

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

**ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ
МЕН ТЕХНИКАСЫ**

2001 ЖЫЛДАН БАСТАП ШЫҒАДЫ



**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**

ИЗДАЕТСЯ С 2001 ГОДА

ISSN 2788-8770

№ 2 (2023)

ПАВЛОДАР

**НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТ**
выходит 1 раз в квартал

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агенства и сетевого издания
№ KZ51VPY00036165

выдано
Министерством информации и общественного развития
Республики Казахстан

Тематическая направленность

Публикация научных исследований по широкому спектру проблем
в области металлургии, машиностроения, транспорта, строительства,
химической и нефтегазовой инженерии, производства продуктов питания

Подписной индекс – 76129

<https://doi.org/10.48081/SWLL9958>

Импакт-фактор РИНЦ – 0,342

Абишев Кайратолла Кайроллинович – к.т.н., профессор (главный редактор);
Касенов Асылбек Жумабекович – к.т.н., профессор (заместитель главного редактора);
Мусина Жанара Керейовна – к.т.н., профессор (ответственный секретарь);
Шокубаева Зауреш Жанатовна – технический редактор.

Члены редакционной коллегии:

Калиакпаров Алтай Гиндуллинович – д.т.н., профессор (Нур-Султан, Казахстан);
Клецель Марк Яковлевич – д.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Шеров Карибек Тагаевич – д.т.н., профессор (Караганда, Казахстан);
Богомолов Алексей Витальевич – к.т.н., ассоц. профессор (Павлодар, Казахстан);
Кажыбаева Галия Тулеуевна – к.т.н., профессор (Павлодар, Казахстан);
Зарубежные члены редакционной коллегии:
Baigang Sun – профессор (Пекин, Китай);
Gabriele Comodi – PhD, профессор (Анкона, Италия);
Jianhui Zhao – профессор (Харбин, Китай);
Khamid Mahkamov – д.т.н., профессор (Ньюкасл, Великобритания);
Magin Laruerta – д.т.н., профессор (СьюДад Реал, Испания);
Mareks Mezitis – д.т.н., профессор (Рига, Латвия);
Petr Bouchner – PhD, профессор (Прага, Чехия);
Ronny Berndtsson – профессор (Лунд, Швеция);
Барзов Александр Александрович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Витвицкий Евгений Евгеньевич – д.т.н., профессор (Омск, Россия);
Иванчина Эмилия Дмитриевна – д.т.н., профессор (Томск, Россия);
Лазарев Владислав Евгеньевич – д.т.н., профессор (Челябинск, Россия);
Мягков, Леонид Львович – д.т.н., профессор (Москва, Россия);
Янюшкин Александр Сергеевич – д.т.н., профессор (Чебоксары, Россия);
Ребезов Максим Борисович – д.с/х.н., профессор (Москва, Россия).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели
Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов
При использовании материалов журнала ссылка на журнал «Наука и техника Казахстана» обязательна

© Торайгыров университет

МАЗМҰНЫ

МАШИНА ЖАСАУ

Байдильдин Н. К., Мусина Ж. К., Касенов А. Ж., Мусина Л. Р., Кусаинов Р. Б. Дәнекерленген қаңқа бұйымдарын әзірлеу және талдау	12
Данияров Н. А., Келисбеков А. К., Сарсембаев Д. Ж., Кульшикова С. Т., Байконуров Е. Г. Жиілігі реттелетін асинхронды электр жетегі бар көп қозғалтқышты қатпарлы конвейердің құрылымдық схемасын әзірлеу	20
Каирбай О. Т., Маздубай А. В., Шумейко И. А. Құралдың өнімділігінің дизайн параметрлеріне тәуелділігін эксперименттік зерттеу	30
Киргизбаева К. Ж., Алдыбай А. С., Джаксымбетова М. А. Кәсіпорынның СМЖ-нің цифрлық технологияларды енгізуге дайындығын бағалаудың интегралды тәсілі	41
Мусеев М. М., Доненбаев Б. С., Шеров К. Т., Касымбабина Д. С., Аман И. М. Шинатескіш білдектердің құралдарының тозу сипатын зерттеу және талдау	48
Янюшкин А. С., Каирканов А. М. Өндірістің технологиялық дайындығын зерттеу және модельдеу	57

МЕТАЛЛУРГИЯ

Арынгазин Қ. Ш. Экостройнии-ПВ ЖШС мысалында құрылыс материалдарын өндіруде өнеркәсіптік қалдықтарды кәдеге жарату	67
Быков П. О., Нефтисов А. В., Богомолов А. В., Каменов А. А. Жел энергетикалық қондырғылардың металл бөлшектерінің бұзылуын макро- және микроқұрылымдық талдау	76
Быков А. О. Дисперсті түрдегі ерітінділерден қалайы алу	86
Жакупов А. Н., Жакупова А. Т. Магниттік сипаттамалардың болат бұйымдарының беріктік қасиеттеріне тәуелділігі	95

ТРАНСПОРТ

Абишев Қ. Қ., Сулейменов А. Д., Асыллова Қ. Б. Тарту-көлік машинасының шынжыр табанының типі мен құрылысын таңдау мәселесі	103
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Балабекова К. Г. Жылжымалы эстакаданың дизайнын зерттеу	113
Биниязов А. М., Денисов А. С. Дизельді пайдалану процесінде майлау жүйесі параметрлерінің сандық және сапалық өзгерістерін талдау	119
Есаулков В. С. Автокөлік үшін фазалық ауысуы бар материалдар негізінде энергия аккумуляторларындағы процестерді математикалық модельдеу үшін теңдеулерді жасау мәселесі бойынша	129

ҚҰРЫЛЫС

Алмышева Г. А., Рыскалиев М. Ж., Есенғалиев Қ. М. Үш қабатты блоктардан жасалған энергияны үнемдейтін қоршау құрылымдары	137
Байменова Г. Р., Кульшикова С. Т. Композициялық тұтқыр негізіндегі аз қуатты қабырға материалдары	147
Жаканов А. Н. Табиғи кеуекті жеңіл бетон толтырғыштары	155
Монтаев С. А., Рахимова Л. А. Ішкі құрылыс жөндеу жұмыстарына арналған тиімді материалдарды таңдау	163
Рожкова О. В., Алдынгурова Ф. Ж., Ермеков М. Т., Рожков В. И., Муздыбаева Ш. А. Кейбір мәселелер Астанадағы көріздік тазарту құрылыстарының жобалық шешімдері	173
Хомич А. А., Лазарева И. Н. Қайта жаңартылатын екі деңгейдегі айырбасы бар автомобиль жолы учаскесінің шудан қорғауды жобалауын талдау	185

ХИМИЯ ЖӘНЕ МҰНАЙ-ГАЗ ИНЖЕНЕРИЯСЫ

Абдықалықова А. С. Қарашығанақ кен орында ұңғымаларды аяқтау кезіндегі асқынуларды талдау және оларды жою	199
Рындин В. В., Абдуллина Г. Г., Ахмедьянова Г. К., Айгожина Д. Г., Хуснутдинов Р. М. MATHCAD пакетіндегі қабырқалық және түбегі жылу алмастырушысын есептеу бағдарламасы	207

ТАМАҚ ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУ

Авылов Ч. К. Жаңа буынның функционалды ет өнімдерін өндіру	221
Кажибеева Г. Т., Касымов С. К., Туганова Б. С. Екінші реттік шикізаттан ет өнімін өндіру технологиясын жетілдіру	229
Молдахметова З. К. Ет деликатестерін өндіру технологиясын жетілдіру	238
Авторлар туралы ақпарат	246
Авторларға арналған ережелер	259
Жарияланым этикасы	269

СОДЕРЖАНИЕ

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Байдильдин Н. К., Мусина Ж. К., Касенов А. Ж., Мусина Л. Р., Кусаинов Р. Б. Разработка и анализ сварных каркасных изделий	12
Данияров Н. А., Келисбеков А. К., Сарсембаев Д. Ж., Кульшикова С. Т., Байконуров Е. Г. Разработка конструктивной схемы многоприводного пластинчатого конвейера с частотно-регулируемым асинхронным электроприводом	20
Каирбай О. Т., Маздубай А. В., Шумейко И. А. Экспериментальные исследования зависимости производительности инструмента от конструктивных параметров	30
Киргизбаева К. Ж., Алдыбай А. С., Джаксымбетова М. А. Интегральный способ оценки готовности СМК предприятия к внедрению цифровых технологий	41
Мусаев М. М., Доненбаев Б. С., Шеров К. Т., Касымбабина Д. С., Аман И. М. Анализ и исследование характера износа инструментов шинопробивных станков	48
Янюшкин А. С., Каирканов А. М. Исследование и моделирование технологической подготовки производства	57

МЕТАЛЛУРГИЯ

Арынгазин К. Ш. Утилизация промышленных отходов в производстве строительных материалов на примере ТОО «Экостройнии-ПВ»	67
Быков П. О., Нефтисов А. В., Богомоллов А. В., Каменов А. А. Макро- и микроструктурный анализ разрушения металлических деталей ветроэнергетических установок	76
Быков А. О. Получение олова из растворов в дисперсной форме	86
Жакупов А. Н., Жакупова А. Т. Зависимость магнитных характеристик от прочностных свойств стальных изделий	95

ТРАНСПОРТ

Абишев Қ. Қ., Сулейменов А. Д., Асылова Қ. Б. К вопросу выбора типа и конструкции гусениц тягово-транспортной машины	103
Балабекова К. Г. Исследование конструкции мобильной эстакады	113
Биниязов А. М., Денисов А. С. Анализ количественных и качественных изменений параметров смазочной системы в процессе эксплуатации дизеля	119
Есаулов В. С. К вопросу составления уравнений для математического моделирования процессов в аккумуляторах энергии на основе материалов с фазовым переходом для автомобилей	129

СТРОИТЕЛЬСТВО

Алмышева Г. А., Рыскалиев М. Ж., Есенғалиев Қ. М. Энергоэффективные ограждающие конструкции из тресхлойных блоков	137
Байменова Г. Р., Кульшикова С. Т. Малознергоемкие стеновые материалы на основе композиционного вяжущего	147
Жаканов А. Н. Природные пористые заполнители легкого бетона	155
Монтаев С. А., Рахимова Л. А. Выбор эффективных материалов для внутренних строительных ремонтных работ	163
Рожкова О. В., Алдынгурова Ф. Ж., Ермеков М. Т., Рожков В. И., Муздыбаева Ш. А. Некоторые проблемы проектных решений канализационных очистных сооружений в Астане	173
Хомич А. А., Лазарева И. Н. Анализ проектирования защиты от шума участка реконструируемой автомобильной дороги с развязкой в двух уровнях	185

ХИМИЧЕСКАЯ И НЕФТЕГАЗОВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Абдықалықова А. С. Анализ осложнений при заканчивании скважин и их устранение на месторождении Карачаганак	199
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Рындин В. В., Абдуллина Г. Г., Ахмедьянова Г. К., Айгөжина Д. Г., Хуснутдинов Р. М.	
Программа расчета кожухотрубного теплообменного аппарата в пакете MATHCAD	207

ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

Авылов Ч. К.	
Производство функциональных мясных продуктов нового поколения	221
Кажибаяева Г. Т., Касымов С. К., Туганова Б. С.	
Совершенствование технологии производства мясного продукта из вторичного сырья	229
Молдахметова З. К.	
Совершенствование технологии производства мясных деликатесов	238
Сведения об авторах	246
Правила для авторов	259
Публикационная этика	269

CONTENTS

MECHANICAL ENGINEERING

Baidildin N. K., Mussina Zh. K., Kassenov A. Zh., Mussina L. R., Kussainov R. B.	
Development and analysis of welded frame products	12
Daniyarov N. A., Kelisbekov A. K., Sarsembayev D. Z., Kulshikova S. T., Baikonurov Y. G.	
Development of a design scheme for a multi-drive plate conveyor with a frequency-controlled asynchronous electric drive	20
Kairbay O. T., Mazdubay A. V., Shumeyko I. A.	
Experimental studies of the dependence of tool performance on design parameters	30
Kirgizbayeva K. Zh., Aldybay A. S., Jaxymbetova M. A.	
Integral way of assessing the readiness of an enterprise's SMC to implement digital technologies	41
Mussayev M., Donenbayev B., Sherov K., Kassymbabina D., Aman I.	
Analysis and investigation of the wear nature of tools of busbar punching machines	48
Yanyushkin A. S., Kairkanov A. M.	
Research and modeling of technological preparation of production	57

METALLURGY

Aryngazin K. Sh.	
Industrial waste utilization in the production of building materials on Ecostronii-PV LLP example	67
Bykov P. O., Neftissov A. V., Bogomolov A. V., Kamenov A. A.	
Macro-and microstructural analysis of the destruction of metal parts of wind power plants	76
Bykov A. O.	
Obtaining tin from solutions in dispersed form	86
Zhakupov A. N., Zhakupova A. T.	
Dependence of magnetic characteristics on the strength properties of steel products	95

TRANSPORT

Abishev K. K., Suleimenov A. D., Assylova K. B.	
On the issue of choosing the type and design of the tracks of a traction transport vehicle	103

Balabekova K. G. Study of the construction of a mobile overpass	113
Biniyazov A. M., Denisov A. S. Analysis of quantitative and qualitative changes in the parameters of the lubrication system during the operation of the diesel engine	119
Yessaulkov V. S. On choosing appropriate equations for mathematical modeling of processes in pcm-based energy storage systems for vehicles	129

CONSTRUCTION

Almysheva G. A., Ryskaliyev M. Zh., Yessengaliev K. M. Energy-efficient enclosing structures made of three-layer blocks	137
Baimenova G. R., Kulshikova S. T. Low-energy wall materials based on composite binder	147
Zhakanov A. N. Natural porous aggregates of lightweight concrete	155
Montaev S. A., Rakhimova L. A. Selection of effective materials for internal construction repair work	163
Rozhkova O. V., Aldyngurova F. Zh., Yermekov M. T., Rozhkov V. I., Muzdybaeva Sh. A. Some problems design solutions of sewage treatment plants in Astana	173
Khomich A. A., Lazareva I. N. Analysis of designing noise protection for the reconstructed road section with a two-level interchange	185

CHEMICAL AND OIL AND GAS ENGINEERING

Abdykalykova A. S. Analysis of well completion complications and their elimination in the Karachaganak field	199
Ryndin V. V., Abdullina G. G., Akhmetyanova G. K., Aigozhina D. G., Khusnutdinov R. M. Calculation program for shell-and-tube heat exchanger in the mathcad package	207

FOOD PRODUCTION

Avylov Ch. K. Production of functional meat products of a new generation	211
------------------------------------------------------------------------------------	-----

Kazhibayeva G., Kasymov S., Tuganova B. Improving the technology of meat product production from secondary raw materials	229
Moldakhmetova Z. Improving the technology of production of meat delicacies	238
Information about the authors	246
Rules for authors	259
Publication ethics	269

МРНТИ 55.51.31

<https://doi.org/10.48081/MBPF9114>

*Н. К. Байдильдин¹, Ж. К. Мусина², А. Ж. Касенов³,
Л. Р. Мусина⁴, Р. Б. Кусаинов⁵

Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

*e-mail: bai_nurs@mail.ru

РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ СВАРНЫХ КАРКАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В настоящее время в промышленности наблюдается сильная изношенность технологического оборудования и участились случаи аварий, поэтому актуальным является обеспечение безопасности эксплуатации ответственных сварных конструкций. К технологическому оборудованию помимо станков и транспорта, относят и мостовые краны, которые являются главным звеном в транспортной цепочке. От технического состояния мостового крана зависит не только нормальное осуществление технологических процессов, но и безопасность труда персонала. При работе кранов износу подвергаются силовое оборудование и сварные металлоконструкции, у большинства которых истек нормативный срок службы.

После сравнительного анализа различных мостовых кранов, конструкций балок и наблюдения за их рабочими процессами, пришли к выводу о том, что они имеют при сварке деформацию. В процессе литературного обзора были выявлены виды сварки, применяемые для сборки мостового крана и способы решения актуальной проблемы. Для мостовых конструкций применяют электродугую сварку, которую необходимо поменять на сварку под флюсом. Исследование показало, что сварка под флюсом – оптимальное решение этих проблем. В данной статье представлен анализ сварных мостовых конструкций, анализ параметров прочности сварного соединения с использованием *Ansys Workbench*.

Ключевые слова: сварка под флюсом, мостовой кран, балка, угловые швы, сталь.

Введение

Мостовые краны – главная несущая конструкция, на которую помещают грузовую тележку, механизмы передвижения и кабину управления крана.

Конструктивно мост выполняется в виде рамы, которая образуется при помощи главных и концевых балок. Главные балки расположены поперёк пролёта цеха, по ним передвигается грузовая крановая тележка. На концевых балках располагаются ходовые колёса для передвижения моста и привод крана.

Основной проблемой при производстве главных коробчатых балок является большие размеры стальных конструкций. Цель исследования состоит в том, чтобы получить высокий уровень качества сварки при изготовлении коробчатой

балки. В базовую конструкцию коробчатого балочного крана входят концевые балки, подъемник, двигатель, приводы и главная балка, но могут быть вариации в конструкции в зависимости от подъем груза или условия эксплуатации. Основной процесс сборки коробчатой балки – сварка под флюсом [1].

При сварке конструкций из стали 09Г2С возможно появление следующих дефектов: горячие трещины, поры. Горячие трещины, возникают по причине выдержки большого времени между сваркой и термообработкой, повышенной скорости охлаждения, ошибок в проектировании сварного шва.

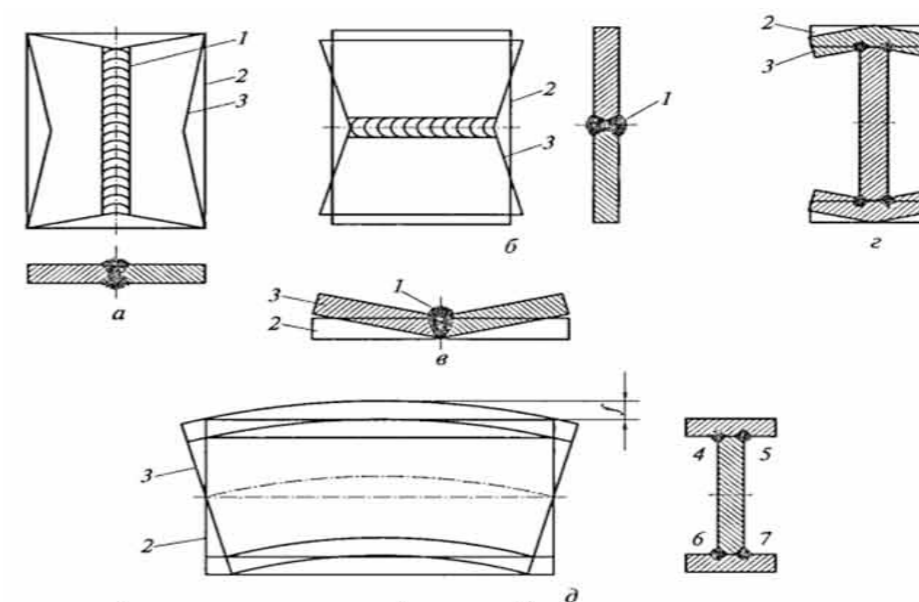


Рисунок 3 – Виды сварочных деформаций:
а, б – линейные; в, г – угловые; д – серповидная;
1 – сварной шов; 2, 3 – форма изделия до и после сварки;
4–7 – последовательность выполнения швов

В процессе сварки участки соединяемых деталей, которые оказываются в зоне сварного шва и вокруг него, подвергаются интенсивному температурному воздействию: вначале быстро нагреваются до температур плавления, а затем почти с такой же интенсивностью остывают. Деформации и напряжения при сварке – неизбежное следствие таких процессов.

Материалы и методы

Проблемы, связанные со сваркой, исследуются путем проведения испытаний с продольной сваркой. Смысл этих сварочных экспериментов в том, чтобы найти параметры для каждой толщины пластины [10]. Когда сварка выполнена успешно, ее необходимо повторно испытать до тех пор, пока она не станет пригодной для использования в производстве. Для проведения эксперимента по угловой сварке применяются пластины с различной толщиной. Выполняются следующие виды работ:

– полное проплавление пластин с толщиной стенок 6 мм – Т-образное соединение;

– полное проплавление пластин с толщиной стенок 8 мм – Т-образное соединение.



Рисунок 2 – Сварка под флюсом: 1 – квадратная опорная планка, 2 – стенка, 3 – пластина, 4 – устройство слежения за флюсом, 5 – рабочая часть, 6 – устройство подачи флюса.

Сравнение одно проволочной и двух проволочной сварки под флюсом будет выполнено с помощью 8-миллиметровой пластины. Цель состоит в том, чтобы увидеть, какие параметры требуются для полного проплавления электродами с одной проволокой в сравнении с двойной проволокой. Одинарная проволока более управляемая, чем двух проволочная [2].

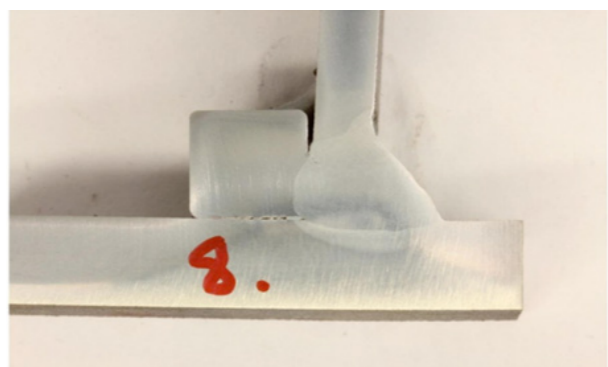


Рисунок 3 – Тест VIII (толщина пластины 6 мм) при силе 800 А

Как видно из рисунка 3, сварной шов располагался слишком далеко от планки, в то время как он должен быть больше на стороне стены. Проникновение было недостаточно, и не полностью проварен по всей длине сварного шва.



Рисунок 4 – Испытательный образец номер IV с толщиной стенки 10 мм

Самая большая проблема такой толщины заключалась в том, чтобы заполнить канавку за один проход. Следовательно, были испытаны различные выравнивания и вылет проводов. На рисунке 4 показан лучший результат, который был тестом номер IV [3].

В любой конструкции в первую очередь могут выйти из строя соединения, как самый слабый элемент. Проектируем сварное соединение в программном обеспечении САПР с использованием Solid work. Затем импортируем сборку соединения в ANSYS. Для анализа параметров прочности сварного соединения с использованием низкоуглеродистой стали и материала сварного шва, выполняем на них дуговую сварку металлическим электродом и проводим испытания на усталость. Применяем условия нагрузки, при которых эти соединения испытывают напряжение и деформацию, усталостную долговечность и повреждение соединения за счет изменения толщины сварного шва от 3 мм, 4 мм и 5 мм. Весь анализ будет выполнен с помощью ANSYS и будет проанализированы их кривые производительности и результаты [4, 9, 10].

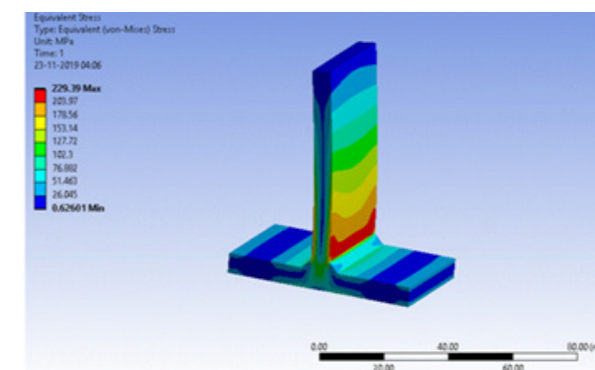


Рисунок 5 – Эквивалентное напряжение сварного Т-образного соединения

Результаты и обсуждение

Сварочная конструкция представляет собой комбинацию многих частей, каждая из которых имеет разные функции и условия работы. Поэтому необходимо исходить

из технических требований к каждой детали, чтобы выбрать основные материалы. Производится механическая обработка для обеспечения требуемых размеров, а затем детали соединяются сварными швами, для создания Т-образной конструкции [5].

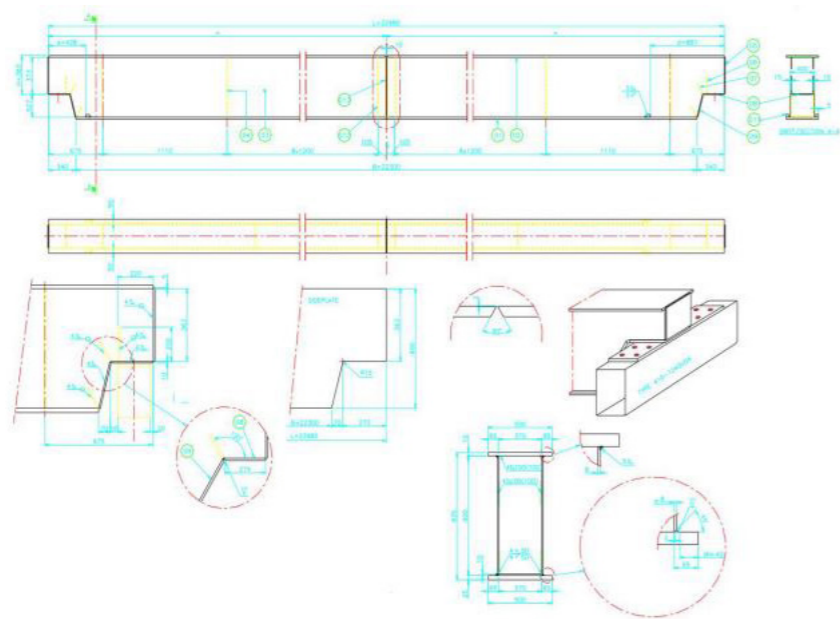


Рисунок 6 – Балочная конструкция для сварки

Рабочие балки в основном подвержены конструктивному исполнению мостового крана. Конструкция листа выполнена для обеспечения механических показателей, высокой надежности при работе. Нагрузка не предъявляет особых требований к материалу, выбранному для изготовления стальной балки из стали Ст 38 [6]. Прочность: $k (Н/мм^2) < 0,045$.

При выполнении сварки балок и балок коробчатого сечения мы выбираем метод сварки – сварки под флюсом. Структура подготовки балки под сварку показана на рисунке 6 [7, 8, 9].

Выводы

В работе была поставлена цель – повышение качества и производительности сварки мостовых кранов. Использование в ручной дуговой сварки штучными электродами имеет следующие недостатки:

- 1) низкую производительность;
- 2) малую стабильность качества, зависящую от квалификации сварщика, большое число возникающих дефектов.

Повышение производительности механизированной сварки может быть достигнуто при увеличении плотности тока, однако это сопровождается разбрызгиванием металла и существенным падением качества шва. На основании литературных исследований в работе предложено применить сварка под флюсом.

Результаты, полученные при угловой сварке с полным проплавлением, были достаточно высокими, как при одно проволочном и двух проволочном. Полное

проникновение было достигнуто для всех испытательных толщин, но параметры должны быть повторно протестированы несколько раз [9, 10], прежде чем представить достоверные данные. В течение проведения экспериментов возникли некоторые погрешности, так например, недостаточность источника питания, которая в настоящее время составляет 1000 А.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Muhammad Abid, Muhammad Jawad Qarni.** 3D thermal finite element analysis of single pass girth welded low carbon steel pipe-flange joints, // Turkish Journal Engineering Environment Science, 2009.

2 **Rajashekhhar S. Sharma, Pal Molian.** Yb: YAG laser welding of TRIP780 steel with dual phase and mild steels for use in tailor welded blanks // Material and design, Elsevier, 2009.

3 **Fidelis Rutendo Mashiri, Xiao-Ling Zhao, Paul Grundy.** Fatigue Tests and Design of Welded T Connections in Thin Cold-Formed Square Hollow Sections Under In-Plane Bending // Journal of Structural Engineering. – Vol. 128. – № 11. – 2002.

4 **Yang Mingliang, Xu Gening, Chang Zhengyan, Jin Minjie.** Finite Element Modal Analysis of Overhead Traveling Crane's Structure[J]; Mechanical Science and Technology for Aerospace Engineering; 2012-01

5 Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys r. y. Hitsauksen Materiaalioppi, 2009. Helsinki, Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys r. y. – 288 p.

6 Esab Welding & Cutting Products, Submerged Arc Welding Handbook [e-document]. Retrieved February 3, 2012.

7 **Olson, D. L., Siewert, T.A., Liu, S. and Edwards, G. R.** ASM Handbook Volume 06 : Welding, Brazing, and Soldering. ASM International, 1993. – 1299 p.

8 **Albus, James; Bostelman, Roger; Dagalakakis, Nicholas.** The NIST Robo Crane, Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology. – Vol. 97. – Number 3. – May-June, 1992.

9 **Барзов, А. А., Денчик, А. И., Мусина, Ж. К., Ткачук, А. А.** Вероятностная модель имитационного моделирования формирования точности исполнительного размера при множественном возмущении процесса механической обработки // Вестник ТУ, 2021. – № 1. – С. 45–57.

10 **Дудак, Н. С., Итыбаева, Г. Т., Мусина, Ж. К., Касенов, А. Ж.** Методика планирования экспериментальных исследований при обработке новыми стержневыми инструментами [Текст] // Вестник Пермского университета. История, 2007. – № 4. – С. 154.

REFERENCES

1 Muhammad ABID, Muhammad Jawad QARNI. 3D thermal finite element analysis of single pass girth welded low carbon steel pipe-flange joints, // Turkish Journal Engineering Environment Science. – 2009.

2 **Rajashekhhar S. Sharma, Pal Molian.** Yb: YAG laser welding of TRIP780 steel with dual phase and mild steels for use in tailor welded blanks // Material and design. – Elsevier. – 2009.

3 **Fidelis Rutendo Mashiri, Xiao-Ling Zhao, Paul Grundy.** Fatigue Tests and Design of Welded T Connections in Thin Cold-Formed Square Hollow Sections Under In-Plane Bending, Journal of Structural Engineering. – Vol. 128. – №. 11. – 2002.

4 **Yang Mingliang, Xu Gening, Chang Zhengyan, Jin Minjie.** Finite Element Modal Analysis of Overhead Traveling Crane's Structure[J]; Mechanical Science and Technology for Aerospace Engineering; 2012-01

5 Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys r.y. Hitsauksen Materiaalioppi, 2009. Helsinki, Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys r.y. – 288 p.

6 Esab Welding & Cutting Products, Submerged Arc Welding Handbook [e-document]. [Retrieved February 3, 2012].

7 **Olson, D. L., Siewert, T.A., Liu, S. and Edwards, G. R.** ASM Handbook Volume 06: Welding, Brazing, and Soldering. ASM International. – 1993. – 1299 p.

7 **Olson, D. L., Siewert, T.A., Liu, S. and Edwards, G. R.** ASM Handbook Volume 06: Welding, Brazing, and Soldering. ASM International. – Suomen Hitsausteknillinen Yhdistys. – 1993. – 1299 p.

8 **Albus, James; Bostelman, Roger, Dagalakis, Nicholas.** The NIST Robo Crane, Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology. – Vol. 97. – Number 3. – May-June, 1992.

9 **Barzov, A. A., Denchik, A. I., Mussina, Zh. K., Tkachuk, A. A.** Probabilistic model of simulation modeling of the formation of the accuracy of the executive size with multiple perturbation of the machining process // Vestnik TU. – 2021. – № 1. – P. 45–57.

10 **Dudak, N. S., Itybaeva, G. T., Mussina, Zh. K., Kasenov, A. Zh.** Methodology for planning experimental studies when processing with new rod tools [Text] // Bulletin of the Perm University. History. – 2007. – № 4 – P. 154.

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

***Н. К. Байдильдин¹, Ж. К. Мусина², А. Ж. Касенов³,**

Л. Р. Мусина⁴, Р. Б. Кусаинов⁵

^{1,2,3,4,5}Торайғыров университет, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал 01.06.23 баспаға түсті.

ДӘНЕКЕРЛЕНГЕН ҚАҢҚА БҰЙЫМДАРЫН ӘЗІРЛЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

Қазіргі уақытта өнеркәсіпте технологиялық жабдықтардың қатты тозуы байқалады, өйткені апаттар жиілеп кетті, сондықтан жауапты дәнекерленген конструкцияларды пайдалану қауіпсіздігін қамтамасыз ету өзекті болып табылады. Технологиялық жабдыққа станоктар мен көліктерден басқа, көпір крандары да кіреді, олар көлік тізбегіндегі негізгі буын болып

табылады, технологиялық процестердің қалыпты жүзеге асырылуы ғана емес, сонымен қатар қызметкерлердің еңбек қауіпсіздігі көпір кранының техникалық жағдайына байланысты. Крандар жұмыс істеген кезде электр жабдықтары мен дәнекерленген металл конструкциялары тозуға ұшырайды, олардың көпшілігінде нормативтік қызмет мерзімі өткен.

Әртүрлі көпір крандарын, арқалық конструкцияларын салыстырмалы талдаудан кейін олардың жұмыс процестерін бақылау олардың дәнекерлеу кезінде деформациясы бар деген қорытындыға келді. Әдеби шолу барысында көпір краны үшін дәнекерлеу түрлері және өзекті мәселені қалай шешуге болатындығы анықталды. Көпір құрылымдары үшін электр доғасы қолданылады, дәнекерлеу жартылай автоматтары ағын астында дәнекерлеуге ауыстырылады. Зерттеу көрсеткендей, ағынмен дәнекерлеу бұл мәселелердің оңтайлы шешімі болып табылады. Бұл мақалада дәнекерленген көпір құрылымдарын әзірлеу және талдау, ANSYS Workbench көмегімен дәнекерленген қосылыстың беріктік параметрлерін талдау ұсынылған.

Кілтті сөздер: ағынды дәнекерлеу, көпір краны, арқалық, бұрыштық дәнекерлеу, болат.

***N. K. Baidildin¹, Zh. K. Mussina², A. Zh. Kassenov³,**

L. R. Mussina⁴, R. B. Kussainov⁵

^{1,2,3,4,5}Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 01.06.23.

DEVELOPMENT AND ANALYSIS OF WELDED FRAME PRODUCTS

Currently, there is a strong deterioration of technological equipment in the industry, since accidents have become more frequent, therefore, it is urgent to ensure the safety of operation of responsible welded structures. Technological equipment, in addition to machine tools and transport, also includes overhead cranes, which are the main link in the transport chain, not only the normal implementation of technological processes, but also the safety of personnel depends on the technical condition of the overhead crane. During the operation of cranes, power equipment and welded metal structures are subject to wear, most of which have expired their standard service life.

After a comparative analysis of various bridge cranes, beam structures, observation of their working processes led to the conclusion that they have deformation during welding. In the course of the literature review, the types of welding for the bridge crane were identified, and how to solve the actual problem. For bridge structures, electric arc, semi-automatic welding machines are used to change to submerged welding. Research has shown that submerged welding is the optimal solution to these problems. This article presents the development and analysis of welded bridge structures, analysis of the strength parameters of the welded joint using Ansys Workbench.

Keywords: submerged welding, overhead crane, beam, corner seams, steel.

**Н. А. Данияров¹, *А. К. Келисбеков², Д. Ж. Сарсембаев³,
С. Т. Кульшикова⁴, Е. Г. Байконуров⁵**

¹ЖШС «Қазақмыс корпорациясы», Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.;

^{2,3,4,5}Ө. А. Байқоңыров атындағы Жезқазған университеті,

Қазақстан Республикасы, Жезқазған қ.

*e-mail: akelisbekov@mail.ru

ЖИЛІГІ РЕТТЕЛЕТІН АСИНХРОНДЫ ЭЛЕКТР ЖЕТЕГІ БАР КӨП ҚОЗҒАЛТҚЫШТЫ ҚАТПАРЛЫ КОНВЕЙЕРДІҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ СХЕМАСЫН ӘЗІРЛЕУ

Тау-кен машина жасау өнімдерін пайдаланудың тиімділігі оны дайындау сапасымен ғана емес, сонымен қатар тау-кен техникасын күрделі және үнемі өзгеріп отыратын технологиялық жұмыс жағдайларына барынша бейімдеуге мүмкіндік беретін құрылымдық схемаларды қолданумен де анықталады. Атап айтқанда, көлік жабдықтарының арнайы түрі – қатпарлы конвейерлердің әртүрлі конструкцияларын қолдану тау-кен кәсіпорындарының параметрлеріне байланысты, мысалы: жеткізу қиындығы мен тереңдігі, көлік өндірісінің көлбеу бұрышы және т. б. Конвейерлердің бұл түрі пайдалы қазбаларды ашық игеру кезінде, кен карьерлерінде және кесінділерде кең таралған. Карьерлер тереңдігінің үздіксіз ұлғаюымен, олардың тау-кен массасы бойынша өнімділігін арттыру қажеттілігімен, ашық тау-кен жұмыстарында қолданылатын автомобиль және теміржол көлігімен циклдік технология жұмыстың техникалық-экономикалық көрсеткіштерінің нашарлауына әкелді. Циклдік көлік түрлерін пайдалану құнының осуі нәтижесінде пайдалы қазбаларды өндіру құны өсті. Пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, карьердің әрбір 100 м тереңдігі үшін жүк көтергіштігі 30–40 тонна автокөлікті пайдалану шығындары орта есеппен 1,5 есе артады. Көптеген терең карьерлерде теміржол көлігін пайдалану жылжымалы құрамды кенді денелердің салыстырмалы түрде аз мөлшеріне және карьерлердің параметрлеріне енгізе алмау жағдайларына байланысты алынып тасталады.

Осыған байланысты қазіргі заманғы карьерлер мен қималардың үнемі өзгеріп отыратын технологиялық жағдайларында тиімді жұмыс істеуге мүмкіндік беретін қатпарлы конвейерлердің конструктивті схемаларын жасауға бағытталған техникалық шешімдерді әзірлеу мәселелері сөзсіз өзекті болып отыр.

Жұмыстың мақсаты: тау-кен кәсіпорындарының ұзын қисық сызықты көлік қазбаларында және көлбеу бұрыштары жоғары трассаларда конвейердің жұмысы үшін жиілігі реттелетін асинхронды электр жетегі бар көп жетекті қатпарлы конвейердің конструктивті схемасын әзірлеу.

Кілтті сөздер: тау-кен машиналарын жасау, карьер, қатпарлы конвейер, құрылымдық схема, электр жетегі.

Кіріспе

Карьерлер мен разрездерде циклдік ағынды технологияларды (ЦАТ) енгізуге арналған бірқатар жетекші зерттеулерді талдау нәтижесінде, қолданылатын ЦАТ-дегі негізгі көлік буыны өнімділігі бойынша жоғары таспалы конвейерлер екенін көрсетеді. Сонымен қатар, қатпарлы конвейерлер кіретін арнайы көлік түрлерінің әлеуетті функционалдығы, біздің ойымызша, толық зерттелмеген және ашылған жоқ, дегенмен конвейерлік көліктің бұл түрі өзінің құрылымдық ерекшеліктері мен технологиялық мүмкіндіктеріне байланысты ашық тау-кен жұмыстарында тау-кен массасын тасымалдау процесінде белгілі бір орынды иеленуі мүмкін [1–4].

Пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, қатпарлы конвейерлер әртүрлі салаларда күрделі тау-кен геологиялық және өндірістік жағдайларда көптеген жүктерді (көмір, түйіршіктер, агломерат, тау жыныстары мен кендерді) көлбеу жолдарда тасымалдау үшін сәтті қолданыла алады.

Қатпарлы конвейерлер конструкцияларының артықшылықтарына мыналар жатады: ірі кесекті және ауыр материалдарды, оның ішінде қоршаған ортаның жоғары температурасы жағдайында тасымалдауға мүмкіндік беретін қажетті беріктігі бар металл төсемді пайдалану; жеткізудің үлкен ұзындығы (2 км-ге дейін) және айтарлықтай (70° - қа дейін) биіктікте қажетті айтарлықтай тарту күштерін іске асыруға мүмкіндік беретін жоғары беріктігі бар тарту тізбектерін қолдану; өткелдердің радиустары аз әртүрлі трассалар бойынша жүктерді тасымалдау; коректендіргіштерді қолданбай бункерлерден науаларды тікелей жүктеуді қамтамасыз етеді [5–7].

Материалдар мен әдістері

Мақалада авторлар көп жетекті тізбекті конвейерлерді құрастыру бойынша қолданыстағы техникалық шешімдерді зерттеді, олардың конструкциялары мен жұмыстың технологиялық ерекшеліктеріне талдау жасады, ұсынылған нұсқалардың артықшылықтары мен кемшіліктерін анықтады. Анықталған кемшіліктерді жою мақсатында қатпарлы конвейердің көп қозғалтқышты электр жетегінің құрылымы жасалды. Осы жұмыста сипатталған авторлармен ұсынған техникалық шешімнің мақсаты іске қосу режимдерінде тартқыш-тасымалдаушы органға динамикалық жүктемелерді азайту және тиісінше оның ресурсын ұлғайту есебінен конвейер жұмысының сенімділігін арттыру үшін қатпарлы конвейердің тартқыш- тасымалдаушы органының біркелкі керілуін қамтамасыз ету болып табылады.

Жұмыс мақсатын қою. Тізбекті тартқыш органы бар қатпарлы конвейерлердің жұмыс органының жоғары беріктігі мен сенімділігі, тау-кен массасын қатты қисық қазбалар арқылы тасымалдау және конвейердің ұзындығын ұзартудың қарапайымдылығы оның құрылымын конвейерлердің басқа түрлерінен жақсы ажыратады [8]. Сонымен қатар, қатпарлы конвейерлерді қолданатын технологиялық схемалар экономикалық себептерге байланысты таспалы тартқыш және жүк көтергіш органы бар конвейерлерге артықшылық береді. Бұл таспалы конвейерлерді пайдалану кезінде қосымша ұсақтау кешендерін, сондай-ақ осы

конвейерлерді қисық сызықты көлік жолдарында пайдалануға байланысты қосымша қайта тиеу пункттерін орнату қажеттілігімен түсіндіріледі.

