet wide and 12 feet high. These containers have an increased own weight, their geometric parameters are larger than the size of the cargo, so they are transported only on access roads in seaports and on some sections of railways where there are no overall restrictions.

A well-known technical solution of the Ukrainian company Gloria, which involves the use of a platform by various models of removable cassettes.

The platform wagons found in the seized identified cases have a similar idea of interchangeable body platforms: the wagon is specialized, but the range of goods transported is significantly expanded, but the range of goods transported is very limited, these platforms do not affect the transportation of other types of cargo.

WASCOSA has developed interchangeable bodies of various types, the dimensions of the interchangeable bodies correspond to the body size of a light trailer.

Swap body-container of open type - 13.00 tons; carrying capacity - 59.61 tons; length - 18.32 meters; width - 2.43 meters.

Collapsible body for transportation of timber Collapsible body for transportation of timber on cassettes is mounted in the form of 3 cassettes, container 1 cassette (for 1 pack of timber) 2.13 tons; carrying capacity - 17.87 tons; loading area -5.00 square meters; length - 6.09 meters; width - 2.43 meters.

BASF, the world's largest chemical concern, has developed a 45-foot tank swap body.

A special device in the form of a frame is used to install and remove the tank body from road transport. With the help of the air suspension of the car, the ground clearance is reduced, and the car platform moves under the body.

WASCOSA has special platforms 20 m long for the transport of swap bodies. The carrying capacity of these platforms is 72.6 tons, the container is 17.4 tons, the total gross weight is 90 tons. The platform is equipped with 28 reclining stops for attaching swap bodies and containers of various lengths.

The advantages of this platform are a low unladen weight of just over 17 tons, as well as wide use in intermodal transport, thanks to the availability of universal devices for attaching swap bodies and standard containers.

WASCOSA swap bodies is the ability to replace a swap body, which allows the wagon to be re-profiled in accordance with the type of cargo being transported. The disadvantages are the lack of the possibility of stacked storage, the small width of the swap body (up to 2.43 meters), the underutilization of the size of the rolling stock and the high unladen weight of the swap body (up to 13 tons).

Innofreight are 3,048 meters long; 6.096 meters; 9.144 meters and a width of up to 2.9 meters.

The swap body for transportation of bulk materials is equipped with pockets for forklifts, the top of the swap body is open.

During the carriage of bulk materials, the swap body may be covered with a tarpaulin or similar covering, alternatively, a permanently fitted closable and lockable cover may be provided.

The length of the swap body for the transportation of bulk materials is 3.72 meters or 6.058 meters, the height is 2.9 meters, the width is 2.9 meters, the load capacity of the swap body is up to 36 tons. The swap body is unloaded using a forklift. Other open-top Innofreight swap bodies are equipped with end doors. The swap body can also be unloaded by swinging it out through a hinged cover located at the bottom end of the swap body.

Innofreight developed a covered swap body design. When unloading, the forklift lifts the swap body using the pockets located at the bottom of the swap body, then removes the swap body roof through the pockets built into the roof, and then tilts the swap body using the swivel device that the forklift is equipped with.

Hopper Innofreight for bulk cargo is equipped with a gravity discharge system. Depending on the design, the swap body is unloaded either through hatches equipped with pneumatic cylinders located in the two-section bunker compartment of the body, the flaps of which are located in the center or in the side wall, or through the upper part of the body. swap body by lifting the swap body with a forklift and tipping it over. This swap body structure is also laterally flared and is 30 feet long. The body is fixed on the platform with eight fasteners.

The thirty-foot "tank" hull called InnoTank is designed to carry liquid cargo, has a two-cone design. The load capacity of the swap body is 69 tons.

A swap body for transporting timber and other long materials with a length of 3, 4 or 6 m consists of cassettes. The number of cassettes on the platform varies depending on the length of the load. Loading and

unloading of goods can be done mechanically using loaders and other machines and mechanisms equipped with special load gripping devices.

Swap bodies from Laude Smart Intermodal are designed for the transportation of bulk cargo by rail and road. Fittings are used to secure the swap body to the vehicle. The length of such swap bodies is 20 feet, the volume is 45 cubic meters, the carrying capacity is 33 tons.

Loading of such swap bodies is carried out through the upper hatches. Unloading is carried out through a folding end door by overturning the container. The presence of a hinged end door also allows the use of load carrying liners.

RailMotion open type have a body volume of up to 36 cubic meters. The length of such swap bodies is 5.95 meters, width - 2.5, height - from 1.65 to 2.61 meters.

Closed-type swap bodies have a volume of up to 44 cubic meters, the width of such swap bodies is 2.95 or 2.55 meters, length - 6.42 or 5.95 meters, height - 2.9 or 2.55 meters.

The advantage of swap bodies from Innofreight, RailMotion and Laude Smart Intermodal is the ability to lift a swap body in a laden state, the possibility of using it in intermodal transportation. The disadvantages of these swap bodies are small volume, low carrying capacity compared to standard cars, underutilization of the size of the rolling stock.

The review showed that the advantage of swap bodies for cars and rail containers is the possibility of their use in multimodal transport involving various modes of transport.

The main advantage of swap bodies is door-to-door delivery, which ensures that the cargo is delivered directly to the warehouse of the final recipient.

The disadvantage of swap bodies of wagons and containers is that when they are transported by rail, the permissible load per unit length is not fully used, their technical characteristics are worse compared to freight wagons, which negatively affects economic efficiency. The need to lift a swap body of a car or container with cargo significantly limits their carrying capacity.

#### REFERENCES

1 Dauksha A.S. Improvement of automobiles based on the use of removable bodies / A.S. Dauksha, Yu.S. P. Boronenko // Rolling Stock of the 21st Century: Ideas, Requirements, Projects: Sat. tr. X intl. sci.-tech. conf. - St. Petersburg: PGUPS, 2015. - S. 45 - 53.



2 Dauksha A.S., Demountable bodies - an innovative option for improving the design of cars / A.S. Dauksha // Automated design systems in transport: Sat. tr. V international. scientific and practical. conf. - St. Petersburg: PGUPS, 2014. - S. 50 - 52.

3 Dauksha A.S., Development of cars with demountable bodies with increased load capacity / A.S. Dauksha , Yu.P. Boronenko // Rolling Stock of the 21st Century: Ideas, Requirements, Projects: Sat. tr. XII International. scientific and technical conf. - St. Petersburg: PGUPS, 2017. - S. 48 - 52.

4 Dauksha A.S., Cars with interchangeable bodies of increased load capacity / A.S. Dauksha , Yu.P. Boronenko, T.S. Titova // Prospects for the future in the educational process: a collection of abstracts of domestic scientific and technical . conf. - St. Petersburg: PGUPS, 2017. - P.28 - 32.

5 Dauksha A.S., Advantages and prospects for the introduction of swap bodies / A.S. Dauksha , Yu.P. Boronenko // Rolling Stock of the 21st Century: Ideas, Requirements, Projects: Sat. tr. XI International . sci.-tech. conf. - St. Petersburg: PGUPS, 2016. - P.12 - 14.

## К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

МУКАНОВ Р. Б.

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

ЗИГАНГИРОВ С. А.

Докторант, Торайгыров университет, г. Павлодар

ЗАРИПОВ Р. Ю.,

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

ТКАЧУК А. А.

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

МИЛЛЕР С. А.

магистр, преподаватель, Высший колледж Торайгыров университета,  
г. Павлодар

В последние годы отечественная автомобильная промышленность проявляет всё больший интерес к автомобилям с гибридной или электрической силовой установкой. Из наиболее ярких представителей гибридных автомобилей отечественной разработки можно отметить семейство концептуальных автомобилей марки «Ё», которые представляют собой последовательный гибридный автомобиль с электрической трансмиссией с комбинированным питанием от генератора, вращаемого газо-бензиновым ДВС и

ёмкостного накопителя энергии [1]. Работы по созданию гибридных автомобилей также ведутся в ВУЗах. На факультете «Инженерия» НАО Торайгыров Университет в рамках НИиОКР проводится работа на тему «Разработка электромобиля с кузовом типа «Багги» для туристической отрасли Павлодарской области.

Применение электропривода позволяет легко реализовать модульный принцип конструкции, оптимально распределять массу машины по ведущим колесам и использовать одинаковые узлы силовой передачи для различных модификаций в рамках одного, но обширного семейства. При всех вышеперечисленных достоинствах, электропривод также обладает важным преимуществом перед всеми механическими трансмиссиями, а именно относительной простотой обеспечения индивидуального привода каждого ведущего моста или даже колеса за счет применения электродвигателей по числу мостов или ведущих колёс. Это позволяет повысить показатели подвижности, проходимости и экономичности транспортных средств, за счет индивидуального регулирования мощности подводимой к ведущим колёсам в зависимости от требований дорожных условий. Однако, отсутствие до настоящего времени единого подхода в выборе критериев и законов регулирования распределения мощности по колесному движителю с механической трансмиссией полностью просматривается и в случае применения электропривода. Не завершенность научных обоснований приводит к неоптимальному распределению мощности и, как следствие, к неполной реализации потенциальных свойств колесных машин.

Нами разработан прототип автомобиля с кузовом типа «багги» с электроприводом на заднюю ось. От стандартного автомобиля в комплексе используется: ходовая система (колёсный движитель, подвеска); тормозная система и система рулевого управления.

Рассмотрев аналоги электромобилей данного класса выбрана наиболее оптимальная компоновка. Рассмотрены варианты: с одним и несколькими электродвигателями, расположенными возле колёс.

Компоновка с двумя или четырьмя электродвигателями: При грамотном расчёте и правильном подборе комплектующих автомобиль имеет хорошие динамические характеристики, отличную управляемость, Недостатками такой компоновки является высокая сложность изготовления элементов ступиц, также, чтобы реализовать все возможности такой компоновки требуется разработать и реализовать сложную систему управления электродвигателями, стоимость изготовления такого электромобиля будет высокой.

Компоновка с одним электромотором: простая конструкция, простой алгоритм управления. Особенностью данной компоновки является то, что потребуется использование дифференциала для распределения мощности между ведущими колёсами, это приводит к увеличению массы элементов трансмиссии, возможное пробуксовывание колёс при прохождении поворотов - что не позволит реализовать полный потенциал электромобиля. Нами использован дифференциал от серийного автомобиля немецкого производства.

Существенными факторами, влияющими на выбор тяговых электродвигателей для электромобилей [2], являются:

- вес электродвигателя;
- высокий КПД;
- соответствие механической характеристики, т.е. зависимости момента от частоты вращения, условиям электрической тяги (снижение момента по мере повышения частоты вращения);
- минимальное обслуживание в эксплуатации;
- высокая перегрузочная способность электродвигателя для получения высоких пусковых ускорений;
- стоимость.

Практическое применение в электромобилях получили электроприводы следующих типов: вентильные электродвигатели (ВЭД), асинхронные частотно-управляемые (АЧУЭД), ЭД постоянного тока с независимым возбуждением (ПН) и ЭД постоянного тока с последовательным возбуждением (ПП).

Учитывая специфику электромобиля, выберем подходящие, на мой взгляд, электродвигатели для сравнения. Рассматриваемые варианты электродвигателей и их характеристики сведем в таблицу 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика электродвигателей

Название	Электродвигатель Agni 95 RDCMotor	Электродвигатель НРМ- 10KW-Fan-Cooling	Электродвигатель Perm-Motor PMG-132
Максимальная мощность, кВт.	16	20	14,5
Максимальный крутящий момент, Н/м	53	60	38,5
Скорость вращения, об/мин	4000	6000	3480

Напряжение питания, В.	12-72	48-120	12-72
КПД, %	92%	91%	90%
Масса, кг	11	17	11

Электродвигатель Perm-MotorPMG-132 поставляется производителем большими партиями под заказ. Двигатель обладает хорошим соотношением мощность/масса, обладает высокой перегрузочной способностью, и не высокой стоимостью, однако, его не найти в продаже поштучно.

НРМ-10KW – бесщёточный электродвигатель постоянного тока (BLDC) [12] 10кВт с водяным охлаждением применяется на электрических автомобилях, электрических мотоциклах, электрических лодках и т.д. Обладает высокими характеристиками, но имеет существенно большую массу, чем другие варианты.

Электродвигатель ADC 203-06-4001A применяется на электропогрузчиках [3]. Имеет хорошие эксплуатационные характеристики, но имеет очень большую массу, поэтому нам не подходит.

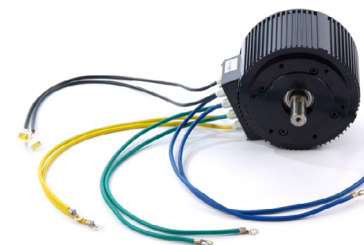


Рисунок 1 – Электродвигатель НРМ-10KW

Нами выбран электродвигатель НРМ-10KW (рисунок 1) с жидкостным охлаждением. Управление двигателем осуществляется с помощью синусного контроллера VEC500 для BLDC-мотора 10 кВт. Такая модель предназначена для управления работой BLDC двигателя, или бесщёточного электромотора мощностью 10 кВт. Он оснащен надежной защитой от влаги, перегрузок и перегрева. Устанавливается практически на любой вид электротранспорта: велосипеды, мотоциклы, автомобили, лодки, тележки для гольфа и даже трехколесные велосипеды. Векторный контроллер VEC500 позволяет отслеживать и регулировать все параметры работы электродвигателя:

- выбор и переключение режима эксплуатации;
- получение и обработка данных с сенсоров и датчиков;
- вывод всех необходимых данных на дисплей;
- оценка уровня заряда аккумулятора.

В качестве источников питания применяем аккумуляторы AGM.

Аккумуляторы AGM лучше справляются с повышенными нагрузками. Основная проблема при использовании обычных АКБ – сокращение срока их службы вследствие высоких электрических нагрузок, потому что в современных машинах гораздо больше потребителей электрической энергии, чем раньше (бортовой компьютер, предпусковой подогреватель и т. д.), из-за этого к аккумуляторной батарее предъявляются дополнительные требования. К тому же AGM могут разряжаться, не повреждаясь, до 40% и до 30% – без серьезного сокращения срока службы. Для сравнения: аккумуляторы традиционной конструкции будут серьезно повреждены при многократных разрядах ниже 50% – их емкость упадет до 15...20% от первоначальной величины. Поскольку пластины и прокладки в аккумуляторах AGM гораздо плотнее прижаты друг к другу, а корпуса герметизированы, эти аккумуляторы более устойчивы к воздействию вибрации и ударных нагрузок, от которых страдают на отечественных дорогах и бездорожье АКБ магистральных грузовиков и дорожно-строительных машин. Благодаря всем перечисленным выше качествам срок службы батарей AGM гораздо больше, чем обычных АКБ.

Аккумуляторы AGM менее чувствительны к колебаниям температуры и способны работать при более низких температурах – от –40 и до +70 °С, поскольку не содержат свободной воды, которая бы могла замерзнуть и расшириться, соответственно срок их службы при низких температурах гораздо больше, чем обычных аккумуляторов.

Батареи AGM совершенно не нуждаются в обслуживании, корпус батареи полностью герметичен, и открывать банки, проверять или доливать дистиллированную воду и тем более электролит не требуется в течение всего срока службы. Благодаря этому они быстрее окупаются, несмотря на высокую стоимость. Благодаря увеличенному сроку службы стоимость эксплуатации аккумуляторов AGM будет меньше, чем традиционных.



Рисунок 2 – Прототип электробагги

Разработанный прототип (рисунок 2) в настоящее время уже используется как инструмент для исследований. Основные цели проводимых работ: исследовать возможность создания специального тактического автомобиля с электрическим приводом ведущей оси, изучить совместную работу нескольких электродвигателей в составе колесного движителя, установить оптимальный закон управления потоками мощности в колёсном движителе, исследовать переходные процессы при индивидуальном приводе, возникающие при изменении типа привода и качества опорной поверхности под ведущими колесами при прямолинейном и криволинейном движении. Решение поставленных задач позволит уточнить структуру и сформулировать технические требования при разработке новых образцов автомобилей с электроприводом для обеспечения максимальных эксплуатационных свойств, показателей подвижности и экономичности.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Карунин А.Л., Бахмутов С.В., Селифонов В.В., Круташов А.В., Баулина Е.Е., Карпухин К.Е., Авруцкий Е.В. Экспериментальный многоцелевой гибридный автомобиль // Журнал Автомобильная промышленность 2006, № 7
- 2 Белоусов Б.Н., Изосимов Д.Б., ЛЕКСИН К.Г. Автомобили с гибридной трансмиссией и КЭУ // Журнал Автомобильная промышленность 2006, № 6.
- 3 Методы расчета систем электромобилей. Б. П. Бусыгин «Электромобили. Учебное пособие.» МАДИ, 1979 год, 37 с.
- 4 К. Kitaoka Large-sized Nickel-Metal Hydride Battery of Electric Vehicle et al.] // Sanyo Tech. Rev. – 1999. – Vol. 31. – P. 69–74.
- 5 Economic viability of electric vehicles // AECOM. – 2009

## НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА

НУРГАЛИЕВА А. Ж.

преподаватель специальных дисциплин,  
Экибастузский политехнический колледж, г. Экибастуз

Передвижение в пространстве играет ключевую роль в повседневной жизни. Человечество создало транспорт для быстрого перемещения по земле, воздуху и воде людей и различных грузов [1, с 22].

В ходе многолетнего развития транспорта возник некий побочный эффект современного транспорта. Загрязнённый воздух, загруженность автомагистралей, изменение климата и нарушение рельефа земли привели мировую общественность к постановке глобальных проблем и поиску путей их решения.

Главные направления в транспортных инновациях  
Транспортные инновации направлены на внесение изменений в эффективность управления транспортом, обеспечение большей безопасности при сохранении мировой экологии.

Транспортные инновации – это внедрение новых знаний, усовершенствование технологий, направленных на решение общественных и экологических проблем, повышение производительности и снижение производственных и временных затрат в транспортной системе [2, с. 19].

Направления инновационного транспорта: Переход транспортной системы на более развитый технологический уровень грузовых и пассажирских перевозок, включающий грамотную автоматизацию, информатизацию и электронизацию всех отделов транспортной системы в связке «пассажиры/грузы – управление». Уход от автоматизации отдельных процессов к абсолютной автоматизации с целью уменьшения затрат ручного труда и затрат временного порядка. Игнорирование этой задачи снижает прибыль и уменьшает конкурентоспособность из-за низкой трудовой производительности. Повышение эффективности и снижение себестоимости перевозок. Создание экологически чистого транспорта, наделённого потенциалом организовывать сверхскоростное движение. Одно из приоритетных направлений.

Область автотранспорта больше остальных внедрена в жизнь современного человека. Проблемы транспортной сферы напрямую

затрагивают интересы населения. Особенно это актуально в городах [3, с. 31].

С ростом городов возрастает и численность автомобилей. Так как это средство передвижения считается одним из основных источников загрязнения атмосферы, то его скопление вызывает глобальные экологические проблемы. Другая сторона – образование пробок и шумозагрязнение провоцирует отток городских жителей на окраины, что сокращает объём налогов.

Производство экологически чистых автомобилей и внедрение их в эксплуатацию. Развитие сети и снижение издержек на их выпуск. Координированное использование автомобильного транспорта. Суть заключается в том, чтобы минимизировать количество транспортных средств на дорогах, за счёт аренды одних и тех же автомобилей. Развитие и внедрение интеллектуальной системы в автомобильном транспорте, с полной или частичной автоматизацией процессов управления. Введение в эксплуатацию платных дорог для уменьшения дорожных пробок. Модернизация «высокого интеллекта» в общественном транспорте для систематизированного управления людскими потоками и своевременного удовлетворения потребности в транспортном средстве «здесь и сейчас».

В первую очередь стоит обратить внимание на невысокие темпы доставки товаров и пассажиров, а также неудовлетворительное качество автотранспортного сервиса, которое обуславливается низкими промышленными возможностями транспортной отрасли. На сегодняшний день в сфере транспорта практически все без исключения промышленные способности исчерпаны. Исходя из данной информации, можно сделать вывод, что наиболее важным, а иногда единственным возможным методом перехода на новый этап управления транспортом и усовершенствования взаимосвязи разных его видов считается комплексное и соразмерное усовершенствование абсолютно всех компонентов транспортной отрасли.

Современная инновационная работа в транспортной компании первоначально должна быть ориентирована на две основные проблемы:

- предоставление значительно лучшего качества транспортных услуг (оперативность доставки грузов и пассажиров, значительная безопасность грузов, защищенность и удобство перевозки пассажиров);
- сокращение потерь на предоставление транспортных услуг.

К следующим этапам увеличения производительности функционирования транспортной системы можно отнести: применение логистических методов планирования, управления,

контролирования и регулирования перевозки пассажирских, материальных, информационных и денежных потоков во времени и пространстве: логистическое руководство жизненным циклом инновационного продукта; логистически направленное руководство инновационной работой в сфере транспорта; применение модульных методов по обработке грузов [4, с. 26].

В настоящее время Казахстан проявляет интерес в развитии технологических процессов непилотируемого транспорта, несмотря на некоторые проблемы, которые затрудняют активное и быстрое внедрение.

Во-первых, отсутствие необходимой инфраструктуры не дает возможности широкого распространения и использования беспилотного транспорта. К этой инфраструктуре принадлежат центры в населенных пунктах, верные данные и вовремя обновляющиеся карты, бортовые вычислительные комплексы, сеть для передачи и получения данных между соучастниками движения. Для возведения обслуживающей инфраструктуры нужны большие инвестиции. Вовлечение частного бизнеса помогло бы совершить первые операции для формирования этой направленности.

Во-вторых, исчезновение профессии водителя, невзирая на возможности сберечь огромные суммы, поэтому возникает следующая проблема: «Куда идти людям, которых уволят с этой должности?». На данный момент в Казахстане профессия водителя – наиболее распространенная, она охватывает около 7% трудоспособного населения всей страны.

В-третьих, отсутствие законодательной базы, что важно и для других стран. Необходимо создать порядок работ по разработке законодательных основ для определения виновных участников аварий на дорогах и их наказания, но это весьма нелегко, поскольку стоит принять во внимание то, что первое время при эксплуатации беспилотного транспорта будет непосредственное взаимодействие с автотранспортом, управляемым людьми.

Деятельность по внедрению беспилотного транспорта впервые проводилась в Советском Союзе. Был разработан беспилотный поезд «Автомашинист», который помогал машинисту уложиться в графики движения с наибольшей вероятностью. Проверка первого пригородного состава с подобным механизмом была осуществлена в 1958 г. Данный механизм продемонстрировал прекрасный результат, который гарантировал точную остановку поезда и осуществление графика. В настоящее время система управления

поездов с механизмом автоматического ведения используется исключительно в метрополитенах.

Транспортная отрасль – не исключение в области технологических инноваций. Простой поиск патентов показывает, что только за последние десять лет было зарегистрировано бесчисленное количество новых патентов в области транспортной техники [5, с. 38].

Транспортные технологии будущего находятся на рекордно высоком уровне с творческими решениями, которые помогают нам перемещаться по кварталу, по всей стране или по всему миру, и даже в космос.

Будущее транспорта включает в себя переход к новым, более разумным источникам энергии, видам транспорта, а также физической и технологической инфраструктуре для поддержки этих транспортных инноваций.

Эти технологии полностью перевернули статус-кво в транспортном секторе и оказали долгосрочное влияние на то, как мы передвигаемся. Благодаря огромному потенциалу этих технологий транспортная инженерия стала одной из самых быстрорастущих и конкурентоспособных областей в мире.

Инновации в транспортных технологиях будущего возникают, по существу, из трех требований: эффективности, легкости и безопасности.

Ученые и профессионалы транспортной отрасли работают бок о бок, чтобы гарантировать, что эти новые технологии доставляют больше людей (или вещей) к месту назначения быстрее, безопаснее и с минимальными ресурсами.

В результате мы стали свидетелями, например, перехода от поездов, работающих на угле, к сверхбыстрым высокоскоростным поездам, роскошных самолетов к экономичным и экономичным моделям, а также переход от жадных к потреблению топлива. автомобили на 100% электромобили.

С дальнейшим развитием таких технологий, как искусственный интеллект, обработка данных, производство и глубокое обучение, сами транспортные средства также получают дальнейшее развитие [4, с. 25].

Эти области служат основой всего, от автономных транспортных средств до аэрокосмических путешествий, и даже служат базой для транспортных платформ.

Человеческие проблемы и технический прогресс приводят к волне транспортных инноваций по всему миру. Такие проблемы,

как перенаселение, изменение климата и неравенство в уровне благосостояния, делают эти достижения особенно привлекательными для городов и предприятий, несмотря на множество нормативных и логистических проблем, связанных с этими новыми идеями.

Среди проблем, которые призваны решить будущие транспортные технологии, - транспортные проблемы:

Транспортная отрасль делает ставку на изменение климата и его роль в меняющемся мире. Ожидаем, что инженеры выделят более чистые решения для ограничения выбросов CO<sub>2</sub> и бензина вместо использования альтернативных возобновляемых источников энергии.

Многие города уже в полной мере использовали свою инфраструктуру. Транспортные технологии пытаются уменьшить транспортные пробки, ища альтернативы обычным дорогам.

С новыми технологиями возникают новые риски для безопасности. Разработчикам необходимо узнать, как можно не только изобрести новые технологии, такие как летающие дроны, но и защитить их от хакеров. Поскольку террористы атаковали транспортные суда, угроза безопасности особенно высока.

Доступные, экологически чистые и изобретательные транспортные технологии будут необходимы для достижения равенства доходов во всем мире.

Время, затрачиваемое на дорогу – из-за пройденных миль или загруженности транспорта – составляет годы нашей жизни, которые можно было бы использовать более продуктивно. Транспортные технологии надеются сделать путешествия более быстрыми и эффективными за счет передвижения на высоких скоростях.

Технологии упрощают сбор данных для улучшения имеющихся методов. Будущие транспортные технологии возможны и могут быть реализованы с помощью Интернета вещей путем интеграции данных в реальном времени с подключенных к Интернету устройств [6, с. 36].

Правительства используют эту информацию, чтобы сделать транспорт более разумным. Интернет вещей, большие данные и искусственный интеллект в ближайшем будущем приведут к буму транспортной отрасли. Ключевым моментом будет инженерия данных.

Долгожданная эпоха транспортных технологий будущего включает в себя автономные автомобили, электромобили, гиперпетли и другие виды инноваций, которые потрясут мир.

Это было бы действительно интересно, поскольку новые современные виды транспорта полностью заменят существующие.

Электромобили оказывают огромное влияние на то, как мы передвигаемся, будь то в городе или по стране. Tesla и Nissan популяризировали электромобиль, который полностью работает от аккумулятора, чтобы доставить нас туда, куда нам нужно.

Эти автомобили являются фантастическим примером транспортных технологий, поскольку они коренным образом меняют способ работы и движения транспортных средств.

Автономные автомобили сокрушают существующую автомобильную промышленность, произведя самые большие и захватывающие изменения с момента своего появления в начале 20 века.

Постепенно люди привыкают к самостоятельному вождению. Говорят, что автономный автомобиль безопаснее, чем автомобили с приводом от человека, потому что он может преодолеть человеческий фактор.

Недавние разработки в области облачных вычислений и новых технологий, превратили автономные автомобили из мечты в реальность, поскольку многие компании объявили, что будут запускать автономные автомобили, и тест-драйв этих автомобилей уже начался [4, с. 48].

Такие компании, как Waymo и Tesla, находятся в авангарде автономной революции. Недавно Drive.ai, стартап из Кремниевой долины, разрабатывающий программное обеспечение для беспилотных автомобилей, объявил, что будет предлагать бесплатные поездки пассажирам во Фриско, штат Техас.

Автопроизводители упорно трудятся, чтобы выпускать автомобили, которые были эффективными и предлагали высокие характеристики. Исследования показали, что снижение веса автомобиля на 10% повышает топливную экономичность на 6% и более.

Один из лучших способов сделать материал легким - заменить железо и сталь некоторыми другими металлами, такими как конструкции из углеродного волокна и магниевые-алюминиевые сплавы.

Однако производители все еще работают над воплощением идеи в жизнь.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Афанасьев Л.Л. Единая транспортная система и автомобильные перевозки. - М.: Транспорт, 1984 – 320с.
- 2 Ходош М.С. Грузовые автомобильные перевозки. – 1986– 228с.
- 3 Нормативы времени на погрузочно-разгрузочные работы, выполняемые на железнодорожном, водном и автомобильном транспорте: в 2 ч. - М.: Экономика, 1987 – 254с.
- 4 Рубец А.Л. История автомобильного транспорта России: учеб. пособие / А.Л. Рубец. - М.: Академия, 2004 – 186 с.
- 5 Троицкая Н.А. Единая транспортная система: учебник / Н.А. Троицкая, А.Б. Чубуков. - 4-е изд., испр. - М.: Академия, 2008 – 317 с.
- 6 Новицкий Н.И. Основы организации производства. - М: Финансы и статистика, 2000- 259с.

**5.4 Құрылыстағы, құрылыс материалдарындағы, сәулет пен дизайндағы инновациялар мен технологиялар**  
**5.4 Инновации и технологии в строительстве, строительных материалах, архитектуре и дизайне**

**ӘР ТҮРЛІ АГРЕССИВТІК ДӘРЕЖЕСІ БАР СҰЙЫҚ ОРТАДАҒЫ БЕТОНДАРДЫҢ КОРРОЗИЯСЫ**

АЙТБАЙ С. Т.

магистрант, Л. Н. Гумилев атындағы  
 Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ.  
 ЕЛЕУСИНОВА А.  
 ғылыми жетекші

Әр түрлі концентрациядағы магний хлориді ерітінділеріндегі гидрофобтандыратын қоспалары бар цемент тасының коррозияға төзімділігі зерттелді. Әр түрлі агрессивтілік дәрежесіндегі магний хлориді ерітінділерінің портландцемент негізіндегі цемент тасының құрылымдық-фазалық құрамына әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген, бұл цемент тасын бұзу құрылымы мен механикасы арасындағы тығыз байланысты көрсетеді.

Түйінді сөздер: масса алмасу, масса беру, бетонның коррозиясы, агрессивті орта болып табылады. Бетонның гидрофильділігі - онда болуы мүмкін барлық бұзушы процестердің бастапқы негізі [1].

Су өткізгіштік мәселесі жерге көмілген бетоннан жасалған әртүрлі ғимараттар үшін өзекті (іргетастар, жертөлелер, жертөлелер және т.б.). Бетонға ене алатын судың мөлшерін азайту арқылы бетонның мөлшерін едәуір арттыруға болады [2].

Н. А. Мошанскийдің жіктеуі бойынша [3], шығу тегіне байланысты цемент тасы мен бетондағы кеуектер мен басқа да тығыздықтарды келесі түрлерге бөлуге болады:

Гель тесіктері – мөлшері 25-тен 1000 Å (0,0025-0,1 мкм) аралығында болады; негізгі жабық тесіктер;

Ылғалдың булануы мен көші-қоны нәтижесінде пайда болатын капиллярлық тесіктер; мөлшері өте кең диапазонда өзгереді – 0,1 мкм және одан аз (микрокапиллярлар) 10-50 мкм (макрокапиллярлар); тері тесігі негізінен ашық және бір-бірімен байланысады;

Ашық жарықтар мен микрокректер температура-шоғу шыққан-олардың қалыңдығы бірнеше мм жетуі мүмкін;

Ұялы бетондарды дайындау кезінде ауаны бетон қоспасына әдейі тарту, бетон қоспасын дайындау және төсеу кезінде ауа шығаратын қоспаларды қолдану нәтижесінде пайда болған ауа саңылаулары.

Суда сақталған кезде гелдік тесіктер толығымен толтырылады, ал капиллярлар дерлік толығымен, өйткені олар ауаның белгілі бір мөлшерін қамтиды. Ауа тесіктері толығымен ауамен толтырылады [4]. Белгілі болғандай [1] бетонның су сіңіру дәрежесі үлгінің көлеміне немесе салмағына қарай бетон үлгісімен ұсталатын пайыздардағы су мөлшерімен бағаланады.

Бетон сумен қаныққан кезде оның физикалық-механикалық және құрылымдық қасиеттері айтарлықтай өзгереді: сызықтық өлшемдер, тығыздық және жылу өткізгіштік жоғарылайды, материалдағы құрылымдық өзгерістер орын алады.

Судың сіңуін азайту үшін бетонның гидрофобизациясына жүгінініз. Гидрофобтандыратын қоспалар бетондағы кеуектер мен капиллярлардың қабырғаларына гидрофобты қасиеттер бастапқыда бетон, көптеген құрылыс материалдары сияқты, гидрофилден береді. Сондай - ақ, гидрофобтандыратын қоспалар бетонның капиллярлық құрылымында мұз басқан судың қатып қалуы үшін қосымша резервтік кеуектілік береді деп болжауға болады.

Су репеллент материалдарының ішіндегі ең танымал химиялық қоспалар - май қышқылдарының тұздары, мысалы, сілтілі және сілтілі жер металдарының құрамы мен олеаттары. Мұндай қоспаларды қолданған кезде сабын кальций гидроксидімен

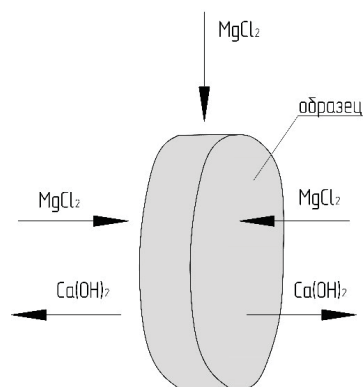


реакциясының нәтижесінде ерімейтін кальций стеараты пайда болады, ол тері тесігінің бетін жабады [5].

Су сіңірудің төмендеуіне байланысты бетонға кіретін агрессивті ортаның мөлшері азаяды, яғни цемент тасының коррозиялық бұзылу дәрежесі төмендейді. Гидрофобтандыратын қоспалары бар цемент тасының коррозияға төзімділігі масса тасымалының заңдылықтарын анықтау үшін толық зерттеуді қажет етеді.

Зерттеулер диаметрі 50 мм және қалыңдығы 5 мм үлгілерде жүргізілді (сурет. 1)  $v/C = 0,3$  су - цемент қатынасымен ПЦ500-ДО портландцементінен жасалған. W4, W6, W8 су өткізбейтін цемент маркасы гидрофобизациялық қоспа-кальций стеаратымен реттелді және эксперимент басталар алдында В-да сипатталған әдістемеге сәйкес анықталды [18]. Зерттеулер [19] сипатталған масса алмасу процестерін зерттеу үшін қондырғыда жүргізілді. Үлгілер су ерітіндісіне батырылды

MgCl<sub>2</sub> көлемі 3000 см<sup>3</sup> кестеде келтірілген әртүрлі концентрациялар. 1, кезең-кезеңімен жеті тәуліктен көлемі 10 см<sup>3</sup> титрлеу үшін сынамалар алынды. Ерітіндінің концентрациясы уақыт өте келе түзетілді. Жүктеу кезінде үлгілердің жасы 28 күнге жетті [12].



Сурет 1 – Коррозияға төзімділікті сынауға арналған үлгі схемасы

Агрессивті ортаның концентрациясы [20, кестеге сәйкес қабылданды. В3, прил. В] сұйық неор-гиялық ортаның агрессивтілігінің әртүрлі дәрежесі бойынша (төмен агрессивті, орташа агрессивті, жоғары агрессивті) (1 кестені қараңыз).

Тәжірибе барысында ерітіндідегі кальций катиондарының тепе - теңдік концентрациясына жақын тұруға үлгінің коррозиялық

ортада 14 күн болғаннан кейін қол жеткізілетіні анықталды (сурет. 2), ал гидрофобтандыратын қоспалары жоқ үлгілер үшін тепе - теңдік жағдайы 50 тәуліктен кейін басталады [6]. Ерітіндідегі тепе - теңдік бұзылғаннан кейін концентрацияның өзгеруі коррозиялық өнімнің бетонға терең енуіне байланысты болмайды.

а – W4; б – W6; в - W8 маркалылуы бірнеше апта немесе айлар ішінде болады. Әдетте беріктік қисығының сынуы бірнеше жыл ішінде жүреді [9].

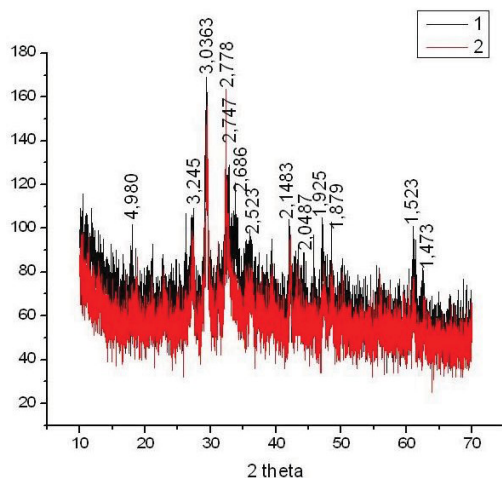
[10, 11] сілтілік және сілтілік - жер металдарының стеараттарын гидрофобтайтын қоспаларды енгізгенде, гидрофобтандырылмаған бетон үлгілерімен салыстырғанда осьтік сығылу беріктігі орташа мерзімде (2-5 есе) төмендейтіні анықталды. Болашақта, қатайтылған кезде бетонның сығылу күші едәуір артады (20-40 есе), бірақ осы сәтте қоспалардың мұндай әсерінің негіздемесі табылған жоқ. Есептелген бұзылу кернеуінің жоғарылауы (кесте. 2) агрессивті орта әсер еткен кезде цемент тасында болатын құрылымдық-фазалық өзгерістермен байланысты болуы мүмкін. Гидрофобтайтын қоспа концентрациясының артуымен агрессивті ортаның әсеріне ұшырамаған үлгілердің бұзылуының есептік кернеуінің төмендеуі құрылымдық - фазалық өзгерістерді ескере отырып, қоспаның цемент тасының құрылымына енгізілуіне байланысты болуы мүмкін [12].