Жоспардағы иілгіш конвейерлерді қолданған кезде механизмдер мен машиналардың саны едәуір азаяды, бұл тасымалдаудың технологиялық схемасын едәуір жеңілдетеді және бүкіл кешеннің сенімділігін арттырады [9]. Қуаттылық көрсеткіштері бойынша қатпарлы конвейерлердің маңызды артықшылығы жүк көтергіш органның қозғалысына кедергінің шағын мәндері кезінде тиеу пункттерінсіз бір ставамен қисық трасса бойынша ірі кесек тау массасын тасымалдау мүмкіндігі болып табылады (1-сурет). Жоғарыда айтылғандай, қатпарлы конвейерлердің тағы бір технологиялық ерекшелігі-оларды күрделі орындау трассасы бар жағдайларда пайдалануға болады, ал жоспардағы радиустар 20 м-ге жетуі мүмкін, вертикальда-300-ге дейін көтеру.*



Сурет 1 – Качканар КБК тәжірибелік-өнеркәсіптік учаскесінде П-80К қатпарлы конвейері

Ұзын магистральдық қатпарлы конвейерлерді пайдалану кезінде (ұзындығы 1000 м-ден 6000 м-ге дейін) көп жетекті схема бойынша конструкциялар қолданылады [10]. Бұл ретте көп қозғалтқышты тізбекті конвейердің бірқалыпты іске қосылуын қамтамасыз ету маңызды практикалық мәнге ие және күрделі тау-кен-геологиялық жағдайларда пайдаланылатын магистральдық қатпарлы конвейер конструкциясының жұмысқа қабілетті статикалық және динамикалық жай-күйін басқару және қолдау үшін сөзсіз өзекті болып табылады. Бұл жұмыста терең карьерлер мен кесінділерден тау-кен массасын тасымалдаудың циклдік-ағындық технологиясының схемасында өзара байланысты жиілікті реттелетін электр жетегі бар көп қозғалтқышты қатпарлы конвейердің ұсынылған конструктивті схемасы қарастырылады.

Нәтижелер және талқылау

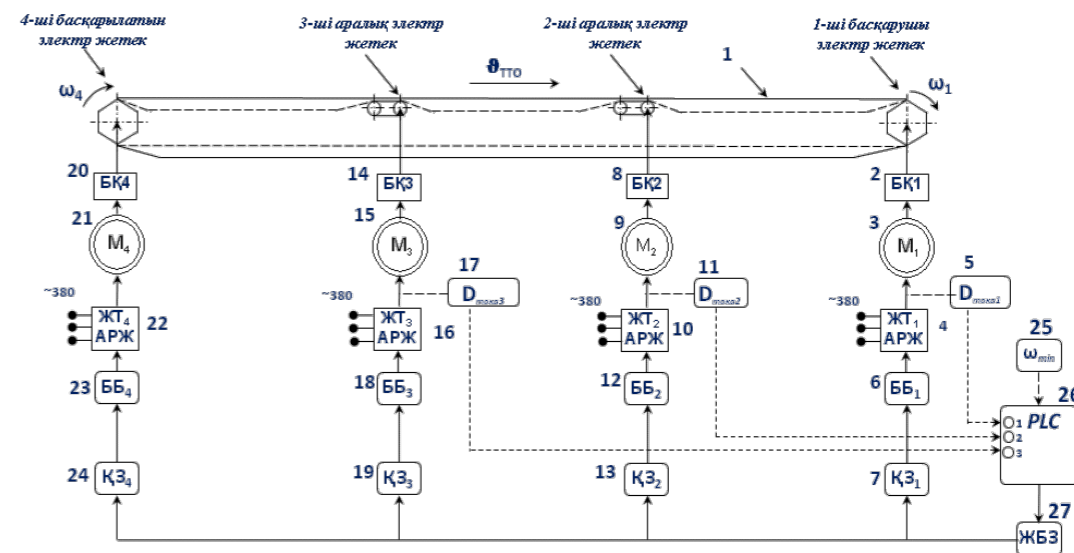
Көп жетекті қатпарлы конвейерлердің күштік бөлігінің конструкциясын жаңғыртуға бағытталған техникалық шешімді әзірлеу.

Жиілігі реттелетін асинхронды электр жетегі бар көп жетекті қатпарлы конвейердің ұсынылатын конструктивті жұмыс схемасы (2-сурет) үлкен

ұзындықтағы конвейерді тиімдірек пайдалануға, конвейердің тартқыш-тасымалдаушы органындағы негізсіз динамикалық шамадан тыс жүктемелерді азайтуға мүмкіндік береді.

Көп жетекті қатпарлы конвейердің көп қозғалтқышты электр жетегінің сипаттамасы

Көп жетекті қатпарлы конвейер ставтан, тартқыш-тасымалдаушы органнан, бірінші басқарушы электр жетектен, екінші аралық электр жетегі, үшінші аралық электр жетегі және төртінші қосалқы электр жетектен құрастырылады. Тартқыш-тасымалдаушы орган 1 жұмыс және бос тармақтардан құралады. Жұмыс тармағының орнын ауыстыру үшін айналатын бірінші жұлдызшаның білігі жетекші электржетектің бірінші беріліс құрылғысының 2 шығуымен жалғанған. Бірінші беріліс құрылғысының кіруіне басты жетектің бірінші асинхронды электрқозғалтқышы 3 қосылған, оның кіруі жиілік түрлендіргішінің 4 шығуымен қосылған. Сондай-ақ, бірінші жиілік түрлендіргішінің 4 шығуымен бірінші ток датчигі 5 қосылған. Жиілікті бірінші түрлендіргіштің 4 кіруі бірінші басқару блогының 6 шығуымен біріктірілген, оның кіруі қарқындылықтың бірінші задатчигімен 7 біріктірілген. Жұмыс тармағының орнын ауыстыру үшін айналатын екінші аралық жетектің екінші жұлдызшасының білігі екінші беріліс құрылғысының 8 шығуымен қосылған. Екінші беріліс құрылғысының кіруіне екінші асинхронды электрқозғалтқышы 9 қосылған, оның кіруі жиілікті екінші түрлендіргіштің 10 шығуымен қосылған. Сондай-ақ, екінші жиілік түрлендіргішінің 10 шығуымен 11 екінші ток датчигі қосылған [11].



Сурет 2 – Өзара байланысты көп жетекті жиілікті реттелетін электр жетегі бар қатпарлы конвейердің конструктивтік схемасы

Екінші жиілікті түрлендіргіштің 10 кіруі екінші басқару блогы 12 шығуымен жалғанған, ал ол екінші қарқындылығы задатчигімен 13 қосылған.

Жұмыс тармағын жылжыту үшін айналатын үшінші аралық үшінші жетек жұлдызшасының білігі үшінші беріліс құрылғысының 14 шығуымен қосылған. Үшінші беріліс құрылғысының 14 кіруіне үшінші асинхронды электр қозғалтқышымен 15 қосылған, оның кіруі үшінші жиілікті түрлендіргіштің 16 шығуымен қосылған.

Сондай-ақ, үшінші жиілік түрлендіргішінің 16 шығуымен үшінші ток датчигі 17 қосылған. Үшінші жиілік түрлендіргіштің 16 кіруі үшінші басқару блогының 18 шығуымен жалғанса, оның кіруі үшінші қарқындылығы задатчигімен 19 қосылған. Бос тармақты жылжыту үшін айналатын төртінші жетек жұлдызшасының білігі төртінші беріліс құрылғысының 20 шығуымен жалғанған. Төртінші беріліс құрылғысының 20 кіруіне төртінші асинхронды электрқозғалтқышы 21 жалғанған, оның кіруі төртінші жиілік түрлендіргіштің шығуымен 22 жалғанған [11].

Ең төменгі жылдамдықты орнату блогының 25 шығуы төртінші PLC контроллерінің 26 кіруімен қосылған, оның шығуы 27 жылдамдық задатчигі кіруіне қосылған. Жылдамдық задатчигінің 27 шығуы бірінші қарқындылық задатчигі 7, екінші қарқындылық задатчигі 13, үшінші қарқындылық задатчигі 19, төртінші қарқындылық задатчигі 24 кіруілерімен қосылған. Сондай-ақ, төртінші жиілік түрлендіргішінің 22 кіруімен төртінші басқару блогының 23 шығуы жалғанса, оның кіруі төртінші қарқындылығы задатчигімен 24 қосылған. Бірінші ток датчигі 5, екінші ток датчигі 11, үшінші ток датчигі 17 сәйкес PLC контроллердің 26 бірінші, екінші, үшінші кірулеріне жалғанған [11].

Көп жетекті қатпарлы конвейер көп қозғалтқышты электр жетегін іске қосуды басқару жүйесінің орындалуы

Қатпарлы конвейердің тартқыш-тасымалдаушы органы 1 – бұл шынжырлы тартқыш органға бекітілген болат қатпарлардан жасалған жүк тасушы кенеп, сонымен бірге бірінші беріліс құрылғысы 2 (БҚ1), екінші беріліс құрылғысы 8 (БҚ2), үшінші беріліс құрылғысы 14 (БҚ3), төртінші беріліс құрылғысы 20 (БҚ4) стандартты цилиндрлік редукторлар түрінде орындалады [11].

Бірінші жетекші электржетектің бірінші электр қозғалтқышы 3, екінші аралық электр жетектің екінші электр қозғалтқышы 9, үшінші аралық электр жетектің үшінші электр қозғалтқышы 15 және төртінші электржетектің төртінші электр қозғалтқышы 21 – қысқа тұйықталған роторы бар асинхронды электр қозғалтқыштары. Бірінші ток датчигі 5, екінші ток датчигі 11 және үшінші ток датчигі 17 – электр қозғалтқышы тұтынатын электр тоғын өлшейтін стандартты датчиктер. Бірінші жиілікті түрлендіргіші (ЖТ1+АРЖ) 4, екінші жиілікті түрлендіргіші (ЖТ2+АРЖ) 10, үшінші жиілік түрлендіргіші (ЖТ3+АРЖ) 16 және төртінші жиілік түрлендіргіші (ЖТ4+АРЖ) 22 - сәйкесінше 3, 9, 15, 21 электр қозғалтқыштарының электр қорегінің өзгеретін жиіліктеріне желілік кернеудің ауыспалы кернеуін түрлендіретін стандартты түрлендіргіштер. Бірінші басқару блогы (ББ1) 6, екінші басқару блогы (ББ2) 12, үшінші басқару блогы (ББ3) 18, төртінші басқару блогы (ББ4) 23-жиілік түрлендіргіштерін басқарудың стандартты блоктары. Бірінші қарқындылық задатчигі (Қ31) 7, екінші қарқындылық задатчигі (Қ32) 13, үшінші қарқындылық задатчигі (Қ33) 19 және төртінші қарқындылық

задатчигі (Қ34) 24 шығу сигналының жылдамдықтың берілген мәндеріне сәйкес келетін шамаларға дейін біркелкі өзгеруін қамтамасыз ететін қарқындылықтың стандартты задатчиктері түрінде орындалады.

Минималды жылдамдықтың орнату блогы 25 басқарылатын кернеу бөлгіші түрінде болады. Жылдамдық задатчигі 27 жылдамдықты белгілейтін стандартты элемент түрінде орындалады, бұл жағдайда ол жұмысты іске қосудың алғашқы сәтінде минималды жылдамдықта алады, ал жұмыс істейтін тармақ толығымен тартылғанда, барлық электр жетектерінің номиналды жылдамдық мәніне дейін айналуын қамтамасыз етеді. PLC* контроллері (programmable logic controller - бағдарламаланатын логикалық контроллер) 26 – технологиялық процестерді, энергетикалық, көліктік және басқа басқару жүйелерін автоматтандыру үшін қолданылатын бағдарламаланатын логикалық контроллер [11].

Қорытынды

Мақалада карьерлер мен разрездердің көліктік қазбалары жағдайында қатпарлы конвейерлерді қолданудың өзектілігі негізделген. Зерттеу нәтижелері бойынша оның қуатты бөлігінің құрылымында жиілікті реттелетін асинхронды электр жетегін қолдана отырып, көп қозғалтқышты қатпарлы конвейердің құрылымдық схемасы жасалды. Бағдарламаланатын-логикалық контроллерлерді қолдана отырып, көп қозғалтқышты электр жетегінің бұл орналасуы конвейердің тартқыш-тасымалдаушы органында негізсіз динамикалық шамадан тыс жүктемелерді азайтуға мүмкіндік береді және осылайша пайдалы қазбаларды ашық игеру кезінде тау-кен кәсіпорындарында қисық сызықты көлік қазбаларында, сонымен қатар көлбеу бұрыштары жоғары ұзын жолдарда қатпарлы конвейерлерді пайдалану тиімділігін арттырады.

Авторлар техника ғылымдарының докторы, профессор Брейдо И. В.-ке осы мақаланы дайындаудағы құнды кеңестер үшін үлкен алғыс білдіреді.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Алиев, С. Б., Брейдо, И. В., Данияров, Н. А., Келисбеков, А. К.** Перспективы применения в угольной промышленности многодвигательного пластинчатого конвейера с частотно-регулируемым электроприводом // Уголь. – 2020. – № 5. – С. 45–48. – DOI: [10.18796/0041-5790-2020-5-45-48](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2020-5-45-48).

2 **Štatkíć, S., Jeftenić, I. B., Bebić, M. Z., Milkić, Jović, S.** Reliability Assessment of the single motor drive of the belt conveyor on Drmno open-pit mine // International Journal of Electrical Power and Energy Systems. – 2019. – № 113. – P. 393–402. – DOI: [10.1016/j.ijepes.2019.05.062](https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2019.05.062).

3 **Windmann, S., Niggemann, O., Stichweh, H.** Computation of energy efficient driving speeds in conveying systems // At-Automatisierungstechnik. – 2018. – № 66 (4). – P. 308–319. – DOI: [10.1515/auto-2017-0094](https://doi.org/10.1515/auto-2017-0094).

4 **Świder, J., Herbuś, K., Szewerda, K.** Control of Selected Operational Parameters of the Scraper Conveyor to Improve Its Working Conditions // Advances in Intelligent

Systems and Computing. – 2019. – № 934. – P. 395–405. – DOI: [10.1007/978-3-030-15857-6_39](https://doi.org/10.1007/978-3-030-15857-6_39).

5 Гуменик, И. Л., Сиротюк, В. А., Ковалев, Р. А. Способ транспортирования при циклично-поточной технологии работ. Днепропетровский горный институт. им. Артема, SU 1763666A1. Бюл. №35 от 23.09.92.

6 Пашенков, Н. Ф. Комплекс для доставки горной массы из карьера, SU 918447. Бюл. №13, опубл. от 07.04.1982.

7 Киргинцев, В. А., Паршаков, А. Т. Способ подготовки скальной горной массы к транспортированию ленточными конвейерами при циклично-поточной технологии. SU 825191, Бюл. №16, опубл. от 30.04.1981.

8 Ракишев, Б. Р. Циклично-поточные технологии на карьерах Казахстана. Вестник Казахского национального технического университета им. К.И. Сатпаева. 2012. – № 1. – С. 14.

9 Сагинов, А. С., Данияров, А. Н., Акашев, З. Т. Основы проектирования и расчета карьерных пластинчатых конвейеров. – Алма-Ата : Наука, 1984. – 328 с.

10 Брейдо, И. В., Келисбеков, А. К., Кабасова, Ж. К., Абенова, Д. К., Оразбаев, К. Н., Мусина, Э. Б. Қатпарлы конвейердің көп қозғалтқышты электр жетегін пайдаланудың тұрақталған режимдерін жетілдіру // «Университет еңбектері» Республикалық журналы. – Қарағанды : КЕАҚ ҚарТУ. – 2022. – № 2. Б. 353–357.

11 Келисбеков, А. К. Серпимді байланыстарды есепке алып, қатпарлы конвейердің бір-бірімен байланысты көп қозғалтқышты, жиіліктік реттелетін электр жетегін зерттеу және құрастыру. [Electronic resource]. – [https://www.kstu.kz/wp-content/uploads/2020/11/Dissertatsiya-Kelisbekov_A.K._6D071800-Electr_energy_https://kstu.kz_6D071800_«Электр_энергетикасы»_мамандығы_б/ша_PhD_докторлық_диссертациясы,_Қарағанды:_КЕАҚ_ҚарТУ,_2020._\[Electronic_resource\]._–_https://www.kstu.kz/249216/](https://www.kstu.kz/wp-content/uploads/2020/11/Dissertatsiya-Kelisbekov_A.K._6D071800-Electr_energy_https://kstu.kz_6D071800_«Электр_энергетикасы»_мамандығы_б/ша_PhD_докторлық_диссертациясы,_Қарағанды:_КЕАҚ_ҚарТУ,_2020._[Electronic_resource]._–_https://www.kstu.kz/249216/).

REFERENCES

1 Aliyev, S. B., Breido, I. V., Daniyarov, N. A., Kelisbekov, A. K. Prospects for the use in the coal industry of a multi-motor apron conveyor with a frequency-controlled electric drive. Russia. – Coal. – 2020. – № 5. – P. 45–48. – DOI: [10.18796/0041-5790-2020-5-45-48](https://doi.org/10.18796/0041-5790-2020-5-45-48).

2 Štatkić, S., Jeftenić, I. B., Bebić, M. Z., Milkić, Jović, S. Reliability assessment of the single motor drive of the belt conveyor on Drmno open-pit mine International Journal of Electrical Power and Energy Systems. – 2019. – 113. – P. 393–402. – DOI: [10.1016/j.ijepes.2019.05.062](https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2019.05.062).

3 Windmann, S., Niggemann, O., Stichweh, H. Computation of energy efficient driving speeds in conveying systems At-Automatisierungstechnik, 2018. – 66 (4). – P. 308–319. – DOI: [10.1515/auto-2017-0094](https://doi.org/10.1515/auto-2017-0094).

4 Świder, J., Herbuś, K., Szeferda, K. Control of Selected Operational Parameters of the Scraper Conveyor to Improve Its Working Conditions Advances in Intelligent

Systems and Computing. – 2019. – № 934. – P. 395–405. – DOI: [10.1007/978-3-030-15857-6_39](https://doi.org/10.1007/978-3-030-15857-6_39).

5 Gumenik, I. L., Sirotjuk, V. A., Kovalev, R. A. Sposob transportirovaniya pri ciklimno-potochnoi tehnologii rabot. [Method of transportation with cyclic-flow technology of work] SU 1763666A1, Dnepropetrovskii gornyi institut. im. Artema./ Bjul. – № 35 ot 23.09.92.

6 Pashenkov, N. F. Kompleks dlja dostavki gornoj massy iz kar'era. [A complex for the delivery of rock mass from the quarry.] SU 918447, Bjul. №13, opubl. ot 07.04.1982.

7 Kirgincev, V. A., Parshakov, A. T. Sposob podgotovki skal'noi gornoj massy k transportirovaniyu lentochnymi konveierami pri ciklichno-potochnoi tehnologii. [A method of preparing rock mass for transportation by belt conveyors with cyclic flow technology] SU 825191. – Bjul. № 16, opubl. ot 30.04.1981.

8 Rakishev, B. R. Ciklichno-potochnye tehnologii na kar'erah Kazahstana [Cyclic-flow technologies in the quarries of Kazakhstan] // Vestnik Kazahskogo nacional'nogo tehnicheskogo universiteta im. K.I. Satpaeva. – 2012. – № 1. – P. 14.

9 Saginov, A. S., Danijarov, A. N., Akashev, Z. T. Osnovy proektirovaniya i rascheta kar'ernyh plastinchatyh konveierov [Fundamentals of design and calculation of quarry plate conveyors]. – Alma-Ata : Nauka. – 1984. – 328 p.

10 Brejdo, I. V., Kelisbekov, A. K., Kabasova, Zh. K., Abenova, D. K., Orazbaev K. N., Musina Je. B. Qatparly konvejerdin kop kozgaltqyshty jelektr zhetegin pajdalanudyn turaqtalghan rezhimderin zhetildiru [Improvement of the established operating modes of the multi-drive electric drive of the plate conveyor] // «Universitet eñbekteri» Respublikalyq zhurnaly. – Qaragandy : KEAQ QarTU, 2022. – № 2. – P. 353–357.

11 Kelisbekov, A. K. Serpimdi bajlanystardy esepke alyp, qatparly konvejerdin bir-birimden bajlanysty kop qozgaltqyshty, zhiiliktik retteletin jelektr zhetegin zertteu zhəne qurastyru [Research and development of the interconnected multi-motor, frequency-adjustable electric drive of the apron conveyor, taking into account elastic connections]. – [Electronic resource]. – [https://www.kstu.kz/wp-content/uploads/2020/11/Dissertatsiya-Kelisbekov_A.K._6D071800-Electr_energy_https://kstu.kz_6D071800_«Jelektr_jenergetikasy»_mamandygy_b/sha_PhD_doktorlyq_dissertacijasy._–_Qaragandy:_KEAQ_QarTU,_2020._\[Electronic_resource\]._–_https://www.kstu.kz/249216/](https://www.kstu.kz/wp-content/uploads/2020/11/Dissertatsiya-Kelisbekov_A.K._6D071800-Electr_energy_https://kstu.kz_6D071800_«Jelektr_jenergetikasy»_mamandygy_b/sha_PhD_doktorlyq_dissertacijasy._–_Qaragandy:_KEAQ_QarTU,_2020._[Electronic_resource]._–_https://www.kstu.kz/249216/).

Материал 01.06.23 баспаға түсті.

Н. А. Данияров¹, *А. К. Келисбеков², Д. Ж. Сарсембаев³,
С. Т. Кульшикова⁴, Е. Г. Байконуров⁵

¹ТОО «Корпорация Казахмыс»,

Республика Казахстан, г. Караганда;

^{2,3,4,5}Жезказганский университет имени О. А. Байконурова,

Республика Казахстан, г. Жезказган

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ МНОГОПРИВОДНОГО ПЛАСТИНЧАТОГО КОНВЕЙЕРА С ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Эффективность эксплуатации продукции горного машиностроения определяется не только качеством ее изготовления, но и применением конструктивных схем, позволяющих максимально адаптировать горную технику к сложным и постоянно меняющимся технологическим условиям работы. В частности, применение различных видов конструкций специального вида транспортного оборудования – пластинчатых конвейеров зависит от таких параметров горных предприятий, как: расстояние и глубина доставки, угол наклона транспортной выработки и др. Наибольшее распространение данный вид конвейеров получил при открытой разработке полезных ископаемых, на рудных карьерах и разрезах. При непрерывном увеличении глубины карьеров, необходимости в росте их производительности по горной массе, применяемая на открытых горных работах циклическая технология с автомобильным и железнодорожным транспортом приводила к ухудшению технико-экономических показателей работы. Себестоимость добычи полезного ископаемого увеличивалась в результате роста стоимости применения циклических видов транспорта. Опыт эксплуатации показал, что на каждые 100 м глубины карьера затраты по использованию автотранспорта грузоподъемностью 30–40 т увеличиваются в среднем в 1,5 раза. Использование железнодорожного транспорта на большинстве глубоких карьеров исключается по условиям невозможности вписывания подвижного состава в сравнительно небольшие размеры рудных тел и параметры карьеров.

В этой связи, несомненную актуальность приобретают вопросы разработки технических решений, направленных на создание конструктивных схем пластинчатых конвейеров, позволяющих эффективно работать в постоянно меняющихся технологических условиях современных карьеров и разрезов.

Цель работы: разработка конструктивной схемы многоприводного пластинчатого конвейера с частотно-регулируемым асинхронным электроприводом.

Ключевые слова: горное машиностроение, карьер, конструктивная схема, пластинчатый конвейер, электропривод.

**N. A. Daniyarov¹, *A. K. Kelisbekov², D. Z. Sarsembayev³,
S. T. Kulshikova⁴, Y. G. Baikonurov⁵**

¹Kazakhmys Corporation LLP,
Republic of Kazakhstan, Karaganda;

^{2,3,4,5}Zhezkazgan University named after O. A. Baikonurov,
Republic of Kazakhstan, Zhezkazgan.

Material received on 01.03.23.

DEVELOPMENT OF A DESIGN SCHEME FOR A MULTI-DRIVE PLATE CONVEYOR WITH A FREQUENCY-CONTROLLED ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE

The efficiency of operation of mining machinery products is determined not only by the quality of its manufacture, but also by the use of design schemes that allow maximum adaptation of mining equipment to complex and constantly changing technological working conditions. In particular, the use of various types of structures of a special type of transport equipment – plate conveyors depends on such parameters of mining enterprises as: distance and depth of delivery, angle of inclination of transport workings, etc. This type of conveyor is most widespread in the open-pit mining of minerals, in ore quarries and sections. With a continuous increase in the depth of quarries, the need to increase their productivity in terms of rock mass, the cyclical technology used in open-pit mining with road and rail transport led to a deterioration in technical and economic performance. The cost of mining increased as a result of the increase in the cost of using cyclical modes of transport. Operational experience has shown that for every 100 m of the pit depth, the costs of using vehicles with a lifting capacity of 30–40 tons increase by an average of 1.5 times. The use of railway transport in most deep quarries is excluded due to the impossibility of fitting rolling stock into the relatively small size of ore bodies and the parameters of the quarries.

In this regard, the issues of developing technical solutions aimed at creating constructive schemes of plate conveyors that allow them to work effectively in the constantly changing technological conditions of modern quarries and sections are of undoubted relevance.

The purpose of the work: development of a design scheme for a multi-drive plate conveyor with a frequency-controlled asynchronous electric drive

Keywords: mining engineering, quarry, structural scheme, plate conveyor, electric drive.

*O. T. Kairbay¹, A. V. Mazdubay², I. A. Shumeyko³^{1,2,3}Toraighyrov university, Republic of Kazakhstan, Pavlodar*e-mail: oljaskairbaev@mail.ru**EXPERIMENTAL STUDIES OF THE DEPENDENCE OF TOOL PERFORMANCE ON DESIGN PARAMETERS**

The comparative analysis allowed us to consider the equipment for processing solid household waste (SHW), tool designs, to monitor the work processes and come to the conclusion about their low level of resource conservation and not rational wear. There was also a high level of demand for collapsible tools for equipment for processing SHW. A collapsible tool has been designed for equipment for processing SHW, after that an algorithm for calculating the design parameters of the tool was developed, which was included in the tool design program for equipment for processing SHW in Microsoft Office Excel. This program allows you to design a tool model in accordance with the design parameters, technical characteristics of the equipment, needs and capabilities of the activity. The article presents the developed method of computer modeling to determine the optimal design parameters of a tool for equipment for processing SHW, the results of testing 3D models of tools for equipment for processing SHW in different variations. The materials of this work can be used in the educational process as a methodological guide and/or recommendations for computer modeling, analysis and selection of tool designs for recycling equipment.

Keywords: SHW recycling, utilization, SHW, solid waste, tool.

Introduction

In [1, 2], the applied devices, equipment for crushing SHW and existing designs of tools for recycling SHW are analyzed.

The experimental study was performed in the APM FEM application of the Kompas 3D program [3]. It was necessary to determine the types of loads and their values before conducting the experiment. In this experiment, there are the following loads[4]:

- resistance to shear cutting of the processing material;
- friction force-sliding of the tool blade on the recycling material;
- angular speed.

To determine the resistance to shear cutting of the material, the following formula was used [5].

$$\tau = \frac{4}{5} \times \sigma_e$$

where σ_e – tensile strength

The values of the tensile strength of the processing materials are presented in table 1 [5, 6, 7].

Table 1 – Values of the tensile strength of processing materials

Material	MPa	N/mm ²
PE	10-36	10-36
PP	49	49
PS	34-58	34-58
PVC	34-61	34-61
Steel 45 (chip)	630	630

The obtained values of the resistance to shear cutting of materials are presented in table 2.

Table 2 – Values of the resistance to shear cutting of materials

Material	MPa	N/mm ²
PE	8-32	8-32
PP	39	39
PS	27-47	27-47
PVC	27-49	27-49
Steel 45 (chip)	504	504

To determine the friction force-sliding of the tool blade on the material, the friction force-sliding formula was used

$$F_{fr} = k \times N$$

where N – the strength of the normal reaction of the support;
 k – sliding friction coefficient.

Steel 45 (chip) was chosen as a material for the experiment, as the material with the highest value of the resistance to shear cutting. The sliding friction coefficient when moving steel on steel with an angular speed of 25 rpm will be 0.1125 [8].

$$F_{fr} = 504 \times 0,1125 = 56,7 \frac{N}{mm^2}$$

As the rotation speed of the shredder shaft is 25 rpm, the angular speed value is 150°/s.

Materials and methods of research

Variable parameters of the tool design [9, 10]:

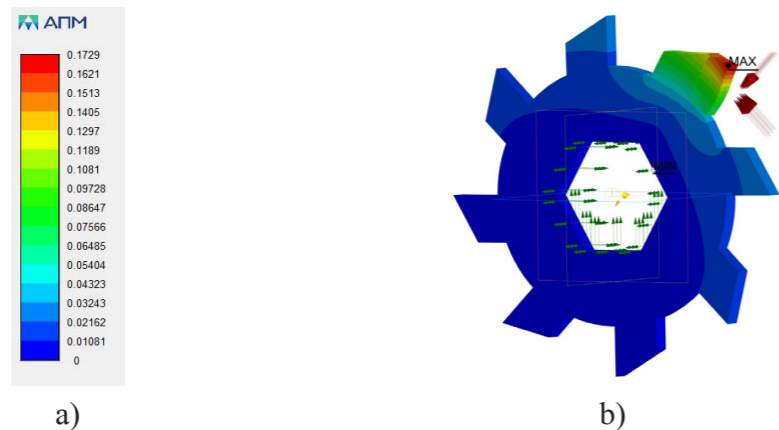
1 Housing type: a) cast; b) welded; c) collapsible.

2 Material of the cutting part: a) steel 65; b) steel 45.

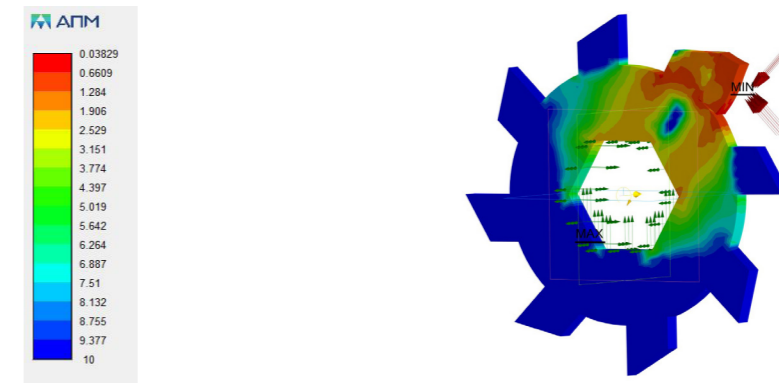
3 Housing material: a) steel 65; b) steel 45.

Table 3 – Accepted design parameters of the tool design for solid waste processing equipment

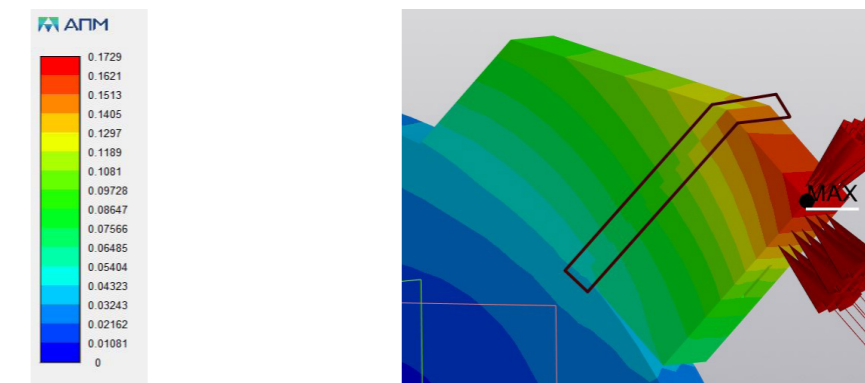
Variable tools	Accepted design parameters of the structure
a) housing type – collapsible; б) material of the cutting part – steel 65; в) housing material – steel 45	- major diameter of the housing blade is 106 mm; - the minor diameter of the housing blade is 86 mm;
a) housing type – collapsible; б) material of the cutting part – steel 45; в) housing material – steel 45	- the width of the housing blade is 5 mm; - overall dimensions of the edge – 10x5x5 mm;
a) housing type – collapsible; б) material of the cutting part – steel 65; в) housing material – steel 65	- the landing hole of the blade and ring (inscribed circle diameter) – 36 mm; - the diameter of the distance ring is 55.9 mm; - the width of the distance ring is 6 mm.
a) housing type – welded; б) material of the cutting part – steel 65; в) housing material – steel 45	
a) housing type – cast; б) material of the cutting part – steel 45; в) housing material – steel 45	
a) housing type – cast; б) material of the cutting part – steel 65; в) housing material – steel 65	
1-generated a) housing type – collapsible; б) material of the cutting part – steel 65; в) housing material – steel 45	- major diameter of the housing blade is 106 mm; - the minor diameter of the housing blade is 76.4 mm; - the width of the housing blade is 5 mm; - overall dimensions of the edge – 14.8x5x8 mm; - the landing hole of the blade and ring (inscribed circle diameter) – 32 mm; - the diameter of the distance ring is 55.9 mm; - the width of the distance ring is – 6 mm.



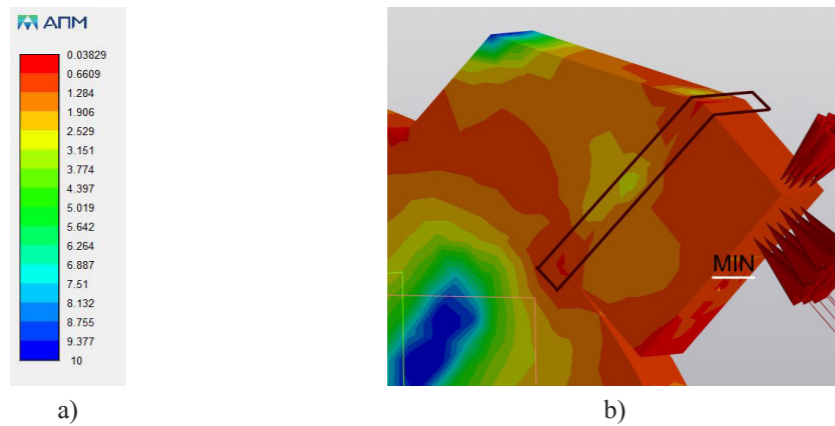
a) scale of values of total linear displacements;
b) topography of total linear displacements
Figure 1 – Method of measuring total linear displacements under loads on the example of a 1-generated tool



a) scale of values of safety margin coefficients;
b) topography of safety margin coefficients.
Figure 2 – Method of measuring the safety margin coefficients under loads on the example of a 1-generated tool



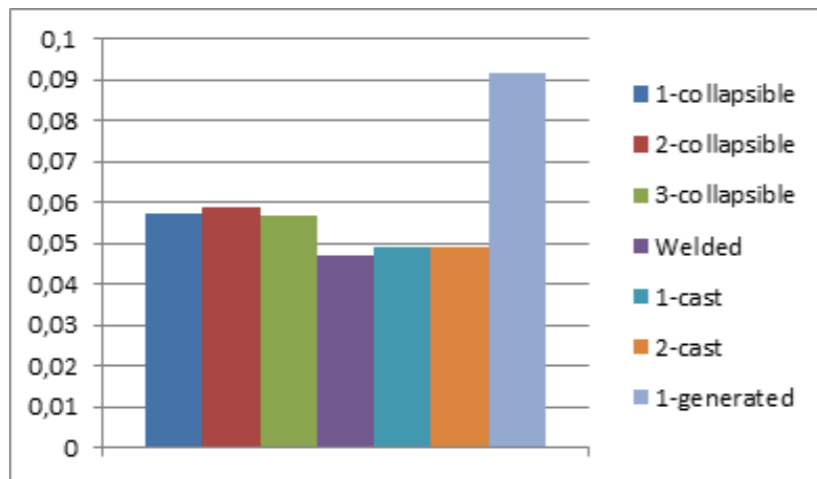
a) scale of values of total linear displacements;
b) topography of total linear displacements
Figure 3 – Method of measuring total linear displacements at the place of joint of the cutting part with the housing under loads on the example of a 1-generated tool



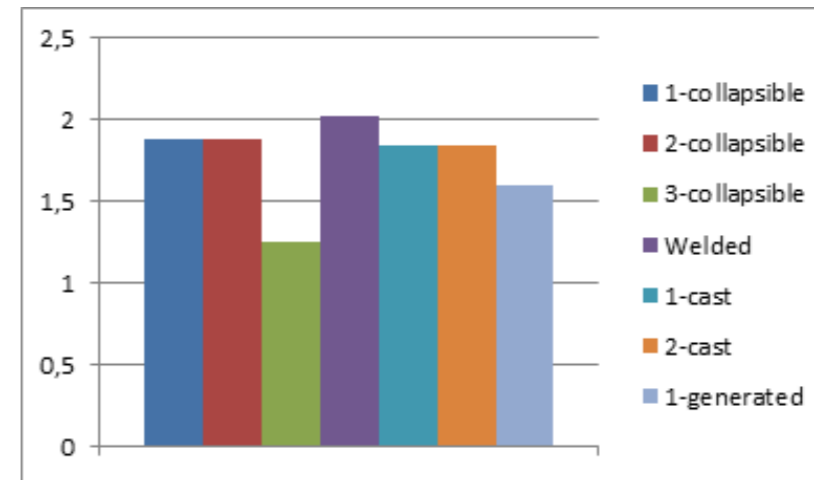
a) scale of values of safety margin coefficients;
 b) topography of safety margin coefficients.
 Figure 4 – Method of measuring safety margin coefficients at the cutting part’s place of joint with the housing under loads on the example of a 1-generated tool

Results and discussion

First is identification of the optimal type of construction. From the graphical dependencies and the values of mechanical characteristics at the cutting part’s place of joint with the tool housing can be seen that the minimum value of the total linear displacement 0.047275 mm has a welded housing type. The maximum value of 0.09187 mm for the 1-generated collapsible housing type with the material of the cutting part is steel 45, the housing material is steel 45.



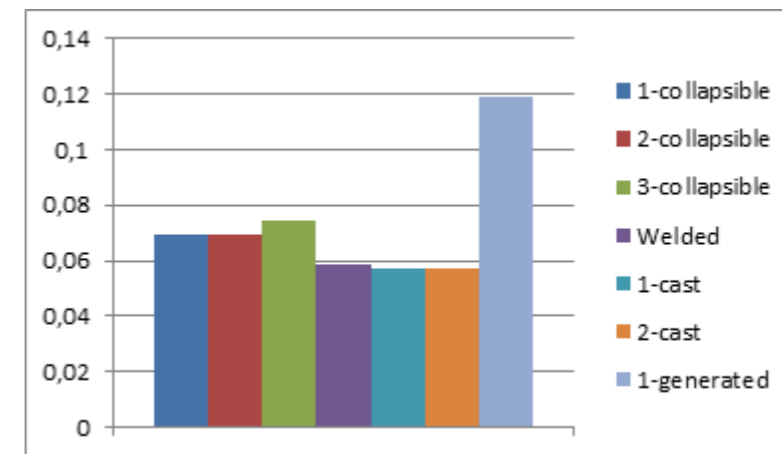
Graph 1 – Values of the total linear displacement at the cutting part’s place of joint with the tool housing, mm



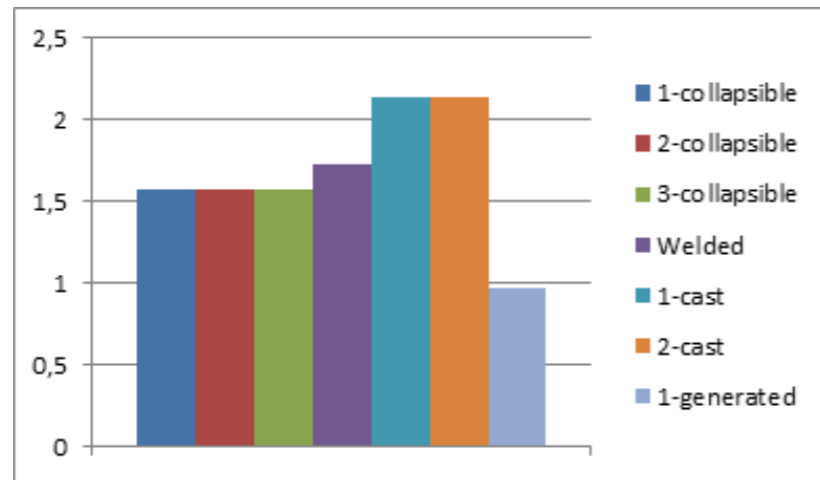
Graph 2 – Values of the safety margin coefficients at the cutting part’s place of joint with the tool housing

From the same graphs and values of mechanical characteristics at the junction of the cutting part with the tool housing can be seen that the minimum value of the safety margin coefficient 1.2578 has a collapsible housing type with the material of the cutting part – steel 65, the material of the housing – steel 45. The maximum value is 2.0225 for the welded housing type. Thus according to the type of housing, the most optimal is the collapsible housing type with the material of the cutting part – steel 65, the material of the «housing» – steel 45.

Second is identification of the optimal material of the cutting part. From the graphical dependencies and values of the mechanical characteristics of the cutting part of the tool can be seen that the minimum value of the total linear displacement of 0.057545 mm has a cast housing type with the material of the cutting part – steel 45 and steel 65. The maximum value is 0.118875 mm for the 1-generated collapsible housing type with the material of the “cutting part” – steel 65, the material of the housing – steel 45.