Пайдалану беріктігін анықтау үшін - [21. 3]. Сыналған үлгінің бетонының беріктігі 0,1 МПа дейінгі дәлдікпен мына формула бойынша есептелді

Цемент тасының құрылымы мен бұзылу механикасы арасында тығыз байланыс болғандықтан, зерттеудің маңызды аспектісі агрессивті ортаның әсерінен цемент тасында болатын құрылымдық - фазалық өзгерістерді зерттеу болып табылады [13].

Рентгенографиялық талдау цемент тасының фазалық құрамын нақты анықтауға мүмкіндік береді. Әрбір кристалды зат ол рентгенограммада белгілі бір сызықтар жиынтығымен сипатталады. Рентгенограммалар құрамдас минералдардың рентгенографиясымен немесе белгілі кестелік мәліметтермен салыстырылады. Цементтің минералогиялық қосындысы келесі сына-кернеулі минералдармен ұсынылған: с3s алиті (оның формуласы  $3CaO \cdot SiO_2$ ), с2s белиті ( $2CaO \cdot SiO_2$ ), с3а үшкальций алюминаты ( $3CaO \cdot Al_2O_3$ ), қоңыр - миллерит немесе с4af төрткальцийлі алюмо-ферриті ( $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ ). Цементтегі гипс тасы кальцийдің  $CaSO_4 \cdot 2H_2O$  екі Сулы сульфатымен ұсынылған [14].

16 %, c2s беліті – 9 %, c3a ұшқалық алюминаты – 14,5 %, c4af төртқалық алюминаты – 18 %, CaSO<sub>4</sub> • 2H<sub>2</sub>O



Сурет 3 – Агрессивті ортаның әсеріне дейін (1) және кейін (2) цемент тасы үлгілерінің рентгенограммалары

Гипс – 8% құрайды.

Осылайша, рентгенофазалық әдістермен талдау цемент тасы құрылымының сипаттамалары мен оның беріктік параметрлері арасындағы байланысты орнатуға болады. Рентгенограммалар цемент тасы мен бетонның нақты ұзақ мерзімді беріктігі мен жарылуға төзімділігі кеуектілігі мен ылғалдану дәрежесімен ғана емес, сонымен қатар цемент тасының дисперсті - кристаллитті құрылымының сипаттамасымен де анықталатынын дәлелдейді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Баженов Ю. М. Технология бетона. М.: АСВ, 2002. 500 с.
- 2 Зоткин А. Г. Бетоны с эффективными добавками. М.: Инфра-Инженерия, 2014. 160 с.
- 3 Москвин В. М., Иванов Ф. М., Алексеев С. Н., Гусев Е. А. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты. М.: Стройиздат, 1980. 536 с.
- 4 Москвин В. М., Рояк Г. С. Коррозия бетона при действии щелочей цемента на кремнезем заполнитель. М.: Госстройиздат, 1962. 164 с.

5 Мороз М. Н., Петухов А. В., Калашников В. И. Мелкозернистые бетоны на карбонатно- и глино-шлаковых вяжущих, гидрофобизированных стеара- том цинка // Молодой ученый. 2014. № 13. С. 59–61.

6 Мороз М. Н., Калашников В. И., Петухов А. В. Морозостойкость гидрофобизированных бетонов // Молодой ученый. 2014. № 19. С. 222–225.

7 Мощанский Н. А. Повышение стойкости строительных материалов и конструкций, работающих в условиях агрессивных сред. М.: Госстройиздат, 1962. 235 с.

8 Рамачандран В. С., Фельдман Р. Ф., Коллепарди М. [и др.] Добавки в бетон. М.: Стройиздат, 1988. 575 с.

9 Румянцева В. Е., Коновалова В. С., Виталова Н. М. Ингибирование коррозии железобетонных конструкций // Строительство и реконструкция. 2014. № 4 (54). С. 65–71.

10 Полак А. Ф. Физико-химические основы коррозии железобетона. Уфа: УНИ, 1982. 73 с.

11 Федосов С. В., Базанов С. М. Сульфатная коррозия бетона. М.: АСВ, 2003. 192

#### ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ БАЛОК С ГОФРИРОВАННОЙ СТЕНКОЙ

ӘБЕК Е. Қ.

магистрант, Торайғыров университет, г. Павлодар

МАХАНОВ С. Н.

магистр, ассистент, Торайғыров университет, г. Павлодар

САКАНОВ К. Т.

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

*В данной статье анализируется эффективность проектирования металлических балок с гофрированной стенкой. Рассмотрены ключевые аспекты применения балок с гофрированной стенкой и особенности технологии их изготовления. Приведены основные преимущества и недостатки балок с гофрированной стенкой.*

*Ключевые слова: диафрагма, металлоемкость, металлические балки, эффективность, гофрированная стенка.*

В мировой практике стальные балки с гофрированными стенками предлагались к применению еще в 30-х годах прошлого века, но широкого применения не получили из-за недостаточного технического уровня сварочных работ и отсутствия на заводах соответствующего оборудования для металлоконструкций. Уже в середине 3-го десятилетия 20 в. Родилась идея гофрировать стены из балок, что еще эффективнее обеспечило бы желаемые результаты. Идея балок с гофрированной стеной появилась в начале 20 века. В Европе балки с гофрированной стенкой применяются в качестве элементов стальных каркасов с начала 1960-х гг., а при строительстве автомобильных мостов (в Европе и Японии) – с 1980-х гг. Проектированием и применением балок с гофрированными стенками занимается и в Казахстане, где их используют в качестве балок перекрытий в многоэтажных жилых домах, в производственных зданиях, в сводчатых конструкциях административных зданий.

Одним из способов снижения металлоемкости балок является гофрирование их стенок. У балочных металлических конструкции, как правило, определяется не условиями прочности, а требованиями местной устойчивости. Постановка поперечных ребер облегчает ситуацию, позволяя уменьшить толщину стенок и одновременно повысить жесткость балок на кручение, так как ребра играют роль диафрагм и обеспечивают неизменность профиля поперечного сечения [1].

Ученые предложили и исследовали разные виды складок. Каждый вид гофры имеет свои преимущества и недостатки, как технологические (простота исполнения, сложность сварного шва), так и влияющие на грузоподъемность. Помимо возможности экономии массы, ученые сразу заметили повышенную устойчивость гофрированных балок к динамическим нагрузкам, в том числе к сейсмическим. Эти особенности делают гофрированные стеновые балки достаточно универсальными. Снижение веса положительно влияет на экономические факторы. Облегчая конструкцию, мы снижаем затраты на производство, транспортировку, монтаж, снижаем нагрузку на нижележащие конструкции, снижаем монтажные и эксплуатационные расходы.

В наше время гофрированные стенки находят применение поперечных балках, колоннах, каркасах, жилых и производственных зданий, большепролетные мостовых конструкциях и других видах конструкции балочного исполнения.

В общем случае гофрированная балка представляет собой составную пролетную конструкцию с волнообразным гребнем и широкими пластинчатыми ребрами. Рифленая балка представляет собой сварную двутавровую балку. В 1988 году австрийская компания Zeman впервые использовала свои запатентованные гофрированные балки при строительстве первого в Польше торгового центра площадью 55 000 квадратных метров. Применение гофрированных балок позволило не только уложиться в срок, но и снизить общий вес конструкций на 700 тонн, т.е. до 1400 вместо 2100 тонн. Такие конструкция широко используется в странах ЕС [2].

В настоящее время производство гофрированных балок представляет собой непрерывный и автоматизированный процесс мощностью до 20 тысяч тонн продукции в год. В начале линии рулонная сталь подается из разматывателя в выпрямитель для снижения напряжения, затем сталь разрезается на полосы заданной ширины и длины. Далее заготовки поочередно поступают на профилирующий пресс. Полки прижимаются к торцам гофрированной стенки с помощью гидравлического устройства. Геометрия гофрированной стенки сканируется лазером, а затем стыки свариваются. Сварка только с одной стороны, потому что толщина стенки небольшая. Несмотря на определенные трудности, эти конструкции успешно применяются в промышленном и гражданском строительстве в качестве основных элементов производственных зданий (крановых и бескрановых), складов, укрытий, административно-бытовых зданий, физкультурно-оздоровительных комплексов и т. д.

Из выше сказанных следует что одним из способов повышения эффективности строительства металлических каркасов является применение балок с гофрированной стенкой, позволяющая снизить металлоемкость за счет более рационального распределения строительного материала. В то же время методы моделирования и расчета таких конструкций до сих пор вызывают вопросы. Следует отметить, что использование гофр в опорах (стойках) способствует экономии материала за счет уменьшения толщины стенки [3].

Расчет балки с гофрированной стенкой на сегодняшний день проводят используя метод конечных элементов на основе пространственных расчетных схем, созданных с помощью компьютерного моделирования. Для тонкостенных компонентов следует использовать плоские или оболочковые конечные элементы. Наиболее простой и экономичной формой стальной колонны для

каркаса, воспринимающей горизонтальные сейсмические нагрузки только в одном направлении, является стальная двутавровая балка с гофрированной стенкой.

Для сейсмостойкости поперечников стального каркаса лучше применять двутавр с поперечно-гофрированной стенкой, обладающий высокой малоцикловой прочностью и минимальным износом металла. Стальные балки с гофрированной стенкой сейчас активно используются в зданиях различного назначения. Основным недостатком обычных двутавра с прямой стенкой является потеря местной устойчивости. А в гофрированных балках такой проблемы нет из-за волнистости стенки [4].

Балки с гофрированными стенками целесообразно изготавливать на заводах металлических изделий, организуя там специальные участки с прессами или другими гофрированными установками и скамьями для пошива сварочных лент.

Благодаря гофрированному полотну стенки балка более эффективно воспринимает нагрузку, а ее профилированные элементы более устойчивы к постоянной нагрузке. Пояса балки преимущественно воспринимают изгибающий момент. Гофре, как и плоская стенка, служит для соединения поясов и совмещения их в работе. В основном воспринимает перерезывающие усилия в опорной зоне балки. Изменение толщины плоской стенки в сторону середины балки не технологично, поэтому гофрирование является рациональным вариантом с целью уменьшения ее толщины при повышении других характеристик [5].

Сравнение балок с разным типом гофра с принудительным кручением показало, что балка с треугольным гофром имеет наилучшую жесткость на изгиб, а балка с трапециевидным гофром – на кручение при одинаковых геометрических параметрах. Накопленный практический и экспериментальный опыт показывает, что наиболее эффективным профилем для стены является синусоидальный гофр, который, согласно многочисленным исследованиям, является наиболее устойчивым по сравнению с другими видами гофра и технологически наиболее удобен.

Проанализировав все особенности использования балок с гофрированной стенкой, можно сделать вывод, что его применение целесообразно не во всех случаях. Поскольку главными критериями выполнения проектных работ, помимо прочности и надежности, должна быть экономическая эффективность, к выбору следует подходить с особой тщательностью. Как только удастся удешевить

производство балок и появится техническая документация, можно будет задуматься о более широком их использовании для современного строительства [6].

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Дмитриева Т.Л., Уламбаяр Х. Использование балок с гофростенкой в современном проектировании // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость № 4 (15) 2015. – С. 132-138
- 2 Бондаренко О. С., Кикоть А. А. Анализ балок с гофрированной стенкой // [Литейное производство Алтая \(altstu.ru\)](http://altstu.ru)
- 3 Кудрявцев С.В. Концентрация напряжений вблизи круговых отверстий в гофрированных стенках балок: Монография / Кудрявцев С.В. – Екатеринбург: Изд-во АМБ, 2010. – 156 с.
- 4 Заборова Д.Д., Дунаевская Ю.П. Преимущества и особенности применения гофро балки в строительстве // Строительство уникальных зданий и сооружений. ISSN 2304-6295. 7 (22). 2014. 36-53.
- 5 Кацеф, В. И. Балки с тонкой гофрированной стенкой как инструмент повышения эффективности строительства / В. И. Кацеф. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2019. – № 28 (266). – С. 55-57.
- 6 Шувалов Н.Е. Применение гофрированных балок в строительстве // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 12 [Электронный ресурс]. URL: <https://web.snauka.ru/issues/2016/12/75065> (дата обращения: 25.03.2022).
- 7 СНИП РК 5.04-23-2002 Стальные конструкции нормы проектирования.

**ВІМ ОБРАЗОВАНИЕ ПРИ ПОДГОТОВКЕ БАКАЛАВРОВ  
ПО НАПРАВЛЕНИЮ 08.03.01 «СТРОИТЕЛЬСТВО»**

ВОРОЖБЯНОВ В. Н.

к.т.н, доцент, Череповецкий государственный университет,  
г. Череповец, Российская Федерация

ГОРШКОВА Л. В.

к.т.н., профессор, кафедра «ПТС», Торайгыров университет,  
г. Павлодар, Республика Казахстан

Одно из направлений развития строительной отрасли и повышения ее эффективности – это внедрения в эту отрасль технологию информационного моделирования (ВІМ) [1].

В марте 2021 Председатель Правительства Михаил Мишустин подписал постановление Правительства Российской Федерации №331 «О обязательном использовании технологий информационного моделирования на объектах госзаказа», согласно которому с 1 января 2022 года для объектов капитального строительства, на которые выделены средства «бюджетов бюджетной системы Российской Федерации», формирование и ведение информационного моделирования становится обязательным для всех участников строительства [2]. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации приказом № 787н от 16.11.2020 утвердило профессиональный стандарт «Специалист в сфере информационного моделирования в строительстве», который устанавливает требования к квалификации и описал трудовые функции специалистов [3]. Для проектных организаций, которые планируют проектировать объекты госзаказа, для которых применение ВІМ является обязательным с 2022 года, возникла проблема, где и как вести подготовку ВІМ-специалистов. Кроме того, по-видимому, в ближайшее время появятся дополнительные требования к аттестации сотрудников для допуска к работе над объектами госзаказа. Эти два документа [2, 3], конечно, являются «сигналом» и для вузов, ведущих подготовку специалистов в направлении строительства. То есть проблема подготовки высококвалифицированных специалистов, владеющих технологиями ВІМ, сегодня стала весьма актуальной и для вузов.

Практически во всех образовательных учреждениях Российской Федерации, где ведется подготовка специалистов по направлениям подготовки 08.03.01 Строительство и 07.03.01 Архитектура, уже внесены в учебные планы специальности, дисциплины связанные с освоением ВІМ-технологий в области архитектурно-строительного

проектирования или выделены дополнительные часы в уже имеющихся предметах по изучению информационных технологий. В перспективе в образовательных учреждениях, вероятно, должны появиться специальные кафедры по подготовке специалистов в области «Информационные системы и технологии в строительстве». В некоторых учебных заведениях (так, например, Казанский ГАСУ) уже сегодня осуществляется подготовка специалистов (бакалавров) по направлению подготовки 09.03.02 - Информационные системы и технологии, профиль «Информационные системы и технологии в строительстве». Новая методология подготовки бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство», профиль Промышленное и гражданское строительство осуществляется и в Санкт-Петербургском Горном университете [4]. Подготовка инженерно-технических кадров в СПГУ по направлению 08.03.01, отвечающей требованиям рынка строительной индустрии, осуществляется таким образом, что информационные технологии проходят непрерывной красной линией через весь учебный процесс студента, а именно затрагивают практически все общетехнические и профессиональные дисциплины (начиная с компьютерной графики и заканчивая информационной технологией в строительстве), а предусмотренное сквозное курсовое задание к профессиональным дисциплинам, выполняется с использованием ВІМ-технологий и переходит в статус ВКР.

На кафедре «Строительство» Череповецкого государственного университета в учебном плане ООП по подготовке магистров по направлению 08.04.01 «Строительство», профиль «Промышленное и гражданское строительство, с 2016 года предусмотрена дисциплина «ВІМ-технологии в строительстве» объемом 12 зачетных единиц. Дисциплина осваивается магистрантами в течение трех семестров, в рамках которой выполняют два курсовых проекта, связанных между собой единым заданием.

В учебный план по направлению 08.03.01 (профиль ПГС) введена дисциплина «Программные комплексы проектирования зданий и сооружений» объемом 5 зачетных единиц, в рамках которой студенты осваивают программные комплексы SCAD Office, ЛИРА-САПР и САПФИР и др.

В 2022 году кафедра «Строительство» ЧГУ разработала новую основную образовательную программу по подготовке бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство» (профиль Промышленное и гражданское строительство), учебным планом которой предусмотрен модуль специализации «Компьютерное

проектирование зданий» объемом 18 зачетных единиц (186 аудиторных часов).

В этом модуле предусмотрены такие дисциплины, как BIM технологии в строительстве (концепция информационного проектирования в строительстве), компьютерные методы в архитектурном проектировании, компьютерные методы проектирования каменных и железобетонных конструкций, компьютерные методы проектирования металлических конструкций и компьютерные методы проектирования оснований и фундаментов. Поскольку специалисты в области BIM должны хорошо знать предметную область и обладать практическими навыками проектирования в учебном плане основной объем аудиторных занятий ориентирован именно на практическое освоение современных программных комплексов: Autodesk Revit, Autodesk Robot Structural Analysis Professional, Renga, Lira-САПР, SCAD Office и др.

В графике учебного процесса время освоения дисциплин модуля «Компьютерное проектирование зданий» совмещено со временем освоения дисциплин профессионального блока (архитектура гражданских и промышленных зданий, железобетонных и металлических конструкций, основания и фундаменты), что даст возможность студентам на этапе освоения инструментов компьютерного моделирования выполнять курсовые проекты по дисциплинам профессионального блока. Кроме того, проектирование основной образовательной программы выполнено таким образом, что в нем основное внимание уделено архитектурно-строительной и проектно-конструкторской работе студента при его обучении с пятого по восьмой семестры. При этом архитектурно-строительная и проектно-конструкторская работа студента подразумевает сквозное (непрерывное) выполнение задания, которое выдается студенту в начале пятого семестра, с переходом результатов работы в статус ВКР.

В рамках предложенной образовательной программы с модулем специализации «Компьютерное проектирование зданий» студенты, работая с современными программными продуктами, не только получают знания по общепрофессиональным и специальным дисциплинам, но существенно их закрепят при выполнении курсовых проектов и ВКР и будут иметь целостное представление о многоэтапном и неразрывном взаимодействии всех этапов проектирования зданий и сооружений и, что очень важно, получат навыки работы в «команде».

Конечно, изучение и освоение студентами перечисленных дисциплин ориентируют будущих специалистов только на один этап жизненных циклов строительного объекта, а именно проектирование и не затрагивает все остальные. Однако эта одна из насущных проблем строительной отрасли, которая существенно влияет на строительство, управление и эксплуатацию строительного объекта.

Вместе с тем, следует отметить, что это только первый этап внедрения технологии BIM в подготовки специалистов для строительной отрасли в Череповецком государственном университете, а более точно для проектных организаций в области строительства, что, безусловно, поможет повысить качество проектирования зданий и сооружений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Современная стройка как элемент национальной безопасности. Отраслевой журнал «Строительство» № 1-2 2021. – 4 с.
2. Постановление Правительства РФ от 5 марта 2021 г. № 331 «Об установлении случая, при котором застройщикам, техническим заказчикам, лицам, обеспечивающим или осуществляющим подготовку обоснования инвестиций, и (или) лицам, ответственным за эксплуатацию объектов капитального строительства, обеспечиваются формирование информационной модели объектов капитального строительства».
3. Приказ Минтруда России от 16.11.2020 № 787н «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист в сфере информационного моделирования в строительстве». Официальный портал правовой информации.
4. Опыт внедрения BIM-технологий при подготовке бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство» BIM-моделирование в задачах строительства и архитектуры С. 217–222.

## АДАПТАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ BIM ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ К УСЛОВИЯМ РК

ЕЛЕУСИЗОВА И. Н.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

ТӘКІБАЙ Ш.

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

САКАНОВ К.Т.

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

*В статье рассмотрены преимущества и недостатки применения современных BIM технологий. Анализируется опыт адаптации информационных BIM технологии в строительстве к условиям Республики Казахстан. Данная статья представляет актуальность внедрения BIM технологий в строительную деятельность нашей стране.*

*Ключевые слова: информационные технологий, BIM, строительство, проекты, опыт.*

**Введение.** Адаптация технологии информационного моделирования зданий на государственном уровне – проверенный способ повышения эффективности всей строительной отрасли, основанный на мировом опыте. Однако этот путь остается новаторским, так как никто в мире его не прошел, и каждая страна имеет свои особенности. Поэтому всегда есть два варианта возможных действий: пусть все идет своим чередом, дождаться, пока мировой опыт даст ответы на все вопросы, а тем временем переводить различные зарубежные стандарты по мере их появления, чтобы потом сразу все узаконить и росчерком внедрить BIM пера. У этого способа есть явное преимущество: он практически бесплатный, но есть и явный недостаток – он обрекает страну на положение вечного аутсайдера на мировом строительном рынке.

Уже тысячи разных проектировщиков, строителей и застройщиков по всему миру используют BIM в своей работе. Такой путь требует как внимательного изучения мирового опыта, так и собственных инициатив, что влечет за собой затраты определенных материальных и интеллектуальных ресурсов, а также риск трудностей и ошибок. Но в случае положительного результата страна получает значительные экономические выгоды и становится лидером мирового строительства.

Как известно, BIM-модель представляет собой информационную среду, в которой объединяются данные различных специалистов. Архитекторы создают 3D-модель здания. Затем конструктора добавляют к нему результаты своих расчетов. После подключаются проектировщики, за ними сметчики. Благодаря этому у нас есть оценки, которые мы получаем автоматически из модели и план-факт анализа объема выполненных работ [1].

Безусловно, использование новых подходов стало возможным благодаря развитию вычислительных мощностей и разработке программного обеспечения. Но здесь следует отметить, что технология – это не только программное обеспечение, ключевую роль играют новые процессы организации труда проектных и строительных организаций, требующие стандартизации. Создано множество терминов и понятий, без которых трудно согласовать подходы к координации и повышению эффективности работы специалистов. Учитывая практическую пользу и результаты, полученные в результате применения BIM-технологии, можно утверждать, что IMOS является инструментом снижения рисков при реализации инвестиционно-строительных проектов.

Адаптация и правильное протекание процесса должен обеспечивать профессиональный менеджер, как в рамках одной фазы, так и на всем жизненном цикле. Как известно, успешной реализации мероприятий по переходу той или иной отрасли на новые технологии предшествует документ, отражающий видение развития этой сферы, отрасли, обоснование политики соответствующего государства и понимание основных принципов и подходов к ее реализации. Роль данного стратегического документа должна сыграть Концепция внедрения информационного моделирования (BIM) в строительной отрасли Республики Казахстан [2, с.98-105].

**Результаты и обсуждение.** В 2015 году впервые стала известна информация об адаптации BIM к строительной деятельности Казахстана. В этом же году в городе Астана (ныне Нур-Султан) состоялся 1-й Международный форум архитекторов и градостроителей, на котором обсуждалась новая концепция проектно-архитектурной деятельности, направленная на облегчение труда проектировщиков, архитекторов и застройщиков, а также свести к минимуму время, необходимое для заполнения заявки для клиента или конечного пользователя. Речь шла о внедрении технологии BIM в строительную отрасль.



Сам термин, технология BIM, представляет собой современную технологию, используемую в процессе проектирования и строительства, которая позволяет моделировать надежные и долговечные здания, оригинальные по форме и эффективные с точки зрения исполнения. Технология BIM позволяет интерактивно строить 3D-модели будущих зданий, кварталов и улиц. Дизайнерское решение, выполненное по всем канонам BIM-технологий, позволяет рассмотреть квартиры в доме, пройтись по этажам и выглянуть на улицу, чтобы увидеть панораму, которая окружает будущих обитателей жилого комплекса [3].

Объемные цифровые модели зданий заменяют устаревшие плоскостные конструкции и позволяют детально изучить внутреннюю структуру зданий, их фасады и прилегающие территории, исследовать строительные конструкции и инженерные сети. BIM-модели сокращают разницу между «планом» и «фактом», так как большая часть работы по внесению изменений выполняется на этапе предварительного проектирования и разработки проектной документации. Корректировка дизайна в начале значительно снижает цену каждой ошибки. Это повышает ее актуальность реализации в условиях современного мира. Кроме того, в условиях глобального развития информационных технологий становится необходимым адаптация таких технологий, как BIM.

Республика Казахстан в 2016 году по сути выбрала второй, инновационный путь внедрения BIM. Хотя, наверное, неправильно говорить о всей республике, потому что каждое новое дело крутят лидеры. Основными из них были: Государственный комитет по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству Министерства по инвестициям и развитию (КДС), РГП «Госэкспертиза» и Казахстанский научно-исследовательский и проектный институт строительства и архитектуры (АО «КазНИИСА»). КДС руководил и координировал всю деятельность, Госэкспертиза готовила участок проектной экспертизы для перехода на информационное моделирование, а КазНИИСА занимался общими вопросами внедрения BIM, и эта деятельность началась по собственной инициативе, без указания сверху, и только по прошествии времени целью внедрения BIM стали бюджетные средства [4].

Также важно отметить, что адаптация BIM в Казахстане началось с создания «Концепции внедрения технологии информационного моделирования в промышленное и гражданское строительство Республики Казахстан», задание которое получил КазНИИСА.

К тому времени сотрудники этого института проделали большую работу по изучению и обобщению мирового опыта в области применения BIM, а также разработали собственную практику в области применения BIM в пилотных проектах информационного моделирования на объектах промышленного и гражданского строительства. Информационное моделирование в Казахстане в официальных документах получило аббревиатуру TIMSO (Construction Information Modeling Technology), хотя термин BIM также используется как синоним этого понятия.

Как известно, в 2017 году по заказу Комитета по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству АО «КазНИИСА» была разработана концепция внедрения технологии информационного моделирования объектов строительства в промышленном и гражданском строительстве. Предполагается, что все технологически сложные объекты будут проектироваться исключительно по этой технологии.

А к 2023 году окончательно Казахстан перейдет на цифровое строительство. Предполагается, что весь госзаказ, по крайней мере на крупные объекты, будет проектироваться в виде информационной модели с использованием 3D. Точных данных о стоимости внедрения BIM в Казахстане нет, но есть возможность определить стоимость проектных работ с помощью укрупненного расчета на основании натуральных показателей объектов проектирования с применением «Сборника цен на проектные работы для строительства». Стоимость проектных работ Спр, тенге, определяется с помощью формулы (1):

$$C_{\text{пр}} = (a + b \times X) \times \Pi_{(ki)} \times k_{1(2)} \quad (1)$$

где: а и b – постоянные величины для определенного интервала основного показателя проектируемого объекта в тысяч тенге;

X – основной натуральный показатель проектируемого объекта: мощность, производительность (для промышленных объектов), протяженность (для линейных объектов), емкость, площадь и другие показатели;

$\Pi(ki)$  – произведение поправочных (корректирующих) коэффициентов в соответствии с таблицами Сборника и в соответствии с приложениями 2, 3, 4 к Государственному нормативу. Произведение поправочных коэффициентов (без учета коэффициента реконструкции);

$k_1(2)$  – коэффициент стадийности:  $k_1$  – отношение цен на разработку проекта к ценам на разработку рабочей документации и  $k_2$  – отношение цен на разработку рабочего проекта к ценам на разработку рабочей документации.

Стоимость разработки проектной документации с применением BIM – технологий определяется по ценам Сборника с применением коэффициента 1,2 к разделам проекта, разработанным посредством построения BIM–моделей [7].

В Казахстане практика использования BIM-технологий при проектировании строительных объектов стала реализовываться только недавно. Метод планирования с использованием BIM-технологий поддерживают в первую очередь представители крупнейших строительных компаний страны. Первый объект, созданный с использованием новой BIM-технологии, – многофункциональный жилой комплекс по улице Алматы в городе Нур-Султан, к северу от площадки ЭКСПО-2017. Несмотря на очевидные преимущества информационного моделирования, в Казахстане сегодня наблюдается парадокс: проектирование зданий с использованием BIM-технологий применяется в единичных случаях [5, с.20-24].

Это связано с тем что при внедрении и развитии технологии возникли определенные сложности, которые имеют в своей основе так называемые локальные особенности, присущие конкретному государству, его политической и административно-территориальной структуре управления. К таким препятствиям можно отнести следующие:

- особенность системы государственного управления и административно-территориального устройства, при которой внедрение новой технологии в строительной отрасли регулируется на республиканском уровне, а практическое исполнение осуществляется местными органами;

- отсутствие механизмов прямой и комплексной финансовой поддержки для стимулирования внедрения новой технологии, как следствие отсутствия (либо ограничения) возможности со стороны государства в рамках правового поля инвестировать бюджетные средства в частные компании;

- расхождение зарубежной теории BIM со сложившейся на государственном уровне практикой по реализации бюджетных инвестиционных проектов;

- отсутствие единой методологической базы и практического опыта в условиях лоббирования консультантами зарубежных методологий и трактовок BIM;

- доминирование на рынке определенных вендоров, реализующих программные комплексы по созданию трехмерных параметрических моделей, а также по организации среды общих данных [8].

Заключение. Для успешного внедрения технологии BIM при проектировании и строительстве зданий и сооружений необходима разработка нормативно-технических документов, определяющих терминологию и требования к информационным моделям в соответствии с фазами жизненного цикла проектирования, строительства и эксплуатации. капитальные вложения. Таким образом, объекты, смоделированные и построенные с использованием BIM-технологий и различных программ, снижают вероятность ошибок в проекте, что является существенным фактором, позволяющим экономить и деньги, и время. Еще одним фактором, влияющим на успех BIM-технологий, является то, что спроектированные объекты окупаются в несколько раз быстрее, чем построенные по традиционной схеме. Это обстоятельство определяется теми факторами, что интегрированная модель делает работу предприятия комфортной, прозрачной и продуктивной [6, с.160-163].

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Анахин Н.Ю., Грошев Н.Г., Онопричук Д.А. BIM технологии, как основа современного объекта // Журнал Вопросы науки и образования, 2018 г.

2 Рыбин Е.Н., Амбарян С.К., Аносов В.В., Гальцев Д.В., Фахротов Н.А. BIM-технологии. Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2019; 9 (1) :98–105.

3 Концепция внедрения BIM в Казахстане: основные факты (ardexpert.ru).

4 Адаптация BIM технологии в Казахстане (cad.kz).

5 Оспанов Е.С. Применение BIM-технологий в области проектирования и строительства объектов в Казахстане // Вестник науки и образования № 12(36). Том 2. 2017.- С. 20-24.

6 Наширалиев, Ж. Т. Қазақстандағы BIM-технологиялар. Tekla Structures өнеркәсіптік жобалаудың негізгі құралы / Ж. Т. Наширалиев, Асылбек Сафаралиулы Шадкам. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2020. – № 33 (323). – С. 160-163.

7 Приказ Председателя Комитета по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства национальной экономики Республики Казахстан от 28 ноября 2016 года № 232-нқ.

8 Лепесов Р. Т., Саканов Д. К., Саканов К. Т. Материалы XIII Международной научнотехнической конференции «Актуальные вопросы архитектуры и строительства», статья «Информационное моделирование строительной отрасли Казахстана».

### REGULARITIES OF FORMATION OF UNUNIFORMLY COMPRESSED SOIL ZONES IN BUILT-UP TERRITORIES

ZHUKENOVA G. A.

PhD, Associate Professor, Toraighyrov University, Pavlodar

ESARTIA M. V.

undergraduate student, Toraighyrov University, Pavlodar

MAKSAT N. M.

undergraduate student, Toraighyrov University, Pavlodar

When designing buildings in the conditions of existing urban development, including by superstructure or extension, there is a need to determine the actual size of the zone of long-compressed soils under existing foundations from their previous loading.

Experimental studies by L. T. Abramov, A. V. Golly, B. I. Dalmatov, S. S. Timofeev, Yu. F. Tugayenko and others were devoted to the study of the nature of the formation of the deformation zone of soil compaction at the base of loaded foundations and real buildings and structures, the results of which showed that the sediment of the foundation is caused by deformation of the base within a limited volume, where structural deformations of the seal, leading to a significant change in the initial characteristics of compressibility, strength and other properties of soils of natural composition.

This volume of the base, where the natural structure of the soil is disturbed, is commonly called the seal deformation zone (Fig. 1), where  $H_a$ ,  $B_a$  and  $I_a$ , respectively, are the depth, width and removal of the seal deformation zone, or in relative values  $H_a/b$ ,  $B_a/b$  and  $I_a/b$ , where  $b$  is the width of the foundation sole, and also with the round shape of the sole of the foundations  $H_a/D$ ,  $B_a/D$  and  $I_a/D$ , where  $D$  is its diameter.

The following are the results of experiments carried out in the laboratory to measure the compressible zone of soils under real structures.

### Results of laboratory model experiments.

Laboratory model experiments to study the mechanism of interaction of stamps with a soil base were carried out in trays.

In the experiments of M. N. Okulova, the horizontal movements of the sandy base of a square stamp with a width  $b=40$  cm were measured by means of special stamps installed in the vertical walls of the tray. Experiments have shown that when the stamp is fully loaded, the greatest horizontal movements of sand develop within the depth of the base (0.5...0.9) $b$ , and the dimensions of the deformation zone of the soil under the stamp are approximately  $H_a=1,85b$ ;  $B_a=2,5b$ .

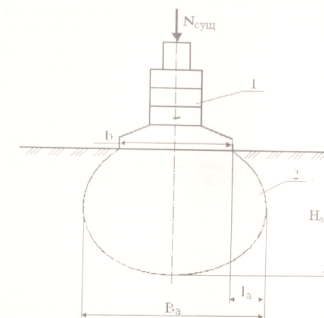


Figure 1 – Dimensions of the deformation zone of the compaction of the base of the loaded foundation: 1 – existing foundation; 2 – boundary of the deformation zone of soil compaction;

$N_{cyш}$  – load

In similar experiments, M. V. Balyura studied the influence of the qualitative state of the foundation on the nature of the development of horizontal movements of the soil.

Experiments for a clay base have established that an increase in the moisture content of loam from  $W = 0.144$  to  $W = 0.229$  leads to an increase in horizontal movements of the soil from 0.5 mm to 9.7 mm. For a sandy base, an increase in the porosity coefficient of sand from  $e=0.55$  to  $e=0.84$  caused an increase in horizontal displacements from 0.3 mm to 7 mm. In experiments, the maximum horizontal movements of the soil were recorded within the depth of the base (0.5...-0.85) $b$ .

M. N. Okulova, in experiments performed according to the above method, along with horizontal movements, also controlled the change in the density of the stamp base soil during its loading by means of a

penetrometer. This made it possible to establish directly under the sole of the stamp the formation of a core consisting of over-compacted soil.

The approximate dimensions of the deformation zone of the stamp base for loams of soft-plastic and hard consistency, respectively, were:  $H_a=2,6\epsilon$  and  $2,2\epsilon$ ;  $B_a=4,4\epsilon$  and  $4,0\epsilon$ . M. N. Akulova and G. S. Goskova by the method of penetrating radiation investigated the influence of the type of soil of the base on the nature of the formation of its deformable zone. At the base of the stamp on a 2x2 cm grid, lead pellets (stamps) with a diameter of 4 mm were placed, the position of which was periodically recorded by repeated photographing during the loading of the stamp. According to the experimental data, the approximate dimensions of the deformation zone of bases stacked with soils of various types were: for sand  $H_a=1\epsilon$ ;  $B_a<1,5\epsilon$ ; for sandy loam  $H_a=1,5\epsilon$ ;  $B_a=1,8\epsilon$ ; for loam  $H_a=1,75\epsilon$ ,  $B_a=2\epsilon$ .

S. S. Timofeev's experiments were carried out in trays under conditions of flat deformation and axial symmetry with the laying of the upper colored layer, with layers of chalk powder and with layers of the same colored soil.

Stamps with rough and smooth flat soles were pressed into the transparent walls of the trays from the ground surface and with preliminary deepening. Deformations of the soils at the base of the stamps during their loading were observed and photographed through the transparent walls of the trays. For this purpose, stamps were used that were placed in the ground behind the transparent walls of trays with horizontal row and radial placement relative to the center of the stamp sole. It has been experimentally established that the rigid «elastic» core of the over-compacted soil under the sole of the stamps in all experiments has a semicircular shape. The analysis of the kinematics of soil deformation in the bases of loaded stamps also showed:

- in all phases of deformation of the bases, the soil particles (stamps) in the semicircle remain at the original normals to the sole of the stamp, there are no signs of soil shifts;
- the surrounding soil moves around the «elastic» core from the bottom to the sides and up;
- indentation of stamps causes compaction of the soil in the «elastic» core, and its semicircular shape is preserved due to the attachment of the surrounding soil;
- gradients of soil density and average normal stresses in the deformable region around the «elastic» core are distributed radially.