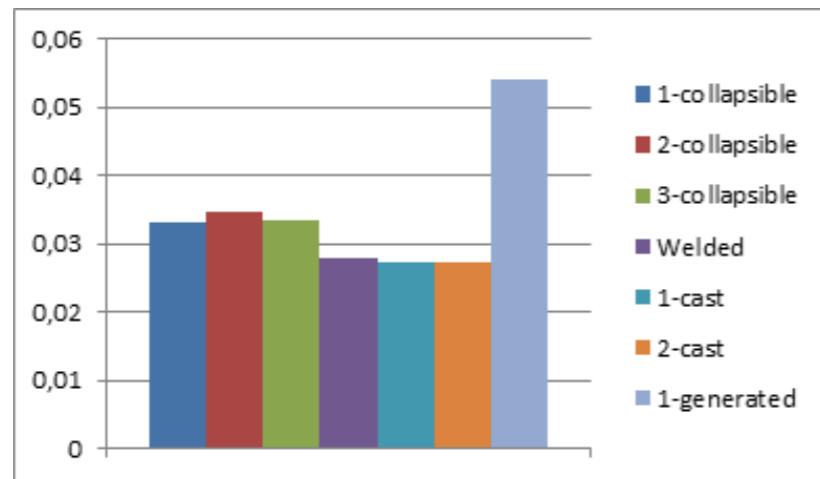
Graph 3 – Values of the total linear displacement of the tool cutting part, mm



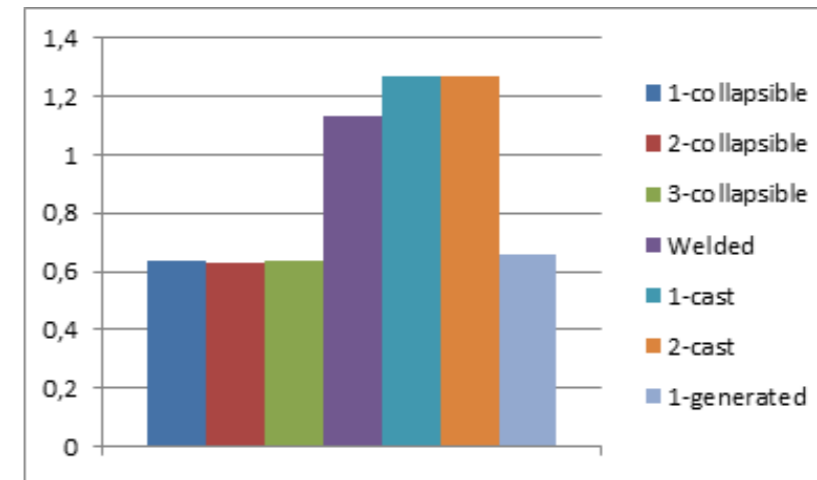
Graph 4 – Values of the safety margin coefficients of the tool cutting part

According to the following graphs and values of the mechanical characteristics of the tool cutting part can be seen that the minimum value of the safety factor 0.972145 has 1-the generated collapsible housing type with the material of the cutting part – steel 65. The maximum value of 2.13935 for the cast housing type with the material of the cutting part is steel 45 and steel 65. Thus the material of the cutting part is the most optimal steel 65.

Third is identification of the optimal housing material. From the graphical dependencies and the values of the mechanical characteristics of the tool housing can be seen that the lowest maximum value of the total linear displacement of 0.0274 mm has a cast housing type with a housing material – steel 45 and steel 65. The highest maximum value of 0.05404 mm is for the 1-generated collapsible housing type with the material of the cutting part – steel 65, the housing material – steel 45.



Graph 5 – Maximum values of the total linear displacement of the tool housing, mm



Graph 6 – Minimum values of the safety margin coefficients of the tool housing

Based on the same graphs and values of the mechanical characteristics of the tool housing can be seen that the lowest minimum value of the safety margin coefficient 0.633 has a collapsible housing type with the material of the cutting part – steel 45, the material of the housing – steel 45. The highest minimum value is 1.266 for a cast housing with a housing material – steel 45 and steel 65. Thus steel 45 is the most optimal for the housing material.

Conclusions

A method of computer modeling has been developed to determine the optimal design parameters of a tool for solid recycling equipment. Experimental studies of the dependence of mechanical characteristics on the design parameters of the tool have been carried out, namely: a) the housing type; b) the material of the cutting part; c) the material of the housing.

Based on the results of experimental studies with a tool for solid waste processing equipment, the following recommendations can be made:

- the housing type of the tool for solid recycling equipment should be taken collapsible, as the most rational, preserving the principle of resource conservation.
- it is recommended to use steel 65 as the material of the tool cutting part, as it has a high resource intensity;
- it is recommended to use 45 steel as the material of the tool housing, because the housing is least subjected to loads and wear in the production process.

REFERENCES

1 **Ф. Ла Мантия** (ред.); пер. с англ. под. ред. Заиков Г. Е. Вторичная переработка пластмасс / Ф. Ла Мантия (ред.); пер. с англ. под. ред. Г. Е. Заикова; Профессия. – Санкт-Петербург : Изд-во Профессия, 2006. – 400 с. – ISBN 5-93913-116-6.

2 **Каирбай, О. Т.** Анализ конструкций инструментов для переработки ТБО / О. Т. Каирбай // Международная научно-практическая конференция «XIV Торайгыровские чтения». – Павлодар, 2022. – С. 306–313.

3 Научно-технический центр «АПМ». АРМ FEM : руководство пользователя / Научно-технический центр «АПМ». – Королёв : Изд-во Научно-технический центр «АПМ», 2022. – 71 с.

4 **Николаенко, В. Л.** Прикладная механика. Расчет типовых элементов конструкций : учеб. пособие / В. Л. Николаенко. – Минск : Изд-во Гревцова, 2010. – 386 с.

5 Design of a Plastic Shredding Machine to Obtain Small Plastic Waste / A. D. Witman, C. M. Jason, M. C. Brian, N. T. Luis // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2021. – Vol. 12. – № 6. – P. 478–483.

6 **Дьяконов, О. М.** Исследование физико-химических и механических свойств стальной и чугунной стружки / О. М. Дьяконов // Литье и металлургия. – 2009. №4 (53). – С. 161–173.

7 Виды стружек // ООО «ВТ-МЕТАЛЛ», 2022. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://vt-metall.ru/articles/882-vidy-struzhek> (Дата обращения: 08.01.2023).

8 Как найти коэффициент трения // МногоФормул.ру, 2022. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://mnogoformul.ru/kak-nayti-koefficient-treniya> (Дата обращения 08.01.2023).

9 Ножи для роторных shredderov и дробилок // Samaks, 2021. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://samaks.ru/nozhi-dlya-rotornyh-shrederov-i-drobilok.html> (Дата обращения 08.01.2023).

10 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2. / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – М. : Машиностроение, 1986. – 496 с.

REFERENCES

1 **F. La Mantiya** (red.); per. s angl. pod. red. Zaikov G. E. Vtorichnaya pererabotka plastmass [Recycling of plastics] / F. La Mantiya (red.); per. s angl. pod. red. G. E. Zaikova ; Professiya. – Saint-Petersburg : Professiya publisher, 2006. – 400 p. – ISBN 5-93913-116-6.

2 **Kairbay, O. T.** Analiz konstrukcii instrumentov dlya pererabotki TBO [Analysis of tool designs for MSW recycling] / O. T. Kairbay // Mejdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «XIV Toraigirovskie chteniya». – Pavlodar, 2022. – P. 306–313.

3 Nauchno-tehnicheskii centr «АРМ». АРМ FEM: rukovodstvo polzovatelya [АРМ FEM: user manual] // Nauchno-tehnicheskii centr «АРМ». – Korolev : Nauchno-tehnicheskii centr «АРМ» publisher, 2022. – 71 p.

4 **Nikolaenko, V. L.** Prikladnaya mehanika. Raschet tipovih elementov konstrukcii : ucheb. posobie [Applied mechanics. Calculation of typical structural elements: textbook] / V. L. Nikolaenko. – Minsk : Grevcova publisher, 2010. – 386 p. – ISBN 978-985-6826-88-0.

5 Design of a Plastic Shredding Machine to Obtain Small Plastic Waste / A. D. Witman, C. M. Jason, M. C. Brian, N. T. Luis // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2021. – Vol. 12. – № 6. – P. 478–483.

6 **Dyakonov, O. M.** Issledovanie fiziko-himicheskikh i mehanicheskikh svoystv stalnoi i chugunnoi strujki [Investigation of physico-chemical and mechanical properties of steel and cast iron shavings] / O. M. Dyakonov // Casting and metallurgy. – 2009. – №4 (53). – P. 161–173.

7 Vidy strujek [Types of shavings] // «VT-METALL» LLC, 2022. – [Electronic resource]. – URL: <https://vt-metall.ru/articles/882-vidy-struzhek> (Date of application 08.01.2023).

8 Kak naiti koefficient treniya [How to find the coefficient of friction] // MnogoFormul.ru, 2022. – [Electronic resource]. – URL: <https://mnogoformul.ru/kak-nayti-koefficient-treniya> (Date of application 08.01.2023).

9 Noji dlya rotornih shrederov i drobilok [Knives for rotary shredders and crushers] // Samaks, 2021. – [Electronic resource]. – URL: <https://samaks.ru/nozhi-dlya-rotornyh-shrederov-i-drobilok.html> (Date of application 08.01.2023).

10 Spravochnik tehnologa-mashinostroitel'ya Pod red. Kosilovoi A. G. i Mescheryakova R. K. [Handbook of a machine-building technologist]. In 2 t. T. 2. Ed. By. A. G. Kosilovoi i R. K. Mescheryakova. – Moscow : Mashinostroenie, 1986. – 496 p.

Material received on 01.06.23

*О. Т. Каирбай¹, А. В. Маздубай², И. А. Шумейко³

^{1,2,3}Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал 01.06.23 баспаға түсті.

ҚҰРАЛДЫҢ ӨНІМДІЛІГІНІҢ ДИЗАЙН ПАРАМЕТРЛЕРІНЕ ТӘУЕЛДІЛІГІН ЭКСПЕРИМЕНТТІК ЗЕРТТЕУ

Салыстырмалы талдау қатты тұрмыстық қалдықтарды (ҚТҚ) қайта өңдеу жабдықтарын, құрал-саймандар конструкцияларын қарауға, жұмыс процестеріне бақылау жүргізуге және олардың ресурс үнемдеудің төмен деңгейі және ұтымды емес тозуы туралы қорытындыға келуге мүмкіндік берді. Сондай-ақ, ҚТҚ қайта өңдеу жабдықтарына арналған жиналмалы типтегі құралдарға сұраныстың жоғары деңгейі анықталды. Қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу жабдықтары үшін жиналмалы типтегі құрал жасалды. Содан кейін Microsoft Office Excel бағдарламасында қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу жабдықтары үшін құралды жобалау бағдарламасына енгізілген құралдың дизайн параметрлерін есептеу алгоритмі жасалды. Бұл бағдарлама құралдың моделін дизайн параметрлеріне, жабдықтың техникалық сипаттамаларына, қызметтің қажеттіліктері мен мүмкіндіктеріне сәйкес жасауға мүмкіндік береді. Бұл мақалада ҚТҚ қайта өңдеу жабдықтары үшін құралдың оңтайлы құрылымдық параметрлерін анықтау үшін компьютерлік модельдеудің әзірленген әдістемесі, әртүрлі вариацияларда қатты тұрмыстық қалдықтарды қайта өңдеу жабдықтары үшін құралдардың 3D моделін сынау нәтижелері келтірілген. Бұл жұмыстың

материалдары оқу процесінде компьютерлік модельдеу, талдау және қайта оңдеу жабдықтары үшін құрал-саймандардың конструкцияларын іріктеу үшін әдістемелік құрал және/немесе ұсыныстар ретінде пайдаланылуы мүмкін.

Кілтті сөздер: ҚТҚ оңдеу, кәдеге жарату, ҚТҚ, қатты қалдықтар, құрал.

***О. Т. Каурбай¹, А. В. Маздубай², И. А. Шумейко³**

^{1,2,3}Торайғыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЗАВИСИМОСТИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ИНСТРУМЕНТА ОТ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

Сравнительный анализ позволил рассмотреть оборудование переработки твёрдых бытовых отходов (ТБО), конструкций инструментов, провести наблюдение за рабочими процессами и прийти к выводу об их низком уровне ресурсосбережения и не рационального изнашивания. Также был обнаружен высокий уровень спроса на инструменты разборного типа для оборудования по переработке ТБО. Сконструирован инструмент разборного типа для оборудования по переработке ТБО. Затем был разработан алгоритм расчета конструктивных параметров инструмента, который внесён в программу проектирования инструмента для оборудования по переработке ТБО в Microsoft Office Excel. Эта программа позволяет сконструировать модель инструмента в соответствии с конструктивными параметрами, техническими характеристиками оборудования, потребностями и возможностями деятельности. В данной статье представлена разработанная методика компьютерного моделирования по определению оптимальных конструктивных параметров инструмента для оборудования по переработке ТБО, результаты испытаний 3D модели инструментов для оборудования по переработке ТБО в различных вариациях. Материалы этой работы могут быть использованы в учебном процессе в качестве методического пособия и/или рекомендаций для проведения компьютерного моделирования, анализа и отбора конструкций инструментов для оборудования по переработке отходов.

Ключевые слова: переработка ТБО, утилизация, ТБО, твёрдые отходы, инструмент.

МРНТИ 81.81.05

<https://doi.org/10.48081/NSJJ1524>

***К. Ж. Киргизбаева¹, А. С. Алдыбай², М. А. Джаксымбетова³**

^{1,2,3}Евразийский национальный университет имени

Л. Н. Гумилева, Республика Казахстан, г. Астана

*e-mail: kirg-kam@yandex.kz

ИНТЕГРАЛЬНЫЙ СПОСОБ ОЦЕНКИ ГОТОВНОСТИ СМК ПРЕДПРИЯТИЯ К ВНЕДРЕНИЮ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Данная статья представляет собой анализ исследования, посвященного интегральному способу оценки готовности системы менеджмента качества (СМК) предприятия к внедрению цифровых технологий. Интеграция цифровых инноваций в СМК является неотъемлемой частью современного бизнеса, однако оценка готовности предприятия к такому внедрению остается актуальной и важной задачей.

В исследовании предложен интегральный подход, основанный на учете не только технических аспектов внедрения цифровых технологий, но также оценке организационных и человеческих факторов для достижения комплексной готовности. Авторы представляют методологию, основанную на системном подходе, включающую анализ текущего состояния СМК, выявление ключевых слабых мест и разработку стратегии внедрения цифровых технологий.

Результаты исследования показывают, что интегральный подход к оценке готовности СМК предприятия к внедрению цифровых технологий позволяет получить более объективную картину текущего состояния, а также определить приоритетные области для дальнейших улучшений и роста. Этот подход может быть полезен для предприятий, стремящихся повысить свою конкурентоспособность и эффективность через внедрение цифровых инноваций в свою СМК, приводящее к улучшению качества продукции и удовлетворенности клиентов.

Ключевые слова: система менеджмента качества, показатели, критерии, интегральная оценка, уровень готовности.

Введение

Прежде всего, необходимо начать процесс цифровизации системы менеджмента качества с оценки готовности предприятия к данному шагу. Это обусловлено следующими причинами:

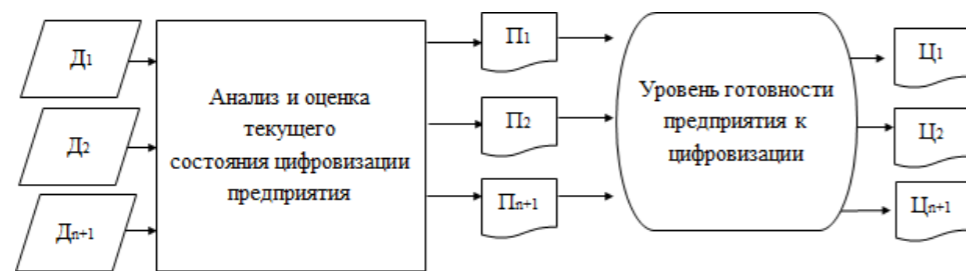
Во-первых, требуется провести анализ и оценку текущего уровня цифровизации на предприятии, чтобы:

1 Идентифицировать существующие проблемы и препятствия, которые нужно преодолеть.

2 Сформулировать четкие цели, к которым необходимо стремиться, и задачи, которые требуется решить.

Материалы и методы

Применение данного подхода осуществляется на основе модели, представленной на рис. 1.



D_1, D_2, D_{n+1} – данные (информация) для анализа и оценки текущего состояния цифровизации.
 P_1, P_2, P_{n+1} – проблемы (угрозы, риски), следующие из проведенного анализа и оценки.
 C_1, C_2, C_{n+1} – цели, сформулированные на основании выявленных проблем.

Рисунок 1 – Модель для оценки текущего состояния цифровизации предприятия

Представленная модель основана на методике анализа и оценки текущего состояния цифровизации предприятия. Для проведения анализа используются данные, которые систематизируются специализированными подразделениями организации [1,2,3]. Показатели для анализа выбираются в соответствии с идентичными областями системы менеджмента качества.

Представленная модель основывается на следующих принципах:

1 Для оценки используются соответствующие показатели, которые разрабатываются в соответствии с областями системы менеджмента качества, описанными в разделах СТ РК ISO 9001-2016, таких как средства обеспечения (разделы 7.1.5, 7.1.6), деятельность на стадиях жизненного цикла продукции и услуг (разделы 8.1, 8.3, 8.4, 8.5.1, 8.7), оценка результатов деятельности (разделы 9.2, 9.3) [10].

2 Для каждого критерия определена соответствующая методика расчета.

3 Каждый критерий имеет соответствующие данные, на основе которых производится расчет.

4 Для оценки уровня готовности системы менеджмента качества предприятия к внедрению современных цифровых технологий в целом используется шкала оценок, такая как очень низкий, низкий, средний, выше среднего, высокий уровень [4,5,6].

Для иллюстрации принципа оценки текущего состояния цифровизации производства продукции и предоставления услуг (раздел 8.5) рассматривается пример сбора информации. Оценка может быть осуществлена по следующим критериям:

1) Уровень технологической готовности производства, который может быть определен, например, на основе оснащенности предприятия станками с числовым программным управлением (ЧПУ). Показатель для данного критерия рассчитывается с использованием следующей формулы:

$$P_{ТГ} = \frac{P_{ЧПУ}}{P_{общ}} \quad (1)$$

где, $P_{ЧПУ}$ – общее количество станков с ЧПУ, находящихся на предприятии;
 $P_{общ}$ – общее количество станков, находящихся на предприятии.

2) Уровень автоматизации производства на предприятии включает следующие компоненты:

- Автоматизация планирования работы производственного оборудования.
- Автоматизация создания отчетов о текущем состоянии производства и анализа выполнения производственных планов и программ.
- Автоматизация сбора и структурирования статистической информации о выполнении производственных планов и программ для анализа отклонений от установленных производственных показателей.
- Автоматизация визуализации данных о достижении или недостижении установленных производственных показателей.
- Автоматизация контроля качества продукции в соответствии с установленными технологическими процессами.
- Автоматизация контроля перемещения частей продукции между складами подразделений в соответствии с технологическими процессами.
- Автоматизация использования цифровых баз знаний, включающих нормативно-техническую документацию, технологии, инструкции, требования к сырью и материалам и другую информацию.
- Автоматизация управления заказами, включая проверку качества поставок, управление приоритетами заказов и другие релевантные аспекты [7,8,9].

Для вычисления общей оценки указанных показателей применяется следующее математическое выражение:

$$P_{mech} = \frac{100}{24} \times \sum_{i=1}^8 a^i \quad (2)$$

где, i – вид механизированной задачи;

a^i – соответствие корпоративных систем управления решаемой механизированной задачи [10].

Уровень данного показателя может быть классифицирован следующим образом: значение, равное или превышающее 75 %, соответствует «высокому» уровню; значения от 50 % до 75 % соответствуют «среднему» уровню; значения ниже 50 % соответствуют «низкому» уровню.

Результаты и обсуждение

Следовательно, при оценке уровня готовности к цифровизации (см. рисунок 2) применяется следующая последовательность шагов.



Рисунок 2 – Последовательность действий при оценке уровня готовности СМК к цифровизации

Расчет интегральной оценки готовности системы менеджмента качества предприятия к интеграции современных цифровых технологий осуществляется с использованием следующего выражения:

$$P_{\text{инт}} = \frac{P_{\text{mech1}} + P_{\text{mech2}} + P_{\text{mech } n}}{N_{\text{max}}} \quad (3)$$

где, $P_{\text{mech1}} + P_{\text{mech2}} + P_{\text{mech } n}$ – сумма интегральных оценок (в %), полученная в результате оценки конкретной области СМК в соответствии с СТ РК ISO 9001-2015;

N_{max} – общая максимальная сумма оценок по всем оцениваемым областям СМК.

Для определения уровня готовности к интеграции современных цифровых технологий используются следующие критерии: если значение составляет 76 % и более, то уровень готовности считается «высоким»; в диапазоне от 50 % до 75 % – «средним 187 уровнем готовности; если значение составляет менее 50 %, то уровень готовности считается «низким».

Выводы

С использованием предложенной модели можно провести анализ и оценку уровня готовности системы менеджмента качества (СМК) предприятия,

занимающегося производством продукции, к интеграции современных цифровых технологий. Это позволит также выявить области, которые имеют недостаточную готовность к цифровизации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Evgeny A. Kovrigin, Victor A. Vasiliev.** Approaches and problems to assessing readiness for the implementation of modern digital technologies in a Quality Management System // Proceedings of the 2020 IEEE International Conference «Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies» (IT&QM&IS). – P. 336–340.

2 **Гилева, Т. А.** Цифровая зрелость предприятия : методы оценки и управления // Вестник УГНТУ. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. – 2019. – № 1 (27).

3 **Krubasik, S., Dirlea V., Kidambi R. at all.** Quality 4.0: Preventive, Holistic, Future-Proof. – [Электронный ресурс]. – <https://www.atkearney.com/industrial-goods-services/article/?a/quality-4-0-preventive-holistic-future-proof>.

4 **Салимова, Т. А., Ватолкина, Н. Ш.** Менеджмент качества в условиях перехода к индустрии 4.0 // Стандарты и качество. – 2018. – № 6. – С. 58–62.

5 **Салимова, Т. А., Ватолкина, Н. Ш., Маколов, В. И.** Векторы развития СМК при переходе к индустрии 4.0// Стандарты и качество. – 2018. – № 8. – С. 44–48.

6 **Левченко, Е. В.** Влияние цифровизации на развитие системы менеджмента качества // Вестник Саратовского государственного социально- экономического университета. – 2018. – №4 (73).

7 **Ведмидь, П. А.** Менеджмент качества для цифрового производства // Автоматизация в промышленности. – 2019. – № 8. – С. 39–42.

8 **Ковригин, Е. А., Васильев, В. А.** Пути развития СМК в условиях цифровизации // Компетентность / Competency (Russia). – 2020. – № 6. – DOI: [10.24411/1993-8780-2020-10603](https://doi.org/10.24411/1993-8780-2020-10603). – С. 12–17.

9 **Ковригин, Е. А., Васильев, В. А.** Проблемы готовности системы менеджмента качества к интеграции современных цифровых технологий // Качество. Инновации. Образование. – 2020 – № 5.

10 СТ РК ISO 9001-2016 «Системы менеджмента качества. Требования», утвержден и введен в действие Приказом Председателя Комитета технического регулирования и метрологии Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан № 285-од от 14 ноября 2016 года.

REFERENCES

1 **Evgeny A. Kovrigin, Victor A. Vasiliev.** Approaches and problems to assessing readiness for the implementation of modern digital technologies in a Quality Management System // Proceedings of the 2020 IEEE International Conference «Quality Management, Transport and Information Security, Information Technologies» (IT&QM&IS). – P. 336–340.

2 **Gileva, T. A.** Cifrovaya zrelost' predpriyatiya : metody ocenki i upravleniya [Digital maturity of the enterprise: methods of assessment and management] // Bulletin of the USPTU. Science, Education, Economics. Series: Economics. – 2019. – № 1 (27).

3 **Krubasik S., Dirlea V., Kidambi R. et al.** Quality 4.0 : Preventive, Holistic, Future-Proof. – [Electronic resource]. – <https://www.atkearney.com/industrial-goods-services/article/?a/quality-4-0-preventive-holistic-future-proof>.

4 **Salimova, T. A., Vatulkina, N. Sh.** Menedzhment kachestva v usloviyakh perexoda k industrii 4.0 [Quality management in the transition to Industry 4.0] // Standards and Quality. – 2018. – № 6. – P. 58–62.

5 **Salimova, T. A., Vatulkina, N. Sh., Makolov, V. I.** Vektory razvitiya SMK pri perehode k industrii 4.0 [Vectors of QMS development in the transition to Industry 4.0] // Standards and Quality. – 2018. – № 8. – P. 44–48.

6 **Levchenko, E. V.** Vliyanie cifrovizacii na razvitie sistemy' menedzhmenta kachestva [The impact of digitalization on the development of quality management system] // Bulletin of Saratov State Social and Economic University. – 2018. – № 4 (73).

7 **Vedmid', P. A.** Menedzhment kachestva dlya cifrovogo proizvodstva [Quality management for digital production] // Automation in industry. – 2019. – № 8. – P. 39–42.

8 **Kovrigin, E. A., Vasil'ev, V. A.** Puti razvitiya SMK v usloviyakh cifrovizacii [Ways of QMS development in the conditions of digitalization] // Competence / Competency (Russia). – 2020 – № 6. – DOI: 10.24411/1993-8780-2020-10603. – P. 12–17.

9 **Kovrigin, E. A., Vasil'ev, V. A.** Problemy' gotovnosti sistemy' menedzhmenta kachestva k integracii sovremennyh cifrovyyh tehnologiy [Problems of readiness of quality management system to integrate modern digital technologies] // Quality. Innovations. Education. – 2020 – № 5.

10 ST RK ISO 9001-2016 «Sistemy menedzhmenta kachestva. Trebovaniya», utverzhden i vveden v dejstvie Prikazom Predsedatelya Komiteta tehničeskogo regulirovaniya i metrologii Ministerstva po investiciyam i razvitiyu Respubliki Kazahstan № 285-od ot 14 noyabrya 2016 goda [ST RK ISO 9001-2016 «Quality Management Systems. Requirements», approved and put into effect by the Order of the Chairman of the Committee for Technical Regulation and Metrology of the Ministry of Investment and Development of the Republic of Kazakhstan № 285-od dated November 14, 2016]

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

***К. Ж. Киргизбаева¹, А. С. Алдыбай², М. А. Джаксымбетова³**

^{1,2,3}Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,

Қазақстан Республикасы, Астана қ.

Материал баспаға түсті 01.06.23.

КӘСІПОРЫННЫҢ СМЖ-НІҢ ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ЕНГІЗУГЕ ДАЙЫНДЫҒЫН БАҒАЛАУДЫҢ ИНТЕГРАЛДЫ ТӘСІЛІ

Бұл мақала кәсіпорынның сапа менеджменті жүйесінің (СМЖ) цифрлық технологияларды енгізуге дайындығын бағалаудың интегралды

әдісіне арналған зерттеуді талдау болып табылады. СМЖ-ға цифрлық инновацияларды интеграциялау қазіргі заманғы бизнестің ажырамас бөлігі болып табылады, алайда кәсіпорынның мұндай енгізуге дайындығын бағалау өзекті және маңызды міндет болып қала береді.

Зерттеу цифрлық енгізудің техникалық аспектілерін ғана емес, сонымен қатар кешенді дайындыққа қол жеткізу үшін ұйымдастырушылық және адами факторларды бағалауға негізделген интегралды тәсілді ұсынады. Авторлар СМЖ ағымдағы жай-күйін талдауды, негізгі әлсіз тұстарды анықтауды және цифрлық технологияларды енгізу стратегиясын әзірлеуді қамтитын жүйелік тәсілге негізделген әдіснаманы ұсынады.

Зерттеу нәтижелері кәсіпорынның СМЖ-нің цифрлық технологияларды енгізуге дайындығын бағалаудың интегралды тәсілі ағымдағы жағдайдың объективті бейнесін алуға, сондай-ақ одан әрі жақсарту мен өсудің басым бағыттарын анықтауға мүмкіндік беретіндігін көрсетеді. Бұл тәсіл өнімнің сапасы мен тұтынушылардың қанағаттанушылығын жақсартуға әкелетін СМЖ-ға цифрлық инновацияларды енгізу арқылы бәсекеге қабілеттілігі мен тиімділігін арттыруға ұмтылатын кәсіпорындар үшін пайдалы болуы мүмкін.

Кілтті сөздер: сапа менеджменті жүйесі, көрсеткіштер, критерийлер, интегралды бағалау, дайындық деңгейі.

***К. Ж. Киргизбаева¹, А. С. Алдыбай², М. А. Жаксымбетова³**

^{1,2,3}L. N. Gumilyov Eurasian national university,

Republic of Kazakhstan, Astana.

Material received on 01.06.23

INTEGRAL WAY OF ASSESSING THE READINESS OF AN ENTERPRISE'S SMC TO IMPLEMENT DIGITAL TECHNOLOGIES

This article is an analysis of the research on the integral way to assess the readiness of the quality management system (QMS) of the enterprise to the implementation of digital technologies. Integration of digital innovations in QMS is an integral part of modern business, but the assessment of enterprise readiness for such implementation remains a relevant and important task.

The study proposes an integral approach based on taking into account not only the technical aspects of digital technology implementation, but also the assessment of organizational and human factors to achieve comprehensive readiness. The authors present a methodology based on a systematic approach, including the analysis of the current state of QMS, the identification of key weaknesses and the development of a digital technology implementation strategy.

The results of the study show that the integral approach to assessing the readiness of an enterprise's QMS to the implementation of digital technologies provides a more objective picture of the current state, as well as identifying priority areas for further improvement and growth. This approach can be useful for enterprises seeking to improve their competitiveness and efficiency through the implementation of digital innovations in their QMS, leading to improved product quality and customer satisfaction.

Keywords: quality management system, indicators, criteria, integral assessment, readiness level.

*М. М. Мусаев¹, Б. С. Доненбаев², К. Т. Шероев³,
Д. С. Касымбабина⁴, И. М. Аман⁵

^{1,2,4,5}Ә. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті,

Қазақстан Республикасы, Қарағанды қ.

³С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,

Қазақстан Республикасы, Астана қ.

*e-mail: kstu_mmm@mail.ru

ШИНАТЕСКІШ БІЛДЕКТЕРДІҢ ҚҰРАЛДАРЫНЫҢ ТОЗУ СИПАТЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

Мақалада шинатескіш білдектерді кеңінен қолданатын еліміздегі бірақатар кәсіпорындарда жүргізілген зерттеулердің, сондай-ақ, аталған білдектерде қолданылатын құралдық әбзелдердің шығынын зерттеу нәтижелері келтірілген. Зерттеулер Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті тарапынан қаржыландырылған АР19578884 «Шинатескіш станок құралының тозуға төзімділігін арттыру және конструкциясын жетілдіру» тақырыбы шеңберінде орындалды.

Пайдалану жағдайларына сәйкес жалпы соққылы құралдардың тозу сипатына талдаулар жасалынды. Зерттеулердің бір бөлігі тесу құралының бойындағы бұзылу себептерін анықтау мақсатында Deform 3D, Siemens NX пакеттерінде соңғы элементтер әдісімен орындалды.

Процесті арнайы мамандандырылған бағдарламалардың заманауи пакеттерінде модельдеу созылу кернеулерінің өсуін және деформациялардың ұлғаюын нақты өндірісте тозу немесе сыну анықталған жерде көруге мүмкіндік берді. Модельдеудің алдын-ала нәтижелерін талдай отырып, тесу құралының конструкциясын өзгерту және процестің оңтайлы режимдерін таңдау мүмкіндігі туралы қорытынды жасауға болады. Зерттеу нәтижелері шиналардағы тесіктерді тесу үшін қолданылатын құрал тез тозатынын және жиі істен шығатынын көрсетті. Тозған құрал шетелдік өндірушілерден сатып алынатын жаңасымен ауыстырылады. Құрал шығыны өте жоғары және өндірілген өнімнің өзіндік құнына теріс әсер етеді.

Арнайы компьютерлік кешендердің көмегімен жүргізілген модельдеу нәтижелері де тескіш құралдың өте ауыр жағдайда жұмыс істейтінін көрсетті.

Кілтті сөздер: шинатескіш құрал, шинатескіш білдек, тоқ өткізгіш шиналар, тозуға төзімділік, пуансон.

Кіріспе

Машина жасау экономиканы индустрияландырудың ажырамас бөлігі және мемлекеттің маңызды саласы болып табылады. Сала агроөнеркәсіптік кешен, энергетика және металлургия секторлары, көлік және басқа да негізгі салалар қызметінің тұрақтылығын қамтамасыз етеді, бұл көбінесе экономиканың материал

сыйымдылығын, еңбек өнімділігін және елдің экономикалық қауіпсіздігін айқындайды.

10-15 жыл ішінде аталған сала құрамдас бөліктер мен қосалқы бөлшектерді өндіруден өнімнің соңғы түрлерін өндіруге көшті. Бүгінде ҚР көптеген машина жасау кәсіпорындарында өндірісті техникалық қайта жаратандыру белсенді жүргізілуде. Механикалық өңдеуге, сондай-ақ, металдарды өңдеудің басқа түрлеріне (күю, термиялық өңдеу, металдарды қысыммен өңдеу және т.б.) арналған ескірген станок паркі жаңартылуда. Импорттық станоктар технологияның дамуымен бірге жүреді, олар өндіріс кезінде сапаны тиісті, жоғары деңгейде ұстап тұруға мүмкіндік береді. Олардың бірі – шина тескіш станоктар-престер. Бұл станоктар қазіргі уақытта «Электромонтаж» АҚ, «Астана электромеханикалық зауыты» ЖШС, «Kazelectrosystems электротехникалық жабдықтар зауыты» ЖШС (Астана қ.), «Орал трансформатор зауыты» ЖШС, «Алматы электромеханикалық зауыты» ЖШС, «Asia Trafo – Alageum Electric» ЖШС (Шымкент қ.), «Кентау трансформатор зауыты – Alageum Electric» АҚ (Кентау қ.) сияқты және т.б. зауыттарда трансформатор шиналарындағы тесіктерді тесу үшін кеңінен қолданылады.

Бұл станоктарды өндірушілер мен жеткізушілер, сондай-ақ, оларға технологиялық және құралдық жабдықтарды әзірлейтіндер ресейлік және қытайлық өндірушілер болып табылады.

АР19578884 «Шинатескіш станок құралының тозуға төзімділігін арттыру және конструкциясын жетілдіру» тақырыбындағы ғылыми жобаны орындау шеңберінде жүргізілген зерттеулер нәтижелері шиналардағы тесіктерді тесу үшін қолданылатын құралдар тез тозатынын және жиі істен шығатынын көрсетті. Тозған құралдарға ешқандай жөндеу немесе қайта өңдеу жұмыстары жүргізілмейді, оның орнына шетелдік өндірушілерден сатып алынатын жаңасымен ауыстырылады. Бұл жағдайда құрал шығыны өте жоғары және өндірілетін өнімнің өзіндік құнына теріс әсер етеді. Бұл қазіргі таңда өндірістегі өзекті мәселе болып табылады.

Материалдар мен зерттеу әдістемелері

Жоғарыда аталған станоктарда қолданылатын тесу құралы қатты тозуға ұшырайды. Пайдалану жағдайына сәйкес, соққы құралы мен матрицалар ауыр жүктелген құралға жатады, өйткені олар престелген металмен жанасады. Престеу процесі жоғары температурада, қысымда және қатты үйкелісте жүреді. Тесу құралының қарқынды тозуының негізгі себебі қызып кету болып табылады, нәтижесінде беріктік төмендейді, бұл өз кезегінде деформацияға әкеледі. Атап айтқанда, матрицаның тозуы оның басу температурасы босату температурасынан жоғары болған кезде пайда болады, бұл оның пластикалық деформациясына әкелуі мүмкін. Құралдың жұмыс жағдайлары оның беріктігіне үлкен әсер етеді. Көп жағдайда престеу процесі бір қалыпты емес, құралға соққы жүктемелері құрал материалынан жоғары қаттылық шектерін талап етеді, оны үлкен қаттылықпен біріктіру қиын болуы мүмкін. Соққы жүктемелері пресс құралының беріктігін төмендетеді. Алдын алуға болатын қысымның күрт төмендеуі құралдың бұзылуына әкеледі. Құралдың жоғары температура аймағында ұзақ тұруы (мыс

пен болат үшін 850°C, болат үшін 1100°C) оның беріктігін күрт төмендетеді. Осыған байланысты бұл құрал ауыспалы болып табылады және өнімділікті арттыру және пресс құралының шығындарын азайту үшін оның конструкциясын жетілдіруді көздейді [6].

1-суретте шинатескіш құралдардың суреттері көрсетілген.



Сурет 1 – Шинатескіш құралдар

2-суретте шина тескіш құралдардың құрастырылған түріндегі суреттері көрсетілген.



(a)



(б)

1 – шинатескіш құрал; 2 – пуансон.

Сурет 2 – Шина тескіш құралдардың құрастырылған түрі

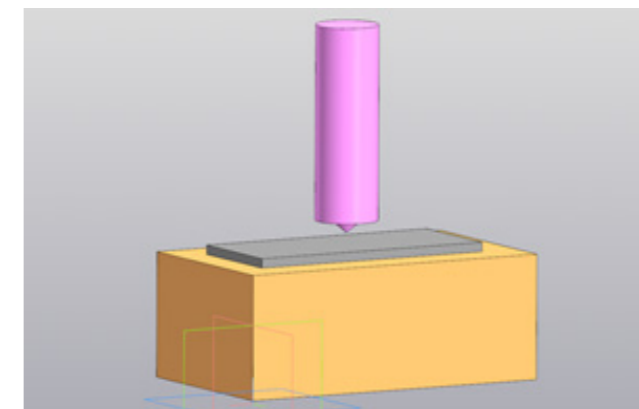
1 және 2 суреттерде шинатескіш құралдардың жарылған, тозған және деформацияланған беттері сары түспен көрсетілген.

Қазіргі уақытта Қарағанды техникалық университетінің «Технологиялық жабдық, машина жасау және стандарттау» кафедрасының докторанттарының қатысуымен шина тесетін станок құралының конструкциясының тозуға төзімділігін қамтамасыз ету бойынша зерттеулер жүргізілуде.

Зерттеулердің бір бөлігі тесу құралының бойындағы бұзылу себептерін анықтау мақсатында Deform 3D пакетінде соңғы элементтер әдісімен орындалады. Дайындама моделі Siemens NX бағдарламалық ортасында зауыттық сызбалар бойынша орындалды. Процесс параметрлері шина тесетін станоктың паспортына сәйкес алынады.

Нәтижелер мен талқылаулар

3-суретте құралдың, шинаның және матрицаның модельдері көрсетілген.

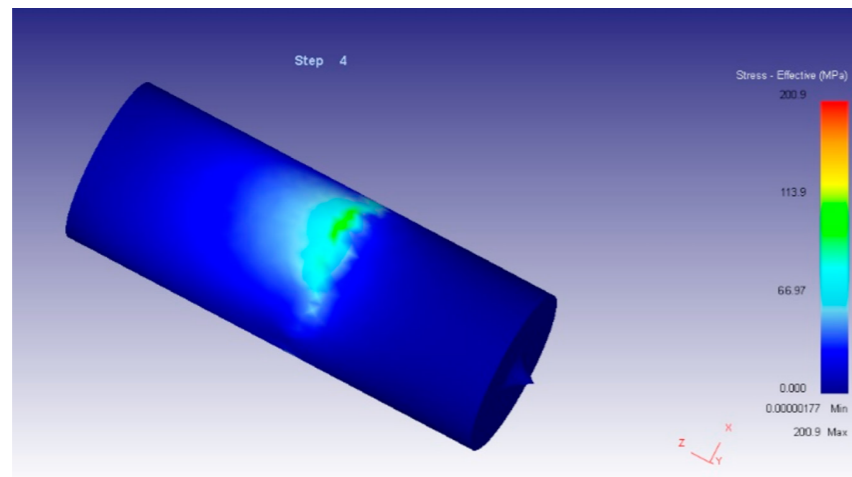


Сурет 3 – Құралдың, шинаның және матрицаның модельдері

Deform 3D бағдарламасында модельдеу нәтижелерін талдау процестің бастапқы кезеңдерінде құралдың ортасында қысу кернеулері байқалатынын көрсетті. Деформация процесінде материалдың қабырғаларға қарай жылжуы нәтижесінде кернеу матрицалары қысылады.

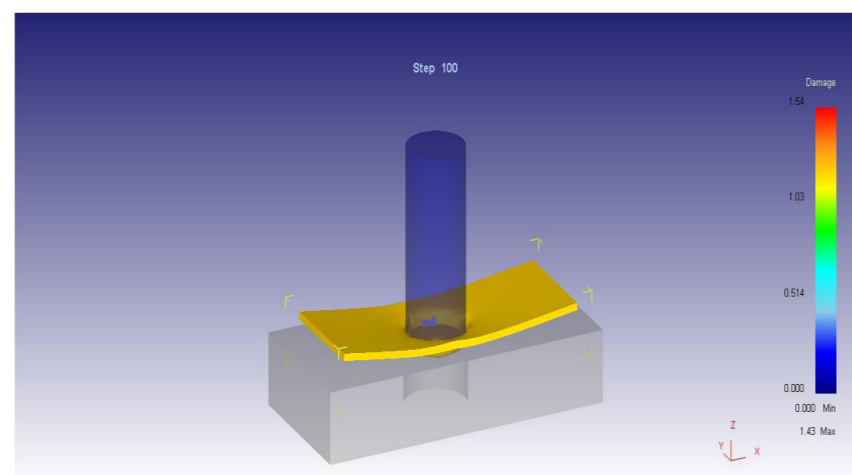
4-суретте құралдың денесіндегі кернеулердің таралуы көрсетілген. Суреттен процестің бастапқы кезеңдерінде қысу кернеулері басым болатынын және 200 МПа мәніне жететінін көруге болады.

4-суреттегі диаграммада құрал денесінде кернеудің таралуы көрсетілген.



Сурет 4 – Құрал бойындағы кернеудің таралуы

5-суретте тесу процесінің моделі көрсетілген.

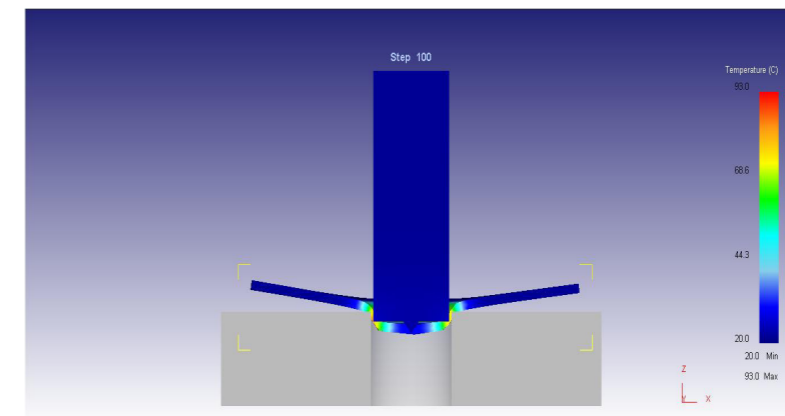


Сурет 5 – Тесік тесу процесінің моделі

Deform 3D бағдарламасында есептеу кезінде материалдың ағымын және таңдалған параметрлердің кез-келгенін (деформация, деформация жылдамдығы, орташа кернеулер, температура және т.б.) бақылау мүмкіндігі бар.

Құралдың бастапқы қозғалысында материал штамптың қуысын толтырады. Матрицаның қабырғаларына жеткенде, материал жоғары қарай қозғалады, құрал мен матрица арасындағы толтырылмаған қуысқа ұмтылады. 6-суретте дайындаманың қозғалысы мен температурасы көрсетілген.

6-суретте дайындаманың қозғалысы және температура көрсеткіштері көрсетілген.



Сурет 6 – Дайындаманың қозғалысы және температура көрсеткіштері

Бұл процесті арнайы мамандандырылған бағдарламалардың заманауи пакеттерінде модельдеу созылу кернеулерінің өсуін және деформациялардың ұлғаюын нақты өндірісте тозу немесе сыну анықталған жерде көруге мүмкіндік берді.

Модельдеудің алдын-ала нәтижелерін талдай отырып, тесу құралының конструкциясын өзгерту және процестің оңтайлы режимдерін таңдау мүмкіндігі туралы қорытынды жасауға болады. Оңтайлы тесу жағдайларын алу үшін процесті зерттеуді жалғастырған жөн.

Қорытынды

Зерттеу нәтижелері шиналардағы тесіктерді тесу үшін қолданылатын құрал тез тозатынын және жиі істен шығатынын көрсетті. Тозған құрал шетелдік өндірушілерден сатып алынатын жаңасымен ауыстырылады. Құрал шығыны өте жоғары және өндірілген өнімнің өзіндік құнына теріс әсер етеді.

Арнайы компьютерлік кешендердің көмегімен жүргізілген модельдеу нәтижелері де тескіш құралдың өте ауыр жағдайда жұмыс істейтінін көрсетті.

Қазіргі проблема шиналарды тесетін станоктар құралының конструкциясының тозуға төзімділігін арттыру технологиясын әзірлеу қажеттілігін және осы мәселені шешуге бағытталған ғылыми зерттеулерді талап етеді.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Donenbayev, B., Mussayev, M., Sherov, K., Tussupova, S., Taskarina, A., Mazdubay, A.** Investigation of the method of processing holes with a rotary cup cutter with surfacing // Journal of Applied Engineering Science. – Vol. 19. – Iss. 4. – 2021. – P. 862–867.

2 **Mohd, Zurrayen Abdul, Mutalib, Mohd Idris Shah Ismail, Nawal Aswan Abdul Jalil.** Characterization of tool wear in friction drilling // Jurnal Tribologi. – Vol. 17. – 2018 P. 93–103.

3 **Sherov, K., Mussayev, M., Kuanov, I., Karsakova, N., Mardonov, B., Makhmudov, L.** The Investigation and Improvement of the Hardness of the Clad

Surface by Thermal Friction Milling Methods // International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research. – 2022. – 11(10). – P. 784–792.

4 Технология машиностроения : Учебное пособие / Под ред. С. Л. Мурашкина – СПб. : СПбГТУ, 2011. – Ч. 2. – 498 с.

5 **Miller, Scott & Blau, Peter & Shih, Albert.** Tool wear in friction drilling // International Journal of Machine Tools and Manufacture. – Vol. 47. – 2007. – P. 1636–1645.

6 **Шерба В. Н., Райтбарг Л. Х.** Технология прессования металлов. – М. : Metallurgy, 1995. – 151 с.

7 Математическое моделирование сложных систем в металлургии : учебное пособие / А. В. Выдрин, Е. А. Шкуратов, М. А. Соседкова. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2016. – 76 с.

8 **Davis, J. R.** Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance : ASM Technical Books Edited by J. R. Davis. – ASM International. – 2001. – P. 315.

9 Технология прессования профилей из легких сплавов: метод. указания / сост. : В. Р. Каргин, Б. В. Каргин, Е. В. Арышенский. – Самара : Изд-во СГАУ, 2012. – 54 с.

10 **Щерба, В. Н.** Прессование алюминиевых сплавов : Учебник – М. : «Интермет Инжиниринг», 2001. – 768 с.

11 **Batista Ponce, Moises & Del Sol, Irene & Gomez-Parra, & Ramirez, Magdalena & Salguero.** Study of the Tool Wear Process in the Dry Turning of Al–Cu Alloy // Metals. – Vol. 9. – 2019 – P. 1094.

REFERENCES

1 **Donenbayev, B., Mussayev, M., Sherov, K., Tussupova, S., Taskarina, A., Mazdubay, A.** Investigation of the method of processing holes with a rotary cup cutter with surfacing // Journal of Applied Engineering Science. – Vol. – 19 Iss. 4. – 2021. – P. 862–867.

2 **Mohd Zurrayen Abdul Mutalib, Mohd Idris Shah Ismail, Nawal Aswan Abdul Jalil.** Characterization of tool wear in friction drilling // Jurnal Tribologi. Vol. 17. – 2018 P. 93–103.

3 **Sherov, K., Mussayev, M., Kuanov, I., Karsakova, N., Mardonov, B., Makhmudov, L.** The Investigation and Improvement of the Hardness of the Clad Surface by Thermal Friction Milling Methods // International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research. – 2022. – 11(10). – P. 784–792.

4 *Technologiya mashinostroeniya* [Mechanical engineering technology]: Uchebnoe posobie / Pod red. S. L. Murashkina – St. Petersburg : SPSTU. – 2011. – Vol. 2. – 498 p.

5 **Miller, Scott & Blau, Peter & Shih, Albert.** Tool wear in friction drilling // International Journal of Machine Tools and Manufacture. – Vol. 47. – 2007. – P. 1636–1645.

6 **Sherba V. N., Rajtbarg L. X.** *Technologiya pressovaniya metallov* [Metal pressing technology]. – Moscow : Metallurgy. – 1995. – 151 p.

7 *Matematicheskoe modelirovanie slozhny`x sistem v metallurgii* [Mathematical modeling of complex systems in metallurgy] : Textbook / A. V. Vy`drin, E. A. Shkuratov, M. A. Sosedkova. – Chelyabinsk : SUSU Publishing Center. – 2016. – 76 p.

8 **Davis J. R.** Surface Engineering for Corrosion and Wear Resistance: ASM Technical Books Edited by J. R. Davis. – ASM International, 2001. – P. 315.

9 *Technologiya pressovaniya profilej iz legkix splavov* [Technology of pressing profiles from light alloys] : Textbook / V. R. Kargin, B. V. Kargin, E.V. Ary`shenskij. – Samara : SSAU publishing house. – 2012. – 54 p.

10 **Shcherba, V. N.** *Pressovanie alyuminievy`x splavov* [Pressing of aluminum alloys] / Textbook : «Intermet Engineering». – 2001. – 768 p.

11 **Batista Ponce, Moises & Del Sol, Irene & Gomez-Parra, & Ramirez, Magdalena & Salguero.** Study of the Tool Wear Process in the Dry Turning of Al–Cu Alloy // Metals. Vol. 9. – 2019. – P. 1094.

Материал 01.06.23 баспаға түсті.

***М. М. Мусаев¹, Б. С. Доненбаев², К. Т. Шеров³,
Д. С. Касымбабина⁴, И. М. Аман⁵**

^{1,2,4,5}Карагандинский технический университет имени А. Сагинова,
Республика Казахстан, г. Караганда;

³Казахский агротехнический исследовательский университет имени
С. Сейфуллина, Республика Казахстан, г. Караганда.

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

АНАЛИЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА ИЗНОСА ИНСТРУМЕНТОВ ШИНОПРОБИВНЫХ СТАНКОВ

В статье приводятся результаты исследований, проведенных на различных предприятиях страны, широко применяющих шинопробивные станки, а также исследования расхода инструментальной оснастки данных станках. Исследования проводились в рамках выполнения грантовой темы, финансируемой Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан АР19578884 «Повышение износостойкости и совершенствование конструкции инструмента шинопробивного станка».

Проведен анализ характера износа ударных инструментов в соответствии с условиями эксплуатации. Часть исследований проводилась методом конечных элементов в пакетах Deform 3D, Siemens NX с целью выявления причин поломки инструментов. Моделирование процесса в современных пакетах специализированных программ позволило увидеть рост растягивающих напряжений и увеличение деформаций в месте обнаружения износа или поломки в реальном производстве. Анализируя предварительные результаты моделирования, можно сделать вывод о возможности изменения конструкции пробивного инструмента и выбора оптимальных режимов процесса. Результаты исследования показали, что инструмент, используемый для пробивания отверстий в шинах, быстро изнашивается

и часто выходит из строя. Изношенный инструмент заменяется новым, приобретаемым у зарубежных производителей. Затраты на инструмент очень высоки и негативно сказываются на себестоимости произведенной продукции. Результаты моделирования, проведенного с помощью специальных компьютерных комплексов, также показали, что пробивной инструмент работает в очень тяжелых условиях.

Ключевые слова: шинопробивной инструмент, шинопробивной станок, тоководящие шины, износостойкость, пуансон.

***М. Mussayev¹, В. Donenbayev², К. Sherov³, D. Kassymbabina⁴, I. Aman⁵**

^{1,2,4,5}Abylka Saginov Karaganda Technical University, Kazakhstan, Karaganda;

³S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Kazakhstan, Astana.

Material received on 01.06.23.

ANALYSIS AND INVESTIGATION OF THE WEAR NATURE OF TOOLS OF BUSBAR PUNCHING MACHINES

The article presents the results of studies conducted at various enterprises of the country that widely use tire punching machines, as well as a study of the consumption of tooling on these machines. This research has been funded by the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP19578884 «Increasing wear resistance and improving the design of the tool of the busbar punching machine»).

The analysis of the nature of wear of percussion instruments in accordance with the operating conditions was carried out. Part of the research was carried out by the finite element method in the Deform 3D, Siemens NX packages in order to identify the causes of tool breakage. Modeling the process in modern specialized software packages made it possible to see an increase in tensile stresses and an increase in deformations at the site of wear or breakage in real production. Analyzing the preliminary simulation results, we can conclude that it is possible to change the design of the punching tool and select the optimal process modes. The results of the study showed that the tool used to punch holes in busbar wears out quickly and often fails. The worn tool is replaced by a new one purchased from foreign manufacturers. Tooling costs are very high and have a negative impact on the cost of production. The results of modeling carried out using special computer systems also showed that the punching tool works in very difficult conditions.

Keywords: busbar punching tool, busbar punching machine, busbars, wear resistance, punch.

МРНТИ 55.03.99

<https://doi.org/10.48081/KJEL1272>

А. С. Янюшкин¹, *А. М. Каурканов²

¹Чувашский государственный университет, Республика Чувашия, Российская Федерация, г. Чебоксары;

²Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

*e-mail: asike.king@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА

В данной статье рассматривается вопрос внедрения современных систем и методов моделирования технологической подготовки производства. Целью статьи является предложение оптимальных подходов к моделированию и исследованию технологической подготовки производства с целью повышения эффективности и конкурентоспособности предприятий. Результаты исследования могут быть применены как в научных работах, так и в практической деятельности инженеров и специалистов по производственной подготовке, а также в учебных программах.

Объектом исследования является носовой обтекатель ветрового колеса (кока) ветроэнергетической установки. Рассмотрен процесс проектирования носового обтекателя. При проектировании носового обтекателя будут применены системы автоматизированного проектирования (САПР): КОМПАС 3D, SolidWorks. При проектировании будет применён метод ассоциативного проектирования 3D-моделей. Будет проведён анализ аэродинамического сопротивления носового обтекателя ветрового колеса. Применение программ САПР позволит автоматизировать, упростить и удешевить процесс проектирования деталей, узлов, машин. Решение задачи сводится к определению зависимости основного диаметра носового обтекателя ветрового колеса к его длине и влияние геометрических параметров на аэродинамическое сопротивление.

Результаты полученные в результате анализа детали на аэродинамическое сопротивление должны помочь в решении вопросов проектирования и конструирования деталей ветроэнергетических установок.

Ключевые слова: моделирование, технологическая подготовка производства, программы САПР, носовой обтекатель, аэродинамическое сопротивление, ассоциативное проектирование.

Введение

В современном мире производственные процессы постоянно совершенствуются и оптимизируются, а цифровые технологии и автоматизация внедряются в самые разные области. В данной статье рассматривается актуальность темы исследования и моделирования технологической подготовки производства. Подобные исследования являются важными для инженеров и ученых, так как разработка и внедрение новых технологий способствует повышению эффективности, снижению затрат и сокращению времени на производство продукции [1].

В этом направлении исследователи анализируют возможности применения современных информационных технологий для повышения эффективности технологической подготовки производства. Они изучают методы и инструменты, такие как компьютерное моделирование, машинное обучение и применение искусственного интеллекта в процессе планирования и контроля производства.

Моделирование и симуляция являются мощными инструментами для анализа и оптимизации технологических процессов в машиностроении. Примеры таких инструментов включают программное обеспечение для моделирования и анализа твердотельной механики, теплообмена, механики жидкостей, динамики машин и механизмов, а также программы для моделирования процессов обработки, такие как CAD/CAM/CAE-системы [2].

Материалы и методы

Носовые обтекатели ветряных мельниц являются важным компонентом современных ветрогенераторов, также известных как ветротурбины. Ветротурбины преобразуют кинетическую энергию ветра в электрическую энергию, используя аэродинамические силы, возникающие при обтекании воздухом лопастей турбины [3].

Носовые обтекатели выполняют несколько важных функций в ветротурбинах:

Аэродинамическая форма: Носовые обтекатели имеют аэродинамическую форму, которая обеспечивает более плавное и эффективное обтекание воздуха лопастей турбины.

Защита от атмосферных воздействий: Носовые обтекатели защищают внутренние компоненты ветротурбины от воздействия погодных условий, таких как дождь, снег, град, а также пыли и грязи.

Улучшение механической прочности: Носовые обтекатели укрепляют конструкцию ветротурбины, обеспечивая дополнительную прочность и устойчивость к вибрации и ударным нагрузкам.

Снижение шума: Аэродинамическая форма носовых обтекателей также может снизить уровень шума, создаваемого ветротурбинами.

Носовые обтекатели ветряных мельниц играют ключевую роль в повышении эффективности, надежности и экологичности ветротурбин. Они вносят значительный вклад в современное развитие ветроэнергетики, делая ее одним из ведущих источников возобновляемой энергии.

Основным параметром, определяющим размеры носового обтекателя ветрового колеса ветроэнергетической установки, является размер корпуса ветряного колеса. Размер корпуса же напрямую зависит от количества лопастей ветрового колеса.

Определив конструкционные зависимости и входные данные задающие размеры детали проектируется модель носового обтекателя параметрическим методом построения моделей.

При построении параметрической модели определяем зависимые переменные. Как было сказано выше, это диаметр носового обтекателя и его длина.

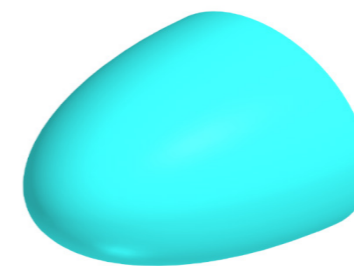


Рисунок 1 – Носовой обтекатель ветрового колеса

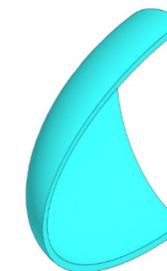


Рисунок 2 – Носовой обтекатель ветрового колеса в сечении

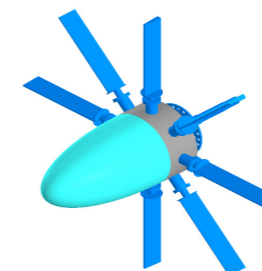


Рисунок 3 – Сборка ветрового колеса ветроэнергетической установки (восьмилопастного колеса). Деталь голубого цвета – носовой обтекатель.

Детали синего цвета – лопасти (8 шт.).

Деталь серого цвета – корпус ветрового колеса

Определив зависимые переменные, строится параметрический эскиз детали:

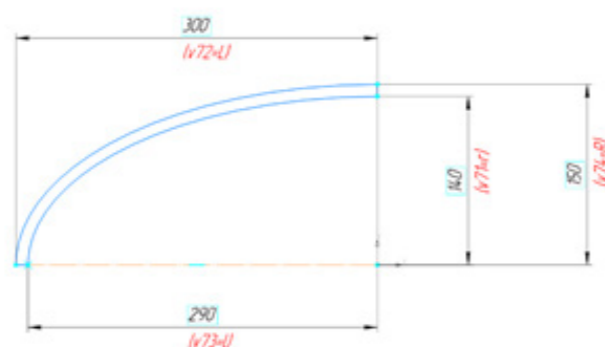


Рисунок 4 – Параметрический эскиз детали «Носовой обтекатель»

После построения параметрического эскиза модели назначается определяющая переменная, от которой задаются зависимые переменные. Для детали «носовой обтекатель» определяющей переменной является радиус обтекателя, обозначаемая как R. Оставшиеся переменные обозначаются следующим образом:

- L – длина носового обтекателя
- r – внутренний радиус носового обтекателя
- l – внутренняя длина носового обтекателя

Определив переменные, задаётся функция между основной переменной и зависимыми переменными. Функции записываются в таблицу переменных модели.

Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий
▼ Деталь (Тел-0)				
R	150	150		
L	R*2	300		
r	R-10	140		
l	L-10	290		

Рисунок 5 – Таблица переменных модели

Параметрический метод построения 3D-моделей позволяет сократить время на проектирования различных деталей, сокращая долю участия человека в процессе моделирования, тем самым положительно влияет на технологическую подготовку производства.

Построив 3D-модель данным методом, можно менять геометрические параметры детали корректируя лишь основную переменную.

Далее проводится анализ 3D-модели детали «носовой обтекатель», а именно анализ аэродинамического сопротивления с помощью программы САПР SolidWorksFlow.

Анализ на аэродинамическое сопротивление модели проводится при ламинарном течении воздушного потока при скорости 5 м/с, скорость ветра взята средняя за годовой период в регионе.

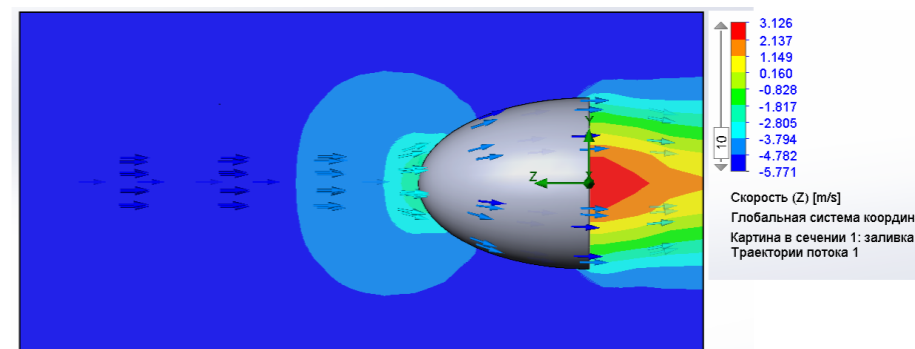


Рисунок 6 – Анализ аэродинамического сопротивления носового обтекателя при соотношении длины к радиусу 1:2

После проведения анализа можно сделать следующий вывод: данное соотношение размеров снижают скорость воздушных масс, что снижает КПД ветрогенератора. Данная форма носового обтекателя не соответствует требованиям установленными к конструкции.

Необходимо определить наиболее оптимальную форму носового обтекателя исходя из требований к ветроэнергетическим установкам.

Параметрический метод построения модели позволяет перестроить полностью 3D-модель изменив только одну переменную. В данном случае меняется соотношение длины носового обтекателя к его диаметру. Экспериментальным путём будет выявляться наиболее эффективная форма носового обтекателя, повышающая обтекаемость модели и снижая лобовое сопротивление.

Имя	Выражение	Значение	Параметр	Комментарий
▼ Деталь (Тел-1)				
R	150	150		
L	R*3	450		
r	R-10	140		
l	L-10	440		

Рисунок 7 – Изменение переменной

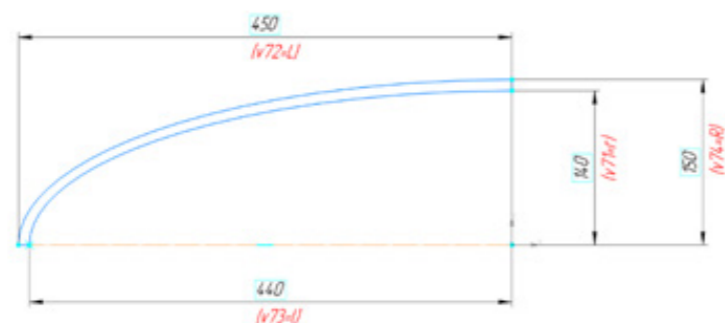


Рисунок 8 – Параметрический эскиз автоматически перестраивается согласно заданным переменным

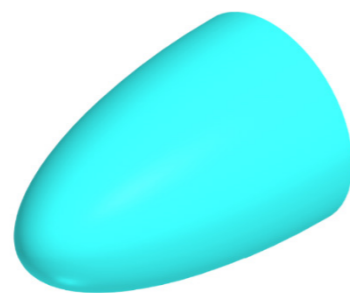


Рисунок 9 – Новая форма носового обтекателя

Используя параметрический метод построения 3D-модели, значительно ускоряется процесс проектирования моделей. Данный метод находит своё применения на среднесерийных, крупносерийных и массовых производствах.

Проводится второй анализ новой модели носового обтекателя. Цель второго анализа: повышение обтекаемости модели и сокращение аэродинамического сопротивления.

Когда объект движется через воздух, он сталкивается с сопротивлением воздуха из-за трения между воздухом и поверхностью объекта, а также из-за давления воздуха на переднюю часть объекта. Обтекаемость – это свойство объекта иметь форму, которая минимизирует сопротивление воздуха и позволяет объекту двигаться с меньшими потерями энергии.

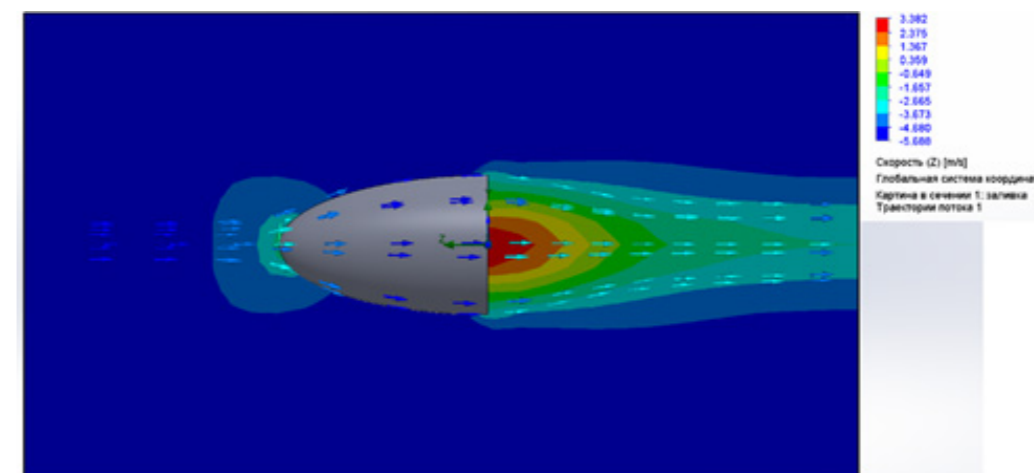


Рисунок 10 – Второй анализ носового обтекателя

Результаты и обсуждение

Исходя из результатов второго анализа носового обтекателя на аэродинамическое сопротивление было выявлено, что соотношение длины и диаметра носового обтекателя в соотношении 1:3 более эффективно влияет на обтекаемость и КПД ветрогенератора, так как воздушные массы не теряют, в значительной мере, скорость при столкновении с носовой частью ветряной мельницы. По результатам первого анализа скорость воздушных масс падала с 5 м/с до 2 м/с. После изменения соотношения диаметра к длине скорость воздушных масс при столкновении упала с 5 м/с до 4.6 м/с что положительно влияет на работу ветроэнергетической установки.

Вывод

Современные исследования и разработки в области аэродинамики и материаловедения продолжают совершенствовать дизайн и функциональность носовых обтекателей. Разработка более легких и прочных материалов, а также инновационных аэродинамических форм позволяет создавать более мощные и эффективные ветрогенераторы, которые могут быть использованы для производства чистой энергии в самых разных условиях и масштабах.

Важность носовых обтекателей в ветротурбинах подтверждает их вклад в рост ветроэнергетики на глобальном уровне. Ветряные мельницы с носовыми обтекателями являются важным элементом современной инфраструктуры возобновляемой энергии, которая способствует снижению выбросов парниковых газов и обеспечению устойчивого и чистого энергетического будущего.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Анализ и математическое моделирование процессов в сложном машиностроении : учеб. пособие / М. Д. Суворов; ОмГТУ. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 1995.
- 2 **Звонарев, С. В.** Основы математического моделирования : Учебное пособие. – Издательство Уральского университета, 2019.
- 3 **Франкфурт, М. О.** Аэродинамическое регулирование ветродвигателя выводом ветроколеса из-под ветра. // Промышленная аэродинамика. – Вып. 26 «Ветродвигатели». – Машиностроение, 1964.
- 4 **Цветков, В. Д.** Система автоматизации проектирования технологических процессов. – М. : Машиностроение, 1972.
- 5 Автоматизация проектирования технологии в машиностроении / Б. Е. Челищев, И. В. Боброва, А. Гонсалес-Сабатер; под ред. акад. Н. Г. Бруевича. – М. : Машиностроение, 1987.
- 6 Робототехника и гибкие автоматизированные производства. В 9-ти кн. Кн. 5. Моделирование робототехнических систем и гибких автоматизированных производств : учеб. пособие для вузов / С. В. Пантюшин и др. – М. : Высшая школа, 1986.
- 7 **Штерензон, В. А.** «Моделирование технологических процессов» Екатеринбург : РГППУ, 2010.
- 8 **Курицкий, Б. Я.** Оптимизация вокруг нас. – Л. : Машиностроение, Ленинградское отделение, 1989.
- 9 **Харитонов В. П.** Автономные ветроэлектрические установки. – М. : ГНУ ВИЭСХ, 2006.
- 10 **Абрамовский, Е. Р., Городько, С. В., Свиридов, И. В.** Аэродинамика ветродвигателей. – Днепропетровск : ДГУ, 1987.

REFERENCES

- 1 Analiz i matematicheskoe modelirovanie processov v slozhnom mashinostroyenii : ucheb. posobie [Analysis and mathematical modeling of processes in complex engineering : textbook] / M. D. Suvorov; OmSTU. – Omsk : OmSTU Publishing House, 1995.
- 2 Sistema avtomatizacii proektirovaniya tehnologicheskix processov [Automation system of designing technological processes] / Czvetkov V. D. – Moscow : Machine building, 1972.
- 3 Avtomatizaciya proektirovaniya tehnologii v mashinostroyenii [Automation of Technology Design in Mechanical Engineering / B. E. Chelischev, I. V. Bobrova, A. Gonzalez-Sabater; eds. N.G. Bruevich. – M. : Machine building, 1987.
- 5 Robototekhnika i gibkie avtomatizirovanny`e proizvodstva. V 9-ti kn. Kн. 5. Modelirovanie robototekhnicheskix sistem i gibkix avtomatizirovanny`x proizvodstv : ucheb. posobie [Robotics and flexible automated production. In 9-kyn. 5 Modeling

- of robotics systems and flexible automated industries : textbook] / S. V. Pantyushin et al. – Moscow : Higher School, 1986.
- 5 Modelirovanie tehnologicheskix processov Ekaterinburg RGPPU 2010 [Modeling of technological processes / B. A. Shterenson Ekaterinburg Russian State Humanitarian and Pedagogical University, 2010.
 - 6 Optimizaciya vokrug nas. [Optimization around us]. – L. : Machine building / Kuritsky B. Y. - Leningrad Branch, 1989.
 - 7 Osnovy` matematicheskogo modelirovaniya Uchebnoe posobie [Fundamentals of Mathematical Modeling Textbook] / C. V. Zvonarev. – Ural University Press, 2019.
 - 8 Avtonomny`e vetroe`lektricheskie ustanovki [Autonomous wind power installations] / Kharitonov V. P. – M. : GNU VYESSH, 2006.
 - 9 Ae`roodinamika vetrdivigatelej. [Aerodynamics of Wind Turbine Motors] / Abramovsky E. R., Gorodko S. V., Sviridov I. 9 Abramovskiy E. R., Gorodko S. V., Sviridov I. V. – Dnepropetrovsk : DSU, 1987.
 - 10 Ae`roodinamicheskoe regulirovanie vetrdivigatelya vy`vodom vetrokolesa iz-pod vetra. Promy`shlennaya ae`roodinamika. [Aerodynamic regulation of a wind turbine engine by the wind wheel outlet from the wind. Industrial Aerodynamics.] Vol. 26 «Wind Engines». / Frankfort M. O. – Machine building, 1964.

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

А. С. Янюшкин¹, *А. М. Каурканов²

¹Чуваш мемлекеттік университеті,

Чувашия Республикасы,
Ресей Федерациясы, Чебоксары қ;

²Торайғыров университеті,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
Материал 01.06.23 баспаға түсті.

ӨНДІРІСТІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ДАЙЫНДЫҒЫН ЗЕРТТЕУ ЖӘНЕ МОДЕЛЬДЕУ

Бұл мақалада өндірісті технологиялық дайындауды модельдеудің заманауи жүйелері мен әдістерін енгізу мәселесі қарастырылады. Мақаланың мақсаты кәсіпорындардың тиімділігі мен бәсекеге қабілеттілігін арттыру мақсатында өндірістің технологиялық дайындығын модельдеу мен зерттеуге оңтайлы тәсілдерді ұсыну болып табылады. Зерттеу нәтижелері ғылыми жұмыстарда да, инженерлер мен өндірістік дайындық мамандарының практикалық қызметінде де, оқу бағдарламаларында да қолданылуы мүмкін.

Зерттеу нысаны-жел қондырғысының жел дөңгелегі (кока) мұрын конусы. Мұрын конусын жобалау процесі қарастырылады. Мұрын конусын жобалау кезінде автоматтандырылған жобалау жүйелері (АЖЖ) қолданылады: КОМПАС 3D, SolidWorks. Жобалау кезінде 3D модельдерін ассоциативті жобалау әдісі қолданылады. Жел дөңгелегі мұрын конусының

аэродинамикалық кедергісіне талдау жасалады. АЖЖ бағдарламаларын қолдану бөлшектерді, тораптарды, машиналарды жобалау процесін автоматтандыруға, жеңілдетуге және арзандатуға мүмкіндік береді. Мәселені шешу жел дөңгелегінің мұрын конусының негізгі диаметрінің оның ұзындығына тәуелділігін және геометриялық параметрлердің аэродинамикалық кедергіге әсерін анықтауға дейін азаяды.

Нәтижелер бөлшектерді аэродинамикалық кедергіге талдау нәтижесінде алынған жел электр станцияларының бөлшектерін жобалау және жобалау мәселелерін шешуге көмектесуі керек.

Кілтті сөздер: модельдеу, өндірісті технологиялық дайындау, АЖЖ бағдарламалары, мұрын конусы, аэродинамикалық қарсылық, ассоциативті дизайн.

S. Yanyushkin¹, *A. M. Kairkanov²

¹Chuvash State University, Republic of Chuvashia, Russian Federation, Cheboksary;

²Toraygyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 01.06.23.

RESEARCH AND MODELING OF TECHNOLOGICAL PREPARATION OF PRODUCTION

This article deals with the introduction of modern systems and methods of modeling technological preparation of production. The aim of the article is to propose optimal approaches to the modeling and research of technological preparation of production in order to improve the efficiency and competitiveness of enterprises. The results of the study can be applied both in scientific papers and in the practical work of engineers and specialists in production preparation, as well as in educational programs.

The object of the research is the nose fairing of a wind turbine (coca) of a wind power plant. The process of nose fairing design is considered. Computer aided design (CAD) systems will be used in the design of the nose fairing: KOMPAS 3D, SolidWorks. Associative design method of 3D-models will be used. The analysis of aerodynamic resistance of the nose fairing of the wind wheel will be carried out. The use of CAD programs will automate, simplify and reduce the cost of designing parts, units, machines. The solution of the problem is to determine the dependence of the basic diameter of the nose fairing of the wind wheel on its length and the influence of geometrical parameters on the aerodynamic resistance.

The results obtained from the analysis of the part on aerodynamic drag should help in solving the issues of design and construction of parts of wind turbines.

Keywords: modeling, technological preparation of production, CAD programs, nose fairing, aerodynamic drag, associative design.

МЕТАЛЛУРГИЯ

SRSTI 81.91.51

<https://doi.org/10.48081/QSNK6903>

***K. Sh. Aryngazin**

EcostroyNII-PV LLP, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

*e-mail: ecostroi_nii_pv@mail.ru

INDUSTRIAL WASTE UTILIZATION IN THE PRODUCTION OF BUILDING MATERIALS ON ECOSTROINII-PV LLP EXAMPLE

The results of the work of EcostroyNII-PV LLP on the processing of technogenic waste of energy and metallurgy of the Republic of Kazakhstan, Pavlodar region are presented. The use of waste in the manufacture of construction products is one of the most effective solutions to environmental problems in the region. The proposed technology for the production of construction products using ash and slag waste provides for innovative compositions of raw materials mixtures and provides an increase in operational characteristics and an increase in labor productivity in construction. The applied technology, in comparison with existing analogues, provides for the use of local waste (ash and slag waste from the burning of Ekibastuz coal, bauxite sludge of the Pavlodar aluminum plant, steelmaking slag). They differ in chemical and granulometric composition, as well as binding properties from other analogues and prototypes. In the production of construction products, a concrete mixture has been introduced and patented, including, %: slag-Portland cement – 14.32–17.00; sand – 18.74–25.52, crushed stone – 46.50–49.71, alumina sludge obtained during processing of Kazakhstan bauxite – 5–7; self-disintegrating slag of steelmaking production – 5–7; ash and slag waste of thermal power plants from burning Ekibastuz coals – 5–7. According to the test results, the average tensile strength of building products (paving slabs, curbstones, hollow bricks) is 3.2 – 3.8 MPa (strength class 2.5).

Keywords: construction products; ash waste; energy; metallurgy, bauxite sludge, slag.

Introduction

The Republic of Kazakhstan still has huge tonnages of ash and slag waste from thermal power plants and metallurgical waste in old dumps. It is stated that it is necessary to develop a green economy and closed production cycles, which imply a constant cycle of materials during production and consumption, eliminating the formation of waste accumulating in the environment. Waste, unfortunately, continues to accumulate annually. This requires the development of new initiatives to involve them in recycling in order to avoid environmental problems [1].

In the Pavlodar region, the main types of industrial waste are ash and slag waste from thermal power plants from the burning of Ekibastuz coal, waste from metallurgical enterprises from the production of steel, alumina, aluminum and ferroalloys, chemical

industries. A review of studies on the utilization and involvement in the production of Pavlodar region industrial waste showed that much attention is paid to the disposal of particularly harmful waste, as well as the processing of coal mining waste and ferroalloy production [2–6]. It is established that insufficient attention is paid to the issues of waste processing of thermal power plants and waste production of alumina and steel.

Earlier, the EcostroyNII-PV company was established under the World Bank project «Stimulating Productive Innovations» of the ARP-SSG-17/0290F subproject «Innovative technologies for the use of solid technogenic waste from heat power and Metallurgy enterprises of the Pavlodar region in the production of building materials». The main goal of the company was the research, development and commercialization of innovative technology for the production of construction products using local waste from thermal power plants and metallurgy.

Field Study

New compositions of concrete mixtures with improved performance characteristics have been developed using ash and slag waste from thermal power plants and metallurgical enterprises of the Pavlodar region as aggregates and binders. A large number of experiments have been carried out with varying the percentage of all components included in the concrete mixture’s composition. The regularities of the influence of various additives on the physic-mechanical characteristics of mixtures are established.

The task of using ash and slag and other industrial waste for the manufacture of construction products was set. To determine effective ways to improve their quality, the effect of modifying additives on the physical, chemical and strength characteristics of products was investigated. Recommendations [7, 8] were used in the preparation of experimental studies. Ash from the burning of Ekibastuz coals of Pavlodar thermal power plants was used in the research. The chemical composition of the ash is shown in Table 1.

Table 1 – Chemical composition of Pavlodar thermal power plant-1 fly ash, %

SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	MnO
60,6	28,6	1,4	5,4	2	0,5	0,5	0,2	0,7	0,1

The fly ash used in our technological process (Figure 1) is characterized by a fine granular fraction. According to GOST 25818-91 and 25592-91, the content of CaO calcium oxide in the ash component of the ash-slag mixture and in the fine-grained mixture should be no more than 10 % by weight. The content of magnesium oxide MgO in the ash component of the ash-slag mixture and in the fine-grained mixture should be no more than 5 % by weight. The content of sulfur and sulfuric acid compounds in terms of SO₃ in the ash and slag components of the ash–slag mixture should be no more than 3 % by weight, including sulfide sulfur – no more than 1 % by weight. The content of alkaline sodium and potassium oxides in terms of Na₂O in the ash component of the ash and slag mixture and in the fine-grained mixture should be no more than 3 % by weight.



Figure 1 – Fly ash of Pavlodar thermal power plant-1

Bauxite sludge of the Pavlodar Aluminum Plant is a by-product of the production of alumina A₂O₃ and is included in the formulation of concrete mixtures. The chemical composition of bauxite sludge is given in Table 2.

Table 2 – Chemical composition of Pavlodar aluminum plant bauxite sludge, %.

Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	TiO	CO ₂	Na ₂ O	MgO
27-33	4,0-5,0	39-44	19-21	2,0	0,8-1,0	0,9-1,5	0,3-1,2

In appearance, bauxite sludge (Figure 2) is a medium-grained sand of a reddish-brown color with inclusions of easily crumbling lumps of various sizes. The humidity of bauxite sludge samples should be in the range of 20–30 %, the density is 2.6–2.86 g /sm³, the bulk density in the loosened state is from 1.1 to 1.3 g /sm³., the fraction used is 0.05 to 2 mm.



Figure 2 – Bauxite sludge of Pavlodar aluminum plant

Results and Discussion

Representative samples of bauxite sludge from the sludge dumps of the Pavlodar Aluminum Plant were selected for the study. Sludge samples were taken in accordance with the requirements of GOST 12071-2014. Statistical processing of the research results was carried out according to the recommendations [9].

Metallurgical slag of the 0–5mm fraction and coarse fractions of 20–30mm were used as fillers. The slag is gray in color, a porous microstructure is observed, the presence of a crystallized vitreous component is noted. Brown inclusions indicate the presence of iron oxide. The chemical composition of the steelmaking slag from Casting LLP is given in Table 3.

Table 3 – Chemical composition of slag steelmaking from Casting LLP, %

Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	MnO	S
28 – 35,9	12,1 – 18,9	1,9 – 4,8	21,1–24,6	6,9-20,2	5,1 – 8,2	0,03–0,04

Technogenic raw materials were included in the composition of the concrete mixture as aggregates and binders [10]. For each recipe, 6 samples were made (Figure 3), which were placed in 100x100x100 mm molds according to GOST 25781-81. The samples (without steaming) were stored at room temperature for 28 days, after which strength tests were carried out with them.



Figure 3 – Test samples obtained

As a result of experiments, it was revealed that the ash used as a filler does not affect the decrease in the strength of the concrete mixture. When grinding ash, it can be used as a substitute for clinker. The use of ash up to 15 % of the amount of cement does not affect the reduction of strength indicators and can be used as a filler to replace sand.

The use of bauxite sludge with the addition of lime milk made it possible to increase the strength of concrete samples to the M50 grade, class B3.5 (in the absence of vibration compression). The use of metallurgical slag of the 0–5 fraction as a filler did not affect the strength of the samples due to the absence of vibropressing and steaming chamber, which is why the cement adhesion process was low. Also, tests of the concrete mixture were carried out using metallurgical slag of the 20–30 fraction in forms with a size of 150x150x150 mm according to GOST 25781-81, as a large aggregate instead of crushed stone. More than 30 formulations of concrete mixes have been developed using various fillers, additives and binders.

Based on the tests of samples using ash and slag waste, it was found that there are reserves for saving cement when using ash in the case of preparing industrial samples by vibropressin. Industrial samples of hollow wall stone were manufactured at the Rifey-Udar vibropressing technological line. In the future, the amount of cement was reduced. Tests have shown that the concrete class has become B3.5 (M50), which is enough for the construction of low-rise buildings. According to the same composition, a «Partition stone 390x120x188 mm» was made. The strength of the stones was also B3.5 (M50). Since such strength is not required for the partition material, it is possible to reduce cement consumption.

According to the results of the tests, industrial production was launched. After testing the technology, the composition of the raw material mixture used for the manufacture of building products (paving slabs, curbstones, hollow bricks) was optimized. The mechanical characteristics of the products were preliminarily determined by the destructive method using a hydraulic press PMG 1000MG4 in the amount of 5 % of each batch of products.

The industrial production of hollow bricks began with the period of obtaining the certificate of conformity of the product «Hollow wall stone using ash and slag waste» according to the results of certification in an independent organization JSC «National Center for Expertise and Certification» (Republic of Kazakhstan).