The analysis of the results of the considered model experiments on the study of the regularities of the formation of compacted soil zones

under loaded stamps by various methods (measurement of displacements and determination of soil density, the use of penetrating radiation and photographing to fix the trajectories of lead grades, painted soil layers in the base) allows us to conclude the following:

- when loading stamps, soil deformations develop within a limited volume with their concentration in the upper zone of the base. The shapes and sizes of the deformed soil zones of the bases of loaded stamps, established by various methods, are relatively close;
- the nature of the formation of the deformation zone of soils under stamps with clay and sandy bases is significantly different. The dimensions of the deformable area of the base are more developed in clay soils than in sandy ones. Moreover, an increase in the moisture content of clay and a decrease in the density of sandy soils lead to deformations of a larger volume of soil;
- the loading of the base causes the formation of an «elastic» semicircular core under the sole of the stamp, consisting of over-compacted soil. In the process of stabilizing the stamp precipitation from the action of full load, the semicircular shape of the «elastic» core is preserved due to the gradual addition of the surrounding soil, which is subject to compaction. In this case, the gradients of the density of the soil in the deformable area around the «elastic» core are distributed radially.

#### Data from field experiments.

The analysis of these data allowed us to establish a very close correlation between the width and depth of the soil compaction zone of the base of the experimental foundations  $B/\epsilon=f(H/\epsilon)$ . With an increase in the depth of the compressible thickness of the base, the width of the soil compaction zone under the foundation increases. Moreover, the increase in the value of  $B/\epsilon$  to a value of  $H_a/B=1,5$  occurs slowly, and at values of  $H_a/B>1,5$  it is more intense. As is known, the values of  $H_a/B$  1,5...2,0 are characteristic of weak water-saturated clay soils, characterized by high sensitivity to compaction deformations. Consequently, in conditions of water-saturated weak soils, including those flooded due to flooding of built-up areas, the dimensions of the active compacted zone of the foundations can be more developed.

#### Results of field observations

As is known, the results of field observations of deformations and the condition of the soils of the foundations of real buildings are not only of practical, but also of scientific value, since they serve as a criterion for the reliability of the new methods being developed for calculating the sediment of foundations and methods for determining the

characteristics of compressibility of soils. For a comparative assessment, we will consider the results of measurements of soil deformations in the foundations of buildings and structures performed by a number of researchers on sites stacked with «reliable» and «weak» soils.

K. E. Egorov investigated vertical movements of soils under a chimney with a diameter of  $D = 23\text{m}$  with a load on the sole of the foundation of  $0.28\text{MPa}$ .

The base of the structure is a layered stratification of relatively dense clay and sandy soils with a capacity of  $19.5\text{ m}$ . According to the observation data, the foundation sediment reached  $S=6\text{ cm}$ , and the dimensions of the deformation zone of the base of the structure were  $H_a=0,85D$ ,  $B_a=1,44D$ .

I. M. Vilkov, N. I. Makarov measured layer-by-layer deformations of soils under the foundation of a chimney with a diameter of  $D = 30\text{ m}$  with a load on the base of  $0.22\text{MPa}$ . The base of the structure consisted of layers of sand and clay, the capacities of which respectively amounted to  $7.8\text{ m}$  and  $20\text{ m}$ . With a foundation draft of  $S = 15\text{cm}$ , the depth of the compressible soil thickness under the structure was equal  $H_a=0,7D$ .

V. N. Golubkov, L. I. Kolesnikov, V. P. Boltenev investigated the actual dimensions of the soil deformation zone at the base of the chimney with a diameter of  $D = 6.2\text{ m}$  with a load on the base of  $0.11\text{ MPa}$ . Under the structure there were water-saturated loess loams with a thickness of  $0.5\text{ m}$ , underlain by a large thickness of relatively dense heavy clays. According to the observation data, the sediment of the foundation was  $S = 7.2\text{ cm}$ , the dimensions of the core of the base reached  $H_a=85D$ ,  $B_a=1,5D$ .

V. N. Golubkov, Yu. F. Tugayenko, B. A. Khutoryansky observed deformations of the base of a solid foundation plate of a nine-storey house with a load on its sole of  $0.16\text{ MPa}$ . The foundation of the building was located on an artificial sand cushion  $3.5\text{ m}$  thick, below which lay a layer of weak loess soil, underlain by dense soils. The study showed that a significant part of the precipitation of the building occurred due to the compression of a weak layer of loess soil. The sediment of the foundation was  $S=26.1\text{ cm}$ , and the depth of the core of the base  $H_a=0,6D$ .

Studies by B. I. Dalmatov, C. N. Sotnikov, N. M. Doroshkevich, B. V. Znamensky of deformation of the foundations of a number of buildings built on a large thickness ( $20...30\text{ m}$ ) of weak water-saturated clay soils have shown that under such conditions the amount of precipitation of the foundation and the compressible thickness of the base of the building can reach maximum values. The depth of the deformation

zone of the base of one of the objects of observation at the foundation sediment  $S = 41.6\text{ cm}$  was  $H_a=2,1B$ .

Data analysis shows that the compaction of long-compressed soils and the size of their distribution are clearly characterized by a decrease in the porosity coefficient of  $D_e$ , which is consistent with the stress state of the loaded base, depends mainly on the type and initial properties of the soil.

#### REFERENCES

- 1 Bykov V.I., Nikishov A.P., Chernyavy A.I. Construction of a public building with underground floors in cramped conditions of urban development // Technosphere. - No.348. - 2010. pp. 176-188.
- 2 Goldstein M.N. Mechanics of soils, foundations and foundations / M.N. Goldstein A.A. Tsarkov I.I. Cherkasov. - M.: Transport, 1981. - 320 p.
- 3 Konash V.M., Frankevich O.G., Slobodin A.G. Application of foundation reinforcement technology by static pile indentation in conditions of dense urban development // SroyInform. - No.17/11. - 2011.
- 4 Maslov N.N. Fundamentals of soil mechanics and engineering geology/ N.N. Maslov. - M., 1961. - 707 p.

#### ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО В КАЗАХСТАНЕ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

ЖУКЕНОВА Г. А.

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

ҚОЖАН И. Қ.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

Экологическое строительство пользуется популярностью во всем мире около 20 лет. По некоторым данным, на сегодня 100 тыс. экологических зданий построено в 135 странах мира, общей площадью 1 миллиард квадратных метров. Это не только жилье, но и коммерческая недвижимость, и объекты социальной сферы. Однако это приблизительные цифры. Дело в том, что зданию присваивается «зеленый» статус, когда получает оценку при прохождении международной сертификации. Определение зеленого здания варьируется от страны к стране и меняется со временем.

Казахстан все еще находится на пути развития экологического строительства, ведущего к стабильной и эффективной экономической модели к 2050 году. В ближайшем будущем планируется построить

«зеленую» инфраструктуру, оптимизировать использование ресурсов и повысить эффективность защиты окружающей среды. Инвестиции, необходимые для перехода к зеленой экономике, составляют около 1% ВВП в год, что эквивалентно 3-4 миллиардам долларов в год. Для сравнения, Южная Корея уже инвестирует 2% ВВП в зеленый сектор, в то время как инвестиции Китая составляют 1,5% ВВП.

Когда речь заходит об «зеленом» строительстве у многих начинает работать калькулятор, потому что у всех представление о том, что такой вид строительство слишком дорогой и не окупаем. Но мало кто знает о том, что вложение в экологическое строительство – выгодное. Антуан Пейрюд (генеральный директор строительной компании «Saint-Gobain» в России, Украине и странах СНГ) отметил, что дополнительные расходы быстро окупаются за счёт высокой экономии на эксплуатации здания. Энергопотребление сокращается на 25%, а водопотребление – на 30%. Об этом так же говорит Гульмира Толганбаева – генеральный директор GREEN TOWER GROUP. Она одна из тех, кто продвигает эко-строительство в Казахстане с использованием остекления по технологии Pilkington.

Базовые принципы экологического строительства: современные технологии, экономия ресурсов и упор на строительные материалы. Любое здание может быть «зеленым», будь то дом, офис, школа, больница, общественный центр или любой другой тип здания, при условии, что оно включает следующие функции:

Энергия: эффективное использование энергоресурсов и минимизация негативного влияния на окружающую среду;

Воздух: обеспечение подачи свежего чистого воздуха, а также температурный комфорт в помещениях;

Вода: создание эффективной системы управления потреблением водных ресурсов;

Утилизация и переработка отходов: меры по борьбе с загрязнением и отходами, а также возможность их повторного использования и переработки;

Материалы: использование природных, возобновляемых и перерабатываемых для повторного использования материалов, для уменьшения их воздействия на окружающую среду;

Здоровье и комфорт: учет качества жизни и работы персонала при проектировании, строительстве и эксплуатации.

Первый экологический дом был спроектирован и возведен Грэмом Кейном с поддержкой Брюса Хаггарта и других в 1972

году на игровом поле Thames Polytechnic (Лондон). Дом привлек внушительное внимание, так как возникло волнение по поводу экологической стабильности и энергетической безопасности. Лорд Холфорд одобрил деятельность Кейна в дебатах в Палате лордов во время чтения закона о защите окружающей среды в 1973 году. Однако, невзирая на такое внимание, запрос на продление разрешения на временное планирование постройки от имени Грэма Кейна, его напарника и дочери был отклонен, что привело к сносу их дома в 1975 году.

В современном мире существуют критерии каждого из этапов и элементов эко-строительства.

Стандарт BREEAM Международная основа для анализа экологических характеристик конструкций BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) была разработана в 1990 году британским правительственным агентством BRE Global. Существует множество стандартных советов по оцениванию BREEAM - для торговой, промышленной и коммерческой недвижимости. Начисленные баллы множатся на коэффициенты, отображающие значительность того или иного аспекта сохранности в месте застройки, дальше суммируются и переводятся в результирующую оценку. Общая оценка включается в присуждении рейтинга: «Удовлетворительно», «Хорошо», «Очень хорошо», «Отлично» либо «Великолепно».

Стандарт LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) был разработан в 1998 году, и его принципы были внедрены Советом по экологическому строительству США. LEED – это всеобъемлющая добровольная система оценки для проектирования, строительства и обслуживания здания. Оценка проводится с точки зрения энергоэффективности и инноваций, снижения нагрузки на окружающую среду и обеспечения комфорта для людей. Система LEED обеспечивает сертификацию проектной документации и строительных проектов. Наличие сертификата подтверждает участникам рынка недвижимости профессионализм девелоперов, свидетельствуя их репутацию в таком прогрессивном направлении, как «зеленое» строительство. Рекомендации распределены на шесть частей: площадь застройки, энергия и атмосфера, эффективность применения воды, материалы и ресурсы, качество воздуха в помещениях, инновации. Если деятельность, проводимая разработчиками, отвечает стандартам, то начисляются баллы, в зависимости от их количества, объекту присуждается по одному

из четырех степеней сертификатов: «Квалифицированный» - 40-49 баллов, «Серебряный» - 50-59., «Золотой» - 60 -79 и «Платиновый» - 80 баллов и более.

Стандарт DGNB. Система была разработана в 2007 году Немецким советом по экологическому строительству, а в июне 2010 года международная система была официально запущена. Способ систематизации не ограничивается экологическими аспектами экологических зданий. Он также принимает во внимание рентабельность, социокультурные и функциональные нюансы здания.

Стандарт WELL. Международный институт строительства WELL Building Institute (IWBI) возглавляет глобальное движение за преобразование зданий и сообществ таким образом, чтобы способствовать процветанию человечества. Ориентируясь в первую очередь на потребности человека в решениях по проектированию, строительству, эксплуатации и развитию, приоритетом WELL Building Standard™ является здоровье и благополучие человека. В стандарте WELL ключевым фактором является человек, его здоровье и благополучие. Это программа сертификации, основанная на доказательствах и поддерживаемая показателями производительности. WELL-сертифицированные проекты доказали, что здоровье, счастье и работоспособность людей, которые используют эти пространства, являются главными приоритетами. Что касается компаний, сертификат может быть более активным в привлечении и удержании первоклассных кадров. Для жилых домов это может быть более здоровая семья и улучшенное качество жизни.

Технологии LEED и BREEAM достаточно популярны и занимают лидирующие позиции среди немалых разработчиков в стране, а также иностранных брендов, выходящих на рынок Казахстана. Здания, сертифицированные западными стандартами, более интересны для арендаторов, потребляют меньше ресурсов и позитивно влияют на производительность офисных работников.

К примеру, первым объектом в республике, получившим сертификат LEED GOLD, стал многофункциональный комплекс Talan Towers в Нур-Султане.

Park View Office Tower в 2015 году прошёл сертификацию BREEAM с оценкой «very good» и стал первым экологичным офисным зданием в Центральной Азии. В 2019 году объект Park View Office Tower увеличил свои оценки до уровня «Excellent» в категории «Building Management» и «Very Good» в категории «Asset Performance»

PRIME Business Park сертифицирован по системе «BREEAM In-Use International 2015» с оценкой «Good» в категории «Asset Performance» и «Very Good» в категории «Building Management»

В 2017 году «Зеленый квартал», в Нур-Султане, стал первым комплексом на территории СНГ, прошедший сертификацию LEED Campus Group. Его уникальность заключается в том, что сертифицировано не отдельно стоящее здание, а группа зданий, объединённых в один комплекс.

Бизнес-центр BNC Plaza в 2019 году был награждён статусом «GOLD» по международным стандартам «LEED». В 2020 году прошёл сертификацию по системе «BREEAM» с оценкой «Very Good» в категории «Asset Performance» и «Excellent» в категории «Building Management»

В 2020 году MEGA Silk Way – это первый и единственный ТРЦ в Казахстане, который получил такое высокое признание по европейской системе оценки качества BREEAM (Building Management рейтинг – Excellent 75,4%).

В 2021 году ТРЦ «Абу Даби Плаза» стал одним из первых объектов коммерческой недвижимости в Казахстане, получившим сертификат LEED, американский стандарт зеленого строительства.

В Казахстане также имелась попытка разработать свой «зеленый» сертификат. Это произошло в преддверии EXPO-2017: инициативные участники рынка объединились в некоммерческую организацию KazGBC, ставшую фрагментом всемирной World Green Building Council (WorldGBC). При поддержке интернациональных специалистов KazGBC создал отечественную систему экологической оценки «Өмір». По ней к 2020 году намеревались сертифицировать 200 зданий и подготовить тысячу профессионалов по зеленому строительству. Но пилотные отечественные сертификаты к 2021 году успели получить только четыре здания – Park View Office Tower, Green Tower, MEGA Silk Way и Ergodom. По информации республиканского делового еженедельника «Курсив», проект остановили из-за вопросов финансирования.

Исходя из вышеизложенного, можно говорить о том, что экологическое строительство – это подход к проектированию, строительству и эксплуатации зданий содержащих ряд мер, решений и оборудования, нацеленных на ресурсы и энергоэффективность. Данный вид строительства в своих решениях может содержать установку альтернативных источников энергии, датчика движения, водосберегающих, сантехнических установок. Оценка



эффективности зеленых зданий подтверждается сертификацией, о которой уже было упомянуто выше. У нас это направление развивается и является новым, как для многих застройщиков, так и для покупателей недвижимости. Уже разработано два стандарта для экологического строительства – один для многоквартирных жилых зданий и второй для офисных зданий. Проведение международной выставки ЕХРО-2017 дала старт к масштабному переходу к экологическим принципам строительства и повышения энергоэффективности зданий.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Сидоренко В.Ф., Берлинер В.И. и др. Экологизация строительства. - Волгоград: ВолгГТУ, 2018. – 226 с.
- 2 <https://kursiv.kz/news/otraslevye-temy/2021-04/kogda-v-kazakhstan-prorastet-zelenoe-stroitelstvo>
- 3 <https://stroyinfo.kz/eto-interesno/112-mezhdunarodnye-standarty-ekologicheskogo-stroitelstva.html>
- 4 Журнал Forbes Kazakhstan – Январь 2014
- 5 Журнал Undercurrents №04 – Весна 1973

#### МЕТОДЫ 4D МОДЕЛИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

ЖУКЕНОВА Г. А.

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

МЕШИТБАЕВ Ж. А.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

Организационные и технологические проблемы моделирования сети населенных пунктов и отдельных строительных проектов могут быть решены с помощью систем 4D моделирования.

Номинальная система моделирования 4D включает в себя, по сути, 3D-модель объекта и сетевую модель (календарно-сетевой график) построения этого объекта. 3D-модель передает основную информацию об объекте в наиболее наглядной форме, в то время как сетевая модель показывает технологическую и временную составляющую выполняемых работ [1]. Важным компонентом при внедрении 4D-моделирования является расчет ресурсов, которые позволяют определить основную технологию строительства, экономически обоснованный метод и план работ. Использование современных информационных технологий

позволяет обновлять и автоматизировать не только базовые расчеты и выбор используемых решений, но и расстановку средств механизации и вспомогательных средств на объекте. Выбор оптимального положения крана, подъездных путей, складских помещений и т.д. может осуществляться в удлиненном варианте, перемещая оборудование и временные сооружения с объекта на объект во время строительства комплекса и сетей сооружений [2,3].

Использование 4D моделирования улучшает взаимодействие между участниками проект строительства, также повышает качество работ с соблюдением сроков и минимизирует дополнительные затраты. Но процесс реализации этой технологии в реальных проектах все еще сложен и требует ее детальной проработки.

В настоящее время в Казахстане отсутствуют BIM-стандарты, содержащие информацию о 4D-моделировании. Каждая организация, внедряющая информационную модель в жизненный цикл здания, создает свою собственную систему для внедрения и использования BIM-технологии, в частности 4D моделирование. В связи с этим каждая организация разрабатывает свои собственные принципы разработки 4D-модели. На данный момент при 4D-моделировании модель проверяется на наличие пересечений и пространственно-временных коллизий из-за сборки модели из отдельно выполненных разделов проекта и графика работ. В большинстве случаев полученная информационная модель не используется на строительной площадке для мониторинга фактического процесса строительства, что также подразумевается при 4D-моделировании. В Великобритании в 2013 году проведенное исследование показало, что BIM чаще всего встречается на этапах проектирования и подготовки к строительству, а при строительстве и эксплуатации - реже. Поэтому концепция комплексного подхода, присущая BIM, на данный момент реализована не в полной мере.

Визуализация модели распределения ресурсов, включая стоимостные и материально-технические показатели, значительно облегчает планирование и организацию строительства во время подготовки и реализации объекта или комплекса объектов. (Рисунок 1)

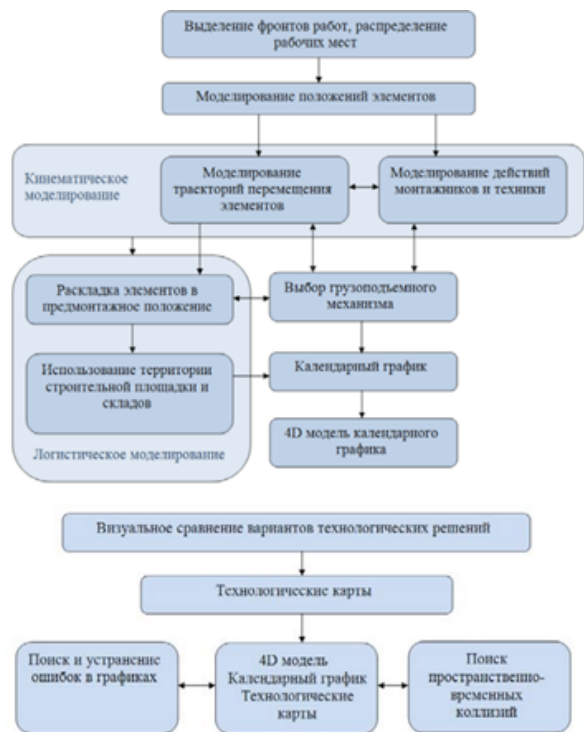


Рисунок 1 – Оптимальные организационно-технологические решения

В результате проверка содержания планов и проектов в целом значительно упрощается, поскольку на результирующей модели сразу же отмечаются недостающие элементы или нереализованные ссылки. Выбор оптимальных решений автоматизирован, что сокращает количество затрачиваемых ресурсов, количество задействованного оборудования и интенсифицирует процесс строительства объекта. Программное обеспечение, использующее 4D-моделирование, позволяет значительно сократить время подготовки проекта [3,4,5].

Графическая модель 4D значительно упрощает визуальное сравнение. Вторая задача – визуальное сравнение плана с факторными вариантами организационных и технологических решений друг с другом. Это особенно актуально для строительства сети объектов, когда работы ведутся параллельно на ряде объектов, что создает значительные отклонения факта строительства от плана строительства

объектов. Формирование реалистичного подхода к строительству невозможно без надлежащей визуализации процессов, что значительно упрощается с помощью программ 4D-моделирования [6].

Примером отображения рабочего окна является расчет строительства объекта в программе 4D, показанный на рисунке 2.

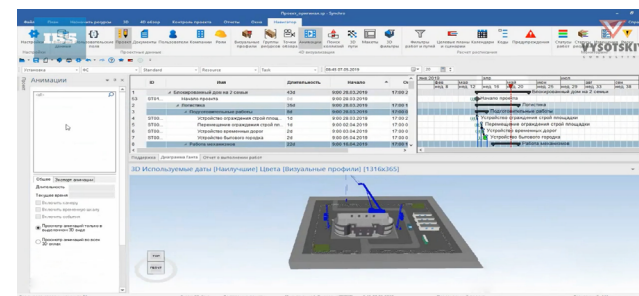


Рисунок 2 – Пример рабочего окна в программе Synchro 4D

Перспективы использования 4D-моделирования довольно обширны. Это особенно заметно в аспекте управления технологическим процессом во время строительства объекта. 4D моделирование позволяет представить технологический процесс в непрерывном единстве, как непрерывный процесс [7]. При этом, как уже упоминалось ранее, учитывается размещение всех механизмов, их перемещение, соответствие технологическим требованиям и т.д. необходимые элементы соответствия качественному подходу можно отследить с высокой вероятностью, что позволяет избежать задержек в производстве объекта [8,9].

4D-моделирование, несомненно, является важным инновационным прорывом в области организации и управления. Многие авторы считают, что за этой технологией будущее [1,5,10].

Таким образом, 4D-программирование позволяет с высокой степенью вероятности оптимизировать производственные процессы, визуализировать строительство объектов, решать задачи экономической эффективности строительства объектов недвижимости.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Алешин М.М., Цапко К.А. Практическая реализация механизма факторного анализа стоимости проектной организации// Интернет-журнал Науковедение. 2012. №3.

2 Манжилевская С.Е., Евлоева И.А. Система и модели организационного инжиниринга: актуальные проблемы и пути их решения// Технические науки – от теории к практике / Сб. ст. по материалам XLVI междунар. науч.-практ. конф. №5 (42) Новосибирск: Изд. «СибАК», 2015. - с. 57- 63.

3 Манжилевская С.Е., Шилов А.В., Швецов В.В. Принципы системного моделирования // Наука вчера, сегодня, завтра / Сб. ст. по материала XLVI междунар. Науч.-практ. Конф. №2 (24). Часть 2. Новосибирск: Изд. АНС «СибАК», 2016. С. 70-75.

4 Петренко Л.К. Концепция эффективного менеджмента // Строительство – 2011: Материалы международной научно-практической конференции. – Ростов-на-Дону: Рост. гос. Строит. Ун-т, 2011. – С. 123-124.

5 Петренко Л.К., Карандина Е.В., Манжилевская С.Е. методы формирования программы технико-экономического обоснования реконструкции объектов // Инженерный вестник Дона. 2013, №3.

6 Цапко К.А. организация процесса бюджетирования проектов в проектно-изыскательских организациях// интернет-журнал Науковедение. 2015. Т. 7. №4.

7 Манжилевская С.Е., Шилов А.В., Чубарова К.В. организационный инжиниринг // Инженерный вестник Дона, 2015, №3.

8 Манжилевская С.Е., Богомазюк Д.О. Моделирование инноваций в строительстве// Инженерный вестник Дона, 2016, №1.

9 Lewerentz S. Architecture London: Phaidon Press. 2002. – 416 p.

10 Jodidio P. Architecture in the Netherlands New York: PiXezm, 2006. – 310 p.

## АҒАШ ҚАЛДЫҚТАРЫНА НЕГІЗДЕЛГЕН ОҚШАУЛАУ

МУСАТАЕВА З. С.

магистрант, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

Жылу оқшаулағыш материалдарға деген қажеттілік ғимараттардың қоршау құрылымдарының жылу кедергісіне жаңа талаптардың енгізілуіне байланысты өсті. Жаңа ғимараттарды салу, қолданыстағы тұрғын үй қорын реконструкциялау және жөндеу бойынша құрылыс жұмыстары көлемінің ұлғаюы таяу болашақта жылу оқшаулағыш материалдарға тұрақты және ұзақ мерзімді сұранысқа кепілдік береді.

Ағаш өңдеу өндірістерінің қалдықтарынан жылу оқшаулағыш материалдарды өндіру жылу оқшаулағыш материалдар мен бұйымдарды шығаруды ұлғайтып қана қоймай, тағы бір проблеманы – ағаш қалдықтарын кәдеге жаратуды ішінара шешуге мүмкіндік береді.

Ағаш өңдеу өндірісінің қалдықтарын құрылыс материалдарын өндіру үшін шикізат ретінде пайдалану өзекті мәселелерді - Ағаш өңдеу кәсіпорындарының қалдықтарын мақсатты түрде жоюға мүмкіндік береді. Ағаш өңдеу қалдықтары оны құрылыс саласында қолдана отырып, шикізаттың тұрақты маңызды ресурсы болып қала беретінін ескеру қажет. Ағаш шикізатын кешенді пайдалану экологиялық мәселені шешеді-қоршаған ортаны Ағаш өңдеу қалдықтарымен ластанудан қорғау мәселесі. Ағаш өңдеу қалдықтарына негізделген материалды жасау кезінде ағаш агрегатының физикалық-механикалық қасиеттерін, химиялық заттардың құрамын, ағаш құрылымын ескеру қажет. Бұл Ағаштың химиялық компоненттері, яғни ультра құрылым компоненттері мен жасушалардың қабырғаларын (қабықтарын) құрайтын жоғары реттелген жүйелер арасындағы байланысқа байланысты; соңғысы ағаш тінін құрайды. Құрылыс материалдары үшін толтырғыш ретінде пайдаланылатын ағаш қалдықтары келесі қасиеттерге ие: төмен орташа тығыздық, жақсы ылғалдылық, өндеудің қарапайымдылығы.

Ағаш қалдықтарына негізделген композициялық материалдардың негізгі артықшылықтары:

1 Ғимараттар мен үйлерді жылытуға арналған энергия шығындарын едәуір азайтуға, сондай - ақ жеңіл құрылымдарды қолдану мүмкіндігінің арқасында құрылыс шығындарын азайтуға мүмкіндік беретін жоғары жылу оқшаулау қасиеттері-қабырғалардың қалыңдығын, іргетасқа жүктемені азайту және т. б.

2 Экологиялық қауіпсіздік. Ағаш шикізатына негізделген құрылыс материалдары зиянды ұшпа заттарды шығармайды, электрленбейді, табиғи электромагниттік өрістерді қорғамайды, бөлмеде «термос» әсерін жасамайды, қабырғаларды «дем алуға» мүмкіндік береді.

3 Ағаш толтырылған композиттер аязға төзімді, температураның кенеттен өзгеруіне төтеп бере алады, ауа-райына, ылғалға, ультракүлгін сәулеге, көгеру мен саңырауқұлақтардың пайда болуына төзімді.

4 Ағаш қалдықтарына негізделген құрылыс материалдары қолмен және механикалық өндеуге оңай-аралау, бұрғылау, фрезерлеу және т. б.

Үгінділер-бұл көптеген тәсілдермен қолдануға болатын ерекше материал. Олар тек ағаш кесу қалдықтары болғанына қарамастан, олардың физикалық және химиялық қасиеттері көптеген салаларда қолданылады. Шынында да, бұл материалды жою үшін оларды күйдірудің немесе жерге көмудің қажеті жоқ, оларды тауарға немесе энергияға айналдыру әлдеқайда тиімді болады.

Үгінділерде шамамен 70 % көмірсулар (целлюлоза және гемицеллюлоза) және 27% лигнин бар. Химиялық заттардың балансы: 50 % көміртегі, 6 % сутегі, 44 % оттегі және шамамен 0,1 % азот.

Құрғақ үгінділердің сипаттамасы:

\* тығыздығы 220–420 кг/м<sup>3</sup>, ылғалды 320–580 кг/м<sup>3</sup>.

\* ылғалдылық 8–15%.

\* желкенділік коэффициенті 0,13–0,8.

• жылу өткізгіштік коэффициенті 0,07–0,93 Вт/(м\*К), тығыздығы мен ылғалдылығының жоғарылауымен өседі.

\* жану тобы Г3 (сынақ деректері негізінде)

• төн өлшемі 50 мм дейін.

Ағаш қалдықтарына негізделген жылу оқшаулағыш құрылыс материалдары минералды талшықтар мен газ толтырылған Пластмассалардың дәстүрлі жылытқыштарымен бәсекелесе отырып, ғимараттар мен құрылыстардың тиімді жылу оқшаулауын қамтамасыз етеді.

Ағаш қалдықтарының негізіндегі жылу оқшаулағыш материалдарға бірінші кезекте ағаш-полимерлі композиттер, жұмсақ ағаш талшықты тақталар, ағаш мақталары, фибролит және басқа да ағаш композиттері жатады.

1 Ағаш-полимерлі композиттер (ДПК) – құрылыс материалдары саласында салыстырмалы түрде жаңа, бірақ өте жақсы дамыған. ДПК негізгі компоненттері-ұсақталған ағаш қалдықтары итермопластикалық полимер. Арнайы экструдер қондырғыларындағы бұл қоспасы ерітіліп, профильдер арқылы күрделі профильдегі өнімдерге немесе ені аз парақтарға (тақталарға) сығылады. Экструзия әдісі әртүрлі конфигурациялар мен өлшемдердің өнімдерін алуға болады.

ДПК-дағы ағаш мөлшері кең ауқымда өзгеруі мүмкін-неғұрлым көп болса, материалдың қасиеттері табиғи ағашқа жақын болады.

Ағаштан басқа, өнімге ерекше қасиеттер беру үшін әртүрлі толтырғыштар – металл, шыны, пластик қолданылуы мүмкін. Drksoplastic ағашының ең жақсы жақтарын біріктіреді және сонымен бірге олар іс жүзінде жетіспейді. ДПК-дан жасалған

бұйымдар жоғары жылу оқшаулау қасиеттеріне, жеңіл салмаққа, ылғал мен зиянкестерге қарсы тұрады.

2 Талшықты тақталар ағаш талшықтарынан және ағаш өңдеу кәсіпорындарының басқа қалдықтарынан қажетті фракцияға дейін шығарылады. Ағаш толтырғышына байланыстырғыштар, оттан қорғайтын заттар және ағаш қателеріне қарсы заттар қосылады.

Шикізат ұсақталып, бөлек талшықтарға бөлінеді. «Құрғақ технологиямен талшықтар латекс желімімен араластырылып, плиталарға басылады, ал «дымқыл» болса – тұтқыр консистенцияға дейін сумен және қоспалармен араластырылады, содан кейін басылып, кептіріледі. Талшықтарды бір-бірімен байланыстыру үшін арнайы шайырлар қолданылады.

Жылу оқшаулағыш материалдар ретінде жұмсақ ағаш талшықты тақталар (HDD) қолданылады. Олар жаңа ғимараттарды салу кезінде де, ескі ғимараттарды қайта құру кезінде де шатырларды, қабырғаларды, төбелерді оқшаулау үшін қолданылады.

Ағаш қалдықтарына негізделген жылу оқшаулағыш құрылыс материалдарына мыналар жатады: ағаш мақта, фибролит (талшықты тақталар 60% ағаш жүнінен және табиғи минерализатор қосылған 40% портландцементтен тұрады), термиз, ксилолит, королит, тирсолит, термопорит, термоблок, терос-монолит, терос-гран.

Бұл оқшаулау аз қабатты ағаш үй құрылысында да, құрылыс индустриясының әртүрлі салаларында да жаппай және Плиталық оқшаулау ретінде сәтті қолданыла алады.

Аз қабатты үй құрылысына арналған түйіршікті үгінділерден оқшаулауы бар ағаш панельдерді жасау бойынша алғашқы тәжірибелік өндірісті құру өте маңызды. Сонымен бірге аралау және ағаш өңдеу қалдықтарын пайдалану проблемалары шешіледі.

Ағашты өңдеудің қалдықтары болып табылатын ағаш чиптері көптеген құрылыс және әрлеу материалдарын жасау үшін жақсы жұмыс істейді.

Ағаш өңдеу қалдықтарын пайдалану дайын өнімнің құнын төмендетіп қана қоймайды, сонымен қатар оған жаңа қасиеттер береді, бұл сізге қымбат әрлеу және құрылымдық материалдармен сәтті бәсекелесуге мүмкіндік береді.

Экологиялық қауіпсіздік-бұл өнімнің басты артықшылықтарының бірі. Жылытқыш ретіндегі үгінділер ағаштың барлық пайдалы қасиеттерін сақтайды және адам денсаулығына қауіп төндірмейді.

Экономикалық пайда – Ағаш өңдеу қалдықтарының құны төмен, кейбір кәсіпорындар оларды алып кету шартымен босқа береді.

## ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 А. Ф. Быстров, Ағаш өңдеу кәсіпорнының ағаш қалдықтарын тиімді пайдалану негіздері / А. Ф. Быстров, Э.С. Быстров // Ағаш өңдеу өнеркәсібі. – 1999. – № 5.
- 2 А. В. Ермолин, ағаш талшықты өнімдердің негізіндегі жылу окшаулағыш материал / а. в. Ермолин, П. В. Миронов // өсімдік шикізатының химиясы. 2011. №3.
- 3 В. В. Степанов, минералды Тұтқыр және полимерлі компоненттерде ағаш толтырылған жылу окшаулағыш материалдар өндірісі / В. В. Степанов, г.И. Игнатъев // Ағаш өңдеу өнеркәсібі.– 2012.– № 3.– С. 64-66.
- 4 В. В. Степанов, ағаш қалдықтарына негізделген жылу окшаулағыш материалдарды әзірлеу: реферат.дис. техникалық ғылымдар кандидаты ғылыми дәрежесін алу үшін. КНИТУ, Қазан, 2013.
- 5 Г. И. Игнатъева, Л.И. Левашко, Е. И. Байгильдеев, қайта өңдеу қалдықтарынан призованногоарболитті зерттеу / г. И. Игнатъева, л. и. Левашко, е. и. Байгильдеева // Ағаш өңдеу өнеркәсібі.– 2012.– № 4.
- 6 Д.ф. Зиатдинова, жылу окшаулағыш материалдар өндірісінің қазіргі жағдайын талдау және ағаш өңдеу қалдықтары негізінде жаңа материалдар жасау мүмкіндігі / Д.ф. Зиатдинова, Р. г. Сафин, Н. Ф. Тимербаев.
- 7 Р. Ракитянская, басында ағаш болды. Ағаш негізіндегі жаңа құрылыс материалдары / Р. Ракитянская // ағаш үйлер. – 2011. – №4 (40).128
- 8 Р. Г. Сафин, ағаш толтырғышы негізіндегі жоғары тиімді жылу окшаулағыш материал / Р. г. Сафин, Н. Ф.Тимербаев, В. В. Степанов, э. р. Хайруллина // қазан Жаршысы.технол. ун-та. 2012.№11. 90-92 Б.
- 9 Р. Г. Сафин, Ағаш өңдеу өндірістерінің технологиялық процестері мен жабдықтары: Оқу. жәрдемақы. М.: МГУЛ баспасы, 2002 ж.
- 10 Р. Г. Сафин, л.и. Левашко, ф. м. Филиппова, е. и. Байгильдеева, Ағаш өңдеу және полиуретанды көбік негізінде кеуекті жылу окшаулағыш материал өндірісі / Р. г. Сафин, л. и. Левашко, ф. м. Филиппова, е. и. Байгильдеева //Ағаш өңдеу өнеркәсібі.– 2013.– №1.– С. 64-66.

ЧИПТИ БЕТОН ӨНДІРІСІНІҢ ҚАСИЕТТЕРІ  
МЕН ҚҰРАМЫН ЗЕРТТЕУ

МУСАТАЕВА З. С.  
магистрант, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

Үгінділерді өртүрлі байланыстырғыштармен араластырған кезде ерітінді алынады, ол қатайғаннан кейін жоғары беріктік пен тығыздыққа ие болады.

Егер сіз ағаш кесу қалдықтарын цементпен араластырсаңыз, сіз аз қабатты құрылысқа жарамды жоңқалы бетон – қабырға материалын аласыз. Оның негізгі артықшылықтары:

- басқа қабырға материалдарымен салыстырғанда төмен баға;
- төмен жылу өткізгіштік, сол қабырға қалыңдығымен үй аз жылуды жоғалтады;
- жоғары бу өткізгіштігі, бұл дем алатын қабырғалардың әсерін және үйдегі құрғақ климатты қамтамасыз етеді.