Conclusions

On the basis of EcostroyNII-PV LLP, raw mixtures for the production of construction products based on industrial waste of the Pavlodar region of the Republic of Kazakhstan were studied.

A concrete mixture has been introduced and patented in the production of construction products, including, % by weight: slag-Portland cement – 14.32–17.00; sand – 18.74–25.52, crushed stone – 46.50–49.71, alumina sludge obtained during the processing of bauxite – 5–7; self-disintegrating slag of steelmaking production – 5–7; ash and slag waste of thermal power plants from the burning of Ekibastuz coals – 5–7.

According to the test results, the average tensile strength of building products (paving slabs, curbstones, hollow bricks) is 3.2–3.8 MPa (strength class 2.5).

The use of technogenic waste from heat power and metallurgy in the production of building materials is an effective way to solve environmental problems in industrially developed regions.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Постановление правительства Республики Казахстан от «31» декабря 2019 года № 1050 «Об утверждении Государственной программы индустриально-инновационного развития Республики Казахстан на 2020–2025 годы» [Текст].
- 2 **Kajenthira, A., Holmes, J., McDonnell, R.** / The role of qualitative risk assessment in environmental management : A Kazakhstani case study [Text] // Science of the Total Environment, Vol. 420. – 15 March 2012. – P. 24–32.
- 3 **Abdrakhmanov, Y. S., Bykov, P. O., Bogomolov, A. V.** Thermal Capacity of Enriched Fuel Briquets Produced from the Fine of Ekibastuz Coal [Text] // Solid State Phenomena. – Vol. 284. – 2018. – P. 731–736.
- 4 **Kaliakparov, A. G., Suslov, A. V., Nurmaganbetova, B. N., Yaroshenko, Y. G., Zhdanov, A. V., Nurmaganbetov, Z. O.** Smelting of high-carbon ferrochrome from chromium agglomerate produced with alumina-silica flux. [Text] // Steel in Translation, Vol. 47. – Issue 1. – 2017. – P. 65–69.
- 5 **Zhunusov, A., Tolymbekova, L., Abdulabekov, Ye., Zholdubayeva, Zh., Bykov, P.** Agglomeration of manganese ores and manganese containing wastes of Kazakhstan [Text] // Metallurgija. – 60 (2021). – 1–2. – P. 101–103.
- 6 **Ibraev, I. K., Ibraeva, O. T., Suyundikov, M. M.** Recycling chromium-bearing wastes [Text] // Metallurgist, Vol. 56, Issue 9–10. – 2013. – P. 727–730.
- 7 **Торпишев, Ш. К.** Легкие бетоны с использованием бокситовых шламов: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук [Текст]. – М. : Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона Госстроя СССР, 1991.
- 8 **Арынгазин, К. Ш., Алдунгарова, А. К., Тлеулесов, А. К., Быков П.О., Богомолов А. В., Ларичкин, В. В., Ахымбеков А. А.** Использование техногенных отходов в производстве строительных материалов [Текст] // Всероссийский отраслевой журнал «Строительство: новые технологии – новое оборудование» – М. : № 12. – 2018. – С. 62–67.
- 9 Патент Республики Казахстан на изобретение № 34714 «Бетонная смесь» // заявл. 01.08.2019; опублик. 20.11.2020, бюл. № 46. – 3 с.
- 10 **Aryngazin, K. Sh., Bogomolov, A. V., Tleulessov, A. K.** Innovational Construction Materials of LLP «EcostroyNII-PV7 Production [Text] // Defect and Diffusion Forum. – Vol. 410. – P. 806–811.

REFERENCES

- 1 Postanovlenie pravitel'stva Respubliki Kazakhstan ot «31» dekabrya 2019 goda № 1050 «Ob utverzhenii Gosudarstvennoj programmy` industrial`no-innovacionnogo

razvitiya Respubliki Kazaxstan na 2020–2025 gody`» [Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated December 31, 2019 № 1050 «On approval of the State Program of Industrial and Innovative Development of the Republic of Kazakhstan for 2020–2025»] [Text].

- 2 **Kajenthira, A., Holmes, J., McDonnell, R.** / The role of qualitative risk assessment in environmental management: A Kazakhstani case study [Text] // Science of the Total Environment. – Vol. 420. – 15 March 2012. – P. 24–32.
- 3 **Abdrakhmanov, Y. S., Bykov, P. O., Bogomolov, A. V.** Thermal Capacity of Enriched Fuel Briquets Produced from the Fine of Ekibastuz Coal [Text] // Solid State Phenomena. – Vol. 284. – 2018. – P. 731–736.
- 4 **Kaliakparov, A. G., Suslov, A. V., Nurmaganbetova, B. N., Yaroshenko, Y. G., Zhdanov, A. V., Nurmaganbetov, Z. O.** Smelting of high-carbon ferrochrome from chromium agglomerate produced with alumina-silica flux. [Text] // Steel in Translation. – Vol. 47, Issue 1, 2017. – P. 65 – 69.
- 5 **Zhunusov, A., Tolymbekova, L., Abdulabekov, Ye., Zholdubayeva, Zh., Bykov P.** Agglomeration of manganese ores and manganese containing wastes of Kazakhstan [Text] // Metallurgija. – 60 (2021) 1–2. – P. 101–103.
- 6 **Ibraev, I. K., Ibraeva, O. T., Suyundikov, M. M.** Recycling chromium-bearing wastes [Text] // Metallurgist, Vol. 56, Issue 9–10, 2013. – P. 727–730.
- 7 **Torpishhev, Sh. K.** Legkie betony` s ispol`zovaniem boksitovy`x shlamov [Lightweight concretes using bauxite slurries] / [Text] // Dissertation for the degree of Candidate of Technical Sciences, – Moscow: Research, Design and Technological Institute of Concrete and Reinforced Concrete of the USSR State Construction, 1991.
- 8 **Aryngazin, K. Sh.** Ispol`zovanie texnogenny`x otkodov v proizvodstve stroitel`ny`x materialov [The use of technogenic waste in the production of building materials] / Aldungarova, A. K., Tleulesov, A. K., Bykov P.O., Bogomolov A.V., Larichkin, V. V., Akhymbekov A.A. [Text] // All-Russian industry magazine «Construction : new technologies–new equipment». – Moscow : №. 12. – 2018. – P. 62–67.
- 9 Patent of the Republic of Kazakhstan for invention № 34714 «Concrete mixture» // application. 01.08.2019; publ. 20.11.2020, bul. № 46. – 3 p.
- 10 **Aryngazin, K. Sh., Bogomolov, A. V., Tleulessov, A. K.** Innovational Construction Materials of LLP «EcostroyNII-PV» Production [Text] // Defect and Diffusion Forum. – Vol. 410. – P. 806–811.

Material received on 01.06.23.

***К. Ш. Арынгазин**
«ЭкостройНИИ-ПВ» ЖШС,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
Материал баспаға түсті 01.06.23.

**«ЭКОСТРОЙНИИ-ПВ» ЖШС МЫСАЛЫНДА ҚҰРЫЛЫС
МАТЕРИАЛДАРЫН ӨНДІРУДЕ ӨНЕРКӘСІПТІК
ҚАЛДЫҚТАРДЫ КӘДЕГЕ ЖАРАТУ**

Өңірдің экологиялық проблемаларын шешудің ең тиімді нұсқаларының бірі ретінде Қазақстан Республикасы Павлодароблысының энергетика және металлургия салаларының техногендік қалдықтарын құрылыс бұйымдарын дайындауда пайдалану жолымен қайта өңдеу жөніндегі «ЭкостройНИИ-ПВ» ЖШС жұмысының нәтижелері ұсынылды. Күл-қоғалдықтарын пайдалана отырып, құрылыс бұйымдарын өндірудің ұсынылатын технологиясы шикізат қоспаларының инновациялық құрамдарын көздейді, бұл пайдалану сипаттамаларын арттыруды және құрылыстағы еңбек өнімділігін арттыруды қамтамасыз етеді. Қолданыстағы аналогтармен салыстырғанда қолданылатын технология химиялық және гранулометриялық құрамы, сондай-ақ басқа аналогтар мен прототиптерден байланыстырушы қасиеттері бойынша ерекшеленетін жергілікті қалдықтарды (Екібастұз көмірін жазудан шыққан күл-қоғалдықтар, Павлодар алюминий зауытының боксит шламы, болат балқыту қожы) пайдалануды көздейді. Құрылыс бұйымдарының өндірісіне бетон қоспасы енгізілді және патенттелді, оның ішінде жаппай %: шлакопортландцемент – 14,32–17,00; құм – 18,74–25,52, қиыршық тас – 46,50–49,71, Қазақстан Республикасының бокситтерін өңдеу кезінде алынған глинозем өндірісінің шламы – 5–7; болат балқыту өндірісінің өздігінен ыдырайтын қожы – 5–7; жылу электр станцияларының Екібастұз көмірін жазудан қалған күл-қоғалдықтары – 5–7. Сынақ нәтижелері бойынша құрылыс бұйымдарының орташа беріктік шегі (тротуар плиткалары, жиектас, қуыс кірпіш) 3,2–3,8 МПа (беріктік класы 2,5) құрайды.

Кілтті сөздер: құрылыс бұйымдары; күл-қоғалдықтары; энергетика; металлургия, боксит шламы, қож.

***К. Ш. Арынгазин**

ТОО «ЭкостройНИИ-ПВ»,
Республика Казахстан, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 01.06.23.

**УТИЛИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ
В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
НА ПРИМЕРЕ ТОО «ЭКОСТРОЙНИИ-ПВ»**

Представлены результаты работы ТОО «ЭкостройНИИ-ПВ» по переработке техногенных отходов энергетики и металлургии Павлодарской области Республики Казахстан, путем использования их в изготовлении строительных изделий, как один наиболее эффективных вариантов решения экологических проблем региона. Предлагаемая технология производства строительных изделий с использованием золошлаковых отходов предусматривает инновационные составы сырьевых смесей, что обеспечивает повышение эксплуатационных характеристик и увеличение

производительности труда в строительстве. Применяемая технология по сравнению с существующими аналогами предусматривает использование местных отходов (золошлаковые отходы от сжигания Экибастузского угля, бокситовый шлам Павлодарского алюминиевого завода, сталеплавильный шлак), которые отличаются по химическому и гранулометрическому составу, а также связующих свойствам от других аналогов и прототипов. В производство строительных изделий внедрена и запатентована бетонная смесь, включающая, %: шлакопортландцемент – 14,32–17,00; песок – 18,74–25,52, щебень – 46,50–49,71, шлам глиноземного производства, полученный при переработке бокситов Республики Казахстан – 5–7; саморассыпающийся шлак сталеплавильного производства – 5–7; золошлаковые отходы тепловых электростанций от сжигания Экибастузских углей – 5–7.

По результатам испытаний средний предел прочности строительных изделий (тротуарная плитка, бордюрный камень, пустотелый кирпич) составляет 3,2–3,8 МПа (класс прочности 2,5).

Ключевые слова: строительные изделия; золошлаковые отходы; энергетика; металлургия, бокситовый шлам, шлак.

*П. О. Быков¹, А. В. Нефтисов², А. В. Богомолов³, А. А. Каменов⁴

^{1,3,4}Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

²Astana IT University, Қазақстан Республикасы, Астана қ.

*e-mail: Bykov_petr@mail.ru

ЖЕЛ ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ҚОНДЫРҒЫЛАРДЫҢ МЕТАЛЛ БӨЛШЕКТЕРІНІҢ БҰЗЫЛУЫН МАКРО-ЖӘНЕ МИКРОҚҰРЫЛЫМДЫҚ ТАЛДАУ

Қазақстан Республикасындағы климаттың ерекшеліктерін ескере отырып, жел энергетикалық қондырғыларының тораптары мен бөлшектерінің бұзылу себептері талданды. Ең тозған торап редуктор-мультипликатор екендігі анықталды, ол жұмыс кезінде статикалық және динамикалық жүктемелерге ұшырайды. Нақты жағдайларда рұқсат етілген максималды жүктемелерден асып кету жел энергетикалық қондырғысының бұзылуына әкелуі мүмкін.

Жел энергетикалық қондырғысының бөлшектері мен тораптарының тозу жағдайы мен дәрежесін анықтау үшін эндоскопия әдісі қолданылды. Зерттеу нәтижесінде критикалық тозу нәтижесінде бұзылған және зақымдалған редуктор бөлшектері: цилиндрлік саты корпусы және екінші сатыдағы тісті тәж (шеңбердің жартысы көлеміндегі жарықшақ) түйіскен жеріндегі цилиндрлік саты корпусы және тісті ілініс элементтері.

Цилиндрлік сатының корпусының және екінші сатының тісті тәжінің түйіскен жерінде цилиндрлік сатының корпусында шеңбердің ұзындығының жартысына тең жарықшақ түрінде ақаулықтың пайда болу себебі редуктордың корпусына тісті іліністерден ауыспалы жүктемелер болуы мүмкін, себебі тісті іліністің ішіне тістерді сырлау кезінде жоңқалар мен тістердің сынықтары түседі.

Тісті тәждің тістерін, планетарлық және күнгейлік тістегершіктерді, тістердегі қарықтар сырлау түріндегі ақау тістердің бетінде микро жарықтардың пайда болуына ықпал ететін қайталанатын-айнымалы байланыс кернеулерінің әсерінен пайда болды, содан кейін жарықтардың дамуына тістердің жарықтарына түскен майлау материалының сынаны шығару әрекетінің әсері және сәйкесінше материалдың бөлшектерін бетінен сырлау ықпал етеді.

Кілтті сөздер: жел энергетикалық қондырғысы, редуктор, тісті доңғалақ, болат, тозу, ақау.

Кіріспе

Бүкіл әлемде жел энергетикалық электр станцияларының қуаты артып келеді. Жел энергетикалық қондырғыларының пайдаланылуы әртүрлі климаттық жағдайларда жүзеге асырылады. Жел энергетикалық қондырғыларының жұмыс істеуі үшін күрделі жағдайлар күрт континенттік климаты басым болатын Қазақстанның орталық, солтүстік және шығыс аймақтарында орын алууда.

Бұл климат күнтізбелік жыл ішінде үлкен температура амплитудасымен және күшті желмен сипатталады. Мысалы, Ақмола облысының климаты құрғақ, жазы ыстық, қысы суық. Қоңыржай белдеудің Батыс Сібір климаттық аймағына жатады. Тәуліктік және жылдық температура амплитудалары өте үлкен. Қар жамылғысы орта есеппен 150 күнге созылады. Желдер айтарлықтай күшті. Облыс аумағында бүкіл Қазақстан бойынша ең төменгі ауа температурасы байқалды (Атбасар – 57 °С, Астана – 52 °С) [1].

БҰҰ Даму бағдарламасының жел мониторингіне сәйкес РВ Power компаниясы жүргізген жел ресурстарын талдау және энергия өндіруді бағалау шеңберінде Ақмола облысында жел жылдамдығының орташа жылдық мәндері 6 м/с-қа жеткен жоқ, ал желдің орташа жылдамдығы 1988–2007 жылдар аралығында 4,19 м/с-ты құрады [2].

[3] мәліметтері бойынша, 10 м биіктіктегі желдің орташа жылдық жылдамдығы 4,9 м/с құрайды. Сол себептен жер бедерінің кластарының жел энергетикалық сипаттамалары бойынша «Роог (кедей)» бірінші класына жатады, желдің орташа жылдық жылдамдығы 0,0-ден 5,6 м/с-қа дейін [4].

Айта кету керек, 2,05 МВт қуаты бар WTU 2,0 жел қондырғысының пайдалану жөніндегі нұсқаулығына сәйкес WTU2,0.000.00.001 РЭ діріл-акустикалық жүйелерді қолдану бойынша ұсынымдар мен талаптар жоқ [5].

Сондай-ақ, Қазақстан аумағында жел энергетикалық қондырғыларында діріл-акустикалық жүйелерді пайдаланудың қолданыстағы ұлттық стандарттары мен өзге де регламенттейтін құжаттары жоқ. Көрші мемлекетте (Ресей Федерациясы) ГОСТ Р 54418.1-2012 ұлттық стандарты бар, ол шаруашылық жүргізуші субъектілерді әртүрлі кезеңдерде қолдануға, соның ішінде жобалау мен пайдалануға арналған [6].

Онда шамадан тыс дірілді анықтауға қабілетті және жылдамдықтан асқан жағдайда іске қосылатын жүйемен жел энергетикалық қондырғысын қорғау функциялары қарастырылған; генератордың шамадан тыс жүктелуі немесе істен шығуы; шамадан тыс діріл; кабельдің авариялық бұралуы.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Жел энергетикалық қондырғысының негізгі агрегаттарының бірі мультипликатор болып табылады (1 сурет).



Сурет 1 – ЖЭҚ мультипликаторның жалпы көрінісі

Мультипликатор жұмыс істеу барысында статикалық және динамикалық жүктемеге ұшырайды. Максималды рұқсат етілген жүктемелерден асып кету қондырғының бұзылуына әкелуі мүмкін.

Жел энергетикалық қондырғысының бөлшектері мен тораптарының тозу жағдайын және дәрежесін зерттеу үшін эндоскопия әдісі қолданылды. Эндоскоп агрегаттардың ішкі қуыстарын тексеру үшін пайдаланылды. Құрылғы штанганың ұшына бекітілген жарықтандырылған камераны қамтиды. Камерадан кескінді шығару эндоскоптың жеке экранына немесе қосылатын сыртқы құрылғыға – смартфонға жасалады.

Жел энергетикалық қондырғысы мультипликаторының эндоскопияны қолдана отырып, тексеру нәтижелері бойынша сыни тозу нәтижесінде бұзылған және зақымдалған редуктордың бөлшектері: цилиндрлік сатының корпусы және екінші сатыдағы тісті тәждің түйіскен жеріндегі цилиндрлік сатының корпусы (шеңбер ұзындығының жартысындағы жарықшак) (2-сурет); тісті ілініс элементтері (3-7-суреттер).



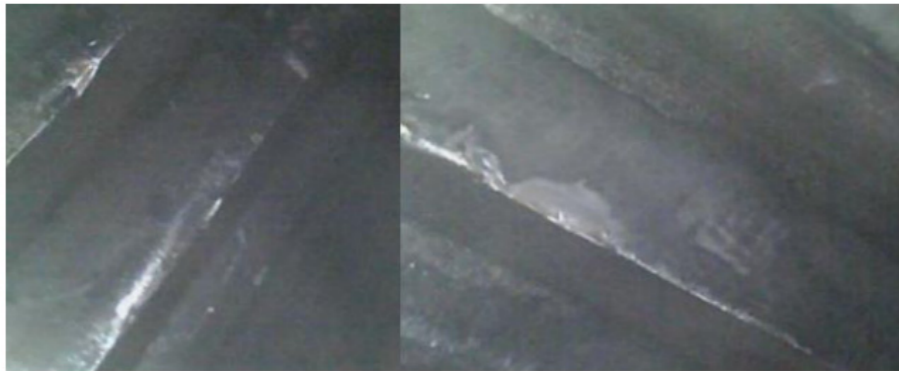
Сурет 2 – Редуктордың цилиндрлік сатысының корпусының жарылуы



Сурет 3 – Екінші сатыдағы тісті тәждің тістерінің сырлануы



Сурет 4 – Планеталық тістегершіктің тістердің сырлануы



Сурет 5 – Күнгеілі тістегершіктің тістердің сырлануы



Сурет 6 – Редуктордың цилиндрлік сатысының үлкен тістегершіктің тозуы (тойтару, тістердегі жарықшақ)

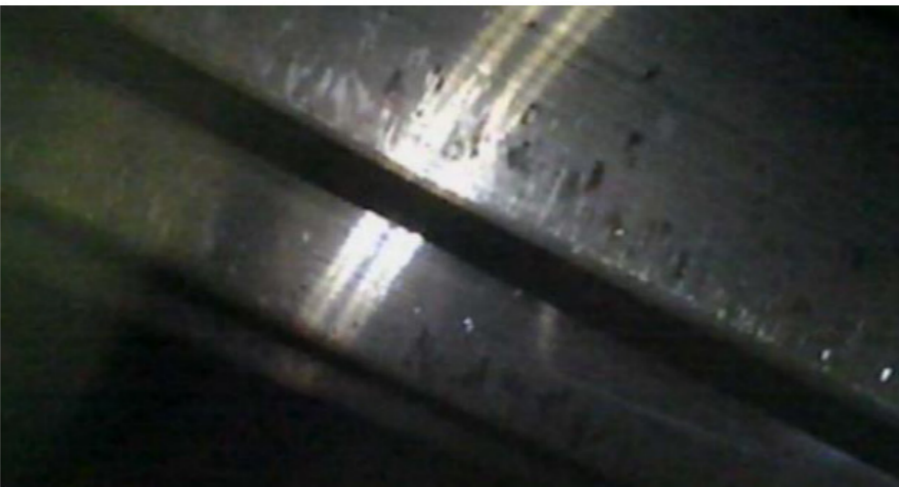


Рисунок 7 – Редуктордың цилиндрлік сатысының кіші тістегершіктің тозуы (тойтару, тістердегі қарықтар)

Нәтижелер және талқылау

Тісті берілістердің өнімділігі мен күйін бағалаудың негізгі әдісі-визуалды тексеру. Арнайы әдебиеттер мен реттеуші дереккөздерді талдау тісті берілістердің жұмысына берілетін айналу сәттерін және тісті доңғалақтардың айналу үлгісін анықтайтын сыртқы факторлар да, механизмнің техникалық жағдайына байланысты ішкі факторлар да әсер ететінін көрсетті [7]. Сыртқы және ішкі факторлардың өзара әрекеттесуі редукторларға әртүрлі ықтимал зақым келтіреді [8–10].

Алынған мәліметтерге сәйкес, цилиндрлік сатының корпусында жарықшақ түрінде ақаудың пайда болу себебі цилиндрлік сатының корпусының түйіскен жерінде және шеңбердің жарты ұзындығындағы екінші сатының тісті тәжі редуктордың корпусына тістердің тісті беріліске сырлану кезінде тістердің жарықтар мен жоңқалардың түсуіне байланысты ауыспалы жүктемелер болуы мүмкін деп қорытынды жасауға болады.

Планетарлық және күнгеілік тістегершіктің, тісті тәж тістерінің сырлануы түріндегі ақаудың, тістердегі қарықтардың пайда болуының себебі тістердің бетінде микрожарықтардың пайда болуына ықпал ететін қайталанатын-ауыспалы байланыс кернеулерінің әрекеттері болуы мүмкін, содан кейін жарықтардың дамуына тістердің жарықтарына түскен майлау материалының сыналаушы әсері және сәйкесінше материалдың бөлшектерін бетінен сырланған ұсақ шұңқырлардың пайда болады, содан кейін тістердің бүкіл бетіндегі үлкен қабықтарға өтеді.

Беріліс қорабының цилиндрлік сатысының үлкен беріліс тістеріндегі жарықшақтар түріндегі ақаулар, әдетте, жел электр станциясын пайдалану жөніндегі нұсқаулықтың 5.1.4-тармағында сипатталғандай, соққы сипатындағы шамадан тыс жүктемеден немесе айналмалы қалақтарды мұздату кезінде біліктің айналу сәтінен асып кетуден қайталанатын-айнымалы иілу кернеулерінің әсерінен пайда болады [5].

Құрылымның ықтимал жасырын ақауларын және жұмыс ақауларын тек ұсынылған материалдар негізінде анықтау мүмкін емес. Құрылымның жасырын ақауларын анықтау үшін редукторды толық бөлшектеу және редуктор бөлшектеріне мамандандырылған металлографиялық зерттеулер жүргізу қажет.

Жел электр қондырғысынан редукторды нақты бөлшектеу себебінен монтаждау жұмыстарының ақауларын анықтау мүмкін емес. Редукторды сақтау шарттарының бұзылуы тісті берілістер мен редуктор корпусының бұзылуына әкелмейді, бірақ істен шығудың мүмкін себептерін анықтауға әсер етеді.

Тісті ілініс бөліктерінің бұзылуының ең ықтимал себебі: тістегершіктердің тістерінде нақты айналу сәтінің есептелгеннен асып кетуі. Генераторға жеткізілетін біліктің жағында сәттерді шектеу муфтасы қолданылатындығын ескере отырып, оны дұрыс орнатқан кезде, генераторды жүктемеге қосу сәті редукторға әсер ете алмайды, ал сәт орнату қалақтары жағынан асып

түседі және тежегіш жүйесінің іске қосылуымен нашарлауы мүмкін деген қорытындыға келуге болады.

Сонымен, планетарлық редукторлардың тісті тәжі корпусының бөлігі болып табылғанымен және редуктордың осы түрінің көлденең орналасуымен ауырлық күшінің әсерінен кез-келген үшінші тарап заттары мен қосындылары төмен қарай орналасады, содан кейін олар тісті тәжге түседі, онда олар тәждің айналасында планеталық тегершіктермен «домалайды», ұсақталады, маймен тасымалданады және маймен байланысқан мультипликаторлардың барлық сатыларына теріс әсер етеді, сол себептен редуктордың барлық ішкі элементтеріне зақым келтіреді.

Цилиндрлік сатылы корпусының түйіскен жерінің центрлік буртының сынуы тәждің деформациясы нәтижесінде пайда болды, бұл болат тісті тәж мен планетарлық тістегершіктер арасындағы тісті ілініс қалдықтарының түсуіне байланысты. Редуктордың корпусы шойыннан жасалған және мұндай масштабтағы деформацияға арналмаған.

Мультипликатор корпусында орналасқан температура датчиктерінің көрсеткіштерінде ауытқулардың болмауы және мультипликатор жұмыс істеп тұрған кезде мойынтіректерге тән шудың болмауы металл сынықтары мен жоңқалар мультипликатордың тісті ілінісінің бұзылуының өнімі екенін білдіреді.

Қорытындылар

Эндоскопия арқылы анықталған ақаулар жел энергетикалық қондырғысының жұмысы үшін өте маңызды, сондықтан жөндеу жұмыстарын жүргізу үшін қондырғының жұмысын тоқтату ұсынылады.

Басқа жел энергетикалық қондырғыларын сәтті пайдалану үшін мультипликатордың май станциясы жүйесінің сүзгі элементіндегі сыртқы қосылыстарды визуалды бақылау мен тексеру аралығын мүмкіндігінше азайту ұсынылады, яғни қондырғының әр тоқтауы кезінде; моментті шектеу муфтасын реттеуді тексеру; мультипликатордың май станциясы жүйесін жоңқаларды толығымен алып тастағанға дейін жуу процедурасын жүргізу және құбырлардың өткізу қабілетін тексеру.

Жел энергетикалық қондырғылардың мультипликаторларын дiрiл датчиктерiмен жабдықтау және оларды деректер көрсеткіштерінің мұрағатын жүргізе отырып, жалпы АБЖ жүйесіне қосу қажет.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 Қазақстан Республикасының қағидалар жинағы. ҚР ҚЖ 2.04-01-2017 Құрылыс климатологиясы [Текст] // Қазақстан Республикасы Инвестициялар және даму министрлігінің Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері комитеті. – Астана, 2017. – 47 б.

2 Ван ден Эккер Я. Ветровой мониторинг Программы развития ООН / Казахстан – Инициатива развития рынка ветроэнергетики. Отчет по среднесрочной оценке [Текст] / Я. Ван ден Эккер, В.Ни // PB Power. – 2008. – 59 с.

3 Средняя скорость ветра на метеостанциях Акмолинской области. – [Электронный ресурс]. – <http://energywind.ru/recomendacii/skorost-vetra-kazakhstan/akmolinskaya-oblast>

4 Безруких, П. П. Ветроэнергетика. Вымыслы и факты. Ответы на 100 вопросов / [Электронный ресурс]. – <https://www.solarhome.ru/basics/bas-wind/100faq.htm>.

5 Руководство по эксплуатации ветроэнергетической установки WTU 2,0 мощностью 2,05 МВт WTU2,0.000.00.001 РЭ, 2013. –141 с.

6 ГОСТ Р 54418.1-2012 (МЭК 61400-1:2005) Возобновляемая энергетика. Ветроэнергетика. Установки ветроэнергетические. Часть 1. Технические требования. – М. : Стандартинформ, 2016. – 82 с.

7 Кравченко, В. М. Повреждения зубчатых передач вследствие воздействия внутренних факторов / В. М. Кравченко, В. А. Сидоров, В. В. Буцукин [Текст] // Горное оборудование и электромеханика. – 2012. – № 9. – С. 42–44.

8 Старжинский, В. Е. Виды повреждений зубчатых колес: типология и рекомендации по предупреждению повреждений / В. Е. Старжинский, Ю. Л. Солитерман, Е. И. Тескер [и др.] [Текст] // Трение и износ. – 2008. – Т. 29. – № 5. – С. 465–482.

9 Семенов, М. Ю. Оценка влияния условий трения на контактную выносливость подвергнутых химико-термической обработке зубчатых колес из комплексно-легированных теплостойких сталей / М. Ю. Семенов [Текст] // Проблемы черной металлургии и материаловедения. – 2015. – № 1. – С. 70–79.

10 Жакупов, А. Н. Non-destructive method for determining the mechanical properties of rolled steel / А. Н. Жакупов, А. В. Богомолов, А. Т. Жакупова [Текст] // Наука и техника Казахстана. – 2021. – № 3. – С. 44–49.

REFERENCES

1 Code of Rules of the Republic of Kazakhstan. SP RK 2.04-01-2017 Construction climatology [Text] // Committee for Construction and Housing and Communal Services of the Ministry of Investment and Development of the Republic of Kazakhstan. – Astana, 2017. – 47 p.

2 Van den Ecker, Ya. Wind Monitoring of the United Nations Development Program / Kazakhstan is an initiative for the development of the wind energy market. Mid-term evaluation Report [Text] / Ya. Van den Ecker, V. Ni // PB Power – 2008. – 59 p.

3 Average wind speed at weather stations of Akmola region [Electronic resource]. – <http://energywind.ru/recomendacii/skorost-vetra-kazakhstan/akmolinskaya-oblast>

4 Bezrukikh, P. P. Vetroe`nergetika. Vy`my`sly` i fakty`. Otvety` na 100 voprosov [Wind energy. Fictions and facts. Answers to 100 questions] / [Electronic resource]. – <https://www.solarhome.ru/basics/bas-wind/100faq.htm>.

5 Operating manual for the WTA 2.0 wind power plant with a capacity of 2.05 MW WTU2,0.00.001, 2013. –141 p.

6 IEC 61400-1:2005 Wind turbines - Part 1: Design requirements (MOD). – Moscow : Standartinform, 2016. – 82 p.

7 **Kravchenko, V. M.** Internal factors influence on the gearings damages / V. M. Kravchenko, V. A. Sidorov, V. V. Butsukin [Text] // Mining equipment and electromechanics. – 2012. – № 9. – P. 42–44.

8 **Soliterman, Yu. L.** Modes of failure of gears: typology and recommendations for preventing failure / Soliterman Yu. L., Tesker E. I., Goman A. M., Osipenko S. A. [Text] // Journal of Friction and Wear. – 2008. – Vol. 29. – № 5. – P. 465–482.

9 **Semenov, M. Yu.** Assessing the impact of the conditions of friction on the contact endurance of gears from a complex-alloyed heat resistant steels subjected to thermo-chemical treatment / M. Yu. Semenov [Text] // Problems of ferrous metallurgy and materials science [Problemy` chernoj metallurgii i materialovedeniya]. – 2015. – № 1. – P. 70–79.

10 **Zhakupov, A. N.** Non-destructive method for determining the mechanical properties of rolled steel / A. N. Zhakupov, A. V. Bogomolov, A. T. Zhakupova [Text] // Science and technology of Kazakhstan. – 2021. – № 3. – P. 44–49.

Материал 01.06.23 баспаға түсті.

***П. О. Быков¹, А. В. Нефтисов², А. В. Богомолов³, А. А. Каменов⁴**

^{1,3,4}Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар;

²Astana IT University, Республика Казахстан, г. Астана.

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

МАКРО- И МИКРОСТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ РАЗРУШЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Проанализированы причины разрушения узлов и деталей ветроэнергетических установок с учетом особенностей климата в Республика Казахстан. Установлено, что наиболее изнашиваемым узлом является редуктор-мультипликатор, который в процессе эксплуатации подвергается статическим и динамическим нагрузкам. Превышение максимально допустимых нагрузок в реальных условиях может привести к поломке ветроэнергетической установки.

Для определения состояния и степени износа деталей и узлов ветроэнергетической установки применяли метод эндоскопии. В результате исследования разрушенными и поврежденными в результате критического износа деталями редуктора являются: корпус цилиндрической ступени в месте стыковки корпуса цилиндрической ступени и зубчатого венца второй ступени (трещина размером в половину длины окружности) и элементы зубчатых зацеплений.

Причиной возникновения дефекта в виде трещины на корпусе цилиндрической ступени в месте стыковки корпуса цилиндрической ступени и зубчатого венца второй ступени размером в половину длины окружности могут являться знакопеременные нагрузки на корпус редуктора от зубчатых

зацеплений, по причине попадания сколов зубьев и стружки при выкрашивании зубьев в зубчатое зацепление.

Дефект в виде выкрашивания зубьев зубчатого венца, планетарной и солнечной шестерни, борозды на зубьях возник в результате действия повторно-переменных контактных напряжений, которые способствуют образованию микротрещин на поверхности зубьев, далее развитию трещин способствует расклинивающий эффект смазочного материала, попавшего в трещины зубьев и соответственно выкрашиванию частиц материала с поверхности.

Ключевые слова: ветроэнергетическая установка, редуктор, зубчатое колесо, сталь, износ, дефект.

***Р. О. Быков¹, А. В. Нефтисов², А. В. Богомолов³, А. А. Каменов⁴**

^{1,3,4}Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

²Astana IT University, Republic of Kazakhstan, Astana.

Material received on 01.06.23.

MACRO- AND MICROSTRUCTURAL ANALYSIS OF THE DESTRUCTION OF METAL PARTS OF WIND POWER PLANTS

Reasons for the destruction of nodes and parts of wind power plants are analyzed, taking into account the peculiarities climate in the Republic of Kazakhstan. It is established that the most worn-out unit is a multiplier reducer, which is subjected to static and dynamic loads during operation. Exceeding the maximum permissible loads in real conditions can lead to a breakdown of the wind power plant.

Endoscopy method was used to determine the condition and degree of wear of parts and assemblies of wind power plant. As a result of study, gearbox parts destroyed and damaged as a result of critical wear are: cylindrical stage housing at junction of cylindrical stage housing and gear ring of second stage (a crack measuring half circumference) and elements of gears.

Defect cause in form of a crack on cylindrical stage housing at junction of cylindrical stage housing and second stage gear ring with a size of half circumference may be alternating loads on gearbox housing from gear gears, due to ingress of chipped teeth and chips when teeth are painted into gear engagement.

The defect in form of discoloration of gear ring teeth, planetary and solar gear, furrows on teeth arose as a result of action of repeatedly variable contact stresses, which contribute to formation of microcracks on surface of teeth, further development of cracks contributes to wedging effect of lubricant trapped in cracks of teeth and material particles from the surface.

Keywords: wind power plant, gearbox, gear wheel, steel, wear, defect.

***А. О. Быков**

АО «ДКС», Российская федерация, г. Новосибирск

e-mail: bykov_andrey_o@mail.ru**ПОЛУЧЕНИЕ ОЛОВА ИЗ РАСТВОРОВ В ДИСПЕРСНОЙ ФОРМЕ**

Цементационное извлечение металлов из растворов широко применяется в гидрометаллургии. Известно, что на процесс цементации значительное влияние оказывает кристаллизующийся на поверхности металла – цементатора слой (осадок) цементуемого металла. Компактный слой изолирует поверхность металла – цементатора от раствора, и реакция цементации сильно замедляется или вовсе прекращается. Напротив, порошкообразный (дисперсный) осадок не только не замедляет цементацию, но в ряде случаев даже увеличивает скорость процесса, чему способствует развитая поверхность катодных участков, на которых восстанавливаются ионы цементуемого металла.

Поскольку алюминий менее дорогостоящий металл, чем цинк, а сернокислое олово является побочным продуктом электролитического рафинирования некоторых металлов, представляет практический интерес более подробно исследовать процесс цементационного восстановления олова из раствора SnSO₄.

В данной работе экспериментально установлено, что для реализации процесса цементационного извлечения олова в дисперсной форме из растворов SnSO₄ цементующий металл алюминий необходимо активировать ионами хлора. Результаты поляризационных измерений электродных процессов контактной гальванопары Al-Sn согласуются с результатами планированных опытов по получению оловянного порошка цементации олова алюминием из растворов SnSO₄ с учетом влияния конкурирующего процесса выделения водорода.

Ключевые слова: олово, алюминий, цементация, порошковая металлургия, кристаллизация.

Введение

Цементационное извлечение металлов из растворов широко применяется в гидрометаллургии [1, 2]. Известно, что на процесс цементации значительное влияние оказывает кристаллизующийся на поверхности металла-цементатора слой (осадок) цементуемого металла. Компактный слой изолирует поверхность металла-цементатора от раствора, и реакция цементации сильно замедляется или вовсе прекращается. Напротив, порошкообразный (дисперсный) осадок не только не замедляет цементацию, но в ряде случаев даже увеличивает скорость процесса, чему способствует развитая поверхность катодных участков, на которых восстанавливаются ионы цементуемого металла [1, 2].

О возможности цементационного извлечения олова в порошкообразной (дисперсной) форме из растворов четыреххлористого олова сообщается в работе [3]. При этом в качестве цементующего металла использовали цинк и алюминий. Электрохимический эквивалент двухвалентного олова вдвое выше, чем четырехвалентного. Исходя из того, что при прочих равных условиях расход цементующего металла при получении оловянного порошка из растворов двухвалентного олова должен быть вдвое меньше, чем из растворов четырехвалентного олова, авторы [4] исследовали цементационное получение оловянного порошка цементацией этого металла цинком и алюминием из растворов SnCl₂ и SnSO₄. Авторы [4] отмечают, что при использовании алюминия в качестве цементующего металла можно получать оловянный порошок только из растворов SnCl₂. В растворе же SnSO₄ (0,85 моль/л) олово на поверхности алюминия кристаллизуется не в виде рыхлого (порошкообразного) слоя, а в компактной форме. Этот компактный слой изолирует поверхность металла-цементатора от раствора, и цементация прекращается [4].

Поскольку алюминий менее дорогостоящий металл, чем цинк, а сернокислое олово является побочным продуктом электролитического рафинирования некоторых металлов [5], представляет практический интерес более подробно исследовать процесс цементационного восстановления олова из раствора SnSO₄. Так как в [4] отмечается, что из растворов SnCl₂ олово цементуется в дисперсной форме, правомерно предположить, что добавление в раствор SnSO₄ ионов хлора будет способствовать цементационному восстановлению олова не в компактной, а в дисперсной форме. Таким образом, целью работы было исследование возможности получения оловянного порошка при цементации олова алюминием из растворов SnSO₄.

Материалы и методы

Измерения стационарных потенциалов и поляризационные измерения проводили в растворе SnSO₄ концентрацией 0,85 моль/л на потенциостате П-5827. Поляризационные измерения проводили в гальванодинамическом режиме при скорости задания тока 3,4 мА/мм² мин. Потенциалы рабочих электродов измеряли по отношению к хлорсеребряному электроду сравнения. Рабочие электроды представляли собой торцы залитой эпоксидной смолой алюминиевой и оловянной проволоки диаметром 2 мм. С тем, чтобы исключить влияние выделившегося на поверхности алюминия олова, зависимость стационарного потенциала алюминия от концентрации ионов хлора и анодную поляризацию алюминия изучали в растворе MgSO₄ той же концентрации, что и раствор SnSO₄ – правомерность такого приема для исследования анодного процесса контактных (цементационных) гальванопар показана в [6]. Химические соли, используемые в данной работе, имели квалификацию «хч».

Для получения оловянного порошка использовали растворы SnSO₄ объемом 2 л. При получении оловянного порошка в качестве цементующего материала применяли пластины алюминия с площадью поверхности 2 дм². После цементации порошок промывали и сушили в вакуумном сушильном шкафу. Гранулометрический

состав и насыпную плотность оловянного порошка определяли по стандартам [7,8]. Количество выделившегося водорода измеряли объемным методом [9]. Средний размер частиц рассчитывали на основании результатов ситового анализа по общепринятой в порошковой металлургии методике [10].

Ионы хлора активируют поверхность алюминия, в связи с чем стационарный потенциал алюминия сдвигается в область более отрицательных значений. Вместе с тем в интервале концентраций NaCl 0,48 – 0,65 моль/л асимптотически приближается к горизонтали. Поэтому дальнейшее повышение концентрации NaCl не целесообразно.

Известно, что размер образующихся при кристаллизации частиц зависит от соотношения скоростей возникновения центров кристаллизации и скорости из роста. Применительно к цементационному осаждению это означает, что дисперсность порошка определяется соотношением ЭДС и тока цементации контактной гальванопары. Ионы хлора мало влияют на стационарный потенциал олова, но поскольку в тех же условиях стационарный потенциал алюминия сильно смещается в область отрицательных значений, с увеличением концентрации NaCl ЭДС цементации возрастает. В частности, в интервале концентраций 0; 0,32 и 0,65 моль/л NaCl ЭДС гальванопары Al-Sn равна 0,30 В, 0,57 В и 0,64 В соответственно.

Хлористый натрий в рассматриваемой системе является так называемым посторонним электролитом – ионы этого вещества непосредственно не участвуют в происходящих на электродах контактных гальванопар окислительно-восстановительных процессах. Однако введение в указанных количествах NaCl в раствор SnSO₄ приводит к увеличению вязкости раствора, в связи с чем поляризация катода возрастает, и при концентрации 0,65 моль/л NaCl наступает предельная плотность тока для восстановления ионов Sn²⁺. В целом же, с ростом концентрации NaCl ток цементации контактной гальванопары Al-Sn уменьшается.

Известно, что размер образующихся при кристаллизации частиц зависит от соотношения скорости зарождения центров кристаллизации и скорости их дальнейшего роста. Применительно к цементационному осаждению это означает, что дисперсность порошка определяется соотношением ЭДС и тока цементации контактной гальванопары. Поскольку с ростом концентрации NaCl в растворе ЭДС контактной гальванопары Al-Sn возрастает, а ток цементации уменьшается, следует ожидать, что при прочих равных условиях с ростом концентрации NaCl должен осаждаться более дисперсный порошок олова. Более дисперсный порошок при свободной засыпке имеет более плотную упаковку, поэтому насыпная плотность оловянного порошка с ростом концентрации NaCl должна возрастать. Однако соотношения ЭДС и тока цементации указывает лишь на термодинамическую вероятность направления зависимости указанных свойств порошка, которая на практике не всегда выполняется [1, 2, 5]. Кроме термодинамических условий, на свойства порошка влияют также и кинетические особенности процесса цементации.

Результаты и обсуждение

В результате гидролиза водный раствор SnSO₄ имеет кислую среду. В частности, при концентрации 0,85 моль/л SnSO₄ pH раствора составляет 5,8. Поэтому наряду с восстановлением ионов Sn²⁺ на катоде протекает и конкурирующий процесс – восстановление ионов H⁺. При этом экспериментально установлено, что скорость выделения водорода зависит от концентрации NaCl в растворе (таблица 1).

Таблица 1 – Зависимость количества выделяющегося водорода от концентрации NaCl

Концентрация NaCl, моль/л	0	0,32	0,65
Выделилось водорода за 1 час цементации, мл	0,1	2,1	3,2
Примечание: Концентрация SnSO ₄ 0,85 моль/л, площадь цементирующей поверхности алюминия 1 см ²			

Выделение водорода двояко влияет на процесс цементации [1, 2, 5]. Перемешивание электролита в прикатодных зонах выделяющимся водородом снижает концентрационные ограничения для разряда ионов Sn²⁺, способствуя тем самым росту менее дисперсного порошка. Вместе с тем, выделение водорода приводит к защелачиванию прикатодных зон электролита, что приводит к образованию гидрооксидов, которые обладают поверхностно-активными свойствами. Адсорбируясь на активных гранях растущих кристаллов, гидрооксиды пассивируют их, способствуя тем формированию более дендритных частиц олова.

С целью более полного выявления зависимости дисперсности и насыпной плотности оловянного порошка от условий проведения цементации, нами проведен полный двухфакторный эксперимент [11]. При этом в качестве функции отклика выбраны средний размер частиц Y₁, мкм и насыпная плотность оловянного порошка Y₂, г/см³. В качестве факторов (независимых переменных) взяты X₁ – концентрация SnSO₄, моль/л и X₂ – концентрация NaCl, моль/л. Условия планированных опытов и натуральные значения факторов указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Интервалы варьирования и натуральные значения факторов

Интервалы варьирования факторов	Натуральные значения факторов, моль/л	
	X ₁	X ₂
Базовый (основной) уровень	0,60	0,50
Интервал варьирования	0,25	0,35
Верхний уровень	0,85	0,85
Нижний уровень	0,35	0,15

Каждый опыт в матрице планирования (таблица 3) был повторен четыре раза; указанные в таблице 3 значения Y₁ и Y₂ являются средними из четырех параллельных измерений. Для проверки воспроизводимости опытов проведен дисперсионный анализ, в результате которого установлено, что экспериментальное значение критерия Кохрена G_{эксп} меньше его табличного значения при 5 %

уровне значимости, что свидетельствует об однородности дисперсий, т.е. о том, что опыты воспроизводимы [11].

Таблица 3 – Матрица планирования и результаты опытов

№ опыта	Кодированные значения факторов		Результаты опытов	
	X_1	X_2	Y_1 , мкм	Y_2 , г/см ³
1	+1	+1	118	0,8
2	-1	+1	121	1,3
3	+1	-1	165	2,0
4	-1	-1	139	0,9

По методике [11] с использованием расчетной матрицы определены коэффициенты регрессии, значения которых приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Значения коэффициентов регрессии

Коэффициенты регрессии	b_0	b_1	b_2	b_{1-2}
Значение коэффициента регрессии для Y_1	135,75	5,75	-16,25	-7,25
Значение коэффициента регрессии для Y_2	1,25	0,15	-0,20	-0,40

Сопоставление табличного значения критерия Стьюдента $t_{табл}$ с его экспериментальным значением $\tau_{эксп}$ [11] показало, что для всех коэффициентов регрессии справедливо неравенство $\tau_{эксп} > \tau_{табл}$. Следовательно, все коэффициенты регрессии являются значимыми.

Знание коэффициентов регрессии позволяет записать уравнения регрессии, показывающие зависимость среднего размера частиц Y_1 и насыпной плотности Y_2 оловянного порошка от концентрации SnSO_4 и NaCl в цементируемом растворе:

$$Y_1 = 135,75 + 5,75X_1 - 16,25X_2 - 7,25X_1X_2 \quad (1)$$

$$Y_2 = 1,25 + 0,15 X_1 - 0,2 X_2 - 0,4 X_1X_2 \quad (2)$$

Адекватность уравнений регрессии (1) и (2) проверена по критериям Фишера [11]. Установлено, что для выбранной модели опыта экспериментальное значение указанного критерия меньше его табличного значения. Следовательно, уравнения регрессии (1) и (2) адекватно отображают выбранную модель опыта в границах использованного интервала варьирования.

Из уравнения (1) следует, что увеличение концентрации SnSO_4 приводит к цементации менее дисперсного порошка – на это указывает положительное значение коэффициента регрессии b_1 . Напротив, как было предсказано выше на основании поляризационных измерений, увеличение концентрации NaCl приводит к кристаллизации более дисперсных частиц олова – коэффициент b_2 имеет отрицательное значение. Более того, в выбранном интервале варьирования факторов влияние на средний размер частиц, т.е. на дисперсность фактора X_2

примерно в три раза больше, чем фактора X_1 – это следует из коэффициентов регрессии b_1 и b_2 . На дисперсность в сторону уменьшения также сильно влияет эффект взаимодействия X_1X_2 – это влияние даже несколько выше, чем влияние в сторону увеличения фактора X_1 ; данный вывод также следует из сравнения значений коэффициентов регрессии b_{1-2} и b_1 .

Аналогичным образом по уравнению регрессии (2) можно оценить влияние факторов и эффекта взаимодействия на насыпную плотность. В данном случае также имеет место разнонаправленное влияние – в сторону увеличения насыпной плотности действует фактор X_1 , в сторону уменьшения – фактор X_2 и эффект взаимодействия X_1X_2 .

Более дисперсный порошок имеет меньшую насыпную плотность, что особенно характерно для опыта № 1 (таблица 3). По-видимому, разряд ионов Sn^{2+} на предельном токе и, как указывалось выше, пассивирующее влияние на растущие грани кристаллов гидроокисей и основных в результате выделения водорода способствует формированию более дендритных частиц олова. Наблюдения порошка в металлографическом микроскопе подтверждают это предположение – полученный в опыте № 1 порошок имеет весьма развитую поверхность (рисунок 1). Столь дендритные частицы в оловянных порошках, полученных в других опытах матрицы планирования, обнаружить не удалось.

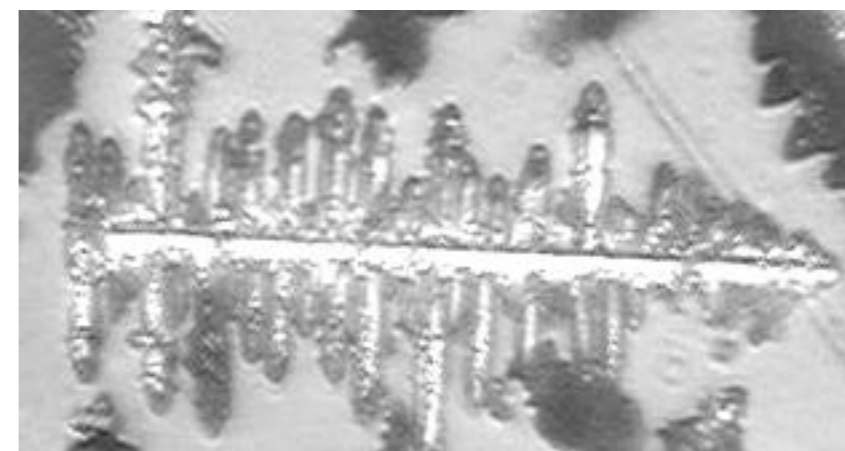


Рисунок 1 – Частица оловянного порошка, полученного в планированном опыте № 1

Выводы

Экспериментально установлено, что для реализации процесса цементационного извлечения олова в дисперсной форме из растворов SnSO_4 цементирующий металл алюминий необходимо активировать ионами хлора. Результаты поляризационных измерений электродных процессов контактной гальванопары Al-Sn согласуются с результатами планированных опытов по получению оловянного порошка цементации олова алюминием из растворов SnSO_4 с учетом влияния конкурирующего процесса выделения водорода.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Алкацев М. И. Процессы цементации в цветной металлургии. – М. : Металлургия, 1981. – 116 с.
- 2 Антропов Л. И., Донченко М. И. Коррозия и защита металлов. – Т. 2. – М. : ВИНТИ, 1973. – 113 с.
- 3 Артамонов В. П., Ахметжанова Р. Р. // Порошковая металлургия. – 1986. – № 1. – С. 6.
- 4 Артамонов В. П., Щетинина Т. В. // Порошковая металлургия. – 1990. – № 4. – С. 1.
- 5 Баймаков Ю. В., Журин А. И. Электролиз в гидрометаллургии. – М. : Металлургиздат, 1967. – 616 с.
- 6 Артамонов В. П., Помосов А. В. // Электрохимия. – 1984. – Т. 20. – № 12. – С. 1649.
- 7 ГОСТ 18318-94. Порошки металлические. Определение размера частиц сухим просеиванием.
- 8 ГОСТ 19440-94. Порошки металлические. Определение насыпной плотности.
- 9 Левин А. И., Помосов А. В. Лабораторный практикум по теоретической электрохимии. – М. : Металлургия, 1966. – 312 с.
- 10 Кипарисов С. С., Либенсон Г. А. Порошковая металлургия. – М. : Металлургия, 1980. – 496 с.
- 11 Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М. : Наука, 1976. – 279 с.

REFERENCES

- 1 Alkacev, M. I. Processy cementacii v cvetnoy metallurgii. – Moscow : Metallurgia, 1981. – 116 p.
- 2 Antropov, L. I., Donchenko, M. I. Korrozia i zacshita metallov. T. 2. – Moscow : VINITI, 1973. – 113 p.
- 3 Artomonov, V. P., Ahmetzhanova, R. R. // Poroshkovaya metallurgia. – 1986. – № 1. – P. 6.
- 4 Artomonov, V. P., Schetinina, T. V. // Poroshkovaya metallurgia. – 1990. – № 4. – P. 1.
- 5 Baimakov, U. V., Zhurin, A. I. Electroliz v gidrometallurgii. – Moscow : Metallurgizdat, 1967. – 616 p.
- 6 Artomonov V. P., Pomosov A. V. // Electrohimia. – 1984. – Т. 20. – № 12. P. 1649.
- 7 GOST 18318-94. Poroshki metallicheskie. Opredelenie razmera chastic suhim proseivaniem.
- 8 GOST 19440-94. Poroshki metallicheskie. Opredelenie nasypnoi plotnosti.
- 9 Levin, A. I., Pomosov, A. V. Laboratornyi practicum po teoreticheskoi electrohimii. – Moscow : Metallurgia, 1966. – 312 p.

10 Kiparisov, S. S., Libenson, G. A. Poroshkovaya metallurgia. – Moscow : Metallurgia, 1980. – 496 p.

11 Adler, U. P., Markova, E. V., Granovskii, U. V. Planirovanie experimenta pri poiske optimalnyh uslovii. – М. : Nauka, 1976. – 279 p.

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

*А. О. Быков

«ДКС» АҚ, Ресей Федерациясы, Новосибирск қ.

Материал 01.06.23 баспаға түсті.

ДИСПЕРСТІ ТҮРДЕГІ ЕРІТІНДІЛЕРДЕН ҚАЛАЙЫ АЛУ

Ерітінділерден металдарды цементтеу экстракциясы гидрометаллургияда кеңінен қолданылады. Цементтеу процесіне цементтелетін металдың кристалданатын қабаты (тұнба) цементтеу процесіне айтарлықтай әсер ететіні белгілі. Ныйам қабат металдың бетін ерітіндіден оқшаулайды, ал цементтеу реакциясы айтарлықтай баяулайды немесе мүлдем тоқтайды. Керісінше, ұнтақты (дисперсті) тұнба цементтеуді бәсеңдетіп қана қоймайды, сонымен қатар кейбір жағдайларда процесің жылдамдығын арттырады, бұл цементтелген металл иондары азаятын катодтық аймақтардың дамыған бетіне ықпал етеді.

Алюминий мырышқа қарағанда қымбат емес металл болғандықтан және қалайы сульфаты кейбір металдарды электролиттік тазартудың жанама өнімі болғандықтан, SnSO₄ ерітіндісінен қалайы цементтеу процесін егжей-тегжейлі зерттеуге қызығушылық тудырады.

Бұл жұмыста SnSO₄ ерітінділерінен дисперсті түрдегі қалайы цементтеу алу процесін жүзеге асыру үшін цементтейтін металды алюминийді хлор иондарымен белсендіру қажет екендігі эксперименталды түрде анықталды. Al-Sn байланыс гальванопарасының электродтық процестерінің поляризациялық өлшеулерінің нәтижелері бәсекелес су тұқымын бөлу процесінің әсерін ескере отырып, SnSO₄ ерітінділерінен қалайы цементтеу қалайы ұнтағын алюминиймен алу бойынша жоспарланған тәжірибелердің нәтижелеріне сәйкес келеді.

Кілтті сөздер: қалайы, алюминий, цементтеу, Ұнтақты металлургия, кристалдану.

*А. О. Вукон

JSC «DKS», Russian Federation, Novosibirsk.

Material received on 01.06.23.

OBTAINING TIN FROM SOLUTIONS IN DISPERSED FORM

Cementation extraction of metals from solutions is widely used in hydrometallurgy. It is known that the cementation process is significantly influenced by the layer (precipitate) of the cemented metal crystallizing on the surface of the cementator metal. The compact layer isolates the surface of the metal-cement from the solution, and the cementation reaction slows down or stops altogether. On the contrary, powdered (dispersed) sediment not only does not slow down cementation, but in some cases even increases the speed of the process, which is facilitated by the developed surface of the cathode sites on which the ions of the cemented metal are restored.

Since aluminum is a less expensive metal than zinc, and tin sulfate is a by-product of electrolytic refining of some metals, it is of practical interest to investigate in more detail the process of cementation reduction of tin from SnSO_4 solution.

In this paper, it has been experimentally established that in order to implement the process of cementation extraction of tin in dispersed form from SnSO_4 solutions, the cementing metal aluminum must be activated with chlorine ions. The results of polarization measurements of electrode processes of the Al-Sn contact electroplating are consistent with the results of the planned experiments on obtaining tin powder of tin cementation with aluminum from SnSO_4 solutions, taking into account the influence of the competing process of water separation.

Keywords: tin, aluminum, cementation, powder metallurgy, crystallization.

МРНТИ 53.49.19

<https://doi.org/10.48081/IALW5108>*А. Н. Жакупов¹, А. Т. Жакупова²^{1,2}Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодарe-mail: alibek_j85@mail.ru**ЗАВИСИМОСТЬ МАГНИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОТ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ СТАЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

В данной работе исследованы магнитные свойства стали 13ХФА с целью возможности проведения неразрушающего определения значений механических свойств. Проведен анализ существующих способов неразрушающего контроля механических свойств и обоснована перспективность применения магнитного способа определения механических свойств вместо стандартного разрушающего – испытание на растяжение, а также приведены преимущества магнитного способа определения перед другими неразрушающими, таких как тепловой и механический, в которых применяется измерение теплопроводности и твердости по Бринеллю соответственно. Определено влияние изменения прочностных свойств на величину магнитных показателей, для чего на стальных образцах была проведена закалка с последующим отпуском при температурах 500, 550, 600, 650 и 700 °С. Обосновано уменьшение коэрцитивной силы и увеличение остаточной магнитной индукции и максимальной магнитной проницаемости при отпуске стали от 500 до 650 °С, а также выявлена причина их изменения в обратную сторону. Даны рекомендации по выбору магнитных характеристик для неразрушающего контроля их структурного состояния. Выявлена немонотонность изменений значений магнитных свойств и обоснованы экстремумы кривых диаграмм, связанных с изменением структуры отпущенной стали.

Ключевые слова: неразрушающий контроль, коэрцитивная сила, остаточная магнитная индукция, максимальная магнитная проницаемость, 13ХФА.

Введение

В настоящее время, для определения механических свойств стальных изделий применяют одноосное растяжение на разрывной машине. Результатом испытания является диаграмма растяжения, по графику которой определяются временное сопротивление, предел текучести и относительное удлинение. В соответствии со многими стандартами, используемыми на производственных предприятиях, определение данных механических характеристик является обязательным. К примеру, для бесшовных труб согласно ГОСТ 632-80 «Трубы обсадные и муфты к ним», нормируемыми показателями являются временное сопротивление, предел текучести и относительное удлинение. Механическое испытание на растяжение является точным, однако для осуществления контроля требуется вырезка «темплета» и затем изготовление стандартного образца для испытания. В связи

с этим, дальнейшая эксплуатация изделия невозможна или если, данное изделие длинномерное, то происходит расход металла. Кроме того, ввиду того, что данный вид контроля является разрушающим, контроль изделий производится выборкой (одна из какого-либо количества – партии), что не обеспечивает контроль каждой единицы изделия [1–3].

Перспективным является применение неразрушающих методов контроля: тепловой, механический и электромагнитный [4–5].

К механическому относится определение твердости. Связь между прочностью металла и его твердостью достаточно известна. В различных источниках приводятся разные аналитические зависимости: в одних, временное сопротивление рассчитывается по формуле (1):

$$\sigma_B = 112 + 2,4 \cdot HB. \quad (1)$$

в других же, по формуле (2):

$$\sigma_B = 9,81 \cdot K \cdot HB, \quad (1)$$

где $K = 0,34$ при $HB < 175$ и $K = 0,36$ при $HB > 175$.

Недостатками данного способа является отсутствие единой зависимости для определения свойств, большая погрешность измерения (9–13 %) и связь только с прочностью изделия.

К тепловому относится определение теплопроводности. В данном способе используются структурно-чувствительные информативные параметры, на основании которых определяется структурная зависимость сталей от теплопроводности. Недостатком является длительность процесса определения свойств и погрешность измерения более 11 % [6–7].

Электромагнитные методы контроля достаточно давно и широко применяются в промышленности. Однако, их применимость подтверждается только при контроле несплошностей металла, а количественно определяется только твердость (через измерение коэрцитивной силы), которая имеет высокую погрешность, как описано выше [8–10].

В данной работе предлагается на основании проведения исследования структуры и свойств стальных изделий определить закономерности и зависимости между механическими и электромагнитными свойствами. В качестве электромагнитных свойств предлагается применить коэрцитивную силу, остаточную магнитную индукцию и максимальную магнитную проницаемость.

Материалы и методы исследования

В качестве материала исследования были взяты образцы труб из марки стали 13ХФА.

Для проведения исследования было вырезано 15 одинаковых образцов с одной трубы. Далее все образцы были упрочнены в водной среде после нагрева

в муфельной печи SNOL-1300 до 900 °С. После этого, по группам состоящим из трех образцов, проведен их отпуск при температурах 500, 550, 600, 650 и 700 °С. По окончании проведения термической обработки образцов проведено измерение магнитных свойств.

Измерение магнитных характеристик осуществляли коэрцитиметром КИМ-2М, посредством которого были получены значения коэрцитивной силы, остаточной магнитной индукции, а также максимальных значений намагниченности образцов и напряженности магнитного поля. Отношение последних двух из которых позволяет определить величину максимальной магнитной проницаемости.

Результаты и обсуждение

В результате проведения термической обработки образцов трубы из марки стали 13ХФА получены значения, указанные в таблице 1. При этом известно, что отпущенные после закалки стальные образцы имеют показатели прочности тем выше, чем меньше была температура отпуска.

С увеличением температуры отпуска до 650 °С коэрцитивная сила уменьшается, а остаточная индукция и максимальная магнитная проницаемость возрастают до своего максимума. Возрастание остаточной намагниченности и максимальной проницаемости обусловлено распадом парамагнитного остаточного аустенита на отпущенный мартенсит карбиды. Небольшое дальнейшее уменьшение остаточной индукции и проницаемости выше 650 °С связано с превращениями низкотемпературных ферромагнитных карбидов в цементит (рисунок 1-3).

Таблица 1 – Магнитные свойства стали 13ХФА

Температура отпуска, °С	Коэрцитивная сила, H_c , А/м	Остаточная магнитная индукция, $B_{ост}$, Тл	Максимальная магнитная проницаемость, μ_{max} , Гн/м
500	867; 872; 826	1,10; 1,11; 1,00	275; 260; 263
	*855	*1,07	*266
550	714; 689; 721	1,28; 1,17; 1,21	312; 285; 321
	*708	*1,22	*306
600	612; 630; 633	1,41; 1,45; 1,28	379; 389; 354
	*625	*1,38	*374
650	519; 507; 549	1,47; 1,58; 1,50	420; 403; 419
	*525	*1,52	*414
700	584; 591; 559	1,39; 1,40; 1,53	365; 379; 399
	*578	*1,44	*381

* - среднее значение

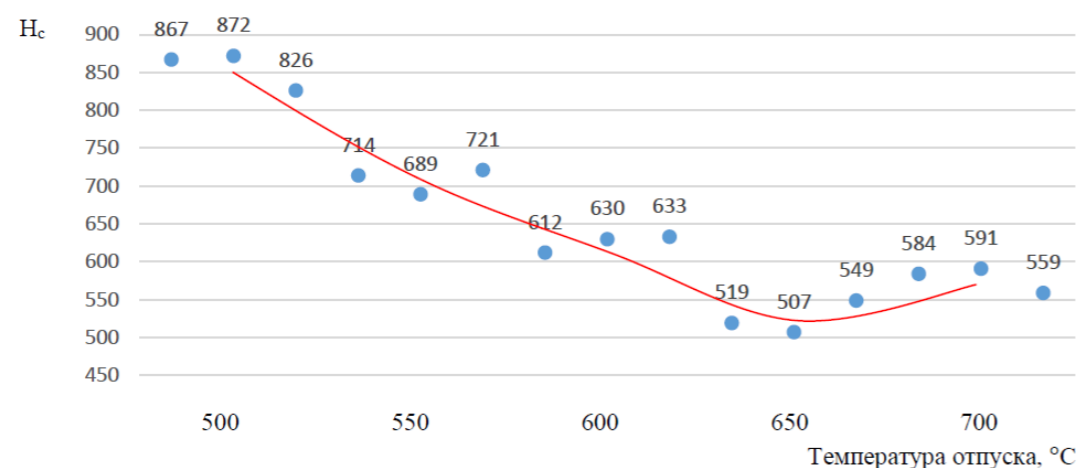


Рисунок 1 – Зависимость коэрцитивной силы от температуры отпуска

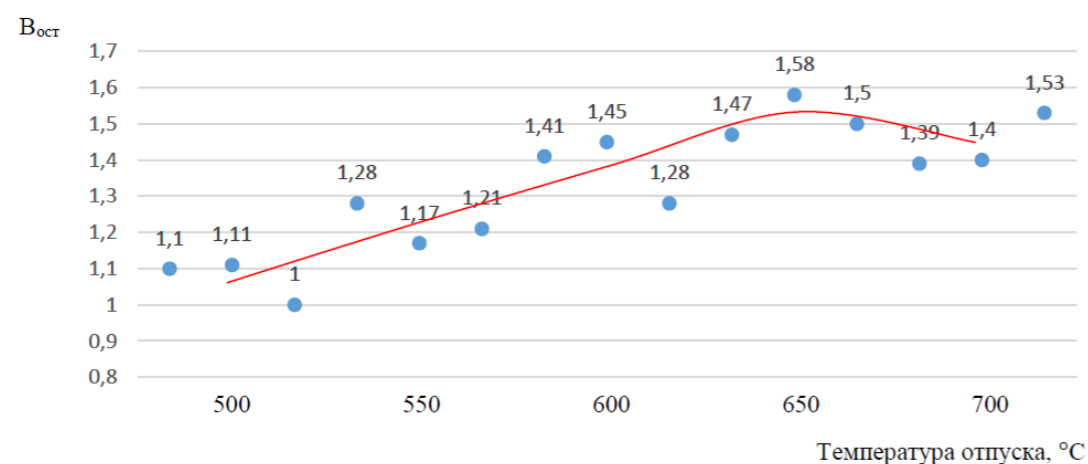


Рисунок 2 – Зависимость остаточной магнитной индукции от температуры отпуска

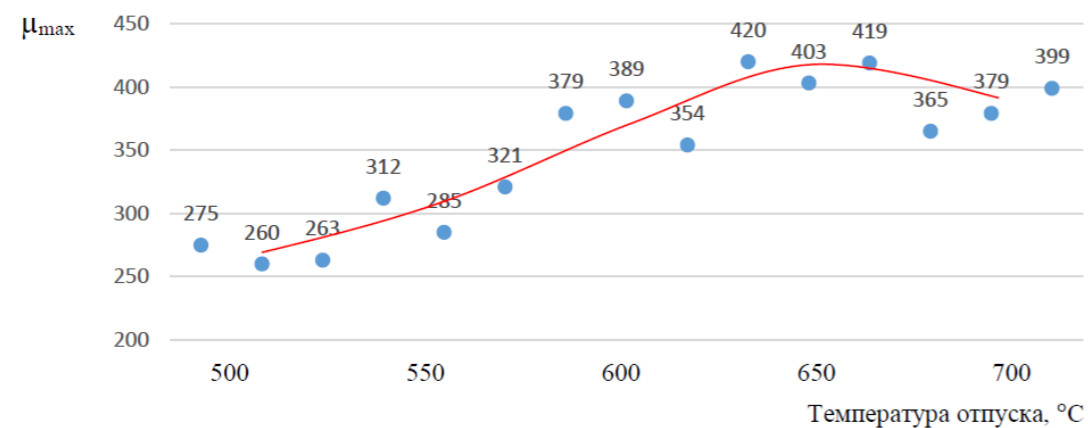


Рисунок 3 – Зависимость максимальной магнитной проницаемости от температуры отпуска

Как видно, при изменении прочностных свойств, связанных с разупрочнением структуры стали после отпуска, происходит изменение значений магнитных показателей, что подтверждает корреляционную связь между механическими и магнитными свойствами стали 13ХФА.

Результаты данной работы позволят в продолжении исследования математически описать корреляционные зависимости между механическими и магнитными свойствами посредством проведения регрессионного анализа, определить значимость и влияние выбранных магнитных параметров измерения, а также в сравнении с фактическими значениями механических свойств, полученных при испытании на растяжение, выявить погрешность данного способа контроля.

Информация о финансировании

Данное исследование профинансировано Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант №AP13268736 – «Неразрушающий способ определения механических свойств стальных изделий»).

Выводы

На основании проведенного исследования выявлена зависимость магнитных свойств от прочностных. За исследуемые параметры взяты коэрцитивная сила, остаточная магнитная индукция и максимальная магнитная проницаемость, как наиболее структурочувствительные. Показано, что при проведении отпуска стальных изделий из марки стали 13ХФА происходит изменение значений магнитных характеристик, связанных с изменением прочностных свойств, что позволяет сделать вывод о их зависимости между собой. Анализ полученных результатов выявил немонотонность изменений значений магнитных свойств. Обоснованы экстремумы кривых диаграмм, связанных с изменением структуры отпущенной стали.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Жакупов, А. Н. Исследование формирования структуры и свойств легированных сталей для усовершенствования технологии получения обсадных и насосно-компрессорных труб / диссертация на соискание степени PhD. – 2018. – 100 с.
- 2 Жакупов, А. Н. Способ электромагнитного контроля качества термической обработки изделия / Патент РК на изобретение №33106. Бюл. № 35 от 17.09.2018.
- 3 Михеев, М. Н. Магнитные методы структурного анализа и неразрушающего контроля / М. Н. Михеев, Э. С. Горкунов. – М. : Наука, 1993. – 250 с.
- 4 Щербинин, В. Е. Магнитные методы структурного анализа и неразрушающего контроля / В. Е. Щербинин, Э. С. Горкунов. – Екатеринбург : Изд-во УрО РАН, 1996. – 266 с.
- 5 Михеев, М. Н. Магнитный структурный анализ / М. Н. Михеев // Дефектоскопия. – 1983. – № 1. – С. 3–12.

6 **Perevertov, O.** Detection of spring steel surface decarburization by magnetic hysteresis measurements / O. Perevertov, O. Stupakov, I. Tomáš, B. Skrbek // NDT&E International – 2011. – V. 44. – P. 490–494.

7 **Kikuchi, H.** Feasibility study for nondestructive evaluation of magnetic properties and hardness of two-layered specimens by magnetic single-yoke probe / H. Kikuchi, H. Murakami, K. Ara // NDT&E International – 2012. – V. 46. – P. 1–6.

8 **Buschow, K. H.** Physics of Magnetism and Magnetic Materials / K. H. J. Buschow, F. R. de Boer. – USA: Springer US, 2004. – 182 p.

9 **Langman, R.** Magnetic properties of mild steel under conditions of biaxial stress / R. Langman // IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS – 1990. – V. 26. – № 4. – P. 1246 – 1251.

10 **Fiorillo, F.** Characterization and Measurement of Magnetic Materials. – USA : Academic Press, 2004. – 666 p.

REFERENCES

1 **Zhakupov, A. N.** Issledovanie formirovaniya struktury i svoystv legirovannykh stalej dlya usovershenstvovaniya tekhnologii polucheniya obsadnykh i nasosno-kompressornykh trub / dissertatsiya na soiskanie stepeni PhD [Research of the structure formation and properties of alloyed steels to improve the technology for producing casing and tubing / dissertation for the degree of PhD]. 2018. – 100 p.

2 **Zhakupov, A. N.** Sposob elektromagnitnogo kontrolya kachestva termicheskoy obrabotki izdeliya / Patent RK naizobretenie № 33106. Byul. № 35 ot 17.09.2018. [The method of electromagnetic quality control of the product heat treatment / Patent of the Republic of Kazakhstan for the invention № 33106. Bull. No. 35 dated 09/17/2018.]

3 **Miheev, M. N.** Magnitnye metody strukturnogo analiza i nerazrushayushchego kontrolya [Magnetic methods of structural analysis and non-destructive testing] / M. N. Miheev, E. S. Gorkunov. – Moscow : Nauka, 1993. – 250 p.

4 **Shcherbinin, V. E.** Magnitnye metody strukturnogo analiza i nerazrushayushchego kontrolya [Magnetic methods of structural analysis and non-destructive testing] / V. E. Shcherbinin, E. S. Gorkunov. – Ekaterinburg: Izd-voUrO RAN, 1996. – 266 p.

5 **Miheev, M. N.** Magnitnyj strukturnyj analiz [Magnetic structural analysis] / M.N. Miheev // Defektoskopiya. – 1983. – № 1. – P. 3–12.

6 **Perevertov, O.** Detection of spring steel surface decarburization by magnetic hysteresis measurements / O. Perevertov, O. Stupakov, I. Tomáš, B. Skrbek // NDT&E International – 2011. – V. 44. – P. 490–494.

7 **Kikuchi, H.** Feasibility study for nondestructive evaluation of magnetic properties and hardness of two-layered specimens by magnetic single-yoke probe / H. Kikuchi, H. Murakami, K. Ara // NDT&E International – 2012. – V. 46. – P. 1–6.

8 **Buschow, K. H.** Physics of Magnetism and Magnetic Materials / K. H. J. Buschow, F. R. de Boer. – USA: Springer US, 2004. – 182 p.

9 **Langman, R.** Magnetic properties of mild steel under conditions of biaxial stress / R. Langman // IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS – 1990. – V. 26. – № 4. – P. 1246–1251.

10 **Fiorillo, F.** Characterization and Measurement of Magnetic Materials. – USA : Academic Press, 2004. – 666 p.

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

***А. Н. Жакупов¹, А. Т. Жакупова²**

^{1,2}Торайғыровуниверситеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал 01.06.23 баспаға түсті.

МАГНИТТІК СИПАТТАМАЛАРДЫҢ БОЛАТ БҰЙЫМДАРЫНЫҢ
БЕРІКТІК ҚАСИЕТТЕРІНЕ ТӘУЕЛДІЛІГІ

Бұл жұмыста механикалық қасиеттердің мәндерін бұзбай анықтау мүмкіндігі үшін 13ХФА болаттың магниттік қасиеттері зерттелді. Механикалық қасиеттерді бұзбай бақылаудың қолданыстағы әдістеріне талдау жүргізілді және стандарты деструктивті – созылу сынағының орнына механикалық қасиеттерді анықтаудың магниттік әдісін қолдану перспективасы негізделген, сонымен қатар жылу өткізгіштік пен Бринелл қаттылықты өлшеу қолданылатын жылу және механикалық сияқты басқа деструктивтілерге қарағанда магниттік анықтау әдісінің артықшылықтары келтірілген. Беріктік қасиеттерінің өзгеруінің магниттік көрсеткіштердің шамасына әсері анықталды, ол үшін болат үлгілерде 500, 550, 600, 650 және 700 °С температурада кейіннен жұмсартумен шынықтыру жүргізілді. Болатты 500-ден 650-ге °С дейін жұмсарту кезінде коэрцитивтік күштің төмендеуі және қалдық магниттік индукцияның және максималды магниттік өткізгіштіктің артуы негізделді, сондай-ақ олардың кері бағытта өзгеру себебі анықталды. Олардың құрылымдық күйін бұзбай бақылау үшін магниттік сипаттамаларды таңдау бойынша ұсыныстар берілген. Магниттік қасиеттер мәндерінің өзгеруінің монотондылығы анықталды және жұмсартылған болат құрылымының өзгеруіне байланысты қисық сызбалардың экстремумдары негізделген.

Кілтті сөздер: бұзбайтын бақылау, коэрцитивтік күш, қалдық магниттік индукция, максималды магниттік өткізгіштік, 13ХФА.

***А. Н. Zhakupov¹, А. Т. Zhakupova²**

^{1,2}Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 01.06.23.

**DEPENDENCE OF MAGNETIC CHARACTERISTICS
ON THE STRENGTH PROPERTIES OF STEEL PRODUCTS**

In this work, the magnetic properties of steel 13CrV were studied in order to be able to conduct a non-destructive determination of the values of mechanical properties. The analysis of the existing methods of non-destructive testing of mechanical properties is carried out and the prospects of using a magnetic method for determining mechanical properties instead of the standard destructive one – tensile testing are substantiated, and the advantages of the magnetic method of determination over other non-destructive methods, such as thermal and mechanical, which use the measurement of thermal conductivity and hardness by Brinell, respectively. The effect of a change in strength properties on the value of magnetic indices was determined, for which purpose quenching was carried out on steel samples followed by tempering at temperatures of 500, 550, 600, 650 and 700 °C. The decrease in the coercive force and the increase in the residual magnetic induction and maximum magnetic permeability during tempering of steel from 500 to 650 °C are substantiated, and the reason for their change in the opposite direction is also revealed. Recommendations are given on the choice of magnetic characteristics for nondestructive testing of their structural state. The nonmonotonicity of changes in the values of magnetic properties is revealed and the extrema of the curves of the diagrams associated with the change in the structure of tempered steel are substantiated.

Keywords: non-destructive testing, coercive force, residual magnetic induction, maximum magnetic permeability, 13CrV.

ТРАНСПОРТ

МРНТИ 55.57.29

<https://doi.org/10.48081/AFWF6462>

К. К. Абишев¹, *А. Д. Сулейменов², К. Б. Асылова³

^{1,2,3}Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

*e-mail: ansar_muslim_91@mail.ru

**К ВОПРОСУ ВЫБОРА ТИПА И КОНСТРУКЦИИ
ГУСЕНИЦ ТЯГОВО-ТРАНСПОРТНОЙ МАШИНЫ**

В статье представлены результаты научно-исследовательская работа в рамках госбюджетной НИР АР09258862 «Разработка и исследование многоцелевого транспортного средства». Рассмотрены тенденции развития тягово-транспортных машин и указаны пути дальнейшего совершенствования их конструкции. Одним из направлений по улучшению показателей работы машин является усовершенствование ходовой системы тягово-транспортных машин.

В качестве объекта исследования выбран полугусеничный движитель, который является комбинацией колёсного и гусеничного движителей. На основе анализа существующих конструкции полугусеничных движителей научным коллективом разработана новая конструкция полугусеничного движителя тягово-транспортной машины. Приводится описание движителя.

Также на основе анализа математических моделей, которые раскрывают механизм взаимодействия гусеничного движителя с основанием и характер распределения удельных давлений, установлено, что все они разработаны для металлогусеничного движителя и не учитывают такую особенность резиновых гусениц, как их деформируемость. В дальнейшем, в ходе проведения исследований, получены выражения, характеризующие закон распределения нормального давления по длине опорной поверхности резиновой гусеницы. Равномерность распределения давления влияет и на показатели эффективности работы тягово-транспортной машины. На распределение давления немаловажное значение оказывает нормальная жесткость резиновой гусеницы.

В статье предложены выражения для определения нормальной жесткости резиновой гусеницы.

Ключевые слова: тягово-транспортное средство, ходовая система, полугусеничный движитель; резиновая гусеница, нормальная жесткость.

Введение

Современное развитие тягово-транспортных машин характеризуется повышением их мощности, тягово-сцепных качеств, проходимости, повышением надежности и другими. Указанные тенденции развития тягово-транспортных машин могут быть решены путем создания новых образцов машин или

модернизации существующих конструкций отдельных узлов и агрегатов тягово-транспортных машин.

В настоящее время модернизация гусеничных тягово-транспортных машин идет за счет увеличения энергонасыщенности силовой установки, что приводит к увеличению массы машины, без существенных усовершенствований конструкции ходовой системы. Это приводит к более интенсивному воздействию движителей машин на грунт, к разрушению ее структуры и, в итоге, к существенному снижению тягового КПД машины [1].

На основании вышесказанного требуется улучшить показатели работы ходовых систем машин, которые характеризуют взаимодействие движителя с опорным основанием.

Для ускорения решения этой задачи необходимо обеспечить создание ходовых систем с пониженным сопротивлением движению и буксованием, уменьшенным удельным давлением в контакте и с повышенным коэффициентом сцепления, которое поможет существенно повысить производительность тягово-транспортных машин, уменьшить расход топлива и снизить уплотняющее воздействие движителей машин на грунт. Это в свою очередь будет способствовать более эффективной работе тягово-транспортной машины [2].

Материалы и методы

Начиная с 2021 году коллективом технических кафедр НАО «Торайгыров университет» проводится научно-исследовательская работа в рамках госбюджетной НИР АР09258862 «Разработка и исследование многоцелевого транспортного средства».

В соответствии с календарным планом проекта первоначально проведен анализ существующих конструкций транспортных средств для обоснования и выбора компоновки многоцелевого транспортного средства.

При выборе конструкции транспортного средства важнейшим показателем является его ходовая система, так как тип и назначение машины определяют конструкцию его ходовой системы.

Современные тягово-транспортные машины по ходовой системе разделяются на колесные и гусеничные. У колесных машин ходовая система состоит из переднего и заднего мостов, чаще всего с четырьмя пневматическими шинами низкого давления одинакового или разного размера, и приводом на два или четыре колеса.

Ходовая система гусеничных машин состоит из гусеничного движителя и подвески. Движитель включает гусеничную цепь, ведущие и направляющие колеса, опорные катки и поддерживающие ролики, натяжные и амортизирующие устройства [3].

Сравнительный анализ и сопоставление колесных и гусеничных машин при эксплуатации их в тяжелых дорожных, а особенно во внедорожных условиях показывает преимущество последних по таким важнейшим показателям как проходимость, производительность, маневренность, тягово-сцепные качества, удобство и надежность работы [4].

В этой связи, создание ходовых систем с пониженными сопротивлением движению и буксованием, уменьшенным удельным давлением в контакте и с повышенным коэффициентом сцепления поможет существенно повысить производительность тягово-транспортных машин и уменьшить расход топлива. Это в свою очередь будет способствовать более эффективной работе машин.

Одним из вариантов ходовой системы при проведении анализа существующих конструкций транспортных средств был полугусеничный движитель.

Полугусеничный движитель является комбинацией колёсного и гусеничного движителей. Как правило, гусеничный движитель является ведущим, и устанавливается вместо заднего колеса, а колёсный движитель – передним направляющим [3].

Проведённый анализ конструкции полугусеничных движителей позволил сделать следующие выводы:

- неравномерное распределение удельного давления по длине опорной поверхности отрицательно влияют на проходимость и тяговые качества тягово-транспортной машины;
- жёсткость ходовой части ограничивает скорости движения тягово-транспортной машины;
- использование резиноармированной гусеницы, по сравнению с металлическими гусеницами при одинаковой ширине, позволяет оказывать меньшее уплотняющее воздействие на почву.

Вышеуказанные выводы учитывались при выборе конструкции полугусеничного движителя тягово-транспортной машины [5].

В результате проведенной работы научным коллективом разработана конструкция полугусеничного движителя тягово-транспортной машины [6, 7].

Полугусеничный движитель содержит переднее направляющее колесо 1 с механизмом натяжения 2, закрепленное на рычаге 3, который установлен на гусеничной тележке 4. На гусеничной тележке также установлены заднее направляющее колесо 5 и балансирные каретки 6 с опорными катками. Гусеничная тележка 4 связана с остоном транспортного средства 7 с помощью продольного рычага 8. Продольный рычаг 8 одним концом шарнирно крепится к гусеничной тележке 4, а другим – к остову транспортного средства 7 посредством кронштейна 9. В средней части продольного рычага 8 шарнирно закреплены механизм натяжения 2 и пружинный демпфер 10, который связан с остоном транспортного средства посредством кронштейна 11.