Максималды беріктікке ие жоғары сапалы материал жасау үшін ағаштың цементке теріс әсерін жою қажет, бұл суды сіңіру арқылы ісінуге және цемент ерітіндісінде болатын химиялық процестерді бұзуға байланысты.

Чипті бетонның қызмет ету мерзімі судың сіңуіне байланысты, өйткені материалды қаншалықты көп сіңірсе, оның құрамындағы ағаш соғұрлым күшті болады, бұл чиптерге іргелес цемент тасының бөліктерінің бұзылуына әкеледі.

Сонымен қатар, осы материалдан жасалған қабырға ішіндегі судың мөлшері оның аязға төзу қабілетіне тікелей әсер етеді, өйткені композициядағы су неғұрлым көп болса, соғұрлым мұз пайда болады, өйткені мұздату кезінде су 11% кеңейеді.

- Бұл материалдың суды сіңіру қабілеті мыналарға байланысты:
- тығыздығы;
  - сүректің тұқымдары;
  - чиптерді алдын-ала өңдеу.

Сонымен қатар, құрамында құм бар бетон әрдайым ылғалдың минималды сіңуіне ие, өйткені құм түйірлері капиллярларды жауып, цемент тасының ішіндегі судың қозғалысына кедергі келтіреді.

Бұл ағаш түріне байланысты, чиптер қанша су алады. Бұл ретте қарағанда аз тығыздығы ағаш көбірек сіңіруі у жүргізілуі тиіс.

Сондықтан бетон дайындау үшін кеуектерді жабатын және судың сіңуін төмендететін арнайы материалдармен өңделмеген ағаш қалдықтарын пайдалану өте қажет емес.

Чиптерді арнайы материалдармен өңдеу. Мұндай материалдар:

- алюминий сульфаты;
- кальций хлориді;
- кесілген әк;
- натрий силикаты.

Чиптерді осы материалдармен өңдеу бетонның ылғал сіңірілуін азайтып қана қоймайды, сонымен қатар ағаш құрамындағы бос қантты бейтараптандыруға байланысты оның беріктігін арттырады.

Глюкоза және ұқсас қосылыстар цементті ылғалдандыру кезінде болатын процестерді баяулатады, сонымен қатар түзілген цемент тасындағы молекулалар арасындағы байланыстардың беріктігін төмендетеді.

Өңдеу үшін ағаш қалдықтары контейнерге құйылып, осы материалдардың Сулы ерітіндісімен құйылады. Бұл ерітіндідегі чиптердің қартаю уақыты мақсаттарға байланысты 1-10 күнді құрайды.

Содан кейін ерітінді контейнерден шығарылады, ал ісінген қырыну 20% ылғалдылыққа дейін кептіріледі (бұл бетон өндіру уақытын арттырады, бірақ оның беріктігін күрт жақсартады) немесе дереу араластырғышқа жіберіледі.

Бұл жағдайда чиптердің айналасындағы цемент тасы оның пішінін алады, сондықтан чиптерді кептіргеннен кейін ағаш мөлшерінің азаюына байланысты цемент тастан артта қалады, яғни ол енді күшейту функцияларын орындай алмайды.

Материалды қолдану. Міне, осы материалды қолданудың негізгі әдістері:

- монолитті құю;
- блоктарды дайындау;
- плиталарды дайындау.

Монолитті құю

Монолитті құю кезінде алдымен қалыптар салынады, содан кейін арматура салынып, содан кейін бетон салынады. Ағаш чиптерінің арқасында бетон икемділікті арттырды, сондықтан оны дәстүрлі бетондарға қарағанда мұқият тығыздау керек.

Пісу уақыты да әртүрлі, ол 3 айды құрайды. Чипті бетонға құю мен тығыздауды жеңілдету үшін арнайы қоспалар – суперпластификаторлар қосылады. Олар цемент ерітіндісін неғұрлым мобилды етеді, соның арқасында бетон қалыптарды оңай толтырады және артық су қосқан кезде пайда болатын беріктігін жоғалтпайды.

Әйтпесе, чипті бетонның монолитті құюы қарапайым бетонды монолитті құюдан еш айырмашылығы жоқ.

Блоктар өндірісі

Монолитті құю үшін қысқа уақыт ішінде бетонның көп мөлшерін өндіруді қамтамасыз ететін арнайы техниканы қолдану керек, сонымен қатар бұл бетонды қалыптың алынған ұштарына береді. Сондықтан оны барлық жерде қолдануға болмайды.

Мұндай жағдайда чиптері бар блоктарды шығару жақсы әдіс болып табылады. Бетонның тығыздығына байланысты құрылымдық немесе оқшаулағыш блоктар алынады, олар кез-келген цемент желіміне салынады.

Блок стандартқа неғұрлым аз сәйкес келсе, саңылауларды жою үшін соғұрлым көп желім қолданылуы керек, бұл суық көпірлердің пайда болуына және қабырғаның жалпы жылу өткізгіштігінің жоғарылауына әкеледі.

Блоктардың басты артықшылығы - оларды ұзақ уақыт бойы кішкене партияларда жасауға болады, сондықтан олар тек демалыс күндері жасалса да, бірнеше жылдан кейін кішкене үй салу үшін жеткілікті блоктар жасауға болады.

Мұндай блоктардың өндірісі тиімді бизнеске айналуы мүмкін.

Тақталар мен панельдер жасау

Цемент-чипті тақталар жоңқалы бетоннан жасалады, олар тығыздығына байланысты қолданылады:

- көтергіш құрылымдарды жасау (жабындардағы төсемдер, оның ішінде ағаш бөренелер);
- сыртқы және ішкі әрлеу;
- дыбыс оқшаулау;
- оқшаулау;
- алынбайтын қалып жасау.

Төмен тығыздықтағы жоңқалар мен бетоннан жасалған тақталар мен панельдер үйлерді сыртқы және ішкі оқшаулау үшін қолданылады. Жылу оқшаулау қасиеттері бойынша олар минералды жүн мен полистиролдан төмен, бірақ:

- өрт қауіпсіз, өйткені ашық оттың әсерінен олар өрт жойылғаннан кейін бірден сөніп қалады;
- олар сыртқы безендіру функциясын орындай алады, өйткені олар жауын-шашынның әсерінен Қорықпайды;
- олар кеміргіштер мекендейтін жерге айналмайды, бірақ бұл үйді көбікпен немесе минералды жүнмен жылыту кезінде басты мәселе;
- зең мен шірікке ұшырамайды;

- олардың бу өткізгіштігі жоғары, сондықтан олар ағаш үйлерді басты артықшылығы – құрғақ және жайлы микроклиматтан айырмайды;

- сылауға және бояуға жарамды, тек кішкене дайындық әрекеттерін талап етеді, яғни арматуралық тормен (тек сылақ үшін) төсеу және желімдеу.

Әзірленген жылу оқшаулағыш материал екі негізгі бөліктен тұрады: ағаш пен көбік бетон негізі және полимерлі қабық.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1 А. Ф. Быстров, Ағаш өңдеу кәсіпорнының ағаш қалдықтарын тиімді пайдалану негіздері / А. Ф. Быстров, Э.С. Быстров // Ағаш өңдеу өнеркәсібі. – 1999. – № 5.

2 А. В. Ермолин, ағаш талшықты өнімдердің негізіндегі жылу оқшаулағыш материал / а. в. Ермолин, П. В. Миронов // өсімдік шикізатының химиясы. 2011. №3.

3 В. В. Степанов, минералды Тұтқыр және полимерлі компоненттерде ағаш толтырылған жылу оқшаулағыш материалдар өндірісі / В. В. Степанов, г.И. Игнатъев // Ағаш өңдеу өнеркәсібі.– 2012.– № 3.– С. 64-66.

4 В. В. Степанов, ағаш қалдықтарына негізделген жылу оқшаулағыш материалдарды әзірлеу: реферат. дис. техникалық ғылымдар кандидаты ғылыми дәрежесін алу үшін. КНИТУ, Қазан, 2013.

5 Г. И. Игнатъева, л.и. Левашко, е. и. Байгильдеев, қайта өңдеу қалдықтарынан призованногоарболитті зерттеу / г. И. Игнатъева, л. и. Левашко, е. и. Байгильдеева // Ағаш өңдеу өнеркәсібі.– 2012.– № 4.

6 Д.Ф. Зиатдинова, жылу оқшаулағыш материалдар өндірісінің қазіргі жағдайын талдау және ағаш өңдеу қалдықтары негізінде жаңа материалдар жасау мүмкіндігі / Д.ф. Зиатдинова, Р. г. Сафин, Н. Ф. Тимербаев.

7 Р. Ракитянская, басында ағаш болды. Ағаш негізіндегі жаңа құрылыс материалдары / Р. Ракитянская // ағаш үйлер. – 2011. – №4 (40).128

8 Р. Г. Сафин, ағаш толтырғышы негізіндегі жоғары тиімді жылу оқшаулағыш материал / Р. г. Сафин, Н. Ф.Тимербаев, В. В. Степанов, э. р. Хайруллина // қазан Жаршысы. технол. ун-та. 2012.№11. 90-92 Б.

9 Р. Г. Сафин, Ағаш өңдеу өндірістерінің технологиялық процестері мен жабдықтары: Оқу. жәрдемақы. М.: МГУЛ баспасы, 2002 ж.

10 Р. Г. Сафин, Л.И. Левашко, Ф. М. Филиппова, Е. И. Байгильдеева, Ағаш өңдеу және полиуретанды көбік негізінде кеуекті жылу оқшаулағыш материал өндірісі / Р. Г. Сафин, Л. И. Левашко, Ф. М. Филиппова, е. и. Байгильдеева // Ағаш өңдеу өнеркәсібі.– 2013.– №1.– С. 64-66.

#### 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 автостоянки, 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.

В настоящее время существуют различные способы крепления стен котлованов: дискретно расположенные забивные и буровые сваи, стена в грунте, шпунтовые стенки различных конструкций, струйная цементация, нагели, армирование грунта, набрызг-бетонные стены и т.д. Эффективность применения тех или иных конструкций в каждом конкретном случае зависит от градостроительных, геологических, гидрогеологических, технологических и других условий строительной площадки. Наиболее распространено крепление бортов котлованов дискретно размещаемыми сваями или шпунтовыми стенками. Обычно в

качестве свай используют – трубы повторного применения и новые двутавровые балки (называемые шпунтами) [3].

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:

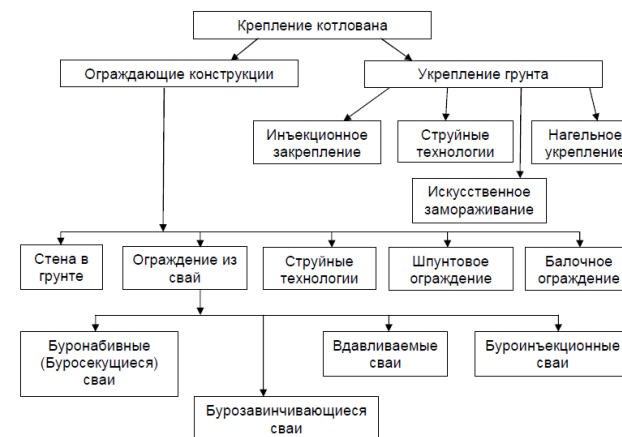


Рисунок 1

Для котлованов, существенных по глубине, чаще всего используются следующие виды ограждений: стена в грунте, шпунтовые ограждения, ограждения из буронабивных свай и свай, выполненных по технологии jet-grouting [4].

Рассмотрим данные методы подробнее:

1 Стена в грунте – один из наиболее передовых методов устройства ограждения котлована. Построенная ограждающая конструкция за частую используется в качестве несущего элемента возводимого сооружения. При применении этой технологии действенно решается задача по противофильтрационной защите.

Технологический цикл возведения данного крепления заключается в следующих технологических операциях:

- 1 Разработка траншеи под защитой глинистой суспензии, оказывающей гидростатическое давление на стенки выемки и препятствующей их разрушению;
- 2 Установка в траншею подготовленного арматурного каркаса;
- 3 Заполнение выемки сборным или монолитным бетоном;
- 4 Разработка грунта в котловане, с поярусной установкой распорных конструкций и замоноличиванием стыков;
- 5 Устройство днища внутренних конструкций.

Этот метод крепления используется в дисперсных грунтах и позволяет реализовывать строительство сооружений, глубиной до 50 м. в условиях плотной городской застройки и при высоком уровне грунтовых вод.

Также данный способ имеет ряд серьезных недостатков:

- 1 Возможность потери глинистого раствора, вследствие его ухода в полости в техногенных отложениях и макропористых грунтах;
- 2 Просачивание бентонитового раствора в подземные коммуникации;
- 3 Высокая стоимость.
- 2 Шпунтовое ограждение. Наибольшее использование обрели металлический шпунт Ларсена и шпунт из современных ПВХ материалов.

К преимуществам шпунта Ларсен относят:

- 1 Легкость установки;
- 2 Многообразный сортамент профилей;
- 3 Индустриальность изготовления, следовательно гарантия получения изделия с нормативными характеристиками и отсутствием недочетов;
- 4 Возможность демонтажа и вторичного использования после завершения строительства.

Ограничение для использования шпунтового ограждения – неосуществимость его погружения в гравелистых, скальных и полускальных грунтах. При этом высокая цена, при отсутствии демонтажа и повторного использования шпунта. Подверженность металлических элементов коррозии.

Шпунт из ПВХ материалов является нынешним аналогом металлического шпунта Ларсен. Ему присущи все достоинства своего предшественника, и самое главное – ПВХ материалы не

подвержены коррозии, а стоят гораздо дешевле традиционных металлических конструкций.

3 Ограждения, устроенные с применением технологии струйной цементации. Данная технология основана на перемешивании грунта с высоконапорной струей цементного раствора с образованием нового материала – грунтобетона. Важнейшие преимущества данной технологии: отсутствие негативных технологических воздействий при устройстве, экономичность, высокая производительность.

Надежность – это главная 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. Однако 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].

Стоит отметить, что некоего универсального решения по устройству надежного и одновременно экономичного ограждения котлована в любых инженерно-геологических и гидрогеологических условиях на данный момент, все же, не существует. Принятие окончательного решения должно осуществляться после технико-экономического сопоставления возможных вариантов исходя из условий строительства.

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 [5].

#### 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 Акимов Ф. Н., Акимова Э. Ш., Экономическое обоснование выбора крепления стен котлованов глубокого заложения // Экономика строительства и природопользования – 2018 г.
- 4 Овчинников Н. М., Современные способы крепления стен котлованов // Результаты современных научных исследований и разработок – 2018 г.
- 5 Колыбин И. В., Подземные сооружения и котлованы в городских условиях – опыт последнего десятилетия. - 2007 г.
- 6 Пономарев А. Б., Калошина С. В., Старцева С. И., Безгодов М. А., Строительство на урбанизированных территориях – 2012 г.

#### ҚҰРЫЛЫС ҚАЛДЫҚТАРЫН ҚАЙТАЛАМА РЕСУРСТАР РЕТІНДЕ ПАЙДАЛАМУ

ОМАРОВ Ж. М.

т.ғ.к., қауымд. профессор, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

ОРАЗОВА Д. К.

PhD, қауымд. профессор, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

БАЙТУРСЫНОВ У. И.

магистрант, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

Ғимараттар мен құрылыстарды бөлшектеу құрылыс жұмыстарының осындай түрлеріне жатады, олардың қажеттілігі жыл сайын үнемі артып келеді. Әр түрлі ғимараттар мен құрылыстарды бөлшектеу қажеттілігін тудыратын көптеген себептер бар: ескі құрылыс нысандарының апаттық жағдайы, аумақтарды тазартуды қажет ететін жаңа нысандардың құрылысы, күрделі құрылыстың маңызды объектісін басқа жерге көшіру және т.б. [1, 13 б].

Қазіргі уақытта құрылыс саласы қоршаған ортаға көптеген проблемалар әкеледі, мысалы, Қазақстан Республикасына жыл

сайын миллион тонна құрылыс қалдықтары шығарылады, олардың ішінен кірпіш және темірбетон.

Құрылыс қалдықтарын бөлудің болмауы жабдықталмаған полигондардың пайда болуына әкеледі, олар кейіннен полигонға түседі. Полигондар мен үйінділерде көму кезінде құрылыс қалдықтарының ыдырауы жүреді, бұл топырақтың химиялық ластануына әкеледі. Оның қышқылдығы жоғарылайды, пестицидтер жиналады, бұл оның құрылымының өзгеруіне әкеледі. Нәтижесінде ландшафт өзгереді, табиғи-аумақтық компоненттердің жер үсті экожүйелеріндегі қасиеттері мен функциялары бұзылады [2, 22 б.].

Қоршаған ортаға үлкен зиян келтіретін барлық жағымсыз факторларды ескере отырып, құрылыс қалдықтарын экологиялық тұрғыдан ғана емес, экономикалық жағынан да тиімді өңдеу керек. Бүкіл әлемде қалдықтарды өңдеу өте тиімді сала болып табылады. Құрылыс қалдықтарының көлемі жыл сайын артып келеді, сондықтан негізгі проблема тасымалдау емес, сауатты кәдеге жарату, қайта пайдалану және, ең бастысы, құрылыс қалдықтарын дұрыс көму болып табылады. Құзыретті кәдеге жаратудың маңызды факторы ғимараттар мен құрылыстарды бөлшектеудің технологиялық бөлігін егжей-тегжейлі өңдеу болып табылады.

Құрылыс қалдықтарын пайдалану мүмкіндігі мен қолдану аясын анықтау кезінде беріктік сипаттамаларын ескеру қажет: аязға төзімділік, ылғалға төзімділік, абразияға төзімділік және т.б. элементтер неғұрлым күшті болса, оларды қайта пайдалану мүмкіндігі соғұрлым жоғары болады [3, 122 б.].

Қаржы құралдарына қажеттілікті азайту әдістерінің бірі- құрылыс материалдарын өндіруде немесе құрылыста, мысалы, ғимараттардың іргетастары мен басқа да құрылымдық элементтерді өндіруде әртүрлі өнеркәсіптік, өзіндік құрылыс қалдықтарын пайдалану. Алайда, барлық құрылыс ұйымдары мен құрылыс материалдарын шығаратын кәсіпорындар бұл мүмкіндікті пайдаланбайды. Бұл қандай қалдықтарды және қандай құрылыс материалдарын өндіруге болатындығы туралы ақпараттың болмауынан болуы мүмкін.

Алайда, қалдықтарды пайдалану кезінде құрылыс сапасы ешқандай жағдайда зардап шекпеуі керек және құрылыс кәсіпорындары мен салынған ғимараттар мен құрылыстардың жұмысшыларының қауіпсіздігіне құрылыс нормативінің барлық талаптары сақталуы керек екенін түсіну керек.

Сонымен қатар, құрылыс қалдықтарын жинаумен, тазалаумен, сұрыптаумен айналысатын кәсіпорындар бар және олар өте сәтті. Сонымен қатар, көптеген кәсіпорындар құрылыс қалдықтарын өңдеумен айналысады және арзан технологиялардың көмегімен қалдықтар, жоғары сапалы құрылыс материалдары болып табылатын қалдық шикізаттан шығарады. Екінші қиыршық тасқа деген сұраныстың және бетон, темірбетон, кірпіш және басқа да қалдықтарды екінші қиыршық тасқа қайта өңдеу жөніндегі қызметтердің мүлдем болмауы табиғаттың экологиялық жағдайын нашарлатады. Меншікті өндірістік базасы бар құрылыс салушылар үшін жылжымайтын мүлікті сату көлемі мен бағасына айтарлықтай әсер еткен шындықты ескере отырып, құрылыс материалдары өндірісінде бетон, темірбетон және кірпіш сынықтарын пайдалану айтарлықтай үнемдеуге әкелуі мүмкін [4-7, 22,34,56 б.].

Бүгінгі таңда қайталама өндірістік қалдықтардың ішінде металлургия, машина жасау және отын-энергетика кешені кәсіпорындарының қалдықтары экологиялық тұрғыдан қолайсыз болып саналады. Бұл салалардағы кәсіпорындар қалдықтарының негізгі бөлігі күл қалдықтары, шламдар, шлактар және т.б. екендігі белгілі, сонымен бірге алынған барлық қалдықтардан, мысалы, орташа статикалық қазіргі заманғы металлургиялық кәсіпорында, аз мөлшерде қоқыстар шығарылады, қалғаны көпжылдық қоқыстарда сақталады. Осылайша, қайталама ресурстарды пайдалану тиімділігін арттырудың өзектілігі, оларды қолдану салаларын кеңейту, сөзсіз және бүгінгі күні ғалымдардың кең ауқымын ғылыми іздеудің өте маңызды міндеті болып табылады.

Экологиялық тәуекелдерді басқарудың негізі табиғатты ұтымды пайдалануға қол жеткізу, бизнес иелерінің экономикалық шығындарын азайту және әлеуметтік залалды азайту болып табылады. Мемлекеттік бақылаудың ықпалымен бүгінде экологиялық тәуекелдерді төмендетудің екі бағыты мүмкін. Бірінші бағыт - үйінділер мен көмінділерді ұйымдастыруға толық тыйым салу. Бұл жағдайда өндірушілер қалдықсыз технологиялар мен бақылау кәдеге жарату технологияларын дамытуға күш салуға мәжбүр болады. Екінші бағыт-қатты өнеркәсіптік қалдықтарды көмудің айтарлықтай қымбаттауы. Нәтижесінде, кәсіпорындардың қалдықтарын қайта өңдеуге немесе қайта айналымға шығаруға арзанырақ болатын жағдай туындайды [9].

Пайдалануға жарамды шикізатты алу процесін модельдеу. Модельдеу қайталама қалдықтардың құрамы мен құрылымына, олар

қандай технологиямен және қандай жағдайда алынғанына, оларды сақтау шарттары мен формасына, сақталу сапасына байланысты жүзеге асырылады. Жарамды компоненттерді алу технологиясын таңдаудың негізгі мақсаты-алынған материалдың физика-химиялық және механикалық қасиеттерін одан әрі пайдалану процесінде пайдалану [10].

Кесте 1 – Құрылыста өнеркәсіптік және құрылыс қалдықтарын пайдалану бағыттары

№	Қалдықтардың атауы	Пайдалану бағыты	Ескерту
1	Бетонды қайта өңделген фракциялар 20-40, 40-70	Төмен жүктемемен жолдарды төгу	
2	Бетон шайқасы (бут) фракциялары 0-100 қайта өңделген.	Іргетастардың құрылысы	
3	Кірпішті қалдық	Негізгі емес жолдарды төгу	
4	Күл-алып кету	Бетон және ерітінді қоспасы ретінде	
5	Асфальт үгіндісі	Жол құрылысы	
6	Бетон (екінші) қиыршық тас	Жол құрылысында. Аз қабатты ғимараттарды салу кезінде бетонға арналған үлкен қондырғы ретінде.	
7	Опил	Арболит блоктарының құрамдас бөлігі ретінде.	
8	Ағаш	Арболит блоктарының құрамдас бөлігі ретінде.	
9	Бетон және кірпіш бут	Ғимараттардың іргетастарын салу кезінде.	
10	Бетон буты	Ғимараттардың іргетастарын салу кезінде.	
11	Табиғи бут	Ғимараттардың іргетастарын салу кезінде.	
12	Қиыршық тас	Жол құрылысы	
13	Қ ұ м - к и ы р ш ы қ т а с қоспасы.	Жол құрылысы	

Қорытынды

Қорытындылай келе, қайталама қалдықтарды тікелей өндірістік кәсіпорында пайдалану тиімділігі өнеркәсіптік және құрылыс қалдықтарын пайдаланудың абсолютті әсері емес екенін атап өткен

жөн. Негізінен, ол барлық жиынтық алынған әсерлердің жиынтық мәнінің келтірілген шығындарға қатынасынан тұрады. Мұнда, мысалы, материалдық-шикізаттық қорларға қажеттіліктің төмендеуі, салаішілік еңбек өнімділігінің артуы, сатып алу сұранысын ынталандыру, экологияның жақсаруы, аграрлық сектор өнімдерінің сапасының артуы, табиғи ресурстарға қажеттіліктің төмендеуі, геологиялық барлау жұмыстарына және өндіруші өндірістердің шығындарын үнемдеу, салаішілік құрылымдардың шығындарын үнемдеу сияқты тиімділік көрсеткіштері көрініс табуы мүмкін.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Добровольский И.П. Переработка и утилизация промышленных отходов – М. Мир, 1999. – 541с.
- 2 Дворкин Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности. – М. Мир, 2005. – 413с.
- 3 Романов П.С. Рециклинг отходов металлургической промышленности как способ сбережения природных ресурсов и снижения экологической напряженности. – М. Мир, 2003. – 213с.
- 4 Сидякин П.А., Магомедов И.З., Платов Р.Р., Стега Г.И. Защита атмосферного воздуха от запыленности при проведении демонтажа зданий и сооружений. – М. Мир, 2009. – 246с.
- 5 Бальзанников М.И., Галицкова Ю.М. Семенова В.В. Утилизация отходов производства строительных блоков с целью снижения загрязнения окружающей среды. – М. Мир, 2004. – 453с.
- 6 Галицкова Ю.М. Проблемы использования строительных отходов. – М. Мир, 2009. – 233с.
- 7 Галицкова Ю.М. Подготовка строительных отходов к вторичному использованию. – М. Мир, 2004. – 453с.
- 8 Гвоздовский В.И., Белова Т.В., Князева М.Н. Экологическая оценка строительных материалов и конструкций по их жизненному циклу. Материалы Международной научно-технической конференции.
- 9 Қалдықты қайта өңдеу және қайта пайдалану. [Электрондық ресурс] URL: [https://stat.gov.kz/for\\_users/ecologic\\_indicators/ecologic\\_indicator/waste\\_reuse](https://stat.gov.kz/for_users/ecologic_indicators/ecologic_indicator/waste_reuse)
- 10 Қалдықтарды азайту, қайта өңдеу және қайталама пайдалану туралы ақпарат. [Электрондық ресурс] URL: [https://egov.kz/cms/kk/articles/ecology/waste\\_reduction\\_recycling\\_and\\_reuse](https://egov.kz/cms/kk/articles/ecology/waste_reduction_recycling_and_reuse)

## АЗ ЖҮКТЕЛГЕН ҚҰРЫЛЫСТАРДЫҢ ЖЫЛУ ОҚШАУЛАНҒАН ІРГЕТАСТАРЫН ҚОЛДАНУ

ОРАЗОВА Д. К.

PhD, қауымд. профессор, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

КАБДЫРОВА Л. Т.

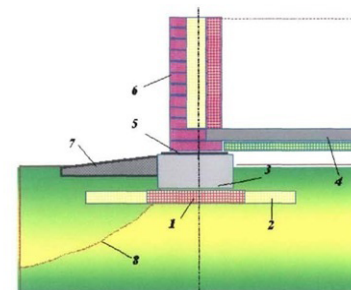
Магистр, аға оқытушы, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

ЖАНИЯ К.

Магистр, оқытушы, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

Беттік жылу оқшауланған іргетастар соңғы жылдардағы құрылыстағы тиімді ғылыми-техникалық әзірлемелердің бірі болып табылады (3-сурет). Бұл негізінен аз жүктелген құрылыстарға бағытталған іргетастың түбегейлі жаңа түрі (1-3 қабатты ғимараттар, соның ішінде жылытылмайтын, автотұрақтар, гараждар және т.б.) [1, 13 б.].

Тәжірибе көрсеткендей, аз қабатты ғимараттардың іргетастарының салыстырмалы құны көп қабатты ғимараттарға қарағанда әлдеқайда жоғары, өйткені екі жағдайда да бірдей типтік префабрикалық блоктар қолданылады. Бұл бетонның негізсіз артық шығындалуына, демек, тұрғын үй құнының өсуіне әкеледі.



1 – жылу төсеу; 2 – топырақты қосымша жылыту;  
3 – іргетас; 4 – оқшауланған еден; 5 – гидрооқшаулағыш;  
6 – қабырға; 7 – отмостка; 8 – топырақтың қатаю шекарасы.  
Сурет 1 – Жылу оқшауланған іргетас

Соңғы уақытта тұрғын үй құрылысы мәселесіне, атап айтқанда – іргетастардың конструкцияларын жетілдіруге көп көңіл бөлінуде. Аз қабатты ғимараттар үшін материалдар шығынын, еңбек шығындарын, жаппай бетон немесе қадалы іргетастардан, оның ішінде техникалық және жобалық шешімдерден бас тарту

аркылы нөлдік циклдің құнын едәуір азайтуға мүмкіндік беретін тиімді іргетастар жасалды. Мұндай шешімдерге жылу оқшауланған іргетастар жатады.

Соңғы уақыттағы көптеген жарияланымдардан көрініп тұрғандай, бұл іргетастар әлі кең танымал болған жоқ. Жылу оқшаулағыш іргетастар энергия үнемдейтін технологияларға жатады (1-сурет).

Қарастырылып отырған іргетас мұздату тереңдігіне топыраққа салынған әдеттегі массивтік бөлікке ие емес [2, 57 б.], [3, 98 б.]. Бұл көлденең темірбетон арқалық немесе кішкентай өлшемдегі тірек, жерге көмілмеген, оған үйдің үстіңгі құрылымдары сүйенеді. Оның биіктігі топырақтың үстіңгі өсімдік қабатын кесу үшін қажет, ал ені (60 – 80 см) – үйден жерге қысым беру үшін, ол топырақтан қауіпсіз қабылдай алады. РТГ-тің әдеттегіден басты айырмашылығы – жылу оқшаулағыш материал осы көлденең пучка бағанының астына төселеді, ол жүктемені құрылымнан қабылдай алады және сонымен бірге табанның астындағы топырақтың қатып қалуына жол бермейді (оның негізі полистирол оқшаулау болып табылады [4-6, 67 б.]).

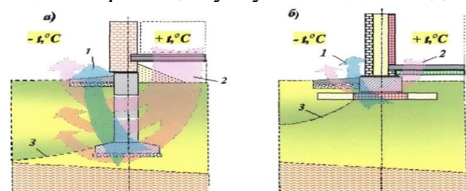
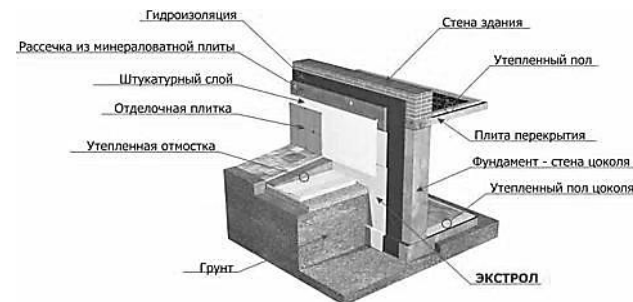


Рисунок 1.4 – Сравнение теплопотерь через обычный (а) и теплоизолированный (б) фундамент: 1 – поток из грунта через тело фундамента, 2 – потери тепла из дома, 3 – граница промерзания

1 – іргетастың денесі арқылы топырақтан ағын;  
2 – үйден жылу шығыны; 3 – мұздату шекарасы.  
Сурет 2 – кәдімгі (А) және жылу оқшауланған (Б) іргетастар арқылы жылу жоғалтуының қатынасы

Мұндай іргетастардың астындағы топырақ үйді ұзақ уақыт пайдалану кезінде қатып қалмайды (1 – сурет), сондықтан топырақты мұздату салдары болмайды – үйдің эффузиясы, қисықтығы, көлбеуі. Басқаша айтқанда, жылу оқшаулағыш тығыздағыш құрылымның ұзақ тұрақтылығына қол жеткізеді. Жылу оқшаулағыш іргетас төсеу тереңдігі тек конструктивті ойлармен және учаскенің рельефімен анықталады (кез – келген климаттық жағдайда минималды 0,5–1,0 м болуы мүмкін) [7-8, 80 б.].



Сурет 3 – Беттік жылу оқшауланған іргетас

Төмен тереңдетілген жылу оқшауланған іргетас – бұл табиғи негіздегі іргетас, оның табаны маусымдық мұздату қабатында орналасқан, ал іргетастың өзі экструдталған полистирол көбік такталарының көмегімен және оның негізіндегі шұңқырлардың синустары жабылған шұңқырлы топырақтан жасалған жастықшаның көмегімен буланудан қорғалған [9, 10, 34 б.].

Қорытынды

Зерттеу нәтижелері оқшауланған төмен тереңдетілген іргетастарды қолдану дәстүрлі іргетастарды салудан гөрі тиімді екенін көрсетеді. Сондай-ақ, серпімді негіз моделін таңдау мәселелеріне мұқият қарау қажеттілігіне назар аудару керек және оның іргетаспен бірлескен жұмысын ескеру қажет. Іргетастарды жобалау және есептеу мәселелері маусымдық мұздатылған топырақтарда ғимараттар мен құрылыстарды салу кезінде өте маңызды. Сонымен қатар, іргетастардың жылу оқшаулау параметрлерін таңдау әдісі әлі толық дамымаған.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

1 Ушкалов В.П. Работа фундаментов в районах глубокого сезонного промерзания и расчет по предельным деформациям сооружений от выпучивания. В кн. Рациональные методы устройства фундаментов в районах глубокого промерзания грунтов, вып. 3. 2003, с. 3 – 15.

2 Временные рекомендации по применению незаглубленных малонагруженных фундаментов под электрооборудованием подстанции – М., НИИОСП, 1994.

3 Толкачев Н.А. Фундаменты в пучинистых грунтах. Жилищное строительство – М., 1977, №3.

4 Орлов Е.И. Воздействие нормальных сил морозного пучения на деформации строящегося сооружения. Основания, фундаменты и механика грунтов–М., № 2007, № 6.

5 Сажин В.С., Шишкин В.Я., Волох А.С. Проектирование и строительство фундаментов сооружений на пучинистых грунтах. Из-во Саратовского университета, 2001, с.236.

6 Kimoshita S., Suzuku V., Observations of frost heave action in the experimental site Tomaramai, Japan PZOC 3–2d j–nt conf permafrost, Edmonto, 1978 ;Ottawa, 1978.

7 Penner E. Burn K. N. Adfreezung and forst nearing of foundations «Com. Build. Dig. 101–150» Ottawa, 1975, CBO 128/1–CBO 128/4.

8 Жаналинов Б. Н. Проектирование и строительство эффективных фундаментов малоэтажных зданий на пучинистых грунтах. – Алматы : РИК, 2009. – 118 с.

9 Далматов Б.И. Воздействия морозного пучения грунтов на фундаменты сооружений – Л. – М., Госиздат л – ы по строительству и архитектуре, 2005, 59с.

10 Горяинов Г.Ф. «О глубине заложения фундаментов в пучинистых грунтах». – Основания, фундаменты и механика грунтов. М., 1960, №3, С.14–16.

## КЛАССИФИКАЦИЯ РИСКОВ НЕСВОЕВРЕМЕННОГО ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

САЙФУРОВА Э. О.

магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

САКАНОВ К. Т.

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

*Строительная отрасль имеет особое значение в народном хозяйстве страны, т.к. определяет, как обций экономический прогресс, так и степень комфортности проживания населения, что обеспечивает его заинтересованность в эффективной производительной работе. Установлено, что несвоевременность строительства провоцируется несколькими рисковыми событиями, которые можно объединить в одну группу «рисков несвоевременного выполнения работ».*

*Ключевые слова: латентные риски, инновация, проект, качество, эффективность, менеджмент, мониторинг.*

**Введение.** Многие строительные организации используют собственный капитал для поддержания инфраструктуры и ведения производственной деятельности, что обусловлено изменением условий строительства: плотностью застройки и вынужденностью «встраиваться», инновациями в новых строительных материалах и конструкциях, проектно-технологическими и конструкторскими решениями, усилением требований к экономии средств (бюджетными ограничениями и, соответственно, стремлением к экономии средств, инвестиционными ожиданиями, необходимостью обеспечения конкурентоспособности), что неизбежно ведет к возникновению задачи определения размера оптимального резерва, необходимого для покрытия возможных будущих затрат, с учетом неявных, на первый взгляд, и, как следствие, скрытых рисков, именуемых латентными, поэтому их оценка и оптимальное управление ими являются насущными [4]. Под латентным риском понимается скрытая вероятность возникновения неблагоприятного события, время и масштаб которого заранее не известны и не могут быть спрогнозированы. Систематизация и уточнение принципов выявления, анализа, оценки и снижения латентных рисков инновационного развития и снижения контроля качества в процессе реализации инвестиционных проектов несоизмеримо важны для успешной деятельности организации. С внедрением новых технологий, повышением разнообразия используемых строительных материалов, вовлечением все большего числа подрядных организаций, увеличением масштабов строительства появляется все большая необходимость в обеспечении надежности строительства, прогнозировании и упреждающей коррекции деятельности строительных структурных подразделений, адекватной оценке стоимости строительства, а также уменьшении разницы планируемых и фактических сроков строительства [5]. Отметим, что риск инновационного развития – это вероятность потерь, возникающих при вложении инвестиционно-строительной организацией средств в производство новой продукции и услуг и их применение, преобладающее в том числе и на стадии эксплуатации инвестиционно-строительного объекта, которые, возможно, не найдут ожидаемого спроса на рынке [3;6].