Полугусеничный движитель снабжен резиноармированными гусеницами 12, зацепляющийся с ведущим колесом 13. Резиноармированные гусеницы представляют собой монолитные конструкции, армированные стальными тросами 14, завулканизированными в кордовую резиновую ленту. На внутренней стороне гусениц спрофилированы резиновые зубья 15, внутри которых имеются закладные металлические элементы 16.

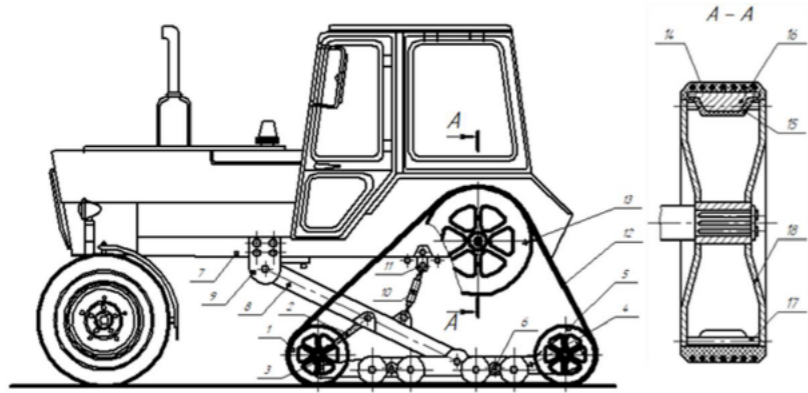


Рисунок 1 – Полугусеничный движитель с резиноармированными гусеницами

Передача крутящего момента осуществляется зацеплением резиновых зубьев с ведущим колесом, которая вместо зубьев имеет поперечные трубы 17 и выполнена в виде двух фланцев 18, жестко соединенных между собой.

Полугусеничный движитель работает следующим образом. Ведущее колесо 13, ось которой укреплена в корпусе транспортного средства, зацепляется с резиноармированными гусеницами 12 и приводит ее в движение. Гусеничная тележка 4 перекатывается опорными катками по нижней ветви гусеничной ленты, лежащей на грунте [6, 7].

Предложенные во многих научно-технических изданиях математические модели, которые раскрывают механизм взаимодействия гусеничного движителя с основанием и характер распределения удельных давлений, разработаны для металлгусеничного движителя и не учитывают такую особенность резиновых гусениц, как их деформируемость.

В работе [8] для выявления закономерностей распределения давления принята схема, предложенная профессором В.В. Кацыгиным [9], и рассмотрена часть резиногусеничного движителя, состоящего из двух опорных катков и резиновой гусеницы. В результате проведенных исследований получены выражения, характеризующие закон распределения нормального давления по длине опорной поверхности резиновой гусеницы

$$\xi_p = \frac{l_0}{2} \sqrt{\frac{2kc_2b}{T(k+c_2)}}, \quad (1)$$

$$P_{\max} = \frac{G_i k c_2 e^{\xi_p}}{2(k+c_2) \sqrt{\frac{2kc_2bT}{2(k+c_2)} (e^{\xi_p} - 1)}}, \quad (2)$$

$$P_{\min} = \frac{G_i k c_2}{2(k+c_2) \sqrt{\frac{2kc_2bT}{2(k+c_2)} (e^{\xi_p} - 1)}}. \quad (3)$$

Равномерность распределения давления влияет и на показатели эффективности работы тягово-транспортной машины. На распределение давления по длине опорной поверхности резиногусеничного движителя немаловажное значение оказывает нормальная жесткость резиновой гусеницы [10].

Для определения нормальной жесткости резиновой гусеницы рассмотрим произвольный элемент ΔL гусеничной ленты, ограниченный двумя сечениями 1-1 и 2-2.

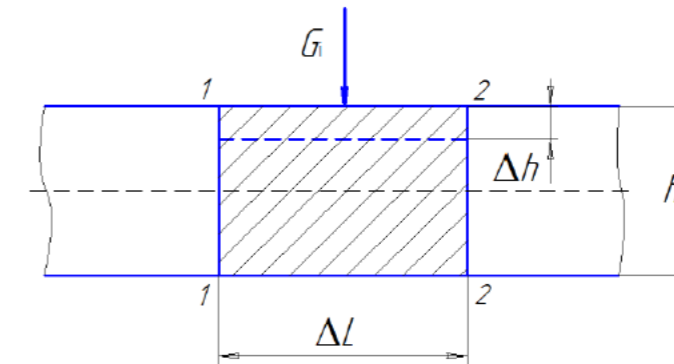


Рисунок 2 – Схема к определению нормальной жесткости гусеницы

Под воздействием части массы машины G_i , приходящейся на рассматриваемый участок, происходит деформация резиновой гусеницы на величину Δh .

Нормальную деформацию Δh резиновой гусеницы найдем, используя закон Гука

$$\Delta h = \frac{G_i h}{ES}, \quad (4)$$

где h – толщина гусеницы;

E – модуль упругости материала гусеницы.

S – площадь произвольного участка гусеницы, $S = b \cdot \Delta L$.

Коэффициент нормальной жесткости резиновой гусеницы определяется по формуле

$$C_z = \frac{G_i}{S_{\Pi} \cdot \Delta h}. \quad (5)$$

где S_{Π} – площадь поперечного сечения гусеницы, $S_{\Pi} = h \cdot b$.

Результаты и обсуждение

Если длина произвольного участка $\Delta L = 0,2$ м и ширина гусеницы $b = 0,35$ м, получим площадь произвольного участка гусеницы $S = 0,07$ м². Тогда нормальная деформация при $G_i = 40$ кН и $h = 0,05$ м равна

$$\Delta h = \frac{4 \cdot 10^4 \cdot 0,05}{10^7 \cdot 0,07} = 2,8 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Нормальная жесткость гусеницы

$$C_z = \frac{4 \cdot 10^4}{17,5 \cdot 10^{-3} \cdot 2,8 \cdot 10^{-3}} = 8 \cdot 10^8 \text{ Н/м}^3.$$

На рисунках 3 и 4 приведены кривые, построенные по формулам (1) – (3) для резиногусеничного движителя на суглинке при $k = 0,5 \cdot 10^6$ Н/м³; $l_0 = 0,4$ м; $b = 0,35$ м; $T = 10$ кН; $G_i = 40$ кН.

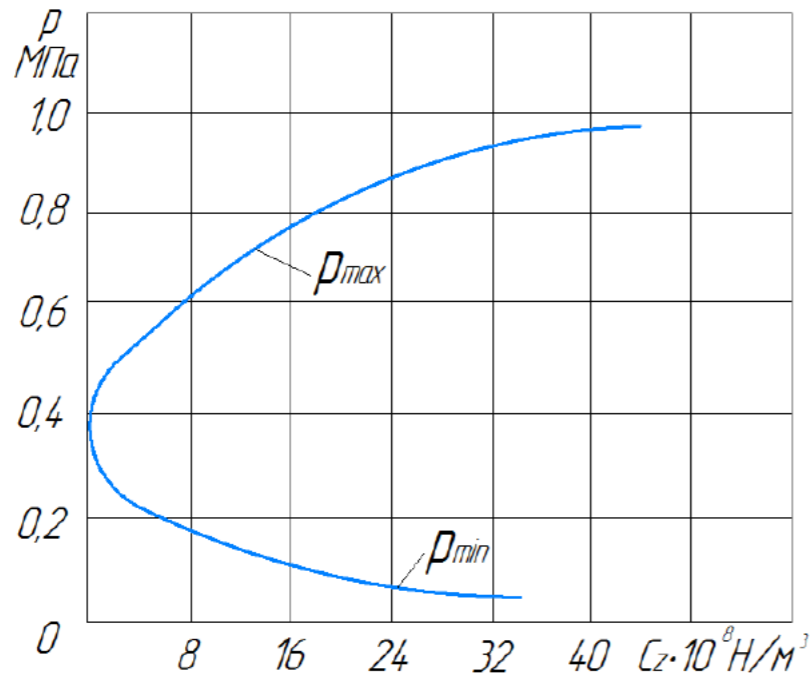


Рисунок 3 – Зависимость удельных давлений от нормальной жесткости резиновой гусеницы

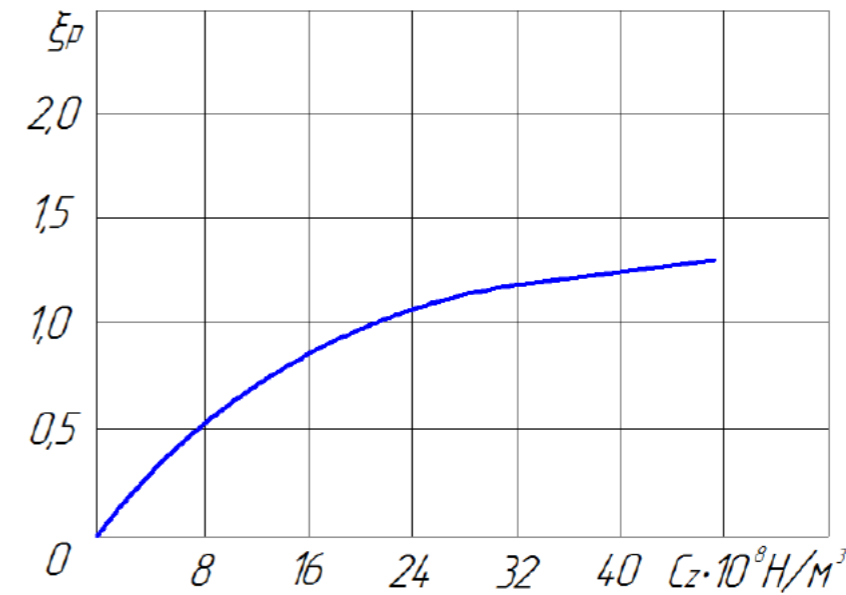


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента относительной неравномерности распределения давлений от нормальной жесткости резиновой гусеницы

Выводы

В результате анализа зависимостей можно сделать вывод, что возрастание нормальной жесткости элементов резиновой гусеницы вызывает увеличение максимального удельного давления с асимптотическим приближением к его значению для абсолютно жесткой гусеницы. Минимальное удельное давление уменьшается, также асимптотически приближаясь к своему значению для абсолютно жесткой гусеницы. В соответствии с этим наблюдается рост неравномерности распределения давлений по длине резиновой гусеницы.

Финансирование

Исследование выполнено в рамках грантового финансирования фундаментальных и прикладных научных исследований по научно-техническим проектам на 2021-2023 годы по проекту AP09258862 «Разработка и исследование многоцелевого транспортного средства», финансируемый Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Долгов, И. А. Тенденции развития конструкции моторно-трансмиссионных установок и сельскохозяйственных тракторов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2006. – № 6. – С. 3–8.

2 Куляшов, А. П., Колотилин, В. Е. Экологичность движителей транспортно-технологических машин. – М. : Машиностроение, 1993. – 256 с.

3 **Забродский, В. М., Файнлейб, А. М., Кутин, Л. Н., Уткин-Любовцов, О. Л.** Ходовые системы тракторов. Устройство, эксплуатация, ремонт: справочник. – М. : Агропромиздат, 1986. – 271 с.

4 **Платонов, В. Ф.** Динамика и надежность гусеничного движителя. – М.: Машиностроение, 1973. – 232 с.

5 **Абишев, К. К., Касенов, А. Ж., Асыллова, К. Б.** К вопросу выбора конструкции полугусеничного движителя тягово-транспортной машины // Механика и технологии. – 2020. – №1. – С. 31–38.

6 Полугусеничный движитель : Патент на полезную модель РК №5185 / Абишев К. К., Касенов А. Ж., Муканов Р. Б., Асыллова К. Б., Қайролла Б.Қ. – Заявлено 30.04.2020; Оpubl. 05.05.2020, Бюлл. № 4. – С. 3.: ил.

7 **Abishev, K. K., Kassenov, A. Zh., Assylova, K. B.** Design Justification of Half-Track Propulsor of Traction and Transport Vehicle // Lecture Notes in Mechanical Engineering. – 2021. – P. 434–440.

8 **Abishev, K. K., Kassenov, A. Zh., Assylova, K. B., Gumarov, G. S.** Study of the Interaction of a Transport Vehicle with an Open Road // ICTE in Transportation and Logistics 2019: Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure. – 2020. – P. 154–163.

9 **Гуськов, В. В. Тракторы. Ч. II.** Теория. – Минск: Вышэйшая школа, 1977. – 384 с.

10 **Абишев, К. К., Асыллова, К. Б., Акулбеков, Т. О., Қайролла, Б. Қ.** К вопросу определения нормальной жесткости резиновой гусеницы // Повышение качества образования, современные инновации в науке и производстве : Сборник трудов Международной научно-практической конференции. – Экибастуз-Прокопьевск. – 2020. – С. 485–487.

REFERENCES

1 **Dolgov, I. A.** Tendencii razvitiya konstrukcii motorno-transmissionnyh ustanovok i sel'skohozyajstvennyh traktorov [Trends in the development of designs of motor-transmission units and agricultural tractors] // Tractors and agricultural machines. – 2006. – № 6. – P. 3–8.

2 **Kulyashov, A. P., Kolotilin, V. E.** Ekologichnost' dvizhitelej transportno-tekhnologicheskikh mashin [Environmental friendliness of propellers of transport and technological machines]. – М. : Mechanical engineering, 1993. – 256 p.

3 **Zabrodskij, V. M., Fajnjejb, A. M., Kutin, L. N., Utkin-Lyubovcov, O. L.** Hodovye sistemy traktorov. Ustrojstvo, ekspluataciya, remont: spravochnik [Tractor running systems. Device, operation, repair : reference]. – М. : Agropromizdat, 1986. – 271 p.

4 **Platonov, V. F.** Dinamika i nadezhnost' gusenichnogo dvizhitelya [Dynamics and reliability of the crawler engine]. – М. : Mechanical engineering, 1973. – 232 p.

5 **Abishev, K. K., Kasenov, A. Z. H., Assylova, K. B.** K voprosu vybora konstrukcii polugusenichnogo dvizhitelya tyagovo-transportnoj mashiny [On the issue of choosing

the design of a semi-tracked propulsion traction vehicle] // Mechanics and technology. – 2020. – № 1. – P. 31–38.

6 Polugusenichnyj dvizhitel' : Patent na poleznuyu model' RK No 5185 [Semi-tracked propulsion : Patent for a utility model of the Republic of Kazakhstan No 5185] / Abishev K. K., Kasenov A. Zh., Mukanov R. B., Assylova K. B., Qajrolla B. Q. – Zayavleno 30.04.2020; Opubl. 05.05.2020, Byull. № 4. – P. 3.:il.

7 **Abishev, K. K., Kassenov, A. Zh., Assylova, K. B.** Design Justification of Half-Track Propulsor of Traction and Transport Vehicle // Lecture Notes in Mechanical Engineering. – 2021. – P. 434–440.

8 **Abishev, K. K., Kassenov, A. Zh., Assylova, K. B., Gumarov, G. S.** Study of the Interaction of a Transport Vehicle with an Open Road // ICTE in Transportation and Logistics 2019: Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure. – 2020. – P. 154–163.

9 **Gus'kov, V. V.** Traktory. II. Teoriya [Tractors. Part II. Theory]. – Minsk: Higher school, 1977. – 384 p.

10 **Abishev, K. K., Assylova, K. B., Akulbekov, T. O., Qajrolla, B. K.** K voprosu opredeleniya normal'noj zhestkosti rezinovoj gusenicy [On the issue of determining the normal stiffness of a rubber track] // Improving the quality of education, modern innovations in science and production : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference] – Ekibastuz- Prokopyevsk. – 2020. – P. 485–487.

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

Қ. Қ. Абишев¹, *А. Д. Сулейменов², Қ. Б. Асыллова³

^{1,2,3}Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

Материал баспаға түсті 01.06.23.

ТАРТУ-КӨЛІК МАШИНАСЫНЫҢ ШЫНЖЫР ТАБАНЫНЫҢ ТИПІ МЕН ҚҰРЫЛЫСЫН ТАҢДАУ МӘСЕЛЕСІ

Мақалада AP09258862 «Көп салалы көлік құралын жобалау және зерттеу» мемлекеттік бюджеттік ҒЗЖ аясындағы ғылыми-зерттеу жұмыстарының нәтижелері келтірілген. Тарту-көлік машиналарының даму тенденциялары қарастырылып, олардың құрылымын одан әрі жетілдіру жолдары көрсетілген. Машиналардың жұмыс көрсеткіштерін жақсарту бағыттарының бірі тарту-көлік машиналарының жүріс жүйесін жетілдіру болып табылады.

Зерттеу нысаны ретінде доңғалақ және шынжыр табанды қозғалтқыштардың комбинациясы болып табылатын жартылай шынжыр табанды қозғалтқыш таңдалды. Қолданыстағы жартылай шынжыр табанды қозғалтқыштардың құрылысын талдау негізінде ғылыми ұжым тарту-көлік машинасының жартылай шынжыр табанды қозғалтқышының жаңа конструкциясын жобалады. Қозғалтқыштың сипаттамасы келтірілген.

Сондай-ақ, шынжыр табанды қозғалтқыштың тірек бетімен өзара әрекеттесу механизмін және нақты қысымның таралу сипатын ашатын математикалық модельдерді талдау негізінде олардың барлығы металл шынжыр табанды қозғалтқышқа арналған және резеңкелі шынжыр табанның деформациясы сияқты ерекшелігін ескермейтіні анықталды. Әрі қарай, зерттеу барысында, резеңкелі шынжыр табанның тірек бетінің ұзындығы бойынша тік қысымның таралу заңын сипаттайтын өрнектер табылды. Қысымның біркелкі таралуы тарту-көлік машинасының тиімділік көрсеткіштеріне де әсер етеді. Қысымның таралуы үшін резеңкелі шынжыр табанның тік қаттылығы маңызды.

Мақалада резеңкелі шынжыр табанның тік қаттылығын анықтауға арналған өрнектер ұсынылған.

Кілтті сөздер: тарту-көлік құралы, жүріс жүйесі, жартылай шынжыр табанды қозғалтқыш; резеңкелі шынжыр табан, тік қаттылық.

К. К. Abishev¹, *А. D. Suleimenov², К. В. Assylova³

^{1,2,3}Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Material received on 01.06.23.

ON THE ISSUE OF CHOOSING THE TYPE AND DESIGN OF THE TRACKS OF A TRACTION TRANSPORT VEHICLE

The article presents the results of the research work within the framework of the state-funded research AP09258862 «Development and research of a multipurpose vehicle». Trends in the development of traction and transport vehicles are considered and ways to further improve their design are indicated. One of the ways to improve the performance of machines is to improve the running system of traction vehicles.

The object of the study is a semi-tracked propulsion, which is a combination of wheeled and tracked propulsion. Based on the analysis of the existing designs of semi-tracked propellers, the research team has developed a new design of a semi-tracked propulsion traction vehicle. The description of the mover is given.

Also, based on the analysis of mathematical models that reveal the mechanism of interaction of the crawler mover with the base and the nature of the distribution of specific pressures, it was found that they are all designed for a metal-tracked mover and do not take into account such a feature of rubber tracks as their deformability. Later, in the course of research, expressions were obtained that characterize the law of distribution of normal pressure along the length of the support surface of the rubber track. The uniformity of the pressure distribution also affects the performance indicators of the traction transport machine. The normal stiffness of the rubber track has an important effect on the pressure distribution.

The article offers expressions for determining the normal stiffness of a rubber track.

Keywords: traction vehicle, running system, semi-tracked propulsion; rubber track, normal stiffness.

MRNTI 73.31.11

<https://doi.org/10.48081/HUTD7609>

***K. G. Balabekova**

L. N. Gumilev Eurasian National university,
Republic of Kazakhstan, Astana

*e-mail: 06_03_92@mail.ru

STUDY OF THE CONSTRUCTION OF A MOBILE OVERPASS

The ecology of the city depends on many factors. Such factors include congestion. Congestion negatively affects the ecological and economic condition of cities and megacities. To solve this problem, a new design was developed to combat congestion – a mobile overpass. The design is used to eliminate traffic jams on the roads. The article describes the structure. The design consists of two main modules. The article discusses the assembly of the structure. The height of the structure allows passenger buses to pass under the structure. The width of one module in one direction is 3.5 m, which ensures the width of the car. The design allows you to increase the intensity of traffic at the intersection during rush hours or during any crowded events. The issues of calculation and construction of a mobile overpass were considered. Finite element and finite difference methods were used to calculate the design.

The described theoretical basis of calculations will allow work out various types of mobile overpass constructions which provide their strength, rigidity and stability according to the conditions.

From the described theoretical investigations it is possible to construct practical portable car overpasses. The use of a portable road overpass on the city's road network allows increasing the safety and efficiency of traffic management.

Keywords: mobile overpass, ecology, environment, articulated flexible connection, traffic congestion, finite element methods, finite difference methods, anthropogenic activities.

Introduction

Humankind has been closely interlinked with the environment throughout the life. Today, the impact of humans on the environment is considered as one of the global problems in the world.

One of these reasons that affect the environment is vehicles. Research works have shown that during congestion heavy metals accumulate in soil and groundwater so they negatively affect the environment as a whole. Based on this, one of the ways to solve the ecological situation of the city is to reduce the number of congestion.

In order to reduce the negative impact of vehicles during congestion on the environment, we propose the construction of a portable fast-assembled overpass to reduce emissions during congestion. In this regard, the description, calculation and introduction of the portable overpass construction into the road system will be one of the ways to solve the environmental problem.

Portable overpasses are mobile in construction which provides quick delivery and assembly of the structure to problematic sections of roads.

According to analyses conducted on patent bases the construction of a portable overpass has no analogues in the world [1].

Materials and Methods

The portable overpass (Figure 1) is used to eliminate traffic congestion in problematic sections of the road. The structure consists of modules which in turn are assembled and disassembled.



Figure 1 – Mobile overpass

The construction is delivered to sections with road congestion and is installed over the lane. This allows movement of vehicles in the perpendicular direction [2–5].

The portable overpass consists of several modules and is assembled on the site in a short time. The construction quick assembly - disassembly is carried out due to the use of a unified hinged-malleable connection. The structure is delivered to the problem area using tractors on its own chassis. Assembly of the structure is carried out due to lifting of wheels and lowering of retractable supports. Connection occurs by lowering the opening part at the upper point and lowering the lower part (Figure 2).

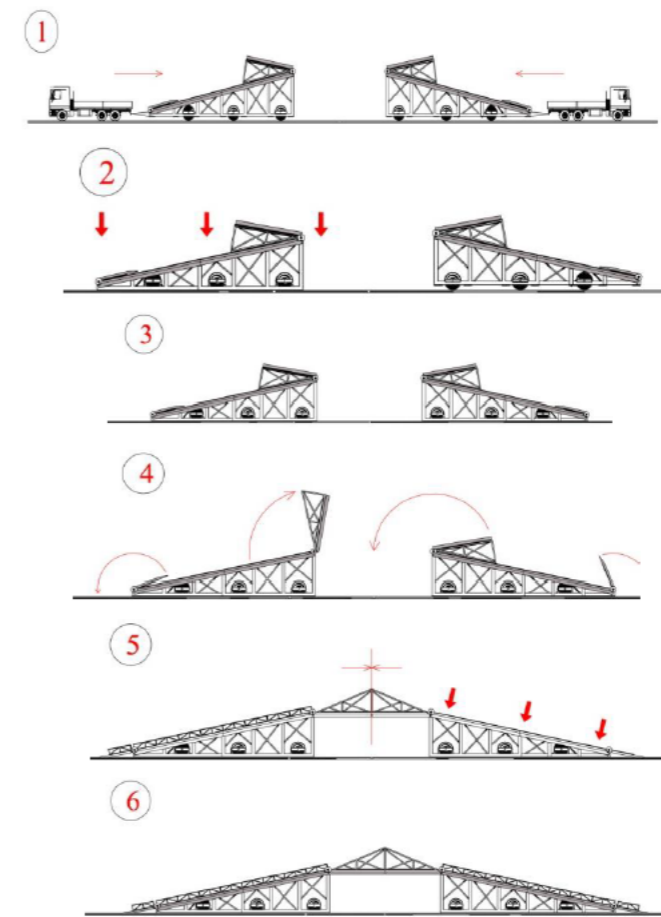


Figure 2 – Assembling a mobile overpass

The construction meets traffic conditions; the installation of the construction does not interfere the dimensions of the roadway. The height of the passage under the structure is 4.5 m. and the width of one lane satisfies the traffic conditions which is 3.5m. The use of the portable overpasses construction improves the logistics of the city, improves the ecological condition of the city, in addition, it favorably affects the city economy [6–9].

During installation the structure must provide stability and strength so that cars can pass through the structure without stopping during congestion. In this regard, calculations were made using the finite element method and finite differences.

Surface of the portable overpass carriageway is represented by orthotropic plate. For finite element calculation the orthotropic plate is divided into four elements and for each element there was composed a canonical equation. Taking into account the boundary conditions and there was determined the stiffness matrix of the final element from which was calculated the deflection in the center of the orthotropic plate.

Calculates an orthotropic plate by finite difference using an approximant equation. The surface of the orthotropic plate is divided into rectangular grids, according to which the resolution matrix of the finite difference method is composed. And also it is obtained the extrapolation of results by which value of plate deflections in center.

There was developed the method for calculating the supports of a portable overpass based on mathematical theory which allows preventing a surface fault of an asphalt concrete surface [10].

Results

According to the results of calculations carried out using the methods of finite elements and finite differences on the bend of the orthotropic plate of the portable overpass, the values are almost the same. In this regard, the fidelity of the calculations is confirmed, which in turn according to the calculations provides strength and stability for the structure. Spatial frame of orthogonally oriented module is calculated by displacement method. Strength and stability conditions of struts and girders were checked. The calculations were compared with the results of a mathematical experiment: by calculating the values of internal forces using the finite differences method [11].

Based on the results of calculation, the boundary conditions of the portable overpass construction with a large margin provide greater strength and rigidity. The hold studies made it possible to propose a new constructive solution - a portable overpass that can reduce traffic congestion on the roads.

Discussion

Compared to other methods of combating traffic congestion to improve the ecological state of the urban environment, the portable overpass is the most relevant construction and method of solving congestion. Since, the methods proposed before that to eliminate congestion have their drawbacks.

Conclusion

The article set the goal of reducing congestion and exhausts emissions to improve the ecological state of the urban environment. Despite the fact that many studies are devoted to the problem of ecology arising from congestion, so far no effective way has been proposed to solve this problem.

The described theoretical basis of calculations will allow work out various types of mobile overpass constructions which provide their strength, rigidity and stability according to the conditions.

From the described theoretical investigations it is possible to construct practical portable car overpasses. The use of a portable road overpass on the city's road network allows increasing the safety and efficiency of traffic management [12–13].

REFERENCES

- 1 **Ahmadiev, S. K.** Theoretical Foundations design mechanical engineer. – Karaganda : KSTU, 2010. – P. 57–85.
- 2 **Ahmadiev, S. K.** Theory facilities and engineering mechanics. Karaganda : KSTU, 2015. – P. 127–193.
- 3 **Darkov, A. B.** Structural mechanics, 13th edition. Hardcover : Rare book, 2010. – P. 157–286.
- 4 **Gordeev, V. N.** Loadings and impacts on buildings and constructions. – Moscow. – 2007. – P. 384–395.

5 **Gordeev, V. N., Perelmuter, A. V.** Loads and impacts on buildings and structures. Moscow : ACB Pub., 2009. – 528 p.

6 **Balabekova, K. G. and Kadyrov, A. S.** Research work mobile overpass // In Proceedings of the International scientific-practical conference 'Integration of science, education and production basis for the implementation of the Plan of Nation: selected papers' (ed. Gazaliev A. M.). // Karaganda, Kazakhstan, 10–11 December 2015, KSTU. – P. 241–243.

7 **Kadyrov, A. S., Kadyrova, I. A.** Basics of scientific research. – Karaganda : KSTU, 2015. – P. 267.

8 **Ganyukov, A. A., Balabekova, K. G.** Calculation of the spatial frame of the modular overpass. – Karaganda : University Proceedings. – 2016. – № 4. – P. 63–68.

9 **Kadyrov, A. S., Balabekova, K. G., Ganyukov, A. A., Akhmediyev S. K.** The constructive solution and calculation of elements of the unified module of the mobile bridge overcrossing // Transport problems. – The Silesian University of Technology, 2017. – Vol. 12. – P. 59–71.

10 **Altintas, Y.** Manufacturing Automation, Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Design // Cambridge University Press. – 2012. – Vol. 12, № 6. – P. 13–14.

11 **Tasci, L., Kuloglu, N.** Investigation of a new transition curve // The Baltic Journal of Road and Bridge Engineering. – 2011. – Vol. 6. – №.1. – P. 23–29.

12 **Ziatdinov, R., Yoshida, N., Kim T. W.** Analytic parametric equations of logaesthetic curves in terms of incomplete gamma functions // Computer Aided Geometric Design. – 2012. – Vol. 29, №.2. – P. 129–140.

13 **Chmielewski R., Wolniewicz A.** Classification of the modernized DMS-65 folded bridge structure according to STANAG 2021 requirements // Roads and Bridges - Dorogi i Mosty. – 2017. – Vol. 16. – № 2. – P. 147–158.

Material received on 01.06.23.

***К. Г. Балабекова**

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Қазақстан Республикасы, Астана қ.
Материал баспаға түсті 01.06.23.

МОБИЛЬДІ ЕСКЕРТУДІҢ ҚҰРЫЛЫСЫН ЗЕРТТЕУ

Қаланың экологиясы көптеген факторларға байланысты. Мұндай факторларға кептеліс жатады. Кептелістер қалалар мен мегаполистердің экологиялық және экономикалық жағдайына теріс әсер етеді. Бұл мәселені шешу үшін кептеліспен күресудің жаңа дизайны жасалды-жылжымалы эстакада. Құрылыс жолдағы кептелістерді жою үшін қолданылады. Мақалада құрылым сипатталған. Дизайн екі негізгі модульден тұрады. Мақалада құрылымды құрастыру қарастырылады. Құрылымның биіктігі жолаушылар автобустарының астынан өтуіне мүмкіндік береді. Бір бағыттағы бір модульдің ені 3,5 м, бұл вагонның Шири қамтамасыз етеді. Дизайн қарбалас

уақытта немесе кез келген адам көп жиналатын іс-шаралар кезінде қиылыстағы қозғалыс қарқындылығын арттыруға мүмкіндік береді. Мобильді эстакаданы есептеу және салу мәселелері қаралды. Құрылымды есептеу үшін ақырлы элементтер мен ақырлы айырмашылықтар әдістері қолданылды.

Есептеулердің сипатталған теориялық негізі жұмыс жағдайларына байланысты олардың беріктігін, қаттылығын және тұрақтылығын қамтамасыз ететін жылжымалы жол құрылымдарының әртүрлі түрлерін жасауға мүмкіндік береді.

Сипатталған теориялық зерттеулер негізінде практикалық портативті автомобиль эстакадаларын салуға болады. Қаланың көше-жол желісінде тасымалданатын жол эстакадасын пайдалану жол қозғалысын басқарудың қауіпсіздігі мен тиімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: жылжымалы эстакада, экология, қоршаған орта, топсалы икемді байланыс, жол кептелісі, ақырлы элементтер әдістері, ақырлы айырмашылықтар әдістері, антропогендік әрекеттер.

***К. Г. Балабекова**

Евразийский национальный университет имени
Л. Н. Гумилева, Республика Казахстан, г. Астана.
Материал поступил в редакцию 01.06.23.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МОБИЛЬНОЙ ЭСТАКАДЫ

Экология города зависит от многих факторов. К таким факторам относятся заторы. Заторы негативно влияют на экологическое и экономическое состояние городов и мегаполисов. Чтобы решить эту проблему, была разработана новая конструкция для борьбы с заторами – передвижная эстакада. Конструкция используется для устранения пробок на дорогах. В статье описана структура. Конструкция состоит из двух основных модулей.

В статье рассматривается сборка конструкции. Высота конструкции позволяет пассажирским автобусам проезжать под ней. Ширина одного модуля в одном направлении составляет 3,5 м, что обеспечивает ширину вагона. Конструкция позволяет увеличить интенсивность движения на перекрестке в часы пик или во время любых многолюдных мероприятий. Были рассмотрены вопросы расчета и строительства мобильной эстакады. Для расчета конструкции были использованы методы конечных элементов и конечных разностей.

Описанная теоретическая основа расчетов позволит разработать различные типы мобильных путепроводных конструкций, обеспечивающих их прочность, жесткость и устойчивость в зависимости от условий эксплуатации.

На основе описанных теоретических исследований можно построить практические переносные автомобильные эстакады. Использование переносной дорожной эстакады на улично-дорожной сети города позволяет повысить безопасность и эффективность управления дорожным движением.

Ключевые слова: передвижная эстакада, экология, окружающая среда, шарнирно-сочлененное гибкое соединение, дорожные заторы, методы конечных элементов, методы конечных разностей, антропогенная деятельность.

МРНТИ 73.31.41

<https://doi.org/10.48081/AZVS9571>

***А. М. Биниязов¹, А. С. Денисов²**

¹Западно-Казахстанский инновационно-технологический университет,
Республика Казахстан, г. Уральск;

²Саратовский государственный технический университет имени
Гагарина Ю. А., Российская Федерация, г. Саратов.

*e-mail: abiniyazov@mail.ru

АНАЛИЗ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ СМАЗОЧНОЙ СИСТЕМЫ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДИЗЕЛЯ

Проведен анализ тенденций изменения параметров смазочной системы дизелей в процессе эксплуатации с количественных и качественных позиций.

С учетом экспоненциальной зависимости зазора от наработки в работе получена зависимость давления масла от наработки. В результате математической обработки экспериментальных данных определена зависимость давления в системе смазки от наработки двигателей для автомобилей КамАЗ-740 и ЯМЗ-236.

Проведенные расчетно-аналитические и экспериментальные исследования показали, что толщина масляного слоя в зависимости от наработки снижается по экспоненциальной зависимости. Математическая обработка экспериментальных данных позволила определить параметры этой зависимости для двигателей КамАЗ-740. Приведены три этапа трения, исходя из условий взаимодействия микро выступов сопряженных поверхностей. На первом этапе до величины толщины масляного слоя не менее 20 мкм наблюдается благоприятный режим жидкостного трения с очень малой вероятностью контакта микро выступов. На втором этапе при величине ТМС от 20 до 15 мкм повышается вероятность контакта микровыступов и наблюдается полужидкостное трение. На третьем этапе при $h < 15$ мкм значительно возрастает вероятность контакта микро выступов, что может привести к проворачиванию вкладышей.

Снижение вязкости масла повышает вероятность нарушения гидродинамического трения в сопряжениях. Одним из важных контролируемых параметров смазочной системы является уровень масла в картере. Однако даже при неизменном уровне качественные показатели могут значительно различаться. Это необходимо учитывать при разработке систем бортового диагностирования дизелей.

Ключевые слова: дизель, смазочная система, износ, расход масла, количественные изменения, качественные изменения.

Введение

Одной из важнейших частей дизеля, определяющих его надёжность, является смазочная система. На её долю приходится до 15 % отказов двигателя, а от её состояния зависит ещё 25 % [1, 2]. В современных автомобильных дизелях используются смазочные системы различных типов. По мере форсирования дизелей совершенствуется и смазочная система [1, 2]. Увеличивается объём масляного картера, устанавливается теплообменник вместо масляного радиатора, повышается давление масла, изменяются регулировочные параметры и вводятся другие усовершенствования.

Параметры смазочной системы дизеля значительно изменяются в процессе эксплуатации. Это можно объяснить количественными и качественными процессами (рисунок 1).

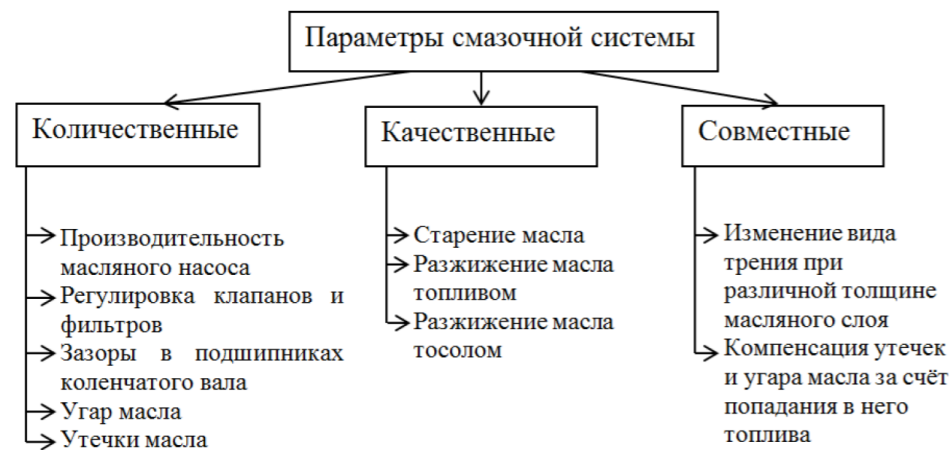


Рисунок 1 – Характеристика параметров смазочной системы

Поскольку принцип смазывания элементов двигателя различный, то и расход через них по разному изменяется в процессе эксплуатации. Так, через подшипники коленчатого вала прокачивается до 60–70 % всей подачи от масляного насоса. Редукционный клапан ограничивает давление в смазочной системе и обеспечивает стабильное давление при значительной наработке дизеля.

Материалы и методы

Подшипники коленчатого вала относятся к динамически нагруженным сопряжениям, в которых кроме действия основных нагрузок, из-за наличия зазоров в сопряжениях появляются дополнительные динамические нагрузки, обусловленные ускоренным относительным перемещением деталей в пределах зазора. Приняв по результатам исследований М. М. Хрущова прямо пропорциональную зависимость интенсивности изнашивания α от давления p в зоне трения, Ф. Н. Авдонькин [4] получил прямо пропорциональную зависимость α от износа ΔS .

Решая это линейное дифференциальное уравнение, он обосновал, что общий износ в процессе эксплуатации возрастает по экспоненциальной зависимости

$$S = S_0 e^{bl}, \tag{1}$$

а интенсивность изнашивания с учетом уравнений возрастает также по экспоненциальной зависимости

$$\alpha = \alpha_0 e^{bl}, \tag{2}$$

где α_0, S_0 – соответственно интенсивность изнашивания и износ в конце приработки, приведенные к началу эксплуатации ($l = 0$);

b – изменение интенсивности изнашивания на единицу износа деталей.

С учетом экспоненциальной зависимости зазора от наработки (1) в работе [1] получена зависимость давления масла от наработки

$$P = \frac{a}{S_0^m e^{mb l}} = P_0 e^{-bpl}, \tag{3}$$

где $P = \frac{a}{S_0^m}$ – давление в конце приработка, приведенное к началу эксплуатации;

$bp = m \cdot b$ – экспериментальный параметр;

a – конструктивный и режимный параметр [4].

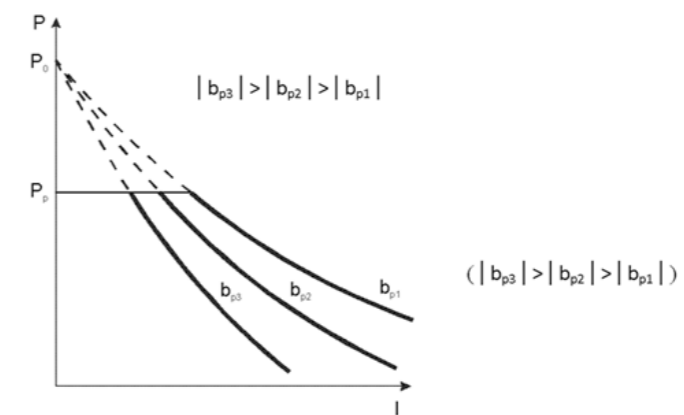


Рисунок 2 – К понятию смысла параметров p_0 и b_p : p_p – давление, ограниченное редукционным клапаном

При низком скоростном режиме двигателя давление в системе смазки снижается сразу же с начала эксплуатации, а при номинальном скоростном режиме, когда давление ограничивается редукционным клапаном, давление некоторое время после начала эксплуатации остается постоянным (согласно регулировке редукционного клапана), а затем снижается по мере увеличения зазоров в подшипниках коленчатого вала. Геометрический смысл параметров p_0 и b_p показан на рис. 2 [5, 6].

Результаты и обсуждение

Результаты математической обработки экспериментальных данных по зависимости (3) приведены на рисунок 3.

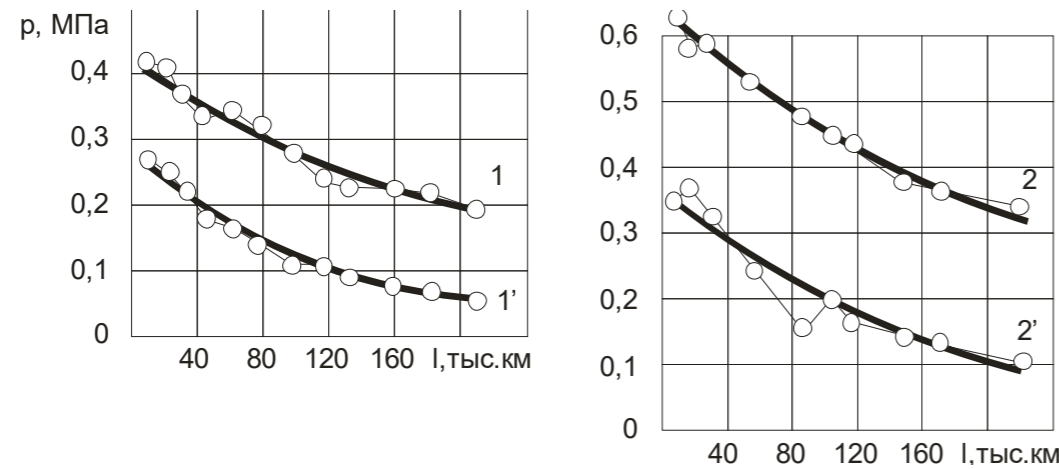


Рисунок 3 – Зависимость давления в системе смазки от наработки двигателей: 1 – КамАЗ-740; 2 – ЯМЗ-236 (без штриха – номинальный режим, со штрихом холостого хода) [1]

Закономерное снижение давления в системе смазки двигателей изменяет условия трения подшипников коленчатого вала. Проведенные расчетно-аналитические и экспериментальные исследования [7, 8] показали, что толщина масляного слоя (ТМС) в зависимости от наработки снижается по экспоненциальной зависимости

$$h = h_0 e^{-bl}, \tag{4}$$

где h_0 – ТМС в конце приработки, приведенная к началу эксплуатации, определяемая конструктивно-технологическими параметрами подшипника, режимом работы двигателя, свойствами масла;

b – параметр, учитывающий влияние износа на интенсивность изменения технического состояния подшипника.