**Основная часть.** Уточним, что риск снижения контроля качества – это вероятность потерь, возникающих при недостаточном контроле (или его отсутствии) правильности выполнения технологии производства работ, а также работе низкоквалифицированного



персонала. Таким образом, вопросы, касающиеся выявления, оценки, анализа, предотвращения и снижения возникновения латентных (скрытых) рисков, в частности инновационного развития и снижения контроля качества в ходе реализации инвестиционных проектов, приобретают все большую актуальность. Анализ показал, что с внедрением инновации и осуществлением контроля качества в процессе реализации инвестиционных проектов жилищного строительства строительные организации должна учитывать три группы рисков: явные, латентные, а также инновационные и качественные (преобладают в первых двух).

Представим классификацию основных видов латентных рисков инновационного развития и снижения качества в процессе реализации инвестиционно-строительных проектов, рассматриваемых в процессе их оценки и анализа [1;2;4]:

- 1) риск неверно выбранного направления научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок (НИОКР);
- 2) научно-технический риск (неполнота и неточность информации о динамике технико-экономических показателей, параметрах новой техники и технологии);
- 3) риск получения отрицательного научного результата и неверной оценки перспектив завершения НИОКР;
- 4) риск ошибочного выбора инновационного проекта;
- 5) риск низкой научной квалификации кадровой базы;
- 6) риск масштабирования (лабораторности);
- 7) риск отсутствия патентной чистоты;
- 8) риски, связанные с обеспечением прав собственности по инновационному проекту;
- 9) риск несертифицированности новых продуктов и технологий;
- 10) строительно-технологический риск;
- 11) риск деловой репутации.

Также необходимо привести пример возникновения риска снижения контроля качества – уменьшение готовых площадей помещений на строительных объектах при их приемке-передаче в эксплуатацию. Например, причиной такого негативного явления служит некачественно установленные опалубочные щиты вертикальных конструкций (слабо установленные соединительные шпильки, скорость выполнения, недобросовестная работа геодезической службы) и неравномерно залитые бетонной смесью конструкции плит перекрытий (скорость/увеличенные поставки бетонной смеси на объект, хождение людей по свежееуложенным

конструкциям и, как следствие, затраты на устройство дополнительной выравнивающей стяжки и уменьшение помещений по высоте). Вышесказанное напрямую ведет к снижению основных показателей экономической эффективности организации (чистой приведенной стоимости, внутренней нормы доходности, рентабельности, запаса финансовой прочности, срока окупаемости), а в отдельных случаях – к возникновению серьезных негативных последствий. Воздействие могут иметь и другие источники, например, действия правительства в ответ на изменение обменного курса.

Главенствующей основой на протяжении всего процесса реализации инвестиционно-строительных проектов жилищного строительства является «Система менеджмента качества», которая включает ряд пунктов, необходимых к выполнению организацией [1;2]:

1 Анализ со стороны руководства:

- общая информация;
- входные данные;
- выходные данные.

2 Улучшение:

- общая информация;
- корректирующие, предупреждающие действия и действия по улучшению.

3 Оценка производительности:

- мониторинг и измерение;
- оценка соответствия;
- внутренний аудит (проверка);
- осуществление управления несоответствиями.

4 Внедрение и функционирование производственного процесса:

- операционное управление;
- менеджмент ресурсов;
- требования к документации;
- обмен информацией.

5 Планирование:

- идентификация и оценка факторов, воздействий и рисков;
- идентификация законодательных и других требований;
- планирование непредвиденных ситуаций;
- цели;
- организационная структура, роли, обязанности и полномочия.

6 Политика системы менеджмента качества:

- соответствие целей организации целям в области качества;

- соответствие требованиям и постоянное повышение результативности системы менеджмента качества;
- предотвращение проблем при достижении качества;
- устранение причин неудовлетворительной работы на всех этапах для достижения экономической эффективности;
- создание основы для постановки и анализа, целей в области качества;
- увеличение способности выполнить требования к качеству;
- цели в области качества должны быть доведены до сведения персонала и понятны ему.

Вышеуказанная система должна быть разработана и задействована внутри организации, осуществляющей инвестиционно-строительную деятельность. Как правило, данным вопросом занимается отдел менеджмента качества. В результате изучения рассматриваемой проблемы приведем некоторые принципы по снижению латентных рисков инновационного развития и снижению контроля качества, которые при осуществлении инвестиционных проектов жилья могут быть осуществлены за счет [1;2]:

- 1) качественного и продуманного бизнес-планирования на долгосрочный период с последующими его корректировками, а также плана потребностей в ресурсах;
- 2) наличия компьютерных программ по планированию и установке приоритетов обеспечения информационной безопасности;
- 3) привлечения к разработке и реализации проекта фирм с большим опытом ведения проектирования, производства, строительства и эксплуатации, а также мониторинга достойных контрагентов;
- 4) качественно подготовленного договора, а также учета в контракте (договоре) резерва средств предстоящих расходов бюджета проекта с целью компенсации возможных издержек в результате позднего завершения строительства или дополнительных расходов;
- 5) совершенствования системы ценообразования, являющейся важнейшим сегментом маркетинговых исследований (принципы ценообразования для поставок обязательно должны быть взаимовыгодными с обеих сторон, а цена должна быть такой, чтобы поставщик материалов и сырья мог получать приемлемый доход);
- 6) страхования (важнейший метод наряду с уклонением, резервированием, хеджированием, локализацией и диверсификацией);
- 7) высокой квалификации участников (исполнителей) возведения объекта, в результате чего повышается конечное

качество продукции, а также жесткого контроля строительного технологического процесса производства;

8) подробно разработанной системы менеджмента качества и гибкости в управлении, а также обеспечения действенной передачи информации важного содержания и корректного управления данными и записями;

9) комплекса сформулированных решений по всевозможным неблагоприятным ситуациям, влияющих на успешную реализацию проекта. В заключение следует отметить, что выбор конкретного пути управления и минимизации появления латентных рисков инновационного развития и снижения контроля качества в ходе реализации инвестиционных проектов жилищного строительства зависит от опыта руководителя и возможностей самой организации.

**Выводы.** Для достижения более эффективного результата необходимо использовать не один, а совокупность методов на всех стадиях осуществления проекта. Все это даст возможность строительной организации формировать приток доходов, осуществлять инвестиции, создавать новые рабочие места и пр.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 ГОСТ Р 51901.2-2005. Менеджмент риска. Системы менеджмента надежности. Введ. в действие Приказом Ростехрегулирования от 31.05.2005 г. № 110-ст.
- 2 ГОСТ Р 51901-2002. Управление надежностью. Анализ риска технологических систем. Введ. 01.09.2003. 24 с.
- 3 Управление рисками в новом мире / Р. Каплан, А. Майкс, Р. Саймонс, П. Туфано, М. Хофманн // Harvard Business Review. Россия. 2009. № 12. С. 46–54.
- 4 Четверик Н.П. Инновационные риски архитектурных проектов // Строительство: новые технологии – новое оборудование. 2014. № 5. С. 13–15.
- 5 Яськова Н.Ю. Методологические проблемы синхронизации деятельности хозяйствующих субъектов в современных условиях // Научное обозрение. 2013. № 9. С. 505–508.
- 6 Яськова Н.Ю. Тенденции развития строительных корпораций в новых условиях // Научное обозрение. 2013. № 5. С. 174–178.

## FORECAST OF FOUNDATION PRECIPITATION OVER TIME, TAKING INTO ACCOUNT GROUND CREEP

SAKANOV K. T.

professor, Toraighyrov University, Pavlodar

BEISENOV I. G.

undergraduate student, Toraighyrov University, Pavlodar

The territories of Northern Kazakhstan, represented by loams, sandy loams, sands, silts, clays, in most cases are water-saturated. In the process of development and operation, these territories, in addition, are inevitably subject to flooding: natural (rise in the level of the Irtysh River) and artificial (discharge of water from hydroelectric power plants in the upper reaches of the Irtysh River, annual discharge of water from dams in the Karaganda region, emergency leaks from water-carrying communications, unregulated discharge of household effluents, watering of green spaces etc.). According to the Karaganda State Institute of Engineering Surveys (KaragandaGIIZ), part of the territory of the city of Astana is in a flooded state, the other part belongs to the potentially flooded. Flooding of the city territory creates difficulties for builders and worsens the ecological situation of the city.

The change in time and space of the physico-mechanical and filtration properties of soils under the influence of load, first of all, affects the stability and strength, as well as the deformability of the foundations of buildings and structures. To ensure the stability and strength of the soils of the foundations of buildings and structures, scientific and technical support of all stages of design, construction and exploitation is necessary. European standards (EUROCODE - 7 «Geotechnics») provide for the division of all construction problems into three geotechnical categories. The third, highest complexity includes, in particular, construction on water-saturated ground bases.

The study of the process of consolidation and creep of bases is associated with changes in mechanical and filtration properties over time. The load from buildings and structures applied to the water-saturated base is perceived simultaneously by the liquid in the pores and solid mineral particles of the soil. However, if the value of the applied load is chosen incorrectly, exceeding the structural strength of the soil and the value of the initial pressure gradient, pressures may arise that lead to changes in the strength and deformation properties of soils, resulting in creep precipitation. Thus, the stability and strength of the foundation depend

not only on the consolidation process, but also on the degree of soil creep during the construction and operation of buildings and structures.

The problem of predicting the sediment of the foundations is reduced to solving complex engineering problems related to the determination of experimental parameters (modulus of deformation, coefficient of lateral expansion, filtration and consolidation coefficients, creep parameters and rheological characteristics) of pulverized clay soils. A complete analysis of the behavior of the foundation during consolidation (compaction) and creep of solid soil particles over time during construction and operation is possible only if the results of experimental studies are reliable and accurate. Verified research methodology and reasonable selection of rheological models, taking into account the creep of the foundation soils, determine the reliability and reliability of the development of sediment foundations of buildings and structures over time.

The forecast of foundation precipitation over time, taking into account filtration consolidation and creep of the foundation soils under the influence of loads from buildings and structures, is an urgent task of geotechnics.

For industrial and civil construction, first of all, it is necessary to take into account the peculiarities of the distribution and stratification of soils, which subsequently serve as the foundations of buildings and structures.

As a result of the comprehensive, regional engineering and geological surveys of the territories of Kazakhstan and their subsequent generalizations, it was found that mainly the foundations of buildings and structures are continental in origin sedimentary uncemented rocks of the quaternary system. According to the genetic type, the soils of the Quaternary system are divided into marine, aeolian, eluvial, deluvial, lacustrine, alluvial, etc.

On the territory of Kazakhstan, eluvial soils of the quaternary system are most often used as the foundations of buildings and structures.

In the Code of Rules of the Republic of Kazakhstan 5.01-102-2013 «Foundations of buildings and structures» the features of the design of the foundations of buildings and structures erected on eluvial soils are noted. The studied eluvial pulverized clay soils are composed of weakly structured loams and less often clays, as well as sandy loams characterized by relatively low strength properties

Bases composed of eluvial soils should be designed taking into account their specific features:

- their significant heterogeneity in depth and in plan due to the presence of soils with a large difference in their strength and deformation

characteristics - rocky of varying degrees of weathering and various types of non-rock soils;

- the tendency to decrease the strength of eluvial soils (especially large-block and highly mature rock) during their transformation in open pits;
- the possibility of transition to a quicksand state of eluvial sandy loams and powdery sands in case of their water saturation during the construction of pits and foundations;
- possible presence of subsidence properties in alluvial powdery sands with a porosity coefficient  $e > 0.6$  and a degree of humidity  $S_r > 0.7$ .

Therefore, as part of the object (geotechnical system), quaternary eluvial pulverized clay soils of Northern Kazakhstan were chosen as the subject of research. Taking into account the variability of the calculated parameters directly affecting the stress-strain state of the soil base is necessary for a reliable forecast of the precipitation of foundations.

Based on the analysis of the theoretical and experimental studies carried out, it can be stated that currently there are a large number of methods for calculating the creep of soil bases, taking into account the initial pressure gradient, compressibility of the pore fluid, variability of filtration coefficients, etc. . However, only methods based on the initial provisions of the theory of filtration consolidation of soils have received proper application, the use of which for engineering tasks is very difficult, due to their complexity and the lack of a proven methodology for experimentally determining the incoming parameters of consolidation and creep of the base.

The analysis of the current state of the issues of calculating the creep of the foundations shows that until now, the issues of the methodology for determining the calculated characteristics of the creep of dusty clay soils have not been sufficiently worked out.

#### REFERENCES

- 1 Abukhanov A.Z. Mechanics grundtov:school post. – Rostov N / D: Phoenix, 2006. – 352 p.
- 2 Zaruchevnykh I.Yu., Nevzorov A.L. Soil mechanics in diagrams and tables: Textbook. – M.: DIA, 2011. – 136 p.
- 3 Malyshev M. V., Boldyrev G. G. Mechanics of soils. Foundations and foundations (in questions and answers). – M.: DIA, 2004. – 319 p.
- 4 Mangushev R. A., Konyushkov V. V., Sayapin D. A. Geotechnical engineering surveys during reconstruction and new construction in conditions of dense urban development // Industrial and civil construction. 2016. No. 5. pp. 76-83.

5 Mangushev R. A., Nikiforova N. S., Konyushkov V. V., Osokin A. I., Sapin D. A. Design and construction of underground structures in open pits. – M.: DIA, 2013. – 254 p.

### КОМПОЗИТТИК МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ХИМИЯЛЫҚ БИОЛОГОЛИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛЫМДАРЫ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ ІС ЖҮЗІНДЕ ҚОЛДАНУЫ

ТЛЕУЛЕНОВА Г. Т.

PhD, «Құрылыс» кафедрасы, Л. Н. Гумилев атындағы  
Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ.  
ТҰРСЫНБАЙ Е.  
магистрант, 1 курс, Л. Н. Гумилев атындағы  
Еуразия ұлттық университеті, Нұр-Сұлтан қ.

Жоғары тығыздықтағы және жоғары беріктіктегі тиімді құрылыс материалдарын алу мақсаты осындай материалдарды әртүрлі деңгейлерде, соның ішінде микро- және нанокұрылымдықтарды модификациялаудың әртүрлі дәлелденген әдістерін әзірлеумен және енгізумен байланысты. Соңғы уақытта жергілікті шикізаттан алынған және механикалық қасиеттердің ең арзан және ең жақсы модификаторларының бірі болып саналатын, химиялық және электрлік жағынан салыстырмалы түрде іс жүзінде бейтарап болып табылатын әктас толтырғышы сияқты қоспалардың құрамында ұсақ дисперсті ингредиенттерді пайдалану үлкен маңызға ие болды. Ұсақ түйіршікті карбонатты бетонға арналған әктас толтырғышының тиімділігі алынған сынақ деректерімен расталады. Әктас толтырғыш суперпластификатормен үйлескенде жарықшаққа төзімділікті арттырады және сусымалы деформацияны азайтады, бұл FGCC-ті ең тиімді және қолдануға жарамды етеді. Сонымен қатар, сығымдау кезінде ұсақ түйіршікті әктас қоспалары бар бетондардағы кернеу-деформацияны бөлуді білу темірбетон конструкцияларының жекелеген түрлерін, мысалы, қабықтар, мембраналар және күмбездерді жобалау үшін өте маңызды. Соңғыларын әктас толтырғышты да, суперпластификаторды да қосу арқылы шығарған жөн, ол синергетикалық әсер көрсетеді және жарықшақтарды тудыратын кернеулер мен қысу беріктігі шекараларының тарылуына әкеледі. Суперпластификаторды неғұрлым жетілдірілген гиперпластификатормен ауыстыру үшін қосымша зерттеулер қажет.

Зерттеудің мақсаты – электрлік болатты зерттеуге арналған субминиатюралық түрлендіргішті жасау. Зерттеу тақырыбы электр болаттан жасалған бұйымдардың қауіпсіз қызмет ету мерзімін бағалау және болжау қажеттілігіне байланысты өзекті болып саналады. Авторлар болат-диэлектрлік шекарадағы құйынды ток түрлендіргішінің амплитудасын өзгерту арқылы әртүрлі тереңдіктегі болат сипаттамаларын зерттеу мүмкіндігін анықтады. Болаттың электр өткізгіштігін жергілікті зерттеулер негізінде құйынды ток әдісімен ферромагниттік материалдарды жергілікті зерттеуді жүзеге асыруға мүмкіндік беретін трансформаторлық типтегі кішігірім түрлендіргіш әзірленді. Жасалған түрлендіргіштің негізінде интерфейсегі болатты тәжірибелік зерттеулер жүргізуге арналған бағдарламалық-аппараттық кешен салынды. Түрлендіргіштің зерттелетін объекті бойынша берілген жылдамдықта автоматты қозғалысы үшін жүйе әзірленді. Әртүрлі жиіліктерде жүргізілген үздіксіз және дискретті өлшемдермен үлгіні сынау нәтижелері берілген. Құйынды ток түрлендіргішінің реакциясының тәуелділігі болаттың диэлектрикке ауысуы кезінде сызықты емес әрекетті көрсететіні анықталды. Құйынды ток түрлендіргіші мен сынақ объектісі арасындағы саңылау әсері зерттелді.

Жақсы және берік қабат аралық байланыс асфальт жабынының ұзақ қызмет ету мерзімі үшін өте маңызды. Екі асфальт қабатының арасындағы қиылысу қаттылығын анықтау үшін екі қабатты асфальт үлгілеріндегі жаңа циклдік қабатаралық байланыс сынағы (СТІВ) әзірленді. Ламинараралық байланысқа әсер ететін барлық параметрлерді, атап айтқанда қайталанатын қозғалыс жүктемелерінің өзара әрекеттесуін, жеделдету және баяулау процестерін және температураны ескеретін ауқымды сынақ процедурасы әзірленді. Әртүрлі жиіліктегі және температурадағы әртүрлі қалыпты кернеулердегі қайталанатын синусоидалы ығысу жүктемелері жағдайында көптеген тәжірибелік сынақтар жүргізілді. Әртүрлі ластану дәрежесімен астыңғы қабаттың бетіне жағылған С60VR1-С битум эмульсиясының 200 г/м<sup>2</sup>, 300 г/м<sup>2</sup> және 400 г/м<sup>2</sup> ығысу қаттылығының орташа мәндері салыстырылды. Сонымен қатар, интерфейсегі біріктірілген адгезия мен үйкеліссіз тек адгезияның әсерін зерттеу үшін интерфейске жабысқақ жабынды қолданбас бұрын екі қабаттың да беті жақсы жылтыратылды.

Көптеген жылдар бойы Вьетнамдағы бірнеше өзен бойындағы кен орындарының ұсақ құмдары құрылыс материалдарын, әсіресе бетон бұйымдарын өндіру үшін тиімді пайдаланылмады. Бұл

стандартты спецификациядағы шектеулерге және күшті техникалық қолдаудың болмауына байланысты. Бұл зерттеу дайын бетон өндірісінде өзен ұсақ құмды пайдалануды кеңейтуге бағытталған. Бұл зерттеуде біз Хун және Луо өзендерінің құмдарының 1,0-ден 2,5-ке дейінгі жұқа модулі бар әсерін зерттейміз. Тәжірибе нәтижелері көрсеткендей, құм өлшемінің модулі азайған сайын суға деген сұраныс та, жаңа бетонның бөлінуі де артады. Суды азайтатын қоспаның дозасын ұлғайту және сәйкес тығыздау режимін қолдану арқылы ұлғайтуларды азайтуға болады. Ең үлкен ірі толтырғыш өлшемін 40 мм-ден 10 мм-ге дейін азайту да сегрегацияны азайтады. Ерітіндінің артық қатынасын 1,25-тен 1,76-ға дейін өзгерту қысу беріктігіне шектеулі әсер етеді. Сонымен қатар, құмның толтырғышқа қатынасын арттыру, әсіресе ұсақ түйіршікті құм пайдаланылған кезде, жаңа бетонның шөгуді күрт төмендетеді. Цемент пен судың қатынасы мен қысу беріктігі арасындағы фитинг теңдеулері зерттелді. Нәтижелер қысу беріктігін сақтау үшін ұсақ құмды пайдаланатын бетондағы цементтің суға қатынасын арттыру қажет екенін көрсетеді.

Бұл мақалада бетонды сынаудың акустикалық әдісі ретінде ультрадыбыстық томографияның талдауы берілген. Ол теорияның сипаттамасын, өлшеу жабдықтарын, оқу барысында туындауы мүмкін артықшылықтар мен қиындықтарды қамтиды. Оқу бөлімінің бүкіл мазмұны әдебиеттерге терең шолу жасаудан бұрын болады. Эксперименттік бөлім зерттеу сипаттамасынан, фотосуреттерден, нәтижелерден және қорытындылардан тұрады.

Өнеркәсіптік қалдықтарды кәдеге жарату, дәстүрлі байланыстырғыштарды түрлендіру және ауыстыру, жаңа материалдарды жобалаудағы маңызды пән болып табылады. Әк сылақтары нашар беріктігі мен қоршаған ортаның бұзылуына төзімділігіне байланысты көптеген қолданбаларға жарамсыз болғандықтан, ал цементті кейде тарихи ғимараттармен үйлеспейтіндіктен қолдануға болмайтындықтан, пуццолана қоспаларын пайдалану сылақтарды жақсартудың тиімді әдісі болып табылады. Сонымен қатар, тұрақты даму тұрғысынан әкті алмастырғыш ретінде әртүрлі экологиялық таза материалдарды пайдалану төмен көміртекті өнеркәсіп үшін маңызды қадам болып табылады (сурет 1).



Сурет 1 – Экологиялық жағдай

Негізінен олардың жақсы тұтынушылық қасиеттерін және ең қолайлы ортаны қалыптастыру мүмкіндігін анықтайтын гипстік материалдар мен бұйымдардың кең таралуы олардың техникалық параметрлерін, ең алдымен механикалық және пайдалануды арттыруды талап етеді. Гипс байланыстырғыштары бойынша қазіргі зерттеулер негізінен жоғары беріктікке, суға төзімділікке, төмен тығыздыққа және ұзақ қызмет ету мерзіміне бағытталған. Гипс байланыстырғыш заттардың қасиеттерін жақсартудың қолданыстағы жолы гипстік тас құрылымының қалыптасуының әртүрлі қабаттарына әсер етуі мүмкін минералды және органикалық модификаторларды кеңінен қолдану болып табылады. Композиттердің көпқабатты арматурасы жарыққа төзімділігі жоғары модификацияланған тас құрылымын қалыптастыруға мүмкіндік береді. Атом-молекулалық деңгейде күшейту ең тартымды болып табылады, өйткені көміртекті фуллерендермен модификациялаудың белгілі әдістерінің көпшілігі технологияны қиындатады, еңбек және энергия шығындарын және нәтижесінде өнімнің өзіндік құнын арттырады (Сурет 2).



Сурет 2 – Жол материал

Оңтайлы гранулометриялық құрамды қоспасы бар екілік гипс қоспасына негізделген үлгілер қоспасыз гипс қоспаларына қарағанда күштірек екенін атап өткен жөн. Минералды модификаторды қолдану кристалдардың морфологиясының өзгеруіне және гипстік тастың күшті құрылымын қалыптастыруға ықпал етеді, бұл темірбетонның микроқұрылымдық талдауымен расталады. құрама. Алынған нәтижелер гипс материалдары мен беріктігі жоғары бұйымдарды өндіру үшін модификацияланған гипс (Сурет 3) композиттерін пайдалану мүмкіндігін көрсетеді [1-3].



Сурет 3 – Модификацияланған гипс

Дисперстік жүйені жоғары ылғалдылық жағдайында ұзақ уақыт ұстаған кезде, максималды қалыңдықтағы адсорбциялық қабаттар пайда болғаннан кейін ылғал дәндер арасындағы саңылауларға біртіндеп жиналып, онда беттік керілу күштерімен сақталады. Бетон бұйымдарының құрылымының қалыптасу кезіндегі ылғалдылығының төмендеуімен шөгуі су қабаттарының қалыңдығының төмендеуімен капиллярлық қысу күштерінің жоғарылауынан болатыны анықталды.



Сурет 4 – Композиттік өнімдер

Композиттік өнімдердің (сурет 4) шикізат қоспаларының құрамына карбонатты компонентті енгізу гипс жүйелеріндегі құрылымның қалыптасу процесінің сипатының өзгеруіне әкеледі, бұл қатайту жағдайларын оңтайландыруды талап етеді. Алайда, жартылай сулы гипс және карбонатты қоспалар негізіндегі композиттік байланыстырғыштардың гидратациясына, сондай-ақ олардың негізінде композиттердің түзілуіне және қатаюына қоршаған ортаның ылғалдылығының әсері туралы мәселелер әлі де жеткілікті зерттелмеген.



Сурет 5 – Композиттік гипс

Жұмыста гипс және композиттік гипс-әк (Сурет 5) байланыстырғыштардағы құрылым түзілу процесінің тәуелділігін зерттеу нәтижелері берілген. Гипс байланыстырғыш және модификациялаушы қоспа негізінде алынған композиттердің беріктігіне қатаю және мәжбүрлі карбонизация режимдерінің әсері көрсетілген.

Зерттеулерде инъекциялық қалыптау технологиясымен алынған үлгілер үшін гипс зауытының жоғары беріктігі бар гипс GVVS-16 пайдаланылды. Қоспа ретінде Новгород облысындағы Угловский әктас зауыты үшін әк пайдаланылды. Үлгілер құрғақ ауада және ылғалды жағдайда 7, 14 және 28 күн бойы сақталды. Сонымен қатар, үлгілер  $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$  температурада 6 күн бойы көмірқышқыл газына әсер етті. Стандарт бойынша үлгілерді сынау нәтижелері бойынша алынған материалдардың беріктігі мен тығыздығы бойынша салыстырмалы талдауы жүргізілді. Әдістері. Зерттеу нәтижелері бойынша модификацияланған байланыстырғыштың материалды құрамының, қатайту және көмірқышқыл газымен қанықтыру режимдерінің құрылым түзілу процесіне әсері және гипс материалдарының физика-механикалық сипаттамалары анықталды.

Осылайша, гипс байланыстырғышқа заманауи модификациялық кешендер енгізілгенде оңтайлы ылғал режимін орнату қажет. Ол материалды нығайтуға және қатайтатын тас құрылымындағы деформацияларды азайтуға көмектесуі керек. Зерттеу нәтижелері кальций гидроксидін қосудың, мәжбүрлі карбонизацияның және оңтайлы емдеу жағдайларының бірлескен әсерін көрсетеді.

Мақалада жоғары беріктік сипаттамалары және судың минималды қанықтылығы бар асфальтбетон қоспасын алудың жаңа әдісі сипатталған. Материалдың қатаю механизмін теориялық тұрғыдан негіздеуге әрекет жасалды. Асфальтбетон – бұл толтырғыш ретінде әртүрлі дисперсиялық минералды бөлшектер, ал матрицасы – байланыстырғыш-битум қолданылатын әдеттегі бөлшектермен толтырылған композициялық материал. Жоғары сапалы композицияны алу үшін материалды матрицаның үздіксіздігін қамтамасыз ету қажет. Алайда асфальтбетон қоспаларының қолданылған құрамдары бұл талапқа сай емес. Бұл, бір жағынан, экономикалық ойларға, екінші жағынан, материалдың беріктігінің төмендеуіне байланысты. Ұсынылған әдіс бұл мәселені шешуге мүмкіндік береді. Асфальтбетон қоспасының құрамындағы битумның негізгі тұтынушысы толтырғыштың ең ұсақ бөлшектері – байланыстырғыштың 95%-на дейін тұтынатын минералды ұнтақ болып табылады. Түйіршіктеу арқылы түйіршіктеу арқылы минералды ұнтаққа байланыстырғышты енгізу ұсынылады. Айналым грануляторда материал қозғалған кезде материал бөлшектеріне екі түрлі күш әсер етеді: динамикалық факторлар әсерінен болатын жырту және молекула аралық әрекеттесуден туындайтын тежеу күштері. Олардың бірлескен әрекеті наноэффектіні жүзеге асыратын қатты бөлшектер арасындағы байланыстырғыштың ең жұқа аралық қабаттары бар материалдың реттелген құрылымын құруға мүмкіндік береді. Осылайша алынған құрылым стандарт талаптарынан бірнеше есе жоғары битум мөлшері мен беріктік сипаттамалары бар композициялық материалдың үздіксіз матрицасын құрайды. Қатты матрицаның болуы асфальтбетонның сумен қанығуын барынша азайтады, жол бетінің жоғары тозуға төзімділігін қамтамасыз етеді. Минералды ұнтақ бөлшектері арасындағы аралық қабаттардағы байланыстырғыштың қасиеттері борпылдақ битумның қасиеттерінен айтарлықтай ерекшеленеді, бұл оның сыртқы көліктік жүктемелердің әсерінен жоғары температурада материал құрылымынан сығуына жол бермейді, нәтижесінде



кейіннен сынғыш бұзылады. Континуум механикасы тұрғысынан сұйықтықтағы кернеу күйі Кейбір аралық қабаттарда ол сфералық және девиаторлық тензорлар жиынтығымен ұсынылған, бұл материалдың қатаю механизмін сипаттауға мүмкіндік берді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Фролов Н.П. Стеклопластиковая арматура и стеклопласт-бетонные конструкции. – М.: Стройиздат, 1980.–104с.
- 2 Тялина Л.Н. Новые композиционные материалы. – Т.: ТГТУ, 2011, 82с.
- 3 Васильев В.В., Протасов В.Д., Болотин В.В. Композиционные материалы. – М.: Машиностроение, 1990.

### ОСОБЕННОСТИ МОНТАЖА СВАЙНЫХ ФУНДАМЕНТОВ В СЕЗОННОПРОМЕРЗАЮЩИХ ГРУНТАХ

ТЛЕУЛЕНОВА Г.

PhD, кафедра «Строительство», Евразийский национальный университет  
имени Л. Н. Гумилёва, г. Нур-Султан

АКШОЛАКОВА Д.

магистрант, 1 курс, кафедра «Строительство», Евразийский национальный  
университет имени Л. Н. Гумилёва, г. Нур-Султан

#### Введение

Основными факторами препятствующий строительству в зимнее время являются промерзания грунта. Установлено, что во многих случаях строительство ведется в грунтах с агрессивными средами, что ставит новые задачи по обеспечению стойкости фундаментов. Наиболее рациональный и прогрессивный метод оттаивания сезонно мерзлых грунтов предполагает внесение в почву противоморозных добавок.

Строительство здания или другого сооружения в зимнее время – трудоемкий процесс. Следовательно, многие компании замедляют или приостанавливают процесс строительства зимой из-за мерзлых грунтов. Однако быстрое промышленное развитие и постоянный рост населения в Казахстане требуют круглогодичного строительства зданий и других сооружений. Таким образом, существует необходимость в новых научных методах, которые обеспечивают строительство в зимнее время.

При проведении строительных работ в зимнее время наиболее важным этапом является обустройство и выбор типа фундамента. Трудности при устройстве фундамента зимой связаны со следующими факторами:

- Разработка котлованов и траншей в мерзлом грунте требует использования мощных экскаваторов, что приводит к дополнительным финансовым затратам;
- Укладка монолитных бетонных фундаментов требует заливки воды, при низких температурах это приводит к замерзанию бетона. Поэтому не всегда есть возможность выполнять работы, особенно при высоких отрицательных температурах;
- Необходимость нагрева бетонной конструкции методом конвекции или электрического нагрева через арматуру заложенную в фундамент, этот способ увеличивает сложность работы.

Поэтому наиболее эффективным методом возведения зданий и других сооружений в зимнее время является использование сборных фундаментов, изготовленных на заводе.

Целью исследования является установление возможности использования противоморозных добавок для устранения промерзания грунта при монтаже свайных фундаментов в зимний период.

Исследования показали, что безводные сжиженные и газообразные химикаты способны активно оттаивать лед и защищать талые почвы от последующего замерзания. Возможность использования химических реагентов для оттаивания мерзлых грунтов, в частности щебнисто-песчаных грунтов, путем выливания в почву без приложения внешнего давления [2]. Однако скорость фильтрации химического реагента в почве резко снижается.

Использование свайных фундаментов в зимнее время связано со следующими проблемами:

- На практике использование буронабивных свай является проверенной технологией. Однако установка буронабивных свай требует подготовительного этапа, включающего бурение. Это очень трудно, когда почва промерзла;
- Забивание железобетонных свай в мерзлый грунт имеет низкую эффективность и высокий риск разрушения защитного слоя бетона;
- Установка винтового фундамента в мерзлом грунте характеризуется существенно большим количеством энергии и требует применения специального механизированного оборудования.

Технология возведения свайных фундаментов в условиях вечной мерзлоты и сезонно мерзлых грунтов связана с дополнительными строительными процессами, которые увеличивают сложность и продолжительность работ. В некоторых случаях, когда глубина мерзлого грунта не превышает 0,5–0,6 м, строительные компании используют мощные механические молотки и вибрационные молотки для сокращения дополнительных операций.

Однако такие методы забивки свай повышают вероятность обрушения головки сваи. Разрушение головки сваи, в свою очередь, приводит к потенциальному просачиванию воды в свайный фундамент.

Основными агрессивными факторами, негативно влияющими на железобетонные фундаменты, являются тип грунта, грунтовые воды и холодная погода [1]. Физические повреждения при установке забивных свай в мерзлых грунтах также могут быть вызваны использованием более мощных молотков. Такое повреждение может привести к коррозии арматуры, что приводит к потере несущей способности свайного фундамента.

При выборе методов забивки свай в сезонно мерзлых грунтах особое внимание необходимо уделять толщине мерзлого грунта. Толщина мерзлого грунта является основным критерием при выборе конкретного метода забивки свай.

#### **Анализ на монтаж свайных фундаментов в сезоннопромерзающих грунтах**

Традиционными технологиями укладки свай в сезонно мерзлых грунтах считаются следующие методы:

- Ударный метод применяется при толщине замерзшего слоя до 0,3–0,5 м;
- Метод виброудара или вдавливания используется путем установки ведущих скважин с помощью сверла на всю глубину промерзания с толщиной промерзшего слоя от 0,6 до 2,0 м.;
- Специальное предварительное утепление мест укладки свай теплоизоляционными материалами для предотвращения промерзания грунта;
- Способы оттаивания слоя мерзлого грунта.

Обзор современного состояния практики свайных фундаментов в сезонно мерзлых грунтах позволил нам установить, что при большей глубине промерзания точность забивания свай может резко снизиться. Кроме того, вероятность отклонения свай от проектного положения составляет до 10–15 см, что не является приемлемым значением.

Практические наблюдения за сваями, забитыми в слой мерзлого грунта, также показали, что более чем в 90% случаев корпус сваи повреждается ударами молотка. Кроме того, скорость деформации в сезонно мерзлом слое обычно уменьшается с увеличением глубины и расстояния от границы грунт-свая, и в сезонно мерзлом слое может произойти изменение скорости деформации на три-четыре порядка [1]. Такое значительное изменение скорости деформации может оказать существенное влияние на эксплуатационные характеристики нагруженных свай. Также было установлено, что мерзлый грунт может трансформировать систему свай, и окружающая почва из пластичного состояния переходит в хрупкое. Перед проектированием или строительством любых зданий в зимнее время необходимо учитывать глубину проникновения, индекс промерзания и морозостойкость грунта.

Традиционные методы оттаивания грунтов включают себя электрический нагрев с помощью специального устройства, и погружение свай в предварительно пропаренные скважины. Однако традиционные методы монтажа в сезоннопромерзающих грунтах показали что они довольно сложны и дорогостоящи. Чтобы предотвратить замерзание почвы после оттаивания, необходимы новые научные подходы, которые были бы технологически продвинутыми, эффективными и недорогими [1–2].

#### **Предлагаемые методики оттаивания грунта зимой**

Предложены следующие противоморозные реагенты для оттаивания мерзлых грунтов:

- Хлорид кальция ( $\text{CaCl}_2$ ), который выделяет тепло;
- Хлорид натрия ( $\text{NaCl}$ ), который поглощает тепло;
- Ингибитор коррозии, защищающий от разрушения поверхности материала, на которую нанесен реагент против замерзания (Рисунок 1).



Рисунок 1 – Общий вид реагента для защиты от замерзания

### Выводы

1 Установлена возможность использования реагента-антифриза для устранения мерзлого грунта при установке забивных свай в зимний период в городе Нур-Султан, Казахстан.

2 Предложены простые методы, которые легко реализуются в полевых условиях и не требуют значительных трудовых и финансовых затрат.

3 Реализация предлагаемого способа оттаивания мерзлого грунта обеспечивает потенциал для высокой производительности забивки железобетонных свай без риска их разрушения. В то же время нет необходимости использовать более мощные (и, следовательно, более дорогие) молотки для забивания свай в мерзлых грунтах.

4 Было установлено, что испытание на статическую нагрузку, используемое в сочетании с реагентом против замерзания, помогает получить данные о несущей способности в зимний период, которые являются более точными, чем без реагента.

5 Было установлено, что во время испытания на статическую нагрузку реагент против замерзания на мерзлом грунте снижает его сжимаемость. Это явление очень важно при установке свай зимой.

### ЛИТЕРАТУРА

1 Карлов В. Основания и фундаменты на сезоннопромерзающих пучинистых грунтах. – М.: СПГАСУ, 2007, 362.

2 Мангушев Р. Основания и фундаменты – М.: АСВ; 2011. – 392 с.

## УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТОМ СТРОИТЕЛЬСТВА АБК В Г. РУДНЫЙ ПУТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ПРОЕКТА

ШКУРАТСКАЯ Т. Н.  
магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар  
ЖУКЕНОВА Г. А.  
научный руководитель, PhD, ассоц. профессор,

Одной из главных задач работы является управление сроками и стоимостью строительства административно-бытового корпуса на станции Комбинатская в городе Рудном на всех этапах жизненного цикла проекта – от идеи до сдачи в эксплуатацию, при помощи моделирования жизненного цикла проекта от идеи до сдачи в эксплуатацию в приложении Microsoft Project. В данной работе мы стремимся рассмотреть все особенности современного «управления проектами».

Понятие «Управление проектом» как правило, воспринимается как нечто модное и современное, однако, стоит отметить, что управление проектами существовало еще в далекой древности. К примеру: строительство таких памятников архитектуры, как Комплекс пирамид в Гизе, Коллизей в Риме, Триумфальная арка Константина. 312–315 гг. в Риме и другие значимые сооружения, требовало для осуществления управление ресурсами, временем и в целом, проектами.

Для определения управления проектом, возможно отыскать большое количество вариантов. И. И. Мазур, В. Д. Шапиро и Н. Г. Ольдерогге дали следующее определение: «Управление проектом – методология организации, планирования, руководства, координации, трудовых, финансовых и материально-технических ресурсов на протяжении проектного цикла, направленная на эффективное достижение его целей путем применения современных методов, техники и технологии, управления для достижения определенных в проекте результатов по составу и объему работ, стоимости, времени, качеству и удовлетворению участников проекта» [1, с. 28].

PMBOK Guide считается одним из основополагающих и актуальных трудов в сфере проект менеджмента, поэтому принимаем определение данное в PMBOK основополагающим: «Управление проектами (англ. project management) – в соответствии с определением PMBOK – это приложение знаний, навыков,

инструментов и методов к работам проекта для удовлетворения требований, предъявляемых к проекту» [2, с. 6].

Согласно определению: «проект (от лат. projectus – брошенный вперед, выступающий, выдающийся вперед) – это временное предприятие, направленное на создание ного продукта, услуги или результата» [2]. Это уникальный процесс, состоящий из направляемых и управляемых видов деятельности, имеющих начало и окончание, процесс принятый для того, чтобы достичь цели, соответствующей конкретным требованиям и имеющей временные, стоимостные и ресурсные ограничения.

Актуальность исследования. С учетом того, что в настоящее время в Казахстане упор делается на «переход управления от линейно-функциональной к матричной структуре государственных органов». Указом Президента РК №522 от 26.02.2021 Утверждена Концепция развития государственного управления в Республике Казахстан до 2030 года», то можно с уверенностью утверждать, что управление проектами - одна из самых быстроразвивающихся управленческих дисциплин современности. В нынешних экономических условиях, когда во всех сферах деятельности конкуренция достигла предела и сроки реализации некоторых товаров и услуг сократились до месяцев, а порой - недель, применение методов управления проектами становится необходимым не только для развития, но и для существования почти каждой коммерческой организации.

Управление проектами в Казахстане берет свое начало в середине 1990-х. Для развития этой области знаний, как в практическом, так и в научном направлении, необходимо ее становление по модели мирового опыта, с учетом принципа работ организаций внутри нашей республики. Существует ряд отрицательных факторов, ослабляющих становление проектного менеджмента в Казахстане, таких как хаотичность и стихийность процесса внедрения проектного управления на рынке. Привычная для казахстанских организаций традиционная система управления негативно отражается на осуществлении целей и задач современного бизнеса, страдает и конкурентоспособность.

Но на настоящий момент в Казахстане ряд крупных компаний, таких как Евразийская Группа ERG, Национальная компания «КазМунайГаз» (КМГ) и многие другие выполняют ряд шагов для развития и становления проектного управления, уже используют методы и различные инструменты для осуществления проектного менеджмента на опыте.

Развитие проектного управления заручилось государственной поддержкой. Правительство выделяет огромные инвестиции для реализации проектов. Только в прошлом году введено в эксплуатацию 288 проектов на сумму более 970-ти миллиардов тенге, что составляет примерно 6 млрд. 500 млн. долларов США [3].

В целях повышения эффективности деятельности государственных органов Министерство национальной экономики РК и Национальный проектный офис (НПО) активно внедряют проектный подход и регламентируют вопросы проектного менеджмента.

Управлять проектами значит прикладывать знания, опыт, методы и средства к работам для удовлетворения требований, предъявляемых к проекту, и ожиданий участников проекта. Чтобы удовлетворить эти требования и ожидания необходимо найти оптимальное сочетание между целями, сроками, затратами, качеством и другими характеристиками проекта.

Для управления проектами, надо понимать, как выглядит жизненный цикл любого проекта.

Укрупненно жизненный цикл можно представить из этапов, приведенных на рисунке 1.



Рисунок 1 – Укрупненный жизненный цикл проекта

Для выполнения эксперимента и построения модели жизненного цикла проекта строительства административно-бытового корпуса на станции Комбинатская в г.Рудный в программе Microsoft Project, разработан жизненный цикл проекта с разбивкой на фазы.

Фазы проекта «Строительство АБК на станции Комбинатская» приведены на рисунке 2.

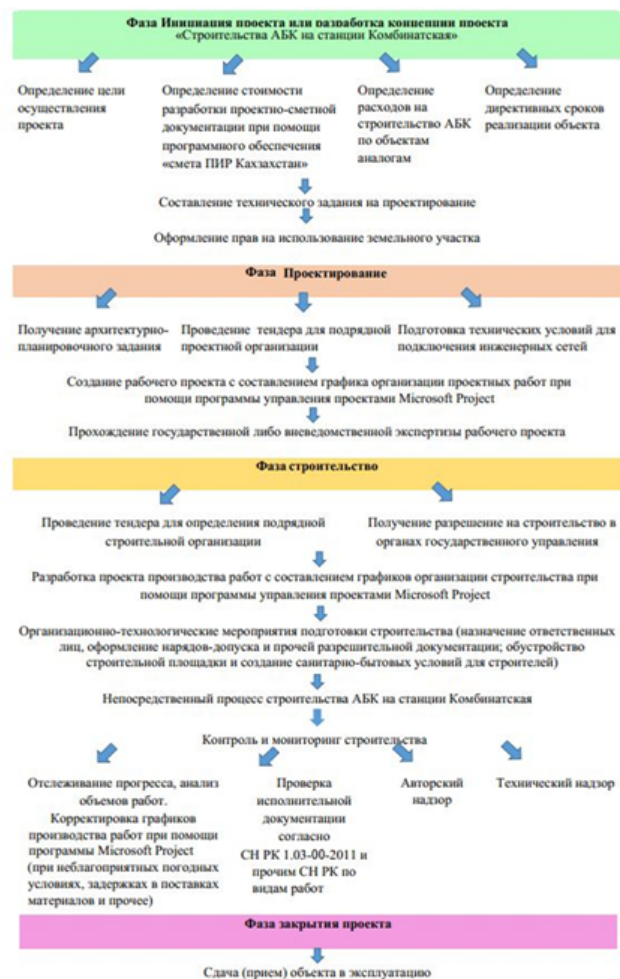


Рисунок 2 – Фазы проекта «Строительство АБК на станции Комбинатская»

После определения фаз проекта строительства административно-бытового корпуса на станции Комбинатская г.Рудный можно приступить непосредственно к моделированию жизненного цикла проекта строительства от идеи до сдачи в эксплуатацию в программе Microsoft Project, определения закономерностей изменения стоимости и времени строительства при изменении организационных факторов.

Для анализа результатов численного эксперимента строятся экспериментально-статистические (ЭС) модели, описывающие влияние выбранных организационно-технологических факторов на исследуемые показатели.

После построения и анализа ЭС моделей необходимо выбрать наиболее эффективную модель для существующих ограничений. Это могут быть: интенсивность финансирования, сроки строительства, наличие квалифицированных рабочих, ИТР, машин, механизмов, материалов и т.п. Действия по выбору организационно-технологического решения рекомендуется производить в такой последовательности.

1 Составить предварительный перечень строительных процессов, необходимых для возведения административно-бытового корпуса.

2 Составить окончательный перечень строительных процессов в зависимости от решаемой задачи (т.е. выполнить укрупнение работ, либо, наоборот, произвести детализацию работ по этажам, кабинетам). При этом целесообразно разделить весь перечень работ на этапы с тем, чтобы по окончании каждого этапа подводить итоги и контролировать выполнение плана. Разделение работ на этапы является основой для управленческого контроля в процессе реализации проекта [4].

3 Ввести окончательный перечень строительных процессов в программу Microsoft Project.

4 Определить и ввести в программу проектные объемы работ.

5 Определить затраты труда рабочих, ввести их в программу.

6 Определить перечень необходимых стройматериалов, оборудования, машин и механизмов, затраты на их использование по каждому процессу, после чего ввести данные в программу.

7 Составить перечень показателей эффективности производственных процессов, которые необходимо определить в процессе экспериментально-статистического моделирования.

8 Назначить варьируемые факторы и уровни их изменения относительно величин базового плана.

9 Определить нормативный состав рабочих бригад для каждого процесса. Принять среднее количество рабочих бригад для базовой модели строительства (например, 2); уменьшенное (например, 1) – для сокращения интенсивности финансирования строительства; увеличенное (например, 3) – для сокращения сроков строительства. Ввести данные в программу Microsoft Project.

10 Определить заработную плату рабочих и механизаторов, затем ввести данные в программу Microsoft Project.

11 Принять необходимое количество смен в сутки. Для базовой модели строительства – 2 смены, для сокращения интенсивности финансирования – 1, для сокращения сроков строительства – 3 смены. Ввести данные в программу Microsoft Project.

12 Назначить продолжительность рабочей недели. Принять среднюю продолжительность рабочей недели (например, 5 дней) для базового плана строительства, уменьшенную (например, 4 дня) – для сокращения интенсивности финансирования, увеличенную (например, 6 дней) – для сокращения сроков строительства.

13 Произвести взаимоувязку работ во времени. Для этого определить последовательность выполнения основных работ, раннее начало – позднее окончание для каждой работы. Под ранним началом следует понимать срок, раньше которого нельзя начать данную работу, не нарушив принятой технологической последовательности. Он определяется наиболее долгим путем от исходного события до начала данной работы. Позднее окончание – это самый поздний срок окончания работы, при котором не увеличивается общая продолжительность работ. Он определяется самым коротким путем от данного события до завершения всех работ.

Ввести полученные данные в программу Microsoft Project.

14 Определить запасы по времени для каждой работы.

15 Построить критический путь (он пролегает там, где запасы по времени равны нулю).

Это и предыдущее действия компьютер выполняет самостоятельно после ввода данных в программу.

16 Зафиксировать базовый план в программе Microsoft Project (нажать на соответствующую кнопку в программе).

17 Выбрать план проведения численного эксперимента, например, в соответствии с теорией сокращенного планирования.

18 Построить необходимое количество моделей производственных процессов в соответствии с намеченным планом.

19 Определить аналитические зависимости показателей от варьируемых факторов в исследуемых граничных пределах.

20 Построить графики этих зависимостей (для удобства использования).

21 Выполнить анализ полученных моделей.

22 Выбрать оптимальное организационно-технологическое решение в зависимости от имеющихся граничных условий на основе анализа моделей строительных процессов.

Разработанная методика позволяет выбирать оптимальную модель в зависимости от заданных ограничений (интенсивность финансирования, требуемые сроки строительства и т.п.) и возвести здание в минимальные сроки с учетом имеющихся условий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1 Мазур И. И., Шапиро В. Д. и Ольдерогге Н. Г. Управление проектами. - 2<sup>изд.</sup> - М.: Омега-Л, 2005. - 664 с.

2 Руководство к своду знаний по управлению проектами. Руководство РМВОК. - 4-е изд. - Ньютон Сквейр: PMI, 2009. - 241 с.

3 Развитие проектного управления в Казахстане // [Эл. ресурс] - URL: [kpm.kz/index.php/ru/publications/87-razvitiye-proektnogo-upravleniya-v-kazakhstane-kak-faktor-povysheniya-konkurentosposobnosti-ekonomiki](http://kpm.kz/index.php/ru/publications/87-razvitiye-proektnogo-upravleniya-v-kazakhstane-kak-faktor-povysheniya-konkurentosposobnosti-ekonomiki) (дата обращения 20.09.2013)

4 Грабовый П.Г. Организация, планирование и управление строительством. / П.Г. Грабовый, Б.Б. Хрусталева. – М. : Проспект, 2012. – 528 с.

5 Официальный сайт Объединение юридических лиц в форме ассоциации «Союз Проектных Менеджеров Республики Казахстан» - <https://spmrk.kz/about>

#### 5.5 Современное состояние стандартизации и технического регулирования

#### 5.5 Стандарттау мен техникалық реттеудің қазіргі жағдайы

#### КАПИЛЛЯРЛЫҚ ЭЛЕКТРОФОРЕЗ ЖҮЙЕСІ

КАСЕНОВ А. Ж.

проф., Торайғыров университет, Павлодар қ.

КУЛЬМАГАМБЕТОВА М. Ж.

магистрант, Торайғыров университет, Павлодар қ.

«КАПЕЛЬ – 105М» – бұл капиллярлық электрофорез жүйесі, автосемплермен және компьютерден басқарылатын ауыспалы полярықпен автоматика. «КАПЕЛЬ – 105М» моделінің басты ерекшелігі–спектрофотометриялық анықтау [1].



Жарық көзіретінде дейтерий шамы, ал дисперсті элемент ретінде 190 – 380 нм спектрлік диапазоны бар дифракциялық монохроматор қолданылады. Мұндай диапазон мақсатты компоненттерге ең сезімтал детективтің ұзын толқынын таңдауға мүмкіндік береді.

Техникалық ерекшеліктері:

- жұмыс толқын ұзындығының диапазоны 190-нан 380 нм-ге дейін;

- талданатын сынамамен компоненттердің сіңіру спектрлерін тіркеу мүмкіндігі;

- «Эппендорф» түріндегі 10 кіру және 10 шығу түтіктеріне арналған автосемплер;

- капиллярды салқындату – сұйықтығы. Дистилденген су салқындатқыш ретінде қолданылады. Салқындатқыштың міндеті мен температурасын бақылау қоршаған орта температурасынан +50°С-қа дейін 10 градус температурадан төмен диапазонда мүмкін;

- сынамаларды енгізу тәсілі: гидродинамикалық (қысымы 99 мбар дейін), электрокинетикалық (кернеу -25-тен +25 кВ-қа дейін кезінде);

- капиллярды жуу– автоматты түрде (1000 мбар тұрақты қысым кезінде);

- 2000 м бар капиллярды жуудың қосымша мүмкіндігі капиллярлық гель-электрофорез режимінде жоғары тұтқырфондық электролиттермен жұмыс істеуге мүмкіндік береді;

- автоматты ауыспалы полярлығы бар жоғары кернеу көзі (тұрақты кернеу-25-тен +25 кВ-қа дейін, 1 кВ қадаммен, ток 0 –200 мкА);

- «Эльф» арнайы бағдарламалық жасақтамасы арқылы құрылғыны толық басқару, деректерді жинау және өндеуге болады;

- барлық процедуралар – сынамаларды енгізуден бастап капиллярды жууға дейін бағдарламалау режимінде автоматты түрде жасалады, бұл талдау кезінде уақыт пен қателіктердің дұрыстығын азайтады, нәтижелердің репродуктивтілігін жақсартады[2].

«КАПЕЛЬ – 105М» капиллярлық электрофорез жүйесі Еуропалық Одақтың қауіпсіздік және электромагниттік үйлесімділік директивасының талаптарына сәйкес сертифицирталған [3].

Жоғарыда айтылғандардың бәрі «КАПЕЛЬ – 105М» зерттеу және күнделікті талдамалық мәселелерді шешудің ыңғайлы құралы болып табылады.

Қолданусалалары:

- қоршаған орта объектілерін талдау;  
- табиғи, қоректік, ағынды сулар (бейорганикалық катиондар мен аниондар, гербицидтер);

- топырақ, топырақ, түптік шөгінділер (бейорганикалық катиондар мен аниондардың суда еритін түрлері);

- азық-түлік өнімдерінің сапасын, түпнұсқалығын және қауіпсіздігін бақылау (органикалық қышқылдар (D – және L – изомерлердің жеке нысандарын қоса алғанда), канттар, бейорганикалық катиондар мен аниондар, консерванттар, тәттілендіргіштер, синтетикалық бояғыштар, витаминдер, амин қышқылдары, фурфуролдар, хош иісті альдегидтер, аминдер, флавоноидтар, антоцианиндер, пестицидтер, фунгицидтер);

- тамақ өнімдерінің, азық-түлік сырасының және ББҚ (консерванттар, тәттілендіргіштер, кофеин, теобромин, органикалық қышқылдар, амин қышқылдары, аминдер, ақуыздар)сапасы мен қауіпсіздігін бақылау;

- ветеринария және жем, құрама жем сырасының сапасын бақылау (амин қышқылдары, витаминдер, органикалық қышқылдар, бейорганикалық катиондар және аниондар, антибиотиктер, кокцидиостатиктер);

- фарминдустрия (синтетикалық субстанциялардың, табиғи шикізаттың, белсенді фармацевтикалық ингредиенттердің, қосымша заттар мен дайын дәрілік заттардың қауіпсіздігі мен сапасын бақылау , оның ішінде капиллярлық гель–электрофорез және капиллярлық изоэлектрлік фокустау әдістерімен ақуыздарды талдау);

- криминалистикалық сараптама (есірткі, жарылғыш заттар, оптикалық ағартқыштар);

- клиникалық биохимия (иондар, амин қышқылдары, аминдер, биожидектердегі пептидтер);

- химия өнеркәсібі (негізгі компонентті, қоспаларды анықтау, шикізат пен жанама өнімдерді бақылау) [4].

Құрылғының мақсаты:

«КАПЕЛЬ – 105М» капиллярлық электрофорез жүйелерінің ең кең мүмкіндіктері бар: автосемплерлер, капиллярды сұйық салқындату, спектрофотометриялық детектор, автоматты режимде жұмыс істеу. Кәдімгі өлшеулерді жүргізу мүмкіндігі бар бұл модельдер, ең алдымен, детективтеудің толқын ұзындығының оңай өзгеруіне байланысты кең зерттеу әлеуетіне ие [5].

«КАПЕЛЬ – 105М» модел «КАПЕЛЬ – 104Т» моделінен спектрофотометриялық детектордың болуымен ерекшеленеді.



Жарық көзiретiнде дейтерий шамы, ал дисперстi элемент ретiнде 190 – 380 нм спектрлiк диапазоны және 20 нм спектрлiк аралығы бар дифракциялық монохроматор қолданылады. Мұндай диапазон детективтiң ұзақ толқынын таңдауға мүмкiндiк бередi, ол талданатын заттарға өте сезiмтал, бұл жаңа әдiстердiң дамуына кепiлдiк бередi және көптеген жағдайларда анықтау мүмкiндiгiн азайтады.

«КАПЕЛЬ – 105М» – ең кең мүмкiндiктерi бар құрылғы (1-сурет). Ол алдыңғы модельдердiң ең жақсы қасиеттерiн сақтайды – капиллярды сұйық салқындату жүйесi, мотор сорғыштар, бағдарламаланатын автоматы режимде жұмыс iстеу мүмкiндiгi: 15-ке дейiн талдау бағдарламалары үшпайтын жадқа жазылады. Әр бағдарламада 60-қа дейiн қадам болуы мүмкiн, циклды қолдана алады және басқа бағдарламаларды қолдана алады. Бағдарламалар стандарты шаблондар негiзiнде құрылуы, өңделуi және сәйкес келуi мүмкiн. Автоматты режим пайдаланушының уақытын босатады, талдау кезiнде қателiктердiң дұрыстығын төмендетедi, нәтижелердiң репродуктивтiлiгiн арттырады. Дифракциялық торы бар дейтерий шамы мен монохроматордың арқасында құрылғы толқын ұзындығы 190-дан 380 нм-ге дейiн кез-келген аймақта жұмыс iстей алады. Мұның бәрi «КАПЕЛЬ – 105М» жаңа әдiстердi өзiрлеу саласында да, талдамалық тәжiрибеде де зерттеу жұмыстары үшiн таптырмас құрал етедi.

«КАПЕЛЬ – 105М» бүгiнгi таңда «КАПЕЛЬ» сериясындағы ең соңғы модель болып табылады. «КАПЕЛЬ – 105М» электрофоретикалық деректердi қосымша жинауға және өндеуге мүмкiндiк беретiн мамандандырылған бағдарламалық жасақтаманың көмегiмен компьютерден толығымен басқарылады. Бұл модельдiң тағы бiр ерекшелiгi-капиллярлық кассетаның жетiлдiрiлген дизайны, бұл капиллярды тез және сенiмдi түрде ауыстыруға мүмкiндiк бередi, сонымен қатар талданатын сынама арқылы компоненттердiң сiңiру спектрлерiн тiркеуге мүмкiндiк бередi. «КАПЕЛЬ – 105М» Еуропалық қатынастың 73/23/ЕЕС және 89/336/ЕС электр қауiпсiздiгi жөнiндегi директивасының талаптарына сәйкестiкке сертификатталған [6, 32 б.].



Сурет 1 – «Капель – 105М»– капиллярлық электрофорез жүйесі

«КАПЕЛЬ – 105М» капиллярлық электрофорез жүйесiн қолдану ең үнемдi болып табылады. Себебi «КАПЕЛЬ – 105М» капиллярлық электрофорез жүйесiнiң көмегiмен сынақтар жүргiзу үшiн, яғни ПНДФ 14.1:2:4.167-2000 бойынша аммоний, барий, калий, кальций, литий, магний, натрий, стронций катиондарын анықтауға келесi химиялық реактивтер қажет: МЕМСТ 4328-77 сәйкес натрий гидроксидi, МЕМСТ 3118-77 сәйкес тұз қышқылы, МЕМСТ 5817-77 сәйкес бензимидазол, 18-краун-6, аммоний иондарының МСҮ (1 мг/см<sup>3</sup>), барий иондарының МСҮ (1 мг/см<sup>3</sup>), калий иондарының МСҮ (1 мг/см<sup>3</sup>), кальций иондарының МСҮ (1 мг/см<sup>3</sup>), литий иондарының МСҮ (1 мг/см<sup>3</sup>), магний иондарының МСҮ (1 мг/см<sup>3</sup>), натрий иондарының МСҮ (1 мг/см<sup>3</sup>), стронций иондарының МСҮ (1 мг/см<sup>3</sup>). ПНДФ 14.1:2:4.157-99 бойынша хлор, сульфаттар, нитриттер, нитраттар, фосфаттар, фторидтер аниондарын катиондарын анықтауға келесi химиялық реактивтер қажет: тұз қышқылы, натрий гидроксидi, хрома VI оксидi, диэтиленамин, цетилтриметиламмоний гидроксидi, сiрке қышқылы, аммиак, хлор иондарының МСҮ (1 мг/см<sup>3</sup>), сульфат иондарының МСҮ (1 мг/см<sup>3</sup>), нитрит иондарының МСҮ (1 мг/см<sup>3</sup>), нитрат иондарының МСҮ (1 мг/см<sup>3</sup>), фосфат иондарының МСҮ (1 мг/см<sup>3</sup>), фторид иондарының МСҮ (1 мг/см<sup>3</sup>). Ал зерттеудiң басқа әдiстемелерiмен қолданғанда РД 52.24.486-2009 бойынша аммонидi анықтауға келесi химиялық реактивтер қажет: аммоний хлоридi, несслер реактивi, калий-натрий қышқылы, калий фосфорқышқылды (калия дигидрофосфаты),

калия гидрофосфаты, натрий гидроксиді, күкірт қышқылы, тұз қышқылы, натрий тиосульфаты. МЕМСТ 26449.1-85 бойынша кальцийді анықтауға келесі химиялық реактивтер қажет: трилон Б, мурексид, натрий гидроксиді, тұз қышқылды гидроксилламин, тұз қышқылы. МЕМСТ 33045-2014 бойынша нитраттарды анықтауға келесі химиялық реактивтер қажет: калий гидроксиді, калий-натрий винноқышқылды, натрий салицилді қышқылды. РД 52.24.407.-2006 бойынша хлоридтерді анықтауға келесі химиялық реактивтер қажет: хром қышқылды калий, азот қышқылды күміс, азот қышқылы, тұз қышқылы, натрий гидрототығы, сутегі пероксиді, аммиак немесе белсенді көмір, құрғатылған кальций хлориді. МЕМСТ 26449.1-85 бойынша сульфаттарды анықтауға келесі химиялық реактивтер қажет: хлорлы барий, тұз қышқылы, метил қызғылт сары, азот қышқылы. МЕМСТ 33045-2014 бойынша нитриттерді анықтауға келесі химиялық реактивтер қажет: грисс реактив, азотқышқылды натрий (натрий нитриті), мұзды сірке қышқылы. СТ РК 2016-2010 бойынша фосфаттарды анықтауға келесі химиялық реактивтер қажет: көмірқышқыл натрий, тұз қышқылы, сулы аммиак, молибден аммоний, бір алмастырылған фосфор қышқылды калий, күкірт қышқылды калий, күкірт қышқылы, натрий гидрототығы, азот қышқылы, техникалық ректификацияланған этил спирті күкірт қышқылды натрий (натрий тиосульфаты) 5-Сулы, темір аммониялық алюминий, күкірт қышқылды мыс 5-Сулы, теомочевина, күкіртқышқылды аммоний, аскорбин қышқылы, сурьмянкышқылды калий, натрий гидроксиді, фенолфталеин, натрий карбонаты, 1-гексанол, этанол.

Жоғарыда баяндалғанның негізінде «КАПЕЛЬ – 105М» капиллярлық электрофорез жүйесін қолдану үнемді, әре тиімді деген қорытындыға келдік.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 <https://clatipfo.ru/articles/neobkhodimost-i-pravila-provedeniya-laboratornogo-analiza-pitevoy-vody/>
- 2 <https://ecoyear.ru/analiz-vody.html>
- 3 <https://siv-blog.com/analiz-vody-na-himicheskiy-sostav/>
- 4 <http://granat-e.ru/kapel-105.html>
- 5 <https://akvilon.su/products/analiticheskoe-oborudovanie/sistemy-kapilljarnogo-jelektroforeza/6632/>
- 6 Н. В. Комарова, Я. С. Каменцев. Капиллярлық жүйелерді қолдануға арналған практикалық нұсқаулық «КАПЕЛЬ – 105М» электрофорезі.

**5.6 Қазақстан мен әлемнің мұнай-газ саласының ағымдағы жағдайы, болжамы және мүмкіндіктері**  
**5.6 Текущее состояние, прогноз и возможности нефтегазовой отрасли Казахстана и мира**

## О ВЛИЯНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА КОКСОВАНИЯ НА ВЫХОД И КАЧЕСТВО ПРОДУКТОВ

БОЛЬТ-ЧУМАЧЁВА К. А.  
 магистрант, Торайгыров университет, г. Павлодар

Основным направлением развития нефтеперерабатывающей отрасли на сегодняшний день являются процессы, способствующие увеличению глубины переработки нефти. Потребность в развитии процесса коксования в отрасли нефтепереработки обусловлена тем, что присутствие процесса в схемах современных НПЗ, так как увеличивает не только глубину переработки сырья, но и позволяет

Обзор литературных данных показал, что главной проблемой в коксовании является увеличение выхода и повышение качества получаемых продуктов. Факторами, оказывающими влияние на глубину переработки тяжёлых нефтяных остатков, являются параметры процесса. К таким параметрам относят: состав исходного сырья, температура коксования, давление коксования и коэффициент рециркуляции. Именно благодаря возможности регулирования данных параметров, мы можем извлекать в большем количестве тот или иной продукт или группу продуктов, повышать их качество или увеличить ассортимент. В современном мире перспективными являются направления в создании и изучении новых технологий для процесса коксования, которые позволят переработать нефтяные остатки таким образом, чтоб получить более качественные продукты и обеспечить отрасли практически безотходную переработку нефти.

Основным направлением развития нефтеперерабатывающей отрасли на сегодняшний день являются процессы, способствующие увеличению глубины переработки нефти. Высокой рентабельностью среди таких процессов обладает технологии замедленного коксования [1].

Технологии процесса замедленного коксования являются активно развивающейся отраслью мировой нефтепереработки. Такая потребность в развитии именно этого процесса по углублению

переработки состоит в том, что с каждым процентов увеличения мощности замедленного коксования гарантирует 4–5 % экономии перерабатываемой нефти [2], а присутствие таких установок в составе НПЗ позволяет осуществить безмазутный вариант переработки нефти [3].

Если оценивать результаты работ [4], можно сделать вывод о том, что на современном этапе развития отрасли по созданию альтернативных энергетических ресурсов не было найдено тех, которые могли бы заменить большинство углеводородных. Данная проблема приводит к потребности изучать и развивать отрасль углубленной переработки нефтяного сырья. С этим и связан мировой прирост мощностей по процессам переработки тяжелых нефтяных остатков, а наиболее востребованным среди деструктивных термических процессов является замедленное коксование, которое обеспечивает увеличение глубины переработки на нефтеперерабатывающем заводе до 98 % [5].

Установки замедленного коксования позволяют не только увеличить объём выпускаемых светлых дистиллятов (бензин, керосин, дизельное топливо) и темных нефтепродуктов (котельные топлива), но и повысить ассортимент товарной продукции нефтяными углеродными материалами, такими как кокс (электродный, игольчатый), коксующая и спекающая добавки, нефтяной пек.

К факторам, с помощью которых возможно регулировать материальный баланс и качество получаемых продуктов в процессе коксования, относят технологию, технологические параметры и качественный состав используемого сырья [6].

Проблемы по усовершенствованию технологий процесса замедленного коксования, повышение работы реакционных и тепло-, массообменных аппаратов и оптимизация их конструкционных параметров описываются во многих литературных источниках.

Поиск возможных вариантов технико-экономических показателей работы установки, а так же повышение её эффективности в процессе замедленного коксования тяжёлых нефтяных остатков, в том числе для получения большего числа светлых дистиллятов, выделил основные технологические параметры, влияющие на выход продуктов. К факторам, имеющим наибольшее влияние, относят: качественный состав сырья, температура процесса, давление процесса, коэффициент рециркуляции.

Информация о способах изменения выхода продуктов коксования посредством регулирования параметров концентрирования гудрона

в процессе вакуумной перегонки представлена в работах [7]. Авторами описана зависимость качества дистиллятных продуктов и их выход от глубины концентрирования гудрона. Так, при утяжелении гудрона, происходит снижение выхода легких фракций и ухудшение качества кокса по содержанию серы и примесей, а при уменьшении глубины концентрирования гудрона увеличивается выход дистиллятов.

Работа работе [8] описывает использование в качестве предполагаемого сырья для установки замедленного коксования атмосферных нефтяных остатков (мазуты), получаемых на заводах Ирака. Выход данных нефтяных остатков на установках ЭЛОУ-АТ составляет 43–45%, они имеют плотность 938–967 кг/м<sup>3</sup>, с содержанием серы 3,9–4,2 %. В таблице 1 приведены значения материального баланса коксования нефтяных остатков при переработке Иракской нефти, имеющими показатели: плотность 958 кг/м<sup>3</sup>, коксумость 9,6 %, содержание серы 4 %, в условия нулевого значения коэффициента рециркуляции возможно получить дистилляты с приемлемым йодным числом и цетановым индексом.

Таблица 1 – Материальный баланс коксования мазута Иракской нефти [8]

Получено в расчете на сырье (мазут %)	Значение
Газ	11,1
Бензиновая фракция	8,9
Дизельная фракция	33,4
Тяжелый газойль	28,4
Нефтяной кокс	18,2

Тяжелый газойль (плотность 958,6 кг/м<sup>3</sup>, содержание серы – 2,7 %, вязкость при 80 °С, – 10,5 сСт) и нефтяной кокс, параметры которого: выход летучих веществ – 7,7 %, содержание серы – 4,48 %, содержание ванадия – 0,039 %, содержание никеля – 0,007 %.

Температура 480 °С является оптимальным температурным параметром для получения нефтяного кокса. Влияние температуры на скорость реакции крекинга характеризуется тем, что при ее понижении в составе продуктов начинают преобладать нафтено-ароматические структуры с коротким алкильными цепями, что исключает реакцию уплотнения. уплотнения [9].

С возрастанием температуры резко увеличивается скорость реакций деструкции и поликонденсации, что приводит к увеличению выхода светлых дистиллятов коксования [10].

Изменение температуры и продолжительности коксования влияет на химический состав углеводородов в продуктах. С повышением температуры и продолжительности коксования содержание парафинов ( $> C_{15}$ ) снижается, а насыщенные углеводороды ( $< C_{15}$ ) одновременно возрастают, так как углеводороды с количеством атомов в молекуле больше 15 легче подвергаются крекингу [11].

В интервале температур 450–480 °С процесса коксования происходит большинство вторичных реакций, в результате которых образуются промежуточные продукты, свойства которых зависят от природы исходного сырья. Крекингу не подвергаются углеводороды светлых фракций. При повышении температуры продолжительности реакций растет глубина крекинга нефти. Доля предельных углеводородов в дизельной фракции уменьшается при высоких температурах, а доля ароматических соединений и нафтенов остается неизменной [12].

Ускорить реакцию крекинга посредством температуры возможно увеличив последнюю. Тогда доля газа на выходе увеличивается, а доля кокса снижается, это сопрягается с перераспределением выходов бензина и дизельной фракции коксования. В момент всего вышеперечисленного происходит перемена углеводородного состава газа и жидких продуктов в сторону повышения содержания непредельных углеводородов и сернистых соединений, что негативно сказывается на свойствах этих продуктов. Условием ограничения в возможности изменение температурных параметров могут послужить конструкционные особенности коксовых камер и печей [13].

Давление коксования является одним из параметров, от которого так же зависят выход и качество продуктов коксования. При изменении давления, а именно его увеличении в коксовой камере, выход кокса увеличивается за счет вовлечения в процесс газойлевых фракций. При таких условиях выход дистиллятных продуктов в процессе коксования снижается [14].

Сокращение испарений путем повышения давления в коксовой камере продлевает время удерживания ароматических соединений, что улучшается качество получаемого кокса. Низкое давление в коксовой камере способствует закоксовыванию змеевиков, так как возможен унос кокса.

Еще одним основным параметром, влияющим на выход продуктов коксования, является коэффициент рециркуляции. Метод частичного возврата жидких продуктов коксования в реакционную область имеет высокую популярность. Соотношение рециркулирующего сырья обычно находится между 0,2 и 0,6 [15].

Повышение коэффициента рециркуляции (отношение вторичного и первичного сырья) увеличивает выход кокса в пересчете на сырьё. Вместе с тем возрастает выход светлых фракций и легкого газойля, выход тяжелого газойля уменьшается.

Изучение влияния технологических параметров коксования тяжелых нефтяных остатков в настоящее время имеет тенденцию к развитию. Поиск новых способов и технологий вести процесс коксования является основой к решению проблемы практически безотходной переработки нефти. Наряду с этим перспектива извлекать из сырья как можно больше качественных продуктов также является основой в развитии отрасли нефтепереработки. Коксование нефтяных остатков является необходимой технологией в схемах современных НПЗ, так как увеличивает не только глубину переработки сырья, но и позволяет получить ряд полезных продуктов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Капустин В.М., Гуреев А.А. Технология переработки нефти. В 2 ч. Часть вторая. Деструктивные процессы. М.: КолосС, 2008. – 334 с.
- 2 Современное состояние и важнейшие достижения мировой нефтепереработки в развитии технологии коксования остаточных нефтепродуктов для углубления переработки нефти и увеличения производства моторных топлив и нефтяных коксов. – М.: ОАО «ЦНИИТЭнефтехим», 2005. – 48с.
- 3 Мальцев Д.И., Галиакбаров А.Р, Валявин Г.Г. – 10-ая Конференция и выставка России и стран СНГ по технологиям переработки нефтяных остатков (ВВТС), 23 – 24 апреля 2015 г., Москва.
- 4 Litvinenko V. The Role of Hydrocarbons in the Global Energy Agenda: The Focus on Liquefied Natural Gas // Resources. – 2020. – Vol. 9, №5 (59). – P. 1-22.
- 5 Kondrasheva N.K., Vasil'ev V.V., Boitsova A.A. Study of Feasibility of Producing High-Quality Petroleum Coke from Heavy Yarega Oil // Chemistry and Technology of Fuels and Oils. – 2017. – Vol. 52, №6. – P. 663-669.