Математическая обработка экспериментальных данных позволила определить параметры этой зависимости для двигателей КамАЗ-740 [9, 10, 11].

Зависимость (5) приведена на рисунке 4. Здесь приведены три этапа трения, исходя из условий взаимодействия микро выступов сопряженных поверхностей. На первом этапе до величины ТМС не менее 20 мкм наблюдается благоприятный режим жидкостного трения с очень малой вероятностью контакта микро выступов.

$$h = 50e^{-0,008l} \quad (r = 0,95) \tag{5}$$

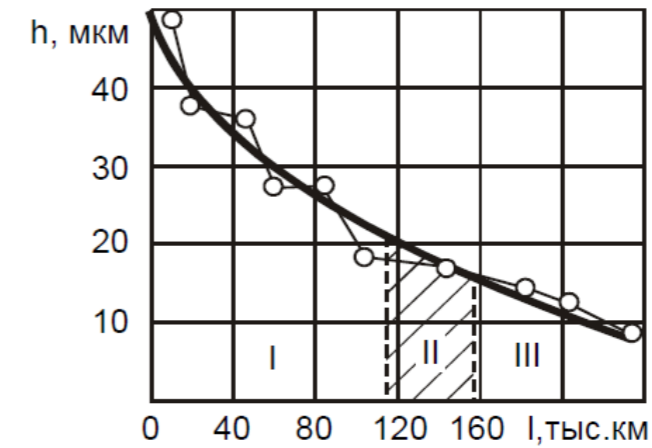


Рисунок 4 – Зависимость ТМС от наработки двигателей КамАЗ-740: I – область жидкостного трения; II – перехода в полужидкостное трение; III – полужидкостного трения

На втором этапе при величине ТМС от 20 до 15 мкм повышается вероятность контакта микро выступов и наблюдается полужидкостное трение. На третьем этапе при $h < 15$ мкм значительно возрастает вероятность контакта микро выступов, что может привести к проворачиванию вкладышей.

Расход масла на угар в процессе эксплуатации ограничивается 2–2,5 % от расхода топлива [2, 6]. Его величина возрастает после приработки (рисунок 5) по экспоненциальной зависимости (6)

$$Q = Q_0 e^{bl} \tag{6}$$

где Q_0 – расход масла на угар в конце приработки, приведенный к началу эксплуатации ($l = 0$);

b – изменение интенсивности изнашивания на единицу износа деталей.

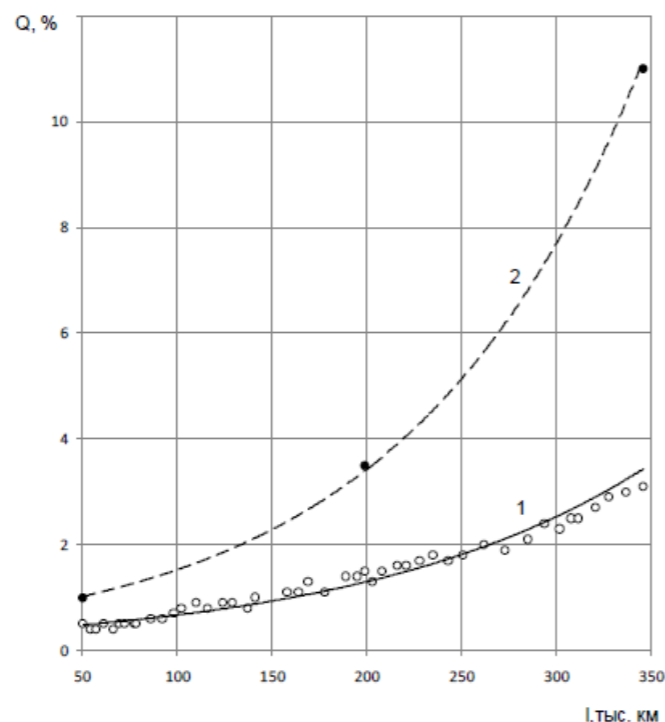


Рисунок 5 – Зависимость расхода масла на угар в % от расхода топлива двигателей КамАЗ в период после приработки: 1 – КамАЗ-Евро; 2 – КамАЗ-740
Утечки масла через неплотности не имеют чёткой тенденции в процессе эксплуатации, а по величине соизмеримы с расходом на угар

Выводы

Качественные изменения связаны с химическим составом и физическими свойствами масла. В ходе сложного процесса старения компоненты масла окисляются, полимеризуются, нейтрализуются. Это ограничивает срок службы масла. Значительные качественные изменения масла происходят при попадании в него топлива при неисправностях системы питания. Аналогичное происходит при попадании в него охлаждающей жидкости при неисправностях системы охлаждения.

Снижение вязкости масла повышает вероятность нарушения гидродинамического трения в сопряжениях. Одним из важных контролируемых параметров смазочной системы является уровень масла в картере. Однако даже при неизменном уровне качественные показатели могут значительно различаться. Это необходимо учитывать при разработке систем бортового диагностирования дизелей.

Источник финансирования исследований

Автотранспортное предприятие ООО «Газпром трансгаз Саратов» (г. Саратов), Россия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Биниязов, А. М., Денисов, А. С., Носов, А. О., Кожинская, А. В.** Повышение эффективности использования масел для форсированных автотракторных дизелей. – Уральск : ЗКФ АО «НЦНТИ», 2014. – 98 с.

2 **Денисов, А. С., Биниязов, А. М.** Совершенствование профилактики смазочной системы форсированных автотракторных дизелей КАМАЗ-ЕВРО // Научный журнал «Новости науки Казахстана». – Алматы, 2017. – № 1. – С. 267–272.

3 **Захаров, В. П., Денисов, А. С., Сарсенбаева, Л. Х., Биниязов, А. М. Бралиев, А. Б.** Повышение эффективности эксплуатации форсированных автомобильных дизельных двигателей совершенствованием управления объёмом масла в смазочной системе // Научный журнал «Новости науки Казахстана». – Алматы, 2018. – № 2. – С. 106–120.

4 **Носов, А. О., Кожинская, А. В., Биниязов, А. М., Платонов, В. В.** Анализ параметров смазочной системы двигателя КАМАЗ – 740 // Наука – 21 век. – 2015. – № 1. – С. 3–9.

5 **Biniyazov A. M.** Operation maintaining of automobile forced diesel engines with ensuring of functional condition of the lubrication system in exploitation / A. M. Biniyazov, A. N. Bayakhov, A. YU. Bektilevov, R. S. Sadykov, V. P. Zakharov, L. Kh. Sarsenbaeva // International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD) ISSN(P): 2249-6890; ISSN(E): 2249-8001. –Vol. 9. – Issue 3. – Jun 2019. – 1761-1768 © TJPRC Pvt. Ltd.

6 **Barysz I., Cillik L.** Zvyšovanie spolahlivosti a zivomosti dynamicky zatazenych klznych lozisk // 8 Vedecka konferencia VSDS, Seccia 3 Dopravna technika. – Zilina, 1988. – P. 21–24.

7 **Barwell F. T.** Trilology in production. Product Eng. (Or. Brit). – 1972. – № 7. – P. 263–271.

8 **Cocks, M., Tallian, T. E.** Sliding Contacts in Rolling Bearing. – ASLE Trans., Vol. 14. – № 1. – 1971. – P. 32.

9 **Johnson, G.** Failure of components // Automobile Engineers, March, 1996. – P. 108–111.

10 **Martin, F. A.** Developments in engine bearings. «Tribol Retiprocat.Engines. Proc.9-th Leeds-Lyon Symp. Tribol 7-10 sept. 1982.» – P. 9–28.

11 **Moore, D. F.** Principles and Applications of Tribology. Pergamon Inter. Library, 1975. – 272 p.

REFERENCES

1 **Biniyazov, A. M., Denisov, A. S., Nosov, A. O., Kozhinskaya, A. V.** Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya masel dlya forsirovannyh avtotraktornyh dizelej [Increasing the efficiency of oils for forced automotive tractor diesel engines]. – Ural'sk : ZKФ JSC «NCSTI», 2014. – 98 p.

2 Denisov, A. S., Biniyazov, A. M. Sovershenstvovanie profilaktiki smazochnoj sistemy forsirovannyh avtotraktornyh dizelej KAMAZ-EVRO [Improvement of prevention of lubrication system of forced KAMAZ-EURO automobile and tractor diesel engines] // Scientific Journal «News of Science of Kazakhstan». – Almaty, 2017. – № 1. – P. 267–272.

3 Zaharov, V. P., Denisov, A. S., Sarsenbaeva, L. H., Biniyazov, A. M. Braliev, A. B. Povyshenie effektivnosti ekspluatatsii forsirovannyh avtomobil'nyh dizel'nyh dvigatelej sovershenstvovaniem upravleniya ob'yomom masla v smazochnoj sisteme [Improving the efficiency of operation of forced automotive diesel engines by improving the management of oil volume in the lubrication system] // Scientific Journal «News of Science of Kazakhstan». – Almaty, 2018. – № 2. – P. 106–120.

4 Nosov, A. O., Kozhinskaya, A. V., Biniyazov, A. M., Platonov, V. V. Analiz parametrov smazochnoj sistemy dvigatelya KAMAZ – 740 [Analysis of parameters of the lubrication system of KAMAZ – 740 engine] // Science – 21 century. – 2015. – № 1. – P. 3–9.

5 Biniyazov, A. M. Operation maintaining of automobile forced diesel engines with ensuring of functional condition of the lubrication system in exploitation / A. M. Biniyazov, A. N. Bayakhov, A. Yu. Bektilevov, R. S. Sadykov, V. P. Zakharov, L. KH. Sarsenbaeva // International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development (IJMPERD) ISSN(P): 2249–6890; ISSN(E): 2249–8001. – Vol. 9, Issue 3, Jun 2019. – 1761–1768 © TJPRC Pvt. Ltd.

6 Barysz I., Cillik L. Zvysovaniye spolahlivosti a zivomosti dinamicky zatazenykh klznych lozisk // 8 Vedecka konferencia VSDS, Seccia 3 Dopravna technika. – Zilina, 1988. – P. 21–24.

7 Barwell F. T. Trilology in production. Product Eng. (Or. Brit). – 1972. № 7. – P. 263–271.

8 Cocks M., Tallian T. E. Sliding Contacts in Rolling Bearing. – ASLE Trans., Vol. 14. – № 1. – 1971. – P. 32.

9 Johnson G. Failure of components // Automobile Engineers, March, 1996. – P. 108–111.

10 Martin F. A. Developments in engine bearings. «Tribol Retiprocat.Engines. Proc.9–th Leeds–Lyon Symp. Tribol 7–10 sept. 1982». – P. 9–28.

11 Moore D. F. Principles and Applications of Tribology. Pergamon Inter. Library, 1975. – 272 p.

Материал поступил в редакцию 01.06.23

*A. M. Биниязов¹, А. С. Денисов²

¹Батыс Қазақстан инновациялық–технологиялық университеті, Қазақстан Республикасы, Орал қ.;

²Ю. А. Гагарин атындағы Саратов мемлекеттік техникалық университеті, Ресей Федерациясы, Саратов қ.

Материал баспаға түсті 01.06.23.

ДИЗЕЛЬДІ ПАЙДАЛАНУ ПРОЦЕСІНДЕ МАЙЛАУ ЖҮЙЕСІ ПАРАМЕТРЛЕРІНІҢ САНДЫҚ ЖӘНЕ САПАЛЫҚ ӨЗГЕРІСТЕРІН ТАЛДАУ

Пайдалану процесінде дизельдердің майлау жүйесі параметрлерінің сандық және сапалық позициялардан өзгеру үрдістеріне талдау жүргізілді. Саңылаудың жұмыс уақытына экспоненциалды тәуелділігін ескере отырып, май қысымының жұмыс уақытына тәуелділігі алынады.

Эксперименттік деректерді математикалық өңдеу нәтижесінде майлау жүйесіндегі қысымның КамАЗ–740 және ЯМЗ–236 автомобильдеріне арналған қозғалтқыштардың жұмысына тәуелділігі анықталды.

Жүргізілген есептеу-аналитикалық және эксперименттік зерттеулер жұмыс уақытына байланысты май қабатының қалыңдығы экспоненциалды тәуелділікте төмендейтінін көрсетті. Эксперименттік деректерді математикалық өңдеу КамАЗ-740 қозғалтқыштары үшін осы тәуелділіктің параметрлерін анықтауға мүмкіндік берді. Конъюгацияланған беттердің микро проекцияларының өзара әрекеттесу жағдайларына негізделген үйкелістің үш кезеңі келтірілген. Бірінші кезеңде май қабатының қалыңдығы кем дегенде 20 мкм-ге дейін байланыс ықтималдығы өте төмен сұйық үйкелістің қолайлы режимі байқалады Екінші кезеңде, TMS мәні 20–дан 15 мкм-ге дейін, микро–кедергілердің жсанасу ықтималдығы артады және жартылай сұйық үйкеліс байқалады. Үшінші кезеңде $h < 15$ мкм кезінде микро шығыңқы жерлердің түйісу ықтималдығы едәуір артады, бұл лайнерлердің бұралуына әкелуі мүмкін.

Майдың тұтқырлығының төмендеуі түйісулерде гидродинамикалық үйкелістің бұзылу ықтималдығын арттырады. Майлау жүйесінің маңызды бақыланатын параметрлерінің бірі - қарттердегі май деңгейі. Алайда, тұрақты деңгейде болса да, сапа көрсеткіштері айтарлықтай өзгеруі мүмкін. Бұл дизельді қозғалтқыштардың борттық диагностикалық жүйелерін жасау кезінде ескерілуі керек.

Кілтті сөздер: дизель, майлау жүйесі, тозу, май шығыны, сандық өзгерістер, сапалық өзгерістер.

*A. M. Biniyazov¹, A. S. Denisov²

¹West Kazakhstan Innovation and Technological University, Republic of Kazakhstan, Uralsk;

²Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Russian Federation, Saratov.

Material received on 01.06.23.

ANALYSIS OF QUANTITATIVE AND QUALITATIVE CHANGES IN THE PARAMETERS OF THE LUBRICATION SYSTEM DURING THE OPERATION OF THE DIESEL ENGINE

The analysis of trends in changes in the parameters of the diesel engine lubrication system during operation from quantitative and qualitative positions is carried out. Taking into account the exponential dependence of the gap on the operating time, the dependence of the oil pressure on the operating time is obtained.

As a result of mathematical processing of experimental data, the dependence of the pressure in the lubrication system on the operating time of engines for KamAZ-740 and YaMZ-236 cars was determined. The calculated-analytical and experimental studies have shown that the thickness of the oil layer decreases exponentially depending on the operating time. Mathematical processing of the experimental data allowed us to determine the parameters of this dependence for the KamAZ-740 engines. Three stages of friction are given, based on the conditions of interaction of the micro projections of the conjugate surfaces. At the first stage, up to the thickness of the oil layer of at least 20 microns, a favorable regime of liquid friction is observed with a very low probability of contact. At the second stage, when the TMS value is from 20 to 15 microns, the probability of contact of the micro-steps increases and semi-liquid friction is observed. At the third stage, at $h < 15$ microns, the probability of contact of micro-protrusions increases significantly, which can lead to the rotation of the inserts.

Reducing the oil viscosity increases the likelihood of hydrodynamic friction in the interfaces. One of the important controlled parameters of the lubrication system is the oil level in the crankcase. However, even at the same level, the quality indicators can vary significantly. This should be taken into account when developing systems for on-board diagnostics of diesel engines.

Keywords: diesel, lubrication system, wear, oil consumption, quantitative changes, qualitative changes.

SRSTI 73.31.09

<https://doi.org/10.48081/JFBH2786>***V. S. Yessaulkov**

Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

*e-mail: yessaulkov.val@gmail.com

ON CHOOSING APPROPRIATE EQUATIONS FOR MATHEMATICAL MODELING OF PROCESSES IN PCM-BASED ENERGY STORAGE SYSTEMS FOR VEHICLES

With regards to storing thermal energy, latent heat storage are the matter of growing attention over the past years due to their straightforward design, affordable production and maintenance costs, as well as universal applicability. The phase-change materials (PCM) are well-known for their widespread use in aforementioned systems primarily because of their high thermal storage density. Many studies concerning analysing and optimising the design of latent heat storage systems (LHHS) have been carried out in the last years. In relatively recent researches, different research teams have investigated different types of LHHS, using mathematical models of different levels of complexity.

The wide variety of different approaches to the mathematical modeling (including different methods, algorithms and applications from different field of pure and applied research) sometimes make it challenging to choose and implement a proper system of equations and criteria without excessive complications.

This very paper describes and elaborates on the system of equations that can and will be applied to the mathematical modeling of charging/recharging process in PCM-based LHHS for commercial vehicles. After a brief review of previous models, author presents the model and assesses its accuracy and possibilities for further development and exploration.

Keywords: phase-change materials, mathematical modeling, latent heat, energy storage systems, thermal efficiency, non-stationary heat conduction, computational stability.

Introduction

Latent heat storage is appealing as it provides a high energy storage density and latent heat storage capacity at a constant temperature matching the phase transition temperature of PCM. Some of the most important criteria for choosing PCM are melting point, latent heat and volumetric latent heat storage capacity, since they restrict the parameters and size of the system.

The objective of this study is to develop a digital heat transfer model for predicting thermal performance of a PCM-based LHHS (latent heat thermal energy storage system) and to better understand the thermal behavior of the PCM.

A large number of publications on PCM research describing modeling and/or experiments are available in the current literature.

Analysis of the models is quite important in the development of a proper understanding of thermodynamics behavior of PCM-based energy storage systems as it takes into account lost heat and temperature in storage applications [1]. A properly performed analysis results in optimal functioning of the thermal system. The study of the problems of heat transfer in fusion and solidification processes is particularly complex due to the fact that the solid-liquid boundary shifts depending on how fast latent heat is absorbed or lost at the aforementioned boundary [2].

Materials and methods

A model of polypropylene PCM (mixture of sodium sulphate, sodium chloride and water) tube in annular air flow was developed by Kürklü et al [3]. The model was based on the energy balance or the concept of energy conservation. It was found that the thermal properties of the PCM tube in this study had a significant effect on heat transfer, since they had a higher thermal resistance than the PCM, due to its lower thermal conductivity. Their model suggested the possibility of removing some complex assumptions such as the change of thermal properties of the PCM with temperature and the existence of convection in the liquid phase maintaining an acceptable level of accuracy and compatibility with the experimental results. The base energy equation was used for a check volume around an inner node after dividing the tube into five volumes and twenty-five units of equal length.

Model by Hamdan et Elwerr [4] considered thermal energy storage using a PCM in the rectangular enclosure the sides of which are were insulated, with the exception of the left vertical side where heat was supplied. The enclosure contained a pure PCM (n-octadecane) which was assumed to be initially in solid phase and at an initial temperature. Later in the melting process, the experimental data diverged due to the assumption that the inclination angle φ was independent of the altitude y , and due to the assumption that the walls of the enclosure were all adiabatic, except the heated one.

In the general model for heat charging and discharging processes of various LHHS having encapsulated phase change materials developed by Zhang [5] for given conditions, the system thermal behavior is shown to depend upon dimensionless solid PCM volume (\overline{V}_p) of the capsule which in turn depends on Fourier number (F_o) and dimensionless capsule surface (θ_s). The Fourier number was defined by the equation (1)

$$F_o = \frac{\alpha_p t}{l_c^2} \quad (1)$$

where α_p is thermal diffusivity, $m^2 \cdot s^{-1}$;

t is time, s;

l_c is the characteristic length of a PCM capsule, m [6].

The thermal efficiency of the PCM component thus determined the thermal efficiency of the whole system. Thus, LHTES thermal performance analysis could be

simplified to problem of determining of $\overline{V}_p(F_o, \theta_s)$ for a capsule for the given operating conditions. That model was not limited to a specific system or to a specific PCM.

Hed and Bellander [7] in their model of a PCM air heat exchanger introduced a fictive heat transfer coefficient. That coefficient included aspects of the geometry and the airflow in the heat exchanger as well as the material properties of the PCM. The PCM temperature and the external temperature were calculated both for rough and smooth surfaces.

Within the model designed to depict the physical system with ongoing processes the following assumptions were used:

- heat transfer is modeled irrespective of the heat source and final heat receiver;
- heat transfer is considered to occur in the ideal displacement mode;
- temperature in any grid is equal;
- inlet velocity and temperature of water are constant and its flow is laminar;
- initial temperature of the PCM is uniform, the PCM itself is in the solid phase;
- thermophysical properties of water, the tube wall and the PCM are not subject to change during the process.

The PCM has a transition temperature where it during an increase in temperature and during a decrease in temperature will solidify. During melting process, the previously solid PCM in an enclosure sinks downwards or floats upwards, depending on the gravitational force, so that buoyancy is a result of differences in solid and liquid densities.

There are two key properties that should be known to the PCM equipment designer:

- heat conductivity and its variation with the temperature $\lambda_p(T)$;
- heat capacity and its variation with the temperature $c_p(T)$. (G. Hed, 2006)

The follow thermal properties of paraffin wax (acting PCM) where used to ensure computational stability:

- melting point 324.15 K (51 °C);
- latent heat 168 kJ · kg⁻¹;
- thermal conductivity 0.22 W · (m · K)⁻¹ [8];
- specific heat 21 kJ · (kg · K)⁻¹ [9];
- density 900 kg · m⁻³ [10].

Results and discussion

Energy balance equation:

$$\frac{dE}{dt} = Q_g - Q_t, \quad (2)$$

where E is the energy of the system, J;

Q_g is the heat generated in the system, W;

Q_t is the heat transferred outside the system, determined by the boundary conditions, W.

Heat release equation:

$$Q_g = mC_p \frac{dT}{dt}, \quad (3)$$

where m is the mass of the system, kg;

C_p is the specific heat capacity of the system, $J \cdot (kg \cdot K)^{-1}$;

dT is the change of temperature, K.

Boundary condition equations should be as follows:

$$Q_{con} = h_{con}S(T_{amb} - T), \quad (4)$$

$$Q_t = \frac{kA}{e} dT,$$

where h_{con} is the coefficient of convective heat transfer, $W \cdot (m^2 \cdot K)^{-1}$;

S is the surface area, m^2 ;

T_{amb} is the ambient temperature, K;

T is the transition temperature of the system, K;

k is the coefficient of thermal conductivity, $W \cdot (m \cdot K)^{-1}$;

A is the length of the cross section, m;

e is the thickness, m.

The general equation for heat generation and removal in thermal elements is based on the first equation. Thus, the volumetric heat release in the cell non-stationary sums the reversible and irreversible heat. It is possible to try to describe the heat transfer of systems with phase change materials by adding a term to the right side of the equation, taking into account heat generation and latent heat in phase change materials:

One of the most widely used methods for solving phase transition problems is the enthalpy method. The purpose of this method is to solve the energy (temperature field) equation for the solid and liquid regions in one equation. With the introduction of the enthalpy method, the constitutive equation, expressed in terms of enthalpy, allows for an interface condition that is automatically satisfied at the solid-liquid interface, as well as the creation of a softened zone between the two phases. This implies a much simpler phase transition problem. As a consequence, the crux of this fixed-mesh method is to attempt to create a mesh to solve this softened zone.

The energy conservation during a phase transition (melting or solidification) is determined by the equation:

$$\frac{dH}{dt} = \nabla(k_k(\nabla T)), \quad (6)$$

where T is the temperature of the system, K;

H is the total volumetric enthalpy, $J \cdot kg^{-1}$.

Enthalpy is the sum of latent and apparent heats and is written by the equation:

$$H(T) = h(T) + \rho_l f(T)\lambda, \quad (7)$$

and

$$h = \int_{T_m}^T \rho_k c_k dT, \quad (8)$$

where λ is the latent heat of fusion, $J \cdot kg^{-1}$;

ρ is the phase density of the material with the phase transition, $kg \cdot m^{-3}$.

H depends on the temperature of the phase change material:

$$\begin{cases} H = \int_{T_m}^T \rho_s c_s dT, & T < T_m \text{ (solid)} \\ H = \rho_l f(T)\lambda, & T = T_m \text{ (melting)} \\ H = \int_{T_m}^T \rho_l c_l dT + \rho_l \lambda, & T > T_m \text{ (liquid)} \end{cases} \quad (9)$$

After solving the equations (9), we obtain:

$$\begin{cases} T_{PCM} = T_m + \frac{H}{\rho_{PCM} C_{PCM}}, & \text{when } 0 < H \\ T_{PCM} = T_m, & \text{when } 0 < H < \rho\lambda \\ T_{PCM} = T_m + \frac{H - \rho_{PCM}\lambda}{\rho_{PCM} C_{PCM}}, & \text{when } 0 > H \end{cases} \quad (10)$$

It follows from the above equations that if a phase change material liquefies, the total volumetric enthalpy is equal to the latent and sensible heat. If the phase change material is solid, the enthalpy is zero. Then we can write an alternative equation for two-dimensional heat transfer in a material with a phase transition: [12]

$$\frac{\delta h}{\delta t} = \frac{\delta}{\delta x} \left(\alpha \frac{\delta h}{\delta x} \right) + \frac{\delta}{\delta y} \left(\alpha \frac{\delta h}{\delta y} \right) - \rho_l \lambda \frac{\delta f}{\delta t}. \quad (11)$$

Conclusions

The equation of non-stationary heat conduction must be solved in both phases to estimate the temperature distribution and the position of the interface during the phase transition. Analytical solutions are limited by simple boundary conditions, while the numerical solutions available for a two-dimensional model provide detailed information not only on the temperature distribution in the radial and axial positions in a cylindrical capsule, but also on the convection flow in the melt layer. It is possible to simplify heat transfer with a phase change in a vertical cylinder using a one-dimensional model and using effective thermal conductivity, which takes into account the influence of natural convection in the melt layer.

To study the thermal behavior of the engine and thermal management systems, there are several methods, including experimental and numerical simulation. The most popular approaches for studying phase transition materials in thermal systems are computational fluid dynamics and the finite element method. These are advanced methods of mathematical and numerical modeling. In these models of the heat transfer mechanism in phase change materials, the numerical solution equations are taken directly from reference books.

Such a model could be used for similar applications as long as the required changes are made to the model.

REFERENCES

- 1 **Verma P. et al.** Review of mathematical modeling on latent heat thermal energy storage systems using phase-change material //Renewable and sustainable energy reviews. – 2008. – Т. 12. – №. 4. – P. 999–1031.
- 2 **Goto T., Suzuki M.** Analysis of transient heat conduction with phase changes by a boundary integral equation method //Nuclear engineering and design. – 1996. – Т. 162. – №. 2–3. – P. 317–324.
- 3 **Kürklü A., Wheldon A., Hadley P.** Mathematical modelling of the thermal performance of a phase-change material (PCM) store: cooling cycle //Applied Thermal Engineering. – 1996. – Т. 16. – №. 7. – P. 613–623.
- 4 **Hamdan M. A., Elwerr F. A.** Thermal energy storage using a phase change material //Solar Energy. – 1996. – Т. 56. – №. 2. – P. 183–189.
- 5 **Zhang Y. et al.** A general model for analyzing the thermal performance of the heat charging and discharging processes of latent heat thermal energy storage systems //J. Sol. Energy Eng. – 2001. – Т. 123. – №. 3. – P. 232–236.
- 6 **Dhanaraj G. et al. (ed.)**. Springer handbook of crystal growth. – Berlin : Springer, 2010. – Т. 2.
- 7 **Hed G., Bellander R.** Mathematical modelling of PCM air heat exchanger // Energy and Buildings. – 2006. – Т. 38. – №. 2. – P. 82–89.
- 8 **Sarı A., Karaipekli A.** Thermal conductivity and latent heat thermal energy storage characteristics of paraffin/expanded graphite composite as phase change material //Applied thermal engineering. – 2007. – Т. 27. – №. 8-9. – P. 1271–1277.
- 9 **Trigui A. et al.** Development and characterization of composite phase change material: thermal conductivity and latent heat thermal energy storage //Composites Part B: Engineering. – 2013. – Т. 49. – P. 22–35.
- 10 **Speight J. G.** Fouling in refineries. – Gulf Professional Publishing, 2015.
- 11 **Jaguemont J. et al.** Phase-change materials (PCM) for automotive applications: A review //Applied thermal engineering. – 2018. – Т. 132. – P. 308–320.

Material received on 01.06.23.

**В. С. Есаулко*

Торайғыров университет,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
Материал 01.06.23 баспаға түсті.

**АВТОКӨЛІК ҮШІН ФАЗАЛЫҚ АУЫСУЫ БАР МАТЕРИАЛДАР
НЕГІЗІНДЕ ЭНЕРГИЯ АККУМУЛЯТОРЛАРЫНДАҒЫ
ПРОЦЕСТЕРДІ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ ҮШІН
ТЕҢДЕУЛЕРДІ ЖАСАУ МӘСЕЛЕСІ БОЙЫНША**

Жылу энергиясын сақтауға келетін болсақ, жасырын жылу сақтау олардың қарапайым дизайны, қол жетімді өндіріс және техникалық қызмет көрсету шығындары, сондай-ақ әмбебап қолдану мүмкіндігіне байланысты соңғы жылдары өсіп келе жатқан мәселе болып табылады. Фазалық ауыспалы материалдар жоғарыда аталған жүйелерде кеңінен қолданылуымен, ең алдымен, жоғары жылу сақтау тығыздығына байланысты белгілі. Соңғы жылдары жасырын жылу сақтау жүйелерінің құрылымын талдау және оңтайландыру бойынша көптеген зерттеулер жүргізілді. Салыстырмалы түрде жақында жүргізілген зерттеулерде әртүрлі зерттеу топтары әртүрлі күрделілік деңгейлерінің математикалық үлгілерін пайдалана отырып, жасырын жылу сақтау жүйелерінің әртүрлі түрлерін зерттеді.

Математикалық модельдеудің әртүрлі тәсілдерінің алуан түрлілігі (соның ішінде таза және қолданбалы зерттеулердің әртүрлі салаларындағы әртүрлі әдістер, алгоритмдер және қолданулар) кейде шамадан тыс қиындықтарсыз теңдеулер мен критерийлердің дұрыс жүйесін таңдауды және енгізуді қиындатады.

Бұл мақала коммерциялық көліктерге арналған аазалық ауыспалы материалдар негізіндегі жасырын жылу сақтау жүйелерінің жүйесінде қуаттау және асыра қуаттау процесін математикалық модельдеуге қолданылатын және қолданылатын теңдеулер жүйесін сипаттайды және әзірлейді. Алдыңғы үлгілерге қысқаша шолу жасағаннан кейін автор модельді ұсынып, оның дәлдігі мен одан әрі дамыту және барлау мүмкіндіктерін бағалайды.

Кілтті сөздер: фазалық ауыспалы материалдар, математикалық модельдеу, жасырын жылу, энергия сақтау жүйелері, жылу тиімділігі, стационарлық емес жылу өткізгіштік, есептеу тұрақтылығы.

*В. С. Есаулкин

Торайгыров университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар.
Материал поступил в редакцию 01.06.23.

К ВОПРОСУ СОСТАВЛЕНИЯ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ В АККУМУЛЯТОРАХ ЭНЕРГИИ НА ОСНОВЕ МАТЕРИАЛОВ С ФАЗОВЫМ ПЕРЕХОДОМ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Системы аккумулирования скрытого тепла в последние годы привлекают все большее внимание из-за простоты конструкции, относительно невысоких затрат на производство и техническое обслуживание, а также универсальности применения. Материалы с фазовым переходом широко используются в вышеупомянутых системах, в первую очередь из-за их высокой плотности накопления тепла. В последние годы было проведено множество исследований, касающихся анализа и оптимизации конструкции систем хранения и аккумулирования скрытого тепла. В относительно недавних исследованиях различные группы рассматривали некоторые типы подобных систем, используя математические модели разного уровня сложности.

Большое разнообразие подходов к математическому моделированию (включая различные методы, алгоритмы и приложения из разных областей научных и прикладных исследований) иногда затрудняет выбор и реализацию правильной системы уравнений и критериев.

В статье описывается и разрабатывается система уравнений, которая может и будет применяться для математического моделирования процесса зарядки и разрядки в системе накопления скрытой теплоты на основе материала, подвергающегося фазовому переходу, для коммерческих автомобилей. После краткого обзора предыдущих моделей автор представляет модель и оценивает ее точность и возможности для дальнейшего развития и исследования.

Ключевые слова: материалы с фазовым переходом, математическое моделирование, скрытая теплота, системы накопления энергии, тепловой КПД, нестационарная теплопроводность, расчетная устойчивость.

СТРОИТЕЛЬСТВО

FTAMP 67.11.33

<https://doi.org/10.48081/HXPN6702>*Г. А. Алмышева¹, М. Ж. Рыскалиев², Қ. М. Есенәлиев³

^{1,2,3}Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті,
Қазақстан Республикасы, Орал қ.
e-mail: almyshevagulziya@inbox.ru

ҮШ ҚАБАТТЫ БЛОКТАРДАН ЖАСАЛҒАН ЭНЕРГИЯНЫ ҮНЕМДЕЙТІН ҚОРШАУ ҚҰРЫЛЫМДАРЫ

Барлық ғимараттар, олардың пайдаланылуына қарамастан, өзгермелі және бақыланбайтын сыртқы климаттан қорғалған бақыланатын ішкі ортаны қамтамасыз етуі керек. Ішкі ортаға қойылатын талаптар ғимараттың мақсатты пайдаланылуына байланысты. Бұл, әрине, қоршау құрылымдарына қойылатын талаптарды анықтайды. Осылайша, құрылыс саласындағы энергияны үнемдеудің ең қарапайым және ұтымды жолдарының бірі ғимараттар мен құрылыстардың қоршау конструкциялары арқылы жылу шығынын азайту деп танылды. Қоршау конструкцияларының энергия тиімділігін арттырудың бір нұсқасы – полистирол көбігі бар үш қабатты блоктарды қолдану. Бұл мақаланың мақсаты үш қабатты блоктарды қолдана отырып, энергия тиімді қоршау конструкцияларын салу технологиясын талдауда. Құрылымдық элементтердің үш қабатты блоктарынан сыртқы қабырғаларды тұрғызу еңбек сыйымдылығын, құрылыс мерзімдері мен жұмыс құнын төмендету арқылы технологиялық тиімділікті арттыруға, сондай-ақ энергияны үнемдеудің заманауи талаптарына сәйкес келетін және энергияны үнемдейтін құрылымды алуға мүмкіндік береді. Мақаланың нысаны қоршау конструкцияларын салу технологиясы болып табылады. Бұл зерттеу жұмысының жаңалығы энергия тиімді қоршау конструкцияларын салу кезінде ағымдағы қажеттіліктерді анықтау, сондай-ақ оларды үш қабатты блоктардан салу кезінде технологияны зерттеу болып табылады.

Кілтті сөздер: үш қабатты блоктар, қоршау конструкциялары, энергия тиімділігі, технология, әдістеме.

Кіріспе

Энергия ресурстарын үнемдеу қазіргі уақытта өзекті Ұлттық экологиялық-экономикалық проблема болып табылады, өйткені энергия үнемдеуді қамтамасыз ететін іс-шаралар кешені жоғары рентабельділік пен қауіпсіздікке ие. Сондықтан тұрғын үйлерді жобалау және салу кезінде қоршау құрылымдарымен жылу шығынын азайту арқылы энергияны үнемдеуге көп көңіл бөлінеді. Сонымен қатар, үш қабатты қабырға құрылымдарының әртүрлі элементтері әртүрлі факторлардың әсерінен бұзылу ықтималдығымен олардың жалпы сенімділігін төмендетеді. Қуыс кеуекті блоктардан жасалған қоршау конструкциялары бар ғимараттар

меншікті жылу қорғау сипаттамалары бойынша үш қабатты блоктардан едәуір төмен, олардың негізгі қабаты толық денелі керамикалық кірпіштен және тиімді жылу оқшаулағыш қабаттан тұрады [1]. Осыған байланысты құрылыс-монтаждау жұмыстарының сапасында мәселе туындайды, яғни үш қабатты блоктарды пайдалана отырып, энергия тиімді қоршау конструкцияларын салу технологиясында.

Ғимараттың қоршау құрылымының дизайны механикалық, электрлік жабдықты таңдауда және ғимараттың энергетикалық сипаттамаларын анықтауда маңызды фактор болып табылады. Құрылыс саласына пайдалану энергиясын тұтынуды азайту үшін қысым жасалған жағдайда, ғимараттың қоршау құрылымдары ешқашан мұндай мұқият бақылауда болған емес. Ғимараттың қабығын қалыптастырудан басқа, шатыр мен қабырға төсеніштері ғимараттың құрылымдық сипаттамаларында да маңызды рөл атқара алады, бұл екінші болат құрылымдарды бүйірлік бұралу тұрақсыздығынан сақтайды. Функционалдық талаптарды қанағаттандырудан басқа, қоршау құрылымдарының эстетикасы маңызды мәселе болып табылады, өйткені ғимараттың сыртқы түрі оның орналасқан жері мен қоршаған ортасын көрсетуі және жергілікті орналасу талаптарына сәйкес келуі керек. Ұсынылып отырған икемді байланысы бар үш қабатты қабырға блогы барлық заманауи нормативтік талаптарға сәйкес келетін, тек қажетті жылу техникалық қасиеттерін қанағаттандыру үшін ғана емес, сонымен қатар ғимараттарды экспрессивті архитектуралық көрініспен қамтамасыз ете отырып, коррозияға төзімділік пен беріктікті қамтамасыз ететін сыртқы қабырғалары бар энергияны үнемдейтін ғимараттарға арналған қабырға қоршауларын жобалауға мүмкіндік береді. Бұл ретте энергия тиімді қоршау конструкцияларын ғана емес, сонымен бірге барлық қажетті техникалық және пайдалану сипаттамаларын сақтай отырып, жалпы ғимараттарды салу құны (қолданыстағылармен салыстырғанда) айтарлықтай төмендейді. Сонымен қатар, оның құрылымының әмбебаптығы оны қабаттық қоршау (панель) ретінде, ал аз өзгеріспен - аз қабатты құрылыс үшін тірек элементі ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.

Зерттеу мақсаты

Зерттеудің теориялық негізі келесі заманауи ғалымдардың ғылыми тәсілдері болды: С. Ю. Тарабукина, Т. Л. Симанкина, Е. А. Король, Е. М. Пугач, В. Е. Ратушный, Е. А. Павлычева, Е. С. Пикалов, Д. Н. Думин, В. В. Иванов, А. С. Никулин, С. В. Хон, А. Н. Березнюк, С. М. Гликин, Р. М. Алоян. Бұл мақаланың мақсаты үш қабатты блоктарды қолдана отырып, энергияны үнемдейтін қоршау құрылымдарын салу технологиясын талдау болып табылады. Мақаланың объектісі - қоршау құрылымдарын салу технологиясы.

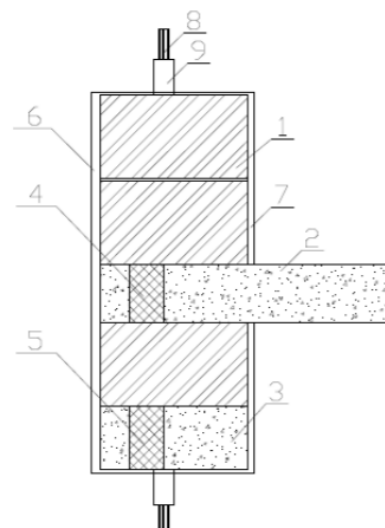
Зерттеу нәтижелері мен оларды талқылау

Белгілі бір ғимараттың энергия тиімділігін оның қоршау құрылымдарын, соның ішінде қабырғаларды, еденді, шатырды, терезелер мен есіктерді жақсарту арқылы жоғарылатуға болады. Осылайша, құрылыс индустриясы ғимараттың қабығында орналасқан кірпіш қабырғаларға арналған энергияны үнемдеу шешімдерін өзірлеу үшін көп жұмыс жасады. Олардың ішіндегі ең танымалы – ғимараттың қоршау

құрылымының сыртқы жылу оқшаулауы. Сондықтан үш қабатты блоктарды қолдана отырып модернизациялаудың басты артықшылықтарының бірі – бұл ішкі қабырғаларды модернизациялаумен салыстырғанда ғимарат тұрғындары үшін онша ыңғайсыз және күрделі емес, сонымен қатар жылу көпірлерін қысқартуда тиімдірек. Құрылысты модельдеу ғимараттың сыртқы қабығын тұрғызуда маңызды рөл атқарады. Үш қабатты блоктарды қолдана отырып, энергияны үнемдейтін қоршау құрылымдарын салу кезінде модельдеу «Energy Plus» есептеу механизмін қамтитын Design Builder графикалық интерфейсі арқылы жүзеге асырылады [2]. Design Builder графикалық интерфейсі таңдалды, өйткені ол геометрияның икемді енгізілуін және материалдар мен жүктеме профилдерінің кең таңдауын ұсынады. Сонымен қатар, оның «Energy Plus» дербес механизмімен салыстырғанда нәтижелердің дәлдігін қамтамасыз ететін бақылау процедуралары бар. Негізгі имитациялық моделі ағымдағы құрылыс бөлшектеріне, материалдарға және жүйелерге сәйкес жасалады. Негізгі модельді құрудың мақсаты - мысал ретінде қарастырылатын жобалар үшін дәстүрлі құрылыс тәжірибесінде жыл сайынғы энергия шығынын модернизациясыз бағалау. Осылайша, құрылыстан кейін әрбір жеке