- 6 Глаголева О.Ф. – Мир нефтепродуктов. – 2009. – №5. – С. 36-42.
- 7 Каминский Э.Ф. Глубокая переработка нефти: технологический и экологический аспекты / Э.Ф. Каминский, В.А. Хавкин. – М.: Техника, 2021. – 384 с.
- 8 Varfolomeev D.F. Processing Heavy Crudes by Delayed Coking / D.F. Varfolomeev, A.L. Stekhun // Khimiya i Tekhnologiya Topliv i Masel. – 1984. – No. 7. – pp. 8-10.
- 9 Tian L. A Delayed Coking Model Built Using the Structure-Oriented Lumping Method / L. Tian, B. Shen, J. Liu // Energy Fuels. – 2012. – V.26. - №3. pp. 1715-1724.
- 10 Капустин В.М. Физико-химические аспекты формирования нефтяного кокса / В.М. Капустин, О.Ф. Глаголева // Нефтехимия. – 2016. – Т.56 - №1. С. 3-12.
- 11 Nchare M. Increasing liquid yield and diesel fraction in delayed coking process: mechanism of liquid formation / M. Nchare, B.X. Shen, J.L. Xu // China Pet. Process. Petrochem/ - 2007. – Т.3. – pp. 23-27.
- 12 ГОСТ 22898-78 Коксы нефтяные малосернистые. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов. – 2004. – 72 с.
- 13 Олтырев А.Г. Гидробессеривание прямогонных и вторичных дизельных топлив / А.Г. Олтырев, С.С. Самсонов, В.Г. Власов, С.В. Шураева // Химия и технология топлив и масел. – 2004. - №6. – С. 43-46.
- 14 Каминский Э.Ф., Хавкин В.А. Глубокая переработка нефти: технологический и экологический аспекты. – М.: Техника. ООО «ТУМА ГРУПП», 2001. – 384 С.
- 15 Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа: учеб. Пособие для вузов / С.А. Ахметов – Уфа: Гилем. 2002. – 672 с.

### ҚАЗАҚСТАНДА МҰНАЙДЫ ӨНДЕУДІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ПРОЦЕСТЕРІН ЖЕТІЛДІРУДІҢ НЕГІЗГІ БАҒЫТТАРЫ

МҰРАТБАЙ Д. Қ.  
студент, Торайғыров университеті, Павлодар қ.,  
ТУГАМБАЕВА Т. Б.  
аға оқытушы, Торайғыров университеті, Павлодар қ.

Мұнайды және газ конденсаттарын замануи мұнайөндеу зауыттарында (МӨЗ) өнеркәсіптік өндеу тауарлы өнімдерді немесе олардың компоненттерін алуға арналған күрделі көпсатылы

физикалық және химиялық өндеу арқылы жеке немесе құрандалы ірітоннажды технологиялық процестерде жүзеге асырылады. Мұнайды өндеудің негізгі үш бағыты белгілі:

- отындық;
- отын-майлы;
- мұнайхимиялық немесе кешенді (отын-мұнайхимиялық немесе отын-май-мұнайхимиялық) [1].

Мұнайды мұнайхимиялық және кешенді өндеу отындар мен майларды өндірумен қатар, мұнайхимиясы үшін шикізат (ароматты көмірсутектер, парафиндер, пиролиз шикізаты және т.б.) өндіруді, ал бірқатар жағдайларда мұнайхимиялық синтездің тауарлы өнімін өндіруді қарастырады.

Ауыр мұнай қалдықтарын газификациялауды есепке алып мұнайды кешенді өндеу бастапқы шикізаттан 34 % сұйық өнімдерді және құрамында 16 % этилен, 12 % этан, 26 %-дан артық пропан-пропиленді фракция, 95 % бутилендер, 36 % бутан және 15 %-ға жуық пентанды фракция бар 60 % газ алуды қамтамасыз етеді [1].

Қазақстанда үш ірі МӨЗ қызмет етеді:

- Павлодар мұнайхимия зауыты (ПМХЗ), жобаланған қуаттылығы – 6 млн. тоннамұнай жылына;
- «Петро Казахстан Ойл Продактс» Шымкент зауыты, жобаланған қуаттылығы – 5,25 млн. тоннамұнай жылына;
- Атыраумұнайөндеу зауыты (АМӨЗ), жобаланған қуаттылығы – 5 млн. тонна мұнай жылына.

Атырау мұнайөндеу зауыты (ЖШС «АМӨЗ») – Қазақстан Республикасының мұнайөндеу саласының тұңғыш кәсіпорны, Ұлы Отан соғысы жылдарында екі жылдың ішінде салынған, қолданысқа 1945 жылдың қыркүйегінде енгізілген.

Павлодар мұнайхимия зауыты (ЖШС «ПМХЗ») Қазақстанның солтүстік-шығысындағы мұнай өңдейтін және мұнайөнімдерін өндіретін ірі кәсіпорын. Қолданысқа 1978жылы енгізілген [2].

ПМХЗ әртүрлі маркалы автокөлік бензиндерін, дизель отынын, мұнай отынын (мазут), көмірсутекті сұйылтылған газдар, вакуумды газойль, техникалық күкірт, бірнеше түрлі битумдар (құрылыс, жол, төбе жабыны), мұнай коксын шығарады.

Зауыттың құрылымы:

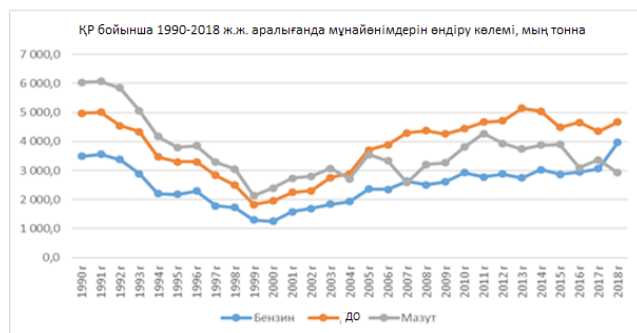
- мұнайды біріншілік өндеу кешені (ЛК-6У);
- мұнайөнімдерін компаундирлеу және тиеу кешені;
- мұнайды терең өндеу кешені (КТ-1 – мазутты терең өндеудің отындық кешені);

- ауыр мұнай қалдықтарын өңдеу кешені [2].

Шымкент мұнай өңдеу зауыты (ЖШС «ПКОП») 1985 жылы салынған.

Қазақстанның МӨЗ-на мұнайдың ірі жеткізушілері: «ҚазМұнайГаз», «Petrosun», «Petroleum Operating».

Төменде (1-сурет) 1990-2018 ж.ж. аралығындағы бензиннің, дизель отынының және мазуттың Қазақстандағы өндірілу динамикасы берілген. Бұл графиктен 2018 жылы бензин мен дизель отынын өндіру көлемдері 1990 жылдың деңгейіне жеткенін бақылауға болады.



Сурет 1 – Қазақстанда 1990–2018 ж.ж. аралығындағы бензиннің, дизель отынының және мазуттың өндірілу динамикасы [2]

Қазақстан Республикасының алдына қойған мақсаты – мұнайды өңдеу көлемін жылына 18–19 млн. тоннаға дейін, соның ішінде Атырау МӨЗ – 6 млн.тоннаға дейін, Шымкент МӨЗ – 6 млн.тоннаға дейін, Павлодар МХЗ – 7 млн.тоннаға дейін арттыру. Екіншіден, қазіргі кезде барлық мақсатты өнімдерді және басқа да компоненттерді алумен, сонымен қатар өңдеу тереңдігін 85 %-ға дейін жеткізумен мұнайөндеуді тереңдету жүзеге асырылуда. Үшіншіден, шығарылатын өнім түрлерін максималды ұлғайту, жоғарыоктанды бензиндердің, авиаотынның және битумдардың Қазақстанда жетіспеуін жою. Төртіншіден, шығарылатын мұнай өнімдерінің сапасын евростандарттарға сай деңгейге жеткізу. Бесіншіден, мұнайөңдеу зауыттарын жаңарту үшін және оларды модернизациялау, реконструкциялау және өндеудің жаңа қондырғыларын іске қосу мақсатында шетелдік инвестицияларды қолдану, сонымен қатар мұнайөңдеу

кәсіпорындары орналасқан облыстар мен аймақтарда әлеуметтік инфрақұрылымдарды дамыту [3].

Қазақстан Республикасының мұнайөңдеу өнеркәсібін дамыту үшін аталған мұнайөңдеу зауыттарында модернизациялау орындалды.

Атырау МӨЗ реконструкциялау және модернизациялау Кезең №1. Ароматты көмірсутектер өндіру кешенінің (АӨК) құрылысы.

Ароматты көмірсутектер өндіру кешенін жобалау мақсаты – Кедендік Одақтың Техникалық регламентіне сәйкес К-3 класқа жататын мотор отындарының шығарылуын қамтамасыз ету және мұнайхимиясы үшін бензол (133 мың тонна) және параксиллол (496 мың тонна) өндіру. Осы жобаның шеңберінде 2015 жылы катализатор үздіксіз регенерацияланатын және бензолды бөліп алу блогы бар каталитикалық риформинг қондырғысы іске қосылды. Ал, 2016 жылдың қыркүйегінде ароматты көмірсутектерді өндіретін PARAMAX құрандалы қондырғысы іске қосылды [2].

АӨК іске қосу өнеркәсіптік көлемде ароматты көмірсутектер өндіруге мүмкіншілік берді.

Кезең № 2. Мұнайды терең өңдеу кешенінің құрылысы (МТӨК). Мұнайды терең өңдеу кешенінің жобалау мақсаты – Кедендік Одақтың Техникалық регламентіне сәйкес К4–К5 класына жататын мотор отындарын шығаруды қамтамасыз ету, сонымен қатар өңдеу тереңдігін арттыру және зауыттың қуаттылығын 5,5 млн.тонна жылына жеткізу.

Осы жоба шеңберінде қолданысқа берілді:

- каталитикалық крекинг қондырғысы;
- нафтаны селективті гидрирлеу, сұйылтылған көмірсутекті газдарды (СКГ) күкіртсіздендіру, бутендерді олигомеризациялау, жеңіл нафтаны этерификациялау, нафтаны гидротазарту, газойльді гидротазарту, бензолды гидрирлеу, қаныққан газдарды газфракциялау қондырғылары;
- сутекті өндіру және тазарту, күкіртті өндіру қондырғылары [2].

Нәтижесінде зауыттың қуаттылығы жылына 5,5 млн. тонна мұнай болды, өңдеу тереңдігі 84 %-ға дейін көтерілді. Ашық мұнайөнімдерінің үлесі 75,4 %-ға жетті. Автокөлік отынынан (сапасы К5 болатын бензин және дизель отыны) басқа, зауыт бензол (133 мың тонна), параксиллол (497 мың тонна) шығара алады. Сонымен қатар, зауыт 2019 жылдан бастап Jet A1 (250 мың тонна) автоотынын және авиаотын шығара бастады. 2018 жылдың



желтоксанынан бастап Атырау МӨЗ ПТФ –32 градус болатын қысқы отын Khazar шығаратын Қазақстандағы жалғыз кәсіпорын болып табылады. Ал, 2019 жылдан бастап ПТФ 38 градус болатын Khazar дизель отыны шығарылуда [3].

Павлодар мұнайхимия зауытының (ПМХЗ) модернизациялануы

ПМХЗ модернизациялау мақсаты – Кедендік Одақтың Техникалық регламентіне сәйкес К4 класына сәйкес болатын мотор отынын шығаруды қамтамсыз ету.

Жоба шеңберінде изомеризациялау мен нафтаньң сплиттері, сонымен қатар қондырғылары іске қосылды. ПМХЗ модернизациялау сонымен қатар қолданыстағы атмосфералық айдау, нафтаньң гидротазарту, дизель отынын гидротазарту, керосинді тазарту, каталикалық крекинг, вакуумды газойльді гидротазарту қондырғыларын реконструкциялау орындалды.

Модернизациялау арқасында ПМХЗ-да жоғарыоктанды бензиндердің жылдық өнімділігі 1476 мың тонна жылына шамасына жетті, сонымен қатар авиаотын өндірісі дамыды [2].

ПМХЗ-да модернизациялау жобасын іске қосу нәтижесінде ПМХЗ-да келесі жаңа технологиялық қондырғылар салынды және іске қосылды:

- изомеризациялау және нафтаньң сплиттері кешені,
- күкіртті өндіру қондырғыларының кешені,
- бензиндерді араластырудың автоматты станциясы.

Осы шаралардың нәтижесінде К4 класының Кедендік Одақтың Техникалық регламентіне TP TC 013/2011 сәйкес келесі мотор отындарын алу мүмкін болды:

- дизель отыны;
- А-92, А-95 маркалы автокөлік бензиндері [2].

Шымкент МӨЗ модернизациясы мен реконструкциясы

Модернизациялау екі сатыда жүзеге асты және нәтижесінде мүмкін болды:

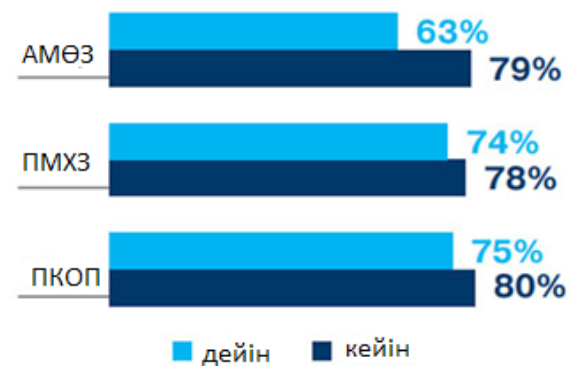
- экологиялық кластарға К4–К5 сәйкес болатын автокөлік отындарын өндіру;
- жоғарыоктанды бензиндерді, дизель отынын, авиаотынды өндіру мөлшерінің артуы;
- өндіру көлемін жылына 6,0 млн тонна дейін арттыру.

Модернизациялаудың сандық және сапалық нәтижелері.

Қазақстанның үш МӨЗ-де модернизациялау олардың көмірсутекті шикізатты өндеудің өндірістік қуаттылықтарын 8,5 %-ға, яғни 15,4 млн. тоннадан (модернизациялауға дейін)

16,6 млн. тоннаға дейін (модернизациялаудан кейін) арттыруға мүмкіншілік береді [3].

Модернизациялау нәтижесінде көмірсутекті шикізатты өндеу тереңдігі 71 %-дан 78–80 %-ға дейін артты, осының салдарынан орташа еуропалық стандарттарға жуықтады. Көрсеткіштер келесі диаграммада (2-сурет) берілген.



Сурет 2 – Көмірсутекті шикізатты өндеу тереңдігі, %

Қазақстанның МӨЗ-да 1000 тонна өңделетін мұнайға есептегенде модернизациялауға дейін және одан кейін мұнай өнімдерін өндіру келесі диаграммада (3-сурет) берілген [2].



Сурет 3 – Модернизациялауға дейін және одан кейін мұнай өнімдерін өндіру



Сонымен, Қазақстанда мұнайды өңдеудің технологиялық процестерін жетілдіру мұнай өңдеу зауыттарын модернизациялау арқылы жүзеге асырылады. Модернизациялаудың арқасында отынның жетіспеушілігі сұрағы шешілді және отынның экологиялылығы артты. Атырау, Павлодар және Шымкент зауыттарындағы модернизациялау нәтижесінде мұнайды өңдеу көлемі 14,16 млн. тоннадан 17,5 млн. тоннаға жетті, ал жоғарыоктанды бензин шығару 2,6 млн. тоннадан 5,426 тоннаға артты. Нарықта бензин мен дизель отынының артық мөлшері пайда болды, ал отынның өзінің экологиялық көрсеткіші Евро-4 деңгейіне көтерілді [3].

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- 1 Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа/ С.А. Ахметов. – Уфа : Гилем, 2011. – 673 с.
- 2 АО «Казахский институт нефти и газа» ОТЧЕТ ПО АНАЛИЗУ ОТРАСЛИ Астана 2019 г. – 243 с.
- 3 Атырауский нефтеперерабатывающий завод // Казахстан. Национальная энциклопедия. – Алматы: Қазақ энциклопедиясы, 2004. – Т. I. – ISBN 9965-9389-9-7. (CC BY-SA 3.0)

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЧИСЛА НАСОСОВ НА РАБОТУ МН В СИСТЕМЕ MATHCAD

РЫНДИН В. В.

профессор, Торайгыров университет, г. Павлодар  
ГРЕБЕНКИН В. В., ШАХАЕВ А. Н., ШОКАН Р. М.  
магистранты, Торайгыров университет, г. Павлодар

Эксплуатация нефтепроводов часто протекает с изменением пропускной способности трубопровода. Смена режима перекачки происходит дискретно за счёт изменения числа работающих насосов. Произвольное отключение насосов может привести к чрезмерному повышению давления на выходе из станции, либо к созданию разрежения на входе в насосы, что приводит к кавитации и разрушению насосов. Расчёт режимов работы магистральных нефтепроводов (МН) представляет сложную математическую задачу с большим объёмом вычислений (в работе было рассчитано 62 режима).

В данной работе для таких вычислений используется программа, разработанная в системе (пакете) Mathcad. В отличие от других языков программирования алгоритм программы и сама программа Mathcad записываются в одних и тех же символах, что сокращает как объём записи программы, так и делает её наглядной и готовой к непосредственному редактированию. Литература по использованию системы MathCAD обширна (сотни изданий). В качестве примера можно отметить работы [1–3].

Расчёт магистрального нефтепровода выполняется по методике, изложенной в [4] с использованием дополнительных сведений, необходимых для расчёта [5, 6].

**Исходные данные для расчёта магистрального нефтепровода.** Ввод символа присваивания двоеточия с равно «:=» осуществляется нажатием клавиши с символом двоеточия «:=».

Годовая массовая пропускная способность МН  $G_r := 21$  млн т/год.

Плановая объёмная пропускная способность нефтепровода  $Q_0 := 3042.601$  м<sup>3</sup>/ч или секундный расход  $Q_c := 0.845$  м<sup>3</sup>/с.

Протяжённость нефтепровода (перевальные точки отсутствуют)  $L_{тр} := 475$  км или  $L := L_{тр} \cdot 1000$  м. Наружный диаметр трубопровода  $D := 0.820$  м; толщина стенки  $\delta := 0.011$  м; внутренний диаметр  $d := D - 2\delta = 0.798$  м. Перепад высот в начале и в конце трубопровода  $\Delta Z := 123$  м. Ускорение свободного падения  $g := 9.81$  м/с<sup>2</sup>.

Плотность нефти  $\rho := 853$  кг/м<sup>3</sup>; кинематическая вязкость нефти при температуре грунта  $\nu := 68 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с.

Выбор марки магистрального (рабочего) и подпорного насосов. Для  $Q_0 = 3042.601$  м<sup>3</sup>/ч по таблицам 3.4 и 3.8 [8] выбираем магистральный насос НМ 3600-230 и подпорный насос НПВ 3600-90 с соответствующими коэффициентами:

$H_0 := 246.3$  м;  $b := 6.92 \cdot 10^{-6}$  ч<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>;  $H_{0н} := 127$  м;  $b_n := 2.9 \cdot 10^{-6}$  ч<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>.

Значения напоров насосов для  $Q := Q_0$  определяются из уравнений напорных характеристик для МН и ПН:

$H_{мн} := H_0 - b \cdot Q^2 = 182.239$  м;  $H_{пн} := H_{0н} - b_n \cdot Q^2 = 100.153$  м.

**Гидравлический расчёт трубопровода** выполнен аналогично типовому расчёту, приведённому в работе [7]. Из-за ограниченности объёма статьи этот расчёт здесь не приводится. В результате расчёта определено число станций  $n := 5$ . Для автоматического определения положения станций заносим значения координат  $x$  (км) точек трассы и соответствующие им значения  $z$  (м) геодезических высот в матрицу (таблицу)  $M$  (рисунок 1). Задание шаблона матрицы производится одновременным нажатием клавиш [Ctrl+M]. Начало

нумерации в матрице с единицы (по умолчанию – с нуля) задаём путём записи **ORIGIN:=1**. Выделяем 1-й и 2-й столбцы матрицы

(шаблон для степени {1} вводится нажатием клавиш [Ctrl+6]).

Линейная интерпретация профиля трассы в системе Mathcad:  $z(x) := \text{linterp}(X, Y, x)$ . Проверка начальных и конечных высот:  $z_n = 106.62$  м,  $z(0) = 106.62$  м;  $z_{кн} = 229.62$  м,  $z(475) = 229.62$  м.

Напоры насосов при  $Q = Q_{15} = 3163.248$  м<sup>3</sup>/ч.

$H_{мн} := H_0 - b \cdot Q^2 = 177.058$  м;  $H_{пн} := H_{оп} - b_n \cdot Q^2 = 97.982$  м.

Напор одной станции ( $m_n := 3$ ;  $h_{вп} = 15$ ;  $h_{ост} = 35$ )

$H_{ст} := m_n \cdot H_{мн} - h_{вп} = 516.173$  м.

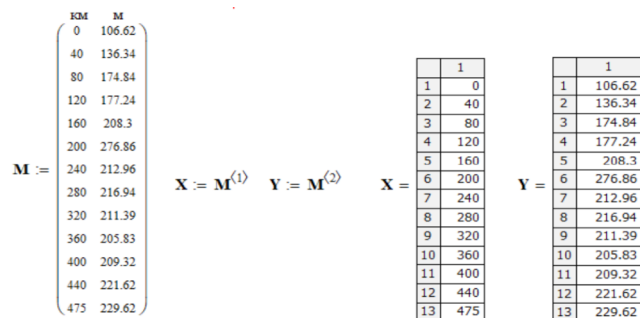


Рисунок 1 – К расчёту координат профиля трассы

Линии падения напора от 1-й станции (гидравлического уклона):

– без учёта напора от подпорного насоса

$$H_1(x) := z_n + H_{ст} - 1.01 \cdot i \cdot x \cdot 1000;$$

– с учётом напора от подпорного насоса

$$H_{1п}(x) := H_n + Z_n + H_{ст} - 1.01 \cdot i \cdot x \cdot 1000.$$

$$H_2(x) := z_n + 2 \cdot H_{ст} - 1.01 \cdot i \cdot x \cdot 1000, \quad H_{2п}(x) := H_n + H_2(x).$$

Аналогичным образом записываются линии падения напоров от 3-х, 4-х и 5-ти станций.

Координата 1-й станции по заданию  $x_{ст1} := 0$  км; геодезическая высота  $z_{ст1} = z_n := 106.62$  м. Координаты положения остальных станций определяются в точках пересечения линий падения напоров  $H_i(x)$  с кривой профиля трассы  $z(x)$  с помощью блока Given-Find (Дано-Найти) по начальному приближению  $x := 100$  км:

$$\text{Given } H_1(x) := z(x); x_{ст2} := \text{Find}(x) = 84.36 \text{ км}; z_{ст2} := z(x_{ст2}) = 175.10 \text{ м.}$$

$$\text{Given } H_2(x) := z(x); x_{ст3} := \text{Find}(x) = 171.61 \text{ км};$$

$$z_{ст3} := z(x_{ст3}) = 228.21 \text{ м.}$$

Аналогично находим  $x_{ст4} = 271.16$  км и  $x_{ст5} = 370.19$  км.

$$H_{пол}(x) := \begin{cases} H_{1п}(x) & \text{if } 0 \leq x \leq x_{ст2} \\ H_{2п}(x) & \text{if } x_{ст2} \leq x \leq x_{ст3} \\ H_{3п}(x) & \text{if } x_{ст3} \leq x \leq x_{ст4} \\ H_{4п}(x) & \text{if } x_{ст4} \leq x \leq x_{ст5} \\ H_{5п}(x) & \text{if } x_{ст5} \leq x \leq L_{тр}. \end{cases}$$

Задание ломаной линии полных напоров (с учётом подпорных насосов)  $H_{пол}(x)$  осуществляется с помощью программного модуля. Для создания программного модуля используется встроенная функция Add line, которая создаёт вертикальную линию слева.

Предварительно задаём массив чисел  $x := 0..500$  км.

На рисунке 2 приведены прямые линии гидравлических уклонов

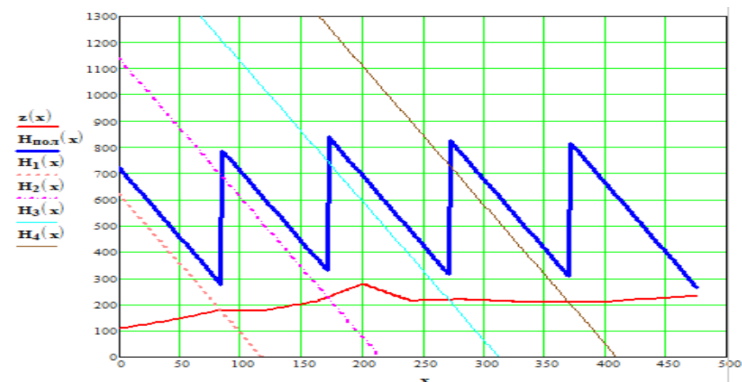


Рисунок 2 – Графическая иллюстрация расчёта положения НПС

$H_1(x)$ ,  $H_2(x)$ ,  $H_3(x)$ ,  $H_4(x)$ , дающие точки пересечения (положение НПС) с линией профиля трассы  $z(x)$ , и зигзагообразная линия изменения полных напоров  $H_{пол}(x)$  вдоль трассы, линия снизу – профиль трассы.

**Проверка правильности расчёта.** В конечном пункте разность напора и геодезической высоты должна равняться остаточному напору  $h_{ост} = 35$  м ( $L_{тр} = 475$  км;  $H_{пол}(L_{тр}) = 264.62$  м;  $z_{кн} = 229.62$  м)  $H_{пол}(L_{тр}) - z_{кн} = 35$  м. Расчёт сходится.

Выбор работоспособных режимов работы станций. Расстояния и разность геодезических отметок между смежными станциями:

$$L_1 := x_{ct2} \cdot 1000 = 84357.93 \text{ м}; \quad L_2 := (x_{ct3} - x_{ct2}) \cdot 1000 = 87255.50 \text{ м};$$

$$L_3 := (x_{ct4} - x_{ct3}) \cdot 10^3 = 99550.22 \text{ м}; \quad L_4 := (x_{ct5} - x_{ct4}) \cdot 10^3 = 99022.13 \text{ м};$$

$$L_5 := (x_{кп} - x_{ct5}) \cdot 1000 = 104814.22 \text{ м}; \quad \Delta Z_1 := z_{ct2} - z_{ct1} = 68.48 \text{ м};$$

$$\Delta Z_2 := z_{ct3} - z_{ct2} = 53.104 \text{ м}; \quad \Delta Z_3 := z_{ct4} - z_{ct3} = -12.145 \text{ м};$$

$$\Delta Z_4 := z_{ct5} - z_{ct4} = -9.342 \text{ м}; \quad \Delta Z_5 := z_{кп} - z_5 = 22.901 \text{ м}.$$

Проверка:  $L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 = 475000 \text{ м}$  ( $L = 475000 \text{ м}$ );

$$\Delta Z_1 + \Delta Z_2 + \Delta Z_3 + \Delta Z_4 + \Delta Z_5 = 123 \text{ м} \quad (\Delta Z = 123 \text{ м}).$$

Допустимое давление в трубопроводе  $p_{доп} = 6.8 \text{ МПа}$ .

Максимальный допустимый напор станции ( $\rho = 853$ ;  $g = 9.81$ )

$$H_{ст.макс} := \frac{\rho_{доп} \cdot 10^6}{\rho \cdot g} = 812.6 \text{ м}.$$

Минимальный подпор принимаем  $\Delta H_{мин} := 35 \text{ м}$ .

**Расчёт режимов** работы пяти станций с различным числом включённых насосов.

Комбинация включения насосов 2-3-3-3-3.

Общее число насосов  $n_n = 14$ . Число насосов на станциях:  
 $n_{m1} := 2$ ;  $n_{m2} := 3$ ;  $n_{m3} := 3$ ;  $n_{m4} := 3$ ;  $n_{m5} := 3$ .  $Q := Q_{14} = 3074.825 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

$$Q_c := \frac{Q}{3600} = 0.854 \text{ м}^3/\text{с}; \quad i := \beta \cdot \frac{Q_c^{2-m} \cdot v^m}{d^{5-m}} = 0.004951.$$

Напоры насосов

$$H_m := H_0 - b \cdot Q^2 = 180.875 \text{ м}; \quad H_n := H_{оп} - b \cdot Q^2 = 99.582 \text{ м}.$$

$$\Delta H_1 := H_n = 99.582 \text{ м}; \quad H_1 := \Delta H_1 + n_{m1} \cdot H_m - h_{вн} = 446.331 \text{ м}.$$

$$\Delta H_2 := H_1 - \Delta Z_1 - 1.02 \cdot i \cdot L_1 = -48.168 \text{ м}.$$

Данный режим не работоспособен, так как подпор меньше 35 м.

Комбинация включения насосов 3-3-3-2-3.

Общее число насосов  $n_n = 14$ . Число магистральных насосов на станциях:  $n_{m1} := 3$ ;  $n_{m2} := 3$ ;  $n_{m3} := 3$ ;  $n_{m4} := 2$ ;  $n_{m5} := 3$ .

$$\Delta H_1 := H_n = 99.582 \text{ м}; \quad H_1 := \Delta H_1 + n_{m1} \cdot H_m - h_{вн} = 627.205 \text{ м}. \quad \Delta H_2 :=$$

$$= H_1 - \Delta Z_1 - 1.02 \cdot i \cdot L_1 = 132.706 \text{ м}. \quad H_2 := \Delta H_2 + n_{m2} \cdot H_m - h_{вн} = 660.33$$

$$\text{м}. \quad \Delta H_3 := H_2 - \Delta Z_2 - 1.02 \cdot i \cdot L_2 = 166.575 \text{ м}. \quad H_3 := \Delta H_3 + n_{m3} \cdot H_m - h_{вн} =$$

$$= 694.198 \text{ м}. \quad \Delta H_4 := H_3 - \Delta Z_3 - 1.02 \cdot i \cdot L_3 = 203.602 \text{ м}.$$

$$H_4 := \Delta H_4 + n_{m4} \cdot H_m - h_{вн} = 550.351 \text{ м}. \quad \Delta H_5 := H_4 - \Delta Z_4 - 1.02 \cdot i \cdot L_4 =$$

$$= 59.62 \text{ м}. \quad H_5 := \Delta H_5 + n_{m5} \cdot H_m - h_{вн} = 587.243 \text{ м}.$$

$$\Delta H_{кп} := H_5 - \Delta Z_5 - 1.02 \cdot i \cdot L_5 = 35 \text{ м}. \text{ Схема работоспособна.}$$

В таблице 1 из-за малого объёма статьи приведены результаты расчёта ограниченного числа режимов из 62-х просчитанных.

Таблица 1 – Подпоры и напоры нефтеперекачивающих станций при различных числах работающих насосов и комбинаций их включения

	Число насосов	Комбинация включения	Расход, м <sup>3</sup> /ч	$\Delta H_1$ , м	$H_1$ , м	$\Delta H_2$ , м	$H_2$ , м	$\Delta H_3$ , м	$H_3$ , м	$\Delta H_4$ , м	$H_4$ , м	$\Delta H_5$ , м	$H_5$ , м	$\Delta H_{кп}$ , м
1	15	3-3-3-3-3	3163.3	98.0	614.2	98.0	614.2	98.0	614.2	98.0	614.2	98.0	614.2	35
2		2-3-3-3-3		99.6	446.3	-48.2								
3		3-2-3-3-3		99.6	627.2	132.7	479.5	-14.3						
4	14	3-3-2-3-3	3074.8	99.6	627.2	132.7	660.3	166.6	513.3	22.7				
5		3-3-3-2-3		99.6	627.2	132.7	660.3	166.6	694.2	203.6	550.4	59.6	587.2	35
6		3-3-3-3-2		99.6	627.2	132.7	660.3	166.6	694.2	203.6	731.2	240.5	587.2	35

Согласно приведённой части таблицы, работоспособными режимами являются 1, 5 и 6.

**Выводы.** В рамках выполнения магистерской диссертации была разработана программа расчёта и проведено исследование влияния числа насосов на работоспособность нефтепровода в системе Mathcad.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Кирьянов, Д. В. Mathcad 13. – СПб. : БХВ-Петербург, 2006. – 608 с.
- 2 Макаров, Е. Г. Инженерные расчёты в Mathcad 15 [Текст]. – СПб. : Питер, 2011. – 400 с.
- 3 Шушкевич, Г. Ч., Шушкевич, С. В. Компьютерные технологии в математике. Система Mathcad 14. В 2-х частях [Текст]. – М. : Издательство Гревцова, 2010. – 288 с.
- 4 Тугунов, П. И. Типовые расчёты при проектировании и эксплуатации нефтебаз и нефтепроводов : учеб. пособие / П. И. Тугунов, В. Ф. Новосёлов, А. А. Коршак, А. М. Шаммазов. – Уфа : Дизайн ПолиграфСервис, 2002 – 658 с.
- 5 Транспорт и хранение нефти и газа в примерах и задачах : учеб. пособие / Под редакцией Ю. Д. Земенкова. – СПб. : Недра, 2004. – 544 с.
- 6 Нечваль А. М. Транспорт и хранение нефти и газа. – Уфа : УГТУ, 2003. – 435 с.
- 7 Рындин В.В., Гребенкин В. В. Типовой расчёт магистрального нефтепровода в системе Mathcad [Текст] // материалы 10-й Междунар. науч.-техн. конф. (Россия, Омск, 26–29 февр. 2020 г.) – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2020. 372 с.

## INVESTIGATION OF HYDRATES FORMATION IN NATURAL GAS TRANSMISSION PIPELINES

SADYKOV N.

senior lecturer, Toraighyrov University, Pavlodar

Gas hydrates are an actual problem in the oil and gas sector. Gas hydrates are ice-like crystalline solid cages of host water and guest gas molecules which form in certain conditions such as low temperatures and high pressures [1, p. 405]. Depending on the pressure and gas composition, they can form in temperature up to 25 °C [1, p. 405]. Gas hydrates are a significant problem in the oil and gas industry, especially in gas extraction and natural gas transmission pipeline. Due to their insolubility and crystalline structure, they easily can block various equipment: production equipment, pipelines, valves, where wet gas or gas mixtures are transported for long distances, particularly on-shore in cold climates and off-shore on the sea bed [1, p. 405]. It takes long time (weeks, and even months), requires labour efforts to remove gas hydrate plugs. As a consequence, gas hydrates lead to huge economical costs. In order to understand and prevent or at least minimise gas hydrate in gas transmission pipelines, firstly, the gas hydrate thermodynamics should be understood, in other words in which pressure and temperature different gas and gas mixtures form (importance of thermodynamic model). Secondly, gas hydrate kinetics, in other words, when and at what distance of the pipeline they will form. Noteworthy, the modern oil and gas industry, uses various mitigation strategies, hydrate formation can be allowed as long as they do not plug the pipeline. That is the importance of knowing the gas hydrate kinetic model. Mainly, the effect of various chemical inhibitors on hydrate formation thermodynamics and kinetics also very important. Since, there are a plethora of various compositions of gas and gas mixtures, it is very essential to highlight that doing laboratory experiments is time consuming and economically-costly. Thus, different methods, model, correlations and computer programmes take place to assist the oil and gas industry in determining thermodynamic conditions and kinetics of hydrate formation [2, p. 18]. The actuality of the article is the really existing problem with hydrates in transportation of gas in transmission pipelines. The possible scientific novelty of the article is the deeper comparison of different inhibitors.

This article mainly will attempt to investigate chemical inhibitors such as thermodynamic hydrate inhibitors and kinetic hydrate inhibitors.

The objectives of the article:

- develop an understanding of the conditions that dictates hydrate formation [2, p. 18];
- explore various mitigation strategies such as the use of additives to suppress hydrate formation [2, p. 18].

There are several conditions for hydrates to form in pipelines and processes.

Primary:

- free water and hydrate-forming gas [3, p. 10] (methane, ethane, propane, i-butane, n-butane, hydrogen sulfide, nitrogen, carbon dioxide) [4], while other hydrocarbons do not form hydrates [4];
- low temperature. At the deep subsea the ocean bottom temperature is mostly uniform 2-4 °C. Hydrates form readily at such temperatures [3, p. 10];
- high pressure. At 2-4 °C, common natural gas hydrates can be formed as low as 0.7 MPa; at 18-20 °C – 10 MPa [3, p. 10].

For secondary conditions, such terms should be considered: mixing, kinetics, physical site and salinity [3, p. 10].

Based on hydrate formation conditions described above, the common methods to prevent hydrate formation:

- controlling pressure as low (but it is not realistic as high pressure is needed to transport gas);
- controlling temperature as high (e.g., electrical heating; insulation);
- water removal (but there will be always some water remained in gas)
- injecting chemical inhibitors [5].

Focusing on inhibitors, hydrate inhibition chemicals are divided into two main classes: thermodynamic inhibitors (THI) and low-dosage hydrate inhibitors (LDHI).

The aim of THI is to maintain temperatures and pressures of the flowline fluid outside the hydrate region. Hydrates normally form at the hydrocarbon – liquid water interface. Due to water's heavier density, it resides in the bottom, and additionally, the top and sides of the flowline are waterwet. This provides more interface for hydrates to form. However, water in flowline dissolves THI, e.g., methanol (MeOH), monoethylene glycol (MEG) [6], diethylene glycol [1, p. 406] and ionic salts [7, p. 163]. The oxygen atom of MeOH and MEG attracts neighbouring water molecules. Each oxygen atom has two lone-pair electrons, which gives two negative charges. These two negative charges strongly attract the positive charge of the hydrogen in the neighbouring molecule of water to create a very strong hydrogen bond between the molecule of water

and the inhibitor [6]. The inhibitor hydrogen bond with water plays a role as a competitor for the hydrogen bond of water itself in hydrates. That makes all water difficult to convert to hydrate. MeOH and MEG prevent the molecules of water to participate in the solid hydrate structure but keep the water in the flowable liquid phase. Therefore, the more inhibitors added to the system, the less water participates in the hydrate formation [6, p. 91].

MeOH and MEG both have different molecular mass, as a result, different injection method is needed [6]. Because of MeOH has a lower molecular mass (32 g/mol), it is easily vapourised into the gas phase. While MEG with higher molecular mass (62 g/mol) is denser and non-volatile, as a consequent it is vaporised less [6]. Both additives are added in the aqueous phase. MEG is recovered better than MeOH by removing the water from the flowline. In 1993 Davalath and Barker compared the MeOH and MEG in the case in the same amount, it showed that MEG, due to its high viscosity dropped the pressure twice greater than MeOH [6, p. 90].

Some advantages of MeOH are the ability to remove topside plugs and they do not have salt problems. Disadvantages of MeOH are costly to recover; significant gas and condensate vaporisation losses; poisons molecular sieves and catalysts; causes downstream problems. MeOH concentrates in the liquified petroleum gas stream (LPG) [7]. LPG is mainly formed with propane and butanes. The combination of propane, n-butane and MeOH form azeotropes, which do not allow to separate the system via binary distillation [7]. Another side-effect can be that MeOH in combination with the corrosion inhibitors may lead to unexpected corrosion. Furthermore, dissolved air in MeOH leads to corrosion problems [7].

Advantages of MEG are that relatively recoverable as it is less volatile; ability to remove hydrate plugs in wells and risers; has less solubility for gas and condensate. Disadvantages of MEG could be higher viscosity, which slows flow; boiling fouling and salt precipitation, which causes corrosion in pipes and valves [6]. MeOH is also used as a fuel, thus it is flammable [7, p. 161]. MEG is less flammable. Thus, for the fire safety reasons the storage of MeOH is more dangerous than of MEG, particularly on offshore rigs [7, p. 161]. However, some organisations store half-diluted MeOH, that require more MeOH to be injected [7, p. 162]. Both additives are toxins if consumed in sufficient enough quantities [7, p. 161]. Additionally, MEG has a very sweet flavour, that may attract children and animals [7, p. 161]. In terms of price, MEG is much more expensive than MeOH. Therefore, usually,

it is better to recover injected MEG, meanwhile, MeOH, as a rule, not recovered. However, MEG is not always recovered, because water is often a brine and its salt concentration in the MEG may cause problems in processing [7, p. 163].

LDHI is a very new type of hydrate inhibitors, in marked contrast with THI. They are divided into two classes: 1) kinetic hydrate inhibitors (KHI) and 2) antiagglomerants (AAs) (e.g., quaternary ammonium salts [6, pp. 95–96], [7, p. 164]. LDHI are used in mostly lower concentration than THI [7, p. 164].

The aim of KHI is in prevention of the hydrate crystallisation or in other words, to slow the process when the hydrates crystallise [7, p. 164]. Such additives postpone the hydrate formation process and hydrate growth process in order to get sufficient time for the natural gas to get their final destination before hydrates form [7, p. 164]. KHI is then removed from water [6, p. 92]. Unlike THI, KHI is time-dependent [6, p. 92]. It is reported that 3000 ppm of KHI can depress hydrate formation temperature by 11 ° [8]. Typical KHI is a polymer, which has large molar mass and high solubility in water [7, p. 164].

AAs do not prevent the hydrate formation, instead, they are able to prevent the hydrate accumulation into plugs. They are contained in the total fluid slurry, which is still flowable and do not produce plugs in the flowline [7, p. 165]. From the rheology of hydrate slurries, the fluid particles alter the flow properties [9]. The friction factor controls the pressure drop in the turbulent regime, while the apparent viscosity does in the laminar regime [9].

Other inhibitors that could be used are acetone and ammonia. Ammonia has lower molar mass (17.03g/mol) than MeOH (32 g/mol) [7, p. 153]. The Hammerschmidt equation demonstrates that 10 °C depression in the hydrate formation temperature needs 11.6 weight % of ammonia solution, while for MeOH 19.8 weight % solution [7, p. 153]. The main advantage of ammonia is that it thaws the hydrate plugs within the pipeline's length in contrast to other inhibitors, which require the pressure drop to get hydrate plugs. However, it has also negative sides as it easily reacts with hydrogen sulphide and carbon dioxide in the aqueous phases. Moreover, it is toxic enough [7, p. 153]. As MeOH, ammonia is also greatly vaporising, due to its high volatility [7, p. 153]. According to good industrial practises, ammonia is very seldom used as the hydrate inhibitor [7, p. 153]. Acetone, being a polar compound, have lots of common characteristic with alcohols, but it is less cost-effective than MeOH [7, p. 154]. The temperature of depression from acetone is

twice less than from MeOH for the same weight per cent. It must be noted that at low concentrations, the hydrate formation temperature increased under acetone influence rather than decreased [7, p. 154].

In conclusion, various chemical additives have been analysed as a hydrate preventive strategy. The aim of thermodynamic hydrate inhibitors (methanol, glycols, ionic salts) is to maintain temperatures and pressures of the flowline fluid outside the hydrate zone, while kinetic hydrate inhibitors aim to slow the hydrate formation process, giving by that the opportunity for gas to reach the final destination within the pipeline's length [7, p. 164]. Taking everything mentioned above into account, it might be seen that the most suitable chemical inhibitor to suppress hydrate formation might be methanol. However, it worth pointing out that there is always a financial factor of the problem, therefore, mitigation strategy may vary from case to case. Overall, the main objectives outlined have been achieved.

#### REFERENCES

- 1 J. Fink, "Gas hydrate control", in *Petroleum Engineer's Guide to Oil Field Chemicals and Fluids*, 2nd ed., Oxford: Elsevier Inc, 2015, pp. 405-443.
- 2 G. Engineering and I. P. Specifications, "M . Sc . Oil and Gas Engineering EG5908 Individual Project Specifications," 2020.
- 3 D. van der A, "EG55F8/EG55G8 Flow Assurance. Hydrates", University of Aberdeen, Aberdeen, UK, 2020.
- 4 E. D. Sloan and J. C. Koh, *Clathrate Hydrates of Natural Gases*, Third Edition - E. Dendy Sloan, Jr., Carolyn Koh - Google Books. 2008.
- 5 A. Samimi, "Preventing Hydrate Formation in Gas Transporting Pipe Lines with Synthetic Inhibitors," *Int. J. Sci. Investig.*, vol. 1, no. 9, pp. 48–50, 2012, [Online]. Available: <http://www.ijsei.com/papers/ijsei-10912-10.pdf>.
- 6 T. Palermo and D. Sloan, "Artificial and Natural Inhibition of Hydrates," *Nat. Gas Hydrates Flow Assur.*, pp. 87–104, 2011, doi: 10.1016/B978-1-85617-945-4.00005-4.
- 7 J. Carroll, *Inhibiting Hydrate Formation with Chemicals*, 2014.
- 8 S. B. Fu, L. M. Cenegy, and C. S. Neff, "A Summary of Successful Field Applications of A Kinetic Hydrate Inhibitor," *SPE International Symposium on Oilfield Chemistry*. Society of Petroleum Engineers, Houston, Texas, p. 8, 2001, doi: 10.2118/65022-MS.
- 9 A. Siquin, T. Palermo, and Y. Peysson, "Rheological and Flow Properties of Gas Hydrate Suspensions," *Oil Gas Sci. Technol. - Rev. IFP*, vol. 59, no. 1, pp. 41–57, 2004, [Online]. Available: <https://doi.org/10.2516/ogst:2004005>.

## ОСНОВЫ ЦЕНТРОВКИ ВАЛОВ ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЕГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

УМУРЗАКОВА С. Б.

преподаватель, Павлодарский химико-механический колледж, г. Павлодар

ОМАРБЕКОВА И. К.

преподаватель, Павлодарский химико-механический колледж, г. Павлодар

СЕРИКПАЙ А.

студент, Павлодарский химико-механический колледж, г. Павлодар

РАЕВ А.

студент, Павлодарский химико-механический колледж, г. Павлодар

Несмотря на все усилия по точной центровке вращающихся машинных валов, динамическое движение (обычно считается, что оно связано с тепловым расширением корпусов машин) привело к тому, что машины работали в условиях, далеких от оптимальных. Эта неприятная проблема десятилетиями мучила специалистов по надежности машин.

Что такое центровка валов? Центровка валов – это расположение центров вращения двух или более валов таким образом, чтобы они были коллинеарны, когда машины находятся в нормальных условиях эксплуатации. Правильная центровка валов определяется не показаниями общего индикатора (TIR) ступиц муфты или валов, а скорее правильными центрами вращения опорных элементов вала (подшипников машины).

Существует два компонента соосности – угловое и смещение.

Соосность смещения, иногда называемое параллельным смещением, представляет собой расстояние между центрами вращения валов, измеренное в плоскости передачи мощности. Обычно это измеряется в центре муфты. Единицами для этого измерения являются милы (где 1 мил = 0,001 дюйма).

Угловое смещение, иногда называемое «зазором» или «лицом», представляет собой разницу в наклоне одного вала, обычно подвижной машины, по сравнению с наклоном вала другой машины, обычно стационарной. Единицы для этого измерения сравнимы с измерением уклона крыши (т.е. подъем/спуск). В этом случае подъем измеряется в милах, а пробег (расстояние вдоль вала) измеряется в дюймах. Единицами углового смещения являются милы/1 дюйм.

Как указано, есть два отдельных условия выравнивания, которые требуют коррекции. Существуют также две плоскости

потенциального смещения – горизонтальная плоскость (из стороны в сторону) и вертикальная плоскость (вверх и вниз). Каждая плоскость выравнивания имеет смещение и угловые компоненты, поэтому фактически необходимо измерить и скорректировать четыре параметра выравнивания. К ним относятся угловатость по горизонтали (НА), смещение по горизонтали (НО), угловатость по вертикали (ВА) и смещение по вертикали (ВО).

Допуски на соосность валов. Исторически допуски на соосность валов регулировались проектными спецификациями производителей муфт. Первоначальная функция гибкой муфты заключалась в том, чтобы компенсировать небольшое смещение вала, оставшееся после завершения центровки вала с использованием поверочной линейки или шупов. Некоторые производители муфт проектируют свои муфты так, чтобы они выдерживали усилия, возникающие в результате углового смещения до 3 градусов и соосность смещения на 0,075 дюйма (75 мил), в зависимости от производителя и типа муфты.

Еще одним распространенным допуском производителей муфт является допуск на зазор. Обычно это значение дается как абсолютное значение TIR поверхности муфты (например, спецификация может читаться как «TIR поверхности не должна превышать 0,005 дюйма»). Это число может быть обманчивым в зависимости от диаметра поворота индикатора с лицевой шкалой или диаметра измеряемой муфты. Справедливости ради следует отметить, что допуски, предлагаемые производителями муфт, предназначены для обеспечения срока службы муфты с расчетом на то, что из строя выйдет гибкий элемент, а не критичный компонент машины.

Если бы этот угловой допуск применялся к муфте диаметром 5 дюймов, результат углового выравнивания составил бы 1 мил/1 дюйм диаметра муфты или 1 мил подъема на 1 дюйм расстояния в осевом направлении вдоль осевой линии вала. Если бы муфта имела диаметр 10 дюймов, результат выравнивания был бы в два раза точнее (0,5 мил/1 дюйм). Это может привести к выводу, что допуск на угловое выравнивание, основанный на милах/1 дюйм, может применяться ко всем валам независимо от диаметра муфты.

Гармонические силы опасны. Когда валы смещены, возникают силы. Эти силы могут создавать большие нагрузки на вращающиеся и неподвижные компоненты. Хотя, вероятно, муфта не выйдет из строя при воздействии больших нагрузок в результате такой грубой несоосности, подшипники и уплотнения на машинах, которые не соосны, наверняка выйдут из строя в этих условиях. Как правило,

подшипники и уплотнения машин имеют небольшие внутренние зазоры и воспринимают эти гармонические силы, мало чем отличающиеся от постоянных ударов.

Чрезмерная несоосность вала, скажем, более 2 мил для машины с частотой вращения 3600 об/мин в нормальных условиях эксплуатации, может создавать большие усилия, которые действуют непосредственно на подшипники машины и вызывают чрезмерную усталость и износ уплотнений вала. В экстремальных случаях перекоса вала изгибающие напряжения, приложенные к валу, могут привести к поломке вала.

Ожидаемый срок службы подшипников. Наиболее распространенные подшипники, используемые в машинах, шариковые и роликовые подшипники, имеют расчетный ожидаемый срок службы, который иногда называют сроком службы подшипника

L-10 – оценка усталостной долговечности конкретного подшипника. Статистический анализ срока службы подшипника по отношению к силам, приложенным к подшипникам, позволил составить уравнение описывающее, как на срок службы подшипника влияет увеличение сил из-за несоосности.

По мере увеличения силы, приложенной к данному подшипнику, ожидаемый срок службы уменьшается на куб этого изменения. Например, если величина силы в результате перекоса увеличивается в 3 раза, ожидаемый срок службы подшипников машины уменьшается в 27 раз.

За последние 20 лет было проведено немало исследований в области центровки валов. Результаты привели к совершенно другому методу оценки качества центровки валов и к более точным методам исправления условий несоосности. Основываясь на исследованиях и фактических оценках промышленных машин, допуски на центровку валов в настоящее время чаще основаны на частоте вращения вала, а не на диаметре вала или спецификациях производителей муфт. В настоящее время нет опубликованных ISO или ANSI конкретных стандартов допусков.

Другой распространенный метод определения допусков на соосность вала заключается в обеспечении того, чтобы опоры машины находились в пределах заданного расстояния от того, что считается «нулем». Этот метод также может ввести в заблуждение. Если машина считается выровненной, когда коррекция опор составляет менее 2 мил как на передних, так и на задних опорах, иногда может иметь место серьезное смещение. Как правило, чем меньше площадь основания машины (расстояние между передними



и задними опорами), тем хуже условия выравнивания, основанные на этих критериях допуска выравнивания.

На рисунке предоставлен расстояние между ножками двигателя спереди и сзади составляет 10 дюймов. Расстояние от передних ножек до центра муфты составляет 8 дюймов. Если переднюю опору двигателя оставить на 2 мила в высоту, а заднюю опору оставить на 2 мила ниже, результаты выравнивания вала будут следующими: вертикальный угол 0,4 мил/1 дюйм открыт в верхней части муфты и вертикальное смещение 5,2 мила в плоскости передачи мощности. Если эта машина работает со скоростью 1800 об/мин, это будет за пределами допустимых допусков соосности валов. Опять же, это подтверждает, что набор допусков на центровку вала, основанный на частоте вращения вала, будет применяться ко всем машинам, независимо от их занимаемой площади. МТ

RPM	Angular Misalignment Mils per in. .001/1 in.		Offset Misalignment Mils .001 in.	
	Excellent	Acceptable	Excellent	Acceptable
3600	0.3/1 in.	0.5/1 in.	1.0	2.0
1800	0.5/1 in.	0.7/1 in.	2.0	4.0
1200	0.7/1 in.	1.0/1 in.	3.0	6.0
900	1.0/1 in.	1.5/1 in.	4.0	8.0

Рисунок 1 – Типичные допуски для выравнивания

Несоосность с использованием расстояний в ножках машины

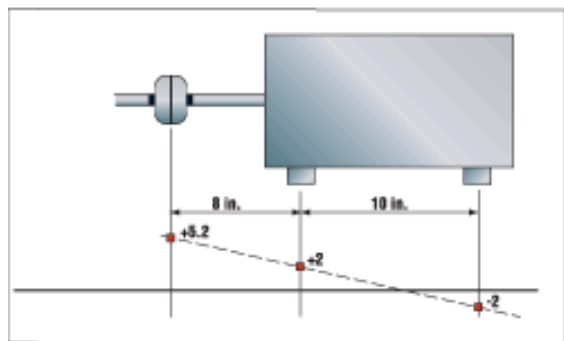


Рисунок 2 – Использование расстояния между футами машины для выравнивания машины с допустимыми допусками может дать вводную в заблуждение информацию

## ЛИТЕРАТУРА

1 Сугак Е. В., Василенко Н. В., Назаров Г. Г., Панышин А. Б., Каркаринов А. П. Надежность технических систем: Учебное пособие для технических специальностей вузов. – Красноярск: НИИ СУВПП, 2001. – 330 с.

2 Кокушин Н. Н., Тихонов А. А., Петров С. Г., Головкин В. Е., Ключкин И. В. Надежность машин и оборудования: Учебное пособие. – Санкт-Петербург: СПбГТУРП, 2013. – 68 с.

3 Климов А. М., Брянкин К. В. Надежность технологического оборудования: Учебное пособие. – Тамбов: Издательство Тамбовского государственного технического университета, 2008. – 104 с.

## ҰҢҒЫМАЛАРДАН КӨТЕРУ СҰЙЫҚТЫҒЫНЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

ХУРМАНХАН М.

оқытушы, Павлодар химия-механикалық колледж, Павлодар  
УМУРЗАКОВА С. Б.

оқытушы, Павлодар химия-механикалық колледж, Павлодар  
ӘБДІРАХМАН Ә. Ш.

оқытушы, Павлодар химия-механикалық колледж, Павлодар  
ОМАРБЕКОВА И. К.

оқытушы, Павлодар химия-механикалық колледж, Павлодар

Мұнай кен орындарының ұңғымаларындағы сұйықтықтың өсуі әрдайым газдың босатылуымен қатар жүреді. Сондықтан ұңғымаларды көтеру сұйықтығын көтеру процесін түсіну, көтеру үшін қондырғыларды жобалау және қажетті жабдықты таңдау мүмкіндігі бар, ол үшін құбырдағы газ-сұйық қоспалардың қозғалыс заңдарын білу керек. Мұнай өндірудің барлық белгілі әдістерімен біз газ-сұйық қоспалардың төменгі бөлігінен аузына дейін немесе ең көбі қозғалысымен күресуіміз керек. Бұл заңдар құбырдағы біртектес сұйықтықтардың қозғалыс заңдарына қарағанда әлдеқайда күрделі және одан кем зерттелген. Егер бір фазалық ағынның қозғалысы кезінде бір эксперимент коэффициентімен  $\lambda$  (үйкеліс коэффициенті) жұмыс істесе, онда екі фазалық ағынның қозғалысы кезінде газ-сұйық қоспалары ағынның кем дегенде екі экспериментальды сипаттамасына жүгіну керек, бұл өз кезегінде басқа да процестердің параметрлеріне және қозғалыс жағдайына байланысты, әртүрлілігі өте үлкен [1, 56 б.].

Мұнайды өндірудегі негізгі процесс – газ-сұйықтық қоспасын ұнғыманың түбінен бетіне көтеру процесі. Осының негізінде ұнғыманы пайдаланудың негізгі міндеті – ұнғымаларды өндірудің жоғары тиімділігі мен біртіндеп өнімділігін арттыру үдерісін жүзеге асыруға болады.

Ұнғыманың төменгі жағынан ұнғымаларды шығару процесі белгілі бір ысыраптармен байланысты болғандықтан, қалпына келтіру үдерісінің өзі ұнғыманың өндірісі мен оның қозғалысы кезінде энергия шығындарының белгілі бір коэффициентімен ғана мүмкін болады.

Мұнай өнеркәсібінің қазіргі жағдайы күрделі климаттық және географиялық жағдайлармен ғана емес, сондай-ақ жоғары тұтқырлықты немесе су басқан өнімдердің, еркін газдың жоғары құрамы бар өнімдердің, сондай-ақ бұрғыланған ұнғымаларда су астында жүретін жабдықтардың жұмысымен байланысты ұнғымаларды өндірудің күрделі пайдалану шарттарымен сипатталады [2, 45-46 б.].

Технологиялық тұрғыдан күрделі пайдалану шарттары, мұнай өндірудің қолданыстағы технологиялық үрдістері кезінде қолданыстағы жабдықпен ұнғымалардың қалыпты және тиімді жұмыс істеуі қиын немесе іс жүзінде мүмкін емес жағдайлары деп түсініледі.

Мұнай өндіру тәжірибесін талдау көрсеткендей, өндірістік ұнғымаларды пайдаланудағы негізгі күрделі факторлар:

- ұнғымалардың суы;
- өнімдердің жоғары тұтқырлығы (мұнай-су эмульсиялары немесе таза май);
- еркін газдың едәуір мөлшерін өндірудегі мазмұн;
- өндіріс ұнғымаларын айтарлықтай бұрмалау;
- резервуардан механикалық қоспалардың ағымы;
- тау-кен жүйесінде тұздар, шайырлар, парафиндер және т.б.

Жалпы ұнғымалар өнімдері мұнай, су, еркін (ерітілген) газдан тұратын, қатты бөлшектердің физикалық-химиялық сипатынан (цементтейтін заттар мен механикалық бөлшектері, түрлі тұздардың кристалдары және асфальт, шайыр) тұратын дисперсті жүйе болып табылады парафиндер және т.б.).

Сонымен бірге қаралып отырған күрделі жүйе әртүрлі фазалық өзгерістерге ұшыраған үнемі өзгертін температура мен қысым жағдайларында (қысым мен температура) ұнғыма бойымен қозғалады.

Осылайша, зерттелетін негізгі зат – газ-сұйық қоспасы, кейбір жағдайларда қатты компоненттері бар.

Газ-сұйық қоспалардың толық сипаттамасын, кез келген орта тығыздық, тұтқырлық, сығымдалу, жылу сыйымдылығы, жылу өткізгіштік және т.б. негізгі физикалық қасиеттерінің көрсеткіштері. Бұл газдың сұйықтық қоспадан тұратын қоспалардан тұрады, олардың негізгісі: газ саны (газ мазмұны, газды қанықтыру), салыстырмалы жылдамдық, дисперсия, интерфейстеги беттік кернеу, осы бетінің беріктігі, тұрақтылық және т.б.

Газ және сұйықтың көлемдік қатынасына байланысты дисперсиялық орта сұйықтық болуы мүмкін (сұйықтық көлемінде газ көпіршіктері бөлінеді) және газ (сұйық тамшылар газдың көлеміне бөлінеді). Бірінші жағдайда дисперстік фаза – газ, екіншісінде – сұйықтық.

Газ-сұйық қоспалардың қозғалыс жағдайларын өзгерту дисперстің өзгеруіне, атап айтқанда, газ көпіршіктеріне әкелуі мүмкін екенін атап өткен жөн. Дисперсиядағы екі жағдайдың өзгеруі мүмкін: оларды біріктіру нәтижесінде газ көпіршіктерінің баяулауы және оларды кішігірім бөліктерге бөлу - дисперсия. Осылайша, дисперсия – бірігуге кері әсер ететін процесс.

Бірігу және дисперсия процесі жылдамдықпен сипатталады және газдың құрамына, газ фазасының қосындыларының гетерогендігіне, интерфейстік пленка қалыңдығы мен беріктігіне (икемділік), беттік кернеуге және т.б. байланысты.

Фазалар арасындағы беттік кернеу интерфейстің ұзындығы бірлігін құруға және осы шекараны ұлғайтуға арналған энергия шығынын сипаттайды. газ фазасының дисперсиясын арттыру. Интерфейстің қасиеттеріндегі өзгерістерге беттік-белсенді заттардың қоспасын енгізу арқылы қол жеткізуге болады.

Газ-сұйық қоспалардың түбінен ұнғыға қарай қозғалысы кезінде қысым мен температураның өзгеруі, газдың шығарылуы мен кеңеюі байқалады, газ-сұйық қоспаларының параметрлері өзгереді.

Бұл жағдай газ-сұйық қоспаларының қозғалыс заңдарын зерделеу өте қиынға түседі. Зерттеудің ең қиыны - газ, мұнай және судан тұратын газ-сұйық қоспалар (су басқан құдықтардың жұмыс жағдайы).

Газ-сұйықтық қоспаларының ең маңызды ерекшелік сипаттамаларының бірі сұйықтықтағы газдың салыстырмалы жылдамдығы болып табылады, ол толығырақ қарастырылуы тиіс.

Газ сұйық қоспасын лифтке жылжыту процесі тек арнаның (кұбырдың) қабырғаларына қатысты сұйық және газ фазаларының қозғалысымен ғана емес, сондай-ақ сұйықтыққа қатысты газ фазасының қозғалысымен байланысты.

Егер сұйықтық фазасының шынайы орташаланған жылдамдығын, және Архимед күші көрінісінің нәтижесі болып табылатын, жылдамдықпен, ара қатынасы арқылы, газдың көпіршіктерінің орташаланған қозғалыс жылдамдығын анықтайтын болса, келесі түрде анықталады.

Архимед күші газ көпіршігінің көлемімен және сұйықтық пен газдың тығыздықтарындағы айырмашылықпен анықталады. Салыстырмалы жылдамдық архимедиялық күштің ғана емес, сонымен қатар сұйықтықтың газ көпіршігінің көлеміне, ол қозғалатын сұйықтықтың тұтқырлығы мен интерфейстің физикалық қасиеттеріне байланысты қарсылық күшінің қозғалысына кедергі келтіретін күштің функциясы болып табылады.

Кұбырдан сұйықтықты көтергенде, осы процесі толығымен сипаттау үшін, төмендегідей негізгі бағыттарда газ-сұйықтық қоспасының немесе сұйықтықтың қозғалысын қарастырған жөн: лифтте, ұңғыманың төменгі жағынан ұңғыманың төменгі жағынан су асты құрал-жабдықты қабылдауға дейін (құралдың түсіру тереңдігі жабдықтың тереңдігінен төмен болғанда) динамикалық деңгейге дейін.

Әдетте, ұңғыманың төменгі жағынан су астында орналасқан жабдықты алу үшін үлкен диаметрлі көтергіш (өнімділігі өте кең шегінде өзгеруі мүмкін) бағанасы ұсынылған.

Сонымен қатар, осы саладағы жұмыс жағдайларына байланысты бір сұйықтықтың қозғалысы, екі сұйықтықтың бірлескен қозғалысы, судың қозғалысы және қоспаның басқа қозғалыс формалары мүмкін.

Әрбір ұңғыманың негізгі түрі – олардың құрылысы. Ұңғыманың конструкциясы ұңғыманың мақсаттарына байланысты және өндіріс көлемі мен көлемі бойынша ерекшеленетін, бұрғыланған тесікке түсетін және оған бекітілген қосымша корпус құбырлары мен қосымша ұңғымалар құрылғыларының жиынтығы ретінде түсініледі. Осылайша, жобалау ұңғыманың мақсатына байланысты және геологиялық, техникалық және технологиялық факторлармен анықталады. Ұзақ үздіксіз жұмыс істеуі керек [3, 110–119 б.].

## ӘДЕБИЕТТЕР

1 Мищенко И. Т. Технология и техника добычи нефти. Теоретические основы подъема жидкости из скважины, часть 1 (Учебное пособие). – М.: МИНХ и ГП им. И.М.Губкина, 1997.

2 Мищенко И.Т. Теоретические основы подъема жидкости из скважин, часть 2 Учебное пособие. – М.: МИНХ и ГП им. И. М. Губкина, 1982.

3 Ибрагимов Л. Х., Мищенко И. Т., Челоянц Д. К. Интенсификация добычи нефти. – М.: Наука, 2000.

Gu F., Summers P.A., Hall P. Recovering materials from waste mobile phones: Recent technological developments, Journal of Cleaner Production. – 2019 – 237, 117657 [на англ. яз.].

## Мазмұны

## 5 Секция. Заманауи инженерлік инновациялар мен технологиялар

## 5 Секция. Современные инженерные инновации и технологии

## 5.1 Тау-кен өндірісі мен металлургиядағы заманауи инженерлік инновациялар мен технологиялар

## 5.1 Современные инженерные инновации и технологии в горном деле и металлургии

Абдрахманов Е. С., Заркен М. С., Сериккалиев А.Б. РТМ көпірлі кранының жүру механизмінің сенімділігін көтеру мақсатында оны модернизациялау жолдарын зерттеу.....	3
Дерябин В. К., Богомолов А. В. Совершенствование технологии выплавки трубных марок стали в условиях ТОО KSP Steel .....	7
Zhaxybayev N., Tolymbekova L. Ways to reduce electricity consumption in the production of aluminum .....	13
Жунусова А. К., Кенжебекова А. Е., Жунусов А. К., Кулумбаев Н. К. Опытные плавки получения ферроалюминия .....	17
Жунусов А. К., Рамазанов С. С. Исследование процесса прошивки заготовок в гильзы с «подъемом» по диаметру в двухвалковом стане винтовой прокатки МИСиС-130Д.....	22
Жунусов А. К., Рамазанов С. С. Совершенствование режимов горячей прокатки труб на ТПА 70–270 .....	28
Зингер А. А., Богомолов А.В. Влияние цикла и загрузки линии на качество готовой продукции на примере линии горячего проката трубопрокатного производства .....	33
Калиакпаров А. Г., Жармагамбетова А. К. Құрамында алюминий бар шикізатты өңдеу тәсілдері.....	37
Кенжебекова А. Е., Жунусова А. К., Жунусов А. К. Исследование получения железорудного агломерата из сталеплавильных отходов .....	43
Кріспай Д. М., Толымбекова Л. Б., Аубакиров А. М. Переработка отработанной футеровки электролизеров.....	48
Қырықбесова А. Ж. Анализ автоматизированных систем управления технологическим процессом производства угольным предприятием .....	54
Қабдолла О. Б., Таскарина А. Ж., Тюлюбаев Р. А., Дейграф И. Э. Экспериментальные исследования снижения МГД-нестабильности алюминиевых электролизеров .....	58

Сапинов Р. В., Кульшманова Ж. Т., Баева А. Б. Гидрометаллургические методы извлечение олова из электронных отходов .....	63
Тимур И. Т., Толымбекова Л. Б. Повышение трещиностойкости оболочковых форм литья по выплавляемым моделям .....	67
Тимур И. Т., Толымбекова Л. Б. Сравнительный анализ вида формообразующих материалов для литья по выплавляемым моделям.....	74

## 5.2 Машина жасау саласын индустриялық-инновациялық дамыту

## 5.2 Индустриально-инновационное развитие машиностроительной отрасли

Амангельдиева Д., Янюшкин А. С. Усовершенствование ведения путевого хозяйства на железных дорогах Республики Казахстан .....	81
Деревягин С. И., Итыбаева Г. Т., Мусина Л. Р. Исследование особенностей процесса трения сложнопрофильных деталей .....	87
Деревягин С. И., Мусина Ж. К., Аманғажы Н. Е. Вопросы процесса абразивного изнашивания .....	90
Итыбаева Г. Т., Темиров А. Х. Совершенствование организации ремонта и технического обслуживания и эффективности.....	95
Касенов А. Ж., Манап І. Қ. Металл кескіш аспаптарды бақылауды метрологиялық қамтамасыз етуді талдау .....	101
Маздубай А. В., Байдильдин Н. К. Методы повышения надежности эксплуатации промышленного оборудования.....	106
Муминова М. А., Янюшкин А. С. Исследование и анализ существующих систем автоматизированного проектирования технологических процессов.....	111
Нұрқимбаев С. М., Шумейко И. А. Шағын жел энергетикасының дамуына шолу.....	118
Сайлаубек Д. С. Управление надежностью автомобильных конструкций путем оптимизации режима текущего ремонта (На примере тормозной системы автомобилей семейства МАЗ).....	122

Тлєвқабылов Р. Х., Касенов А. Ж. Преимущества и недостатки применения конструкции шлицевых протяжек .....	128
<b>5.3 Көлік кешенінің инновациялық дамуының ғылыми-техникалық аспектілері</b>	
<b>5.3 Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса</b>	
Арыстанбеков А., Касымбек Н. Современные системы контроля проезда автотранспорта .....	132
Кусаинов А. А., Каракаев А. К. Снижение дымности отработавших газов дизеля отключением части цилиндров.....	137
Medvedev A. S., Sembaev N. S. Review of designs of removable organies and analysis of the experience of their application abroad.....	144
Муканов Р. Б., Зигангиров С. А., Зарипов Р. Ю., Ткачук А. А., Миллер С. А. К вопросу разработки электромобилей для туристической отрасли.....	148
Нургалиева А. Ж. Научно-технические аспекты инновационного развития транспортного комплекса.....	154
<b>5.4 Құрылыстағы, құрылыс материалдарындағы, сәулет пен дизайндағы инновациялар мен технологиялар</b>	
<b>5.4 Инновации и технологии в строительстве, строительных материалах, архитектуре и дизайне</b>	
Айтбай С. Т. Әр түрлі агрессивтік дәрежесі бар сұйық ортадағы бетондардың коррозиясы .....	160
Әбек Е. Қ., Маханов С. Н., Саканов К. Т. Эффективность проектирования металлических балок с гофрированной стенкой.....	165
Ворожбянов В. Н., Горшкова Л. В. ВІМ образование при подготовке бакалавров по направлению 08.03.01 «Строительство» .....	170
Елжусизова И. Н., Тәкібай Ш., Саканов К.Т. Адаптация информационных ВІМ технологии в строительстве к условиям РК.....	174

Zhukenova G. A., Esartia M. V., Maksat N. M. Regularities of formation of ununiformly compressed soil zones in built-up territories .....	180
Жуқенова Г. А., Қожан И. Қ. Экологическое строительство в Казахстане на современном этапе.....	185
Жуқенова Г. А., Мешитбаев Ж. А. Методы 4D моделирования в строительстве.....	190
Мусатаева З. С. Ағаш қалдықтарына негізделген оқшаулау .....	194
Мусатаева З. С. Чипті бетон өндірісінің қасиеттері мен құрамын зерттеу .....	199
Омаров Д. Р., Кудерин М. К. Методы крепления стен глубокого котлована .....	203
Омаров Ж. М., Оразова Д. К., Байтурсынов У. И. Құрылыс қалдықтарын қайталама ресурстар ретінде пайдалану .....	208
Оразова Д. К., Кабдырова Л. Т., Жания К. Аз жүктелген құрылыстардың жылу оқшауланған іргетастарын қолдану .....	213
Сайфурова Э. О., Саканов К. Т. Классификация рисков несвоевременного выполнения работ.....	216
Sakanov K. T., Beisenov I. G. Forecast of foundation precipitation over time, taking into account ground creep.....	222
Тлеуленова Г. Т., Тұрсынбай Е. Композиттік материалдардың химиялық биологолиялық құрылымдары және олардың іс жүзінде қолдануы.....	225
Тлеуленова Г., Акшолоқова Д. Особенности монтажа свайных фундаментов в сезоннопромерзающих грунтах.....	232
Шкуратская Т. Н., Жуқенова Г. А. Управление проектом строительства АБК в г. Рудный путем моделирования жизненного цикла проекта .....	237
<b>5.6 Стандарттау мен техникалық реттеудің қазіргі жағдайы</b>	
<b>5.6 Современное состояние стандартизации и технического регулирования</b>	
Касенов А. Ж., Кулмагамбетова М. Ж. Капиллярлық электрофорез жүйесі.....	243

**5.7 Қазақстан мен әлемнің мұнай-газ саласының ағымдағы жағдайы, болжамы және мүмкіндіктері**  
**5.7 Текущее состояние, прогноз и возможности нефтегазовой отрасли Казахстана и мира**

**Болт-Чумачёва К. А.**

О влиянии технологических параметров процесса коксования на выход и качество продуктов.....249

**Мұратбай Д. Қ., Тугамбаева Т. Б.**

Қазақстанда мұнайды өндеудің технологиялық процестерін жетілдірудің негізгі бағыттары.....254

**Рындин В. В., Гребенкин В. В., Шахаев А. Н., Шокан Р. М.**

Исследование влияния числа насосов на работу МН в системе Mathcad.....260

**Sadykov N.**

Investigation of hydrates formation in natural gas transmission pipelines.....266

**Умурзакова С. Б., Омарбекова И. К., Серікпай А., Раев А.**

Основы центровки валов оборудования нефтегазоперерабатывающей промышленности.....271

**Хұрманхан М., Умурзакова С. Б., Әбдірахман Ә. Ш.,**

**Омарбекова И. К.**

Ұңғымалардан көтеру сұйықтығының теориялық негіздері.....275

**«XXII СӘТБАЕВ ОҚУЛАРЫ» АТТЫ  
 ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҒЫЛЫМИ КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ  
 МАТЕРИАЛДАРЫ**

ТОМ 13

Техникалық редактор: А. Р. Омарова

Корректор: А. Р. Омарова

Компьютерде беттеген: Е.М. Абенев

Басуға 18.04.2022 ж.

Әріп түрі Times.

Пішім 29,7 × 42 1/4. Офсеттік қағаз.

Шартты баспа табағы 16,4. Таралымы 500 дана.

Тапсырыс №3920

«Toraighyrov University» баспасы

«Торайғыров университеті» КЕ АҚ

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64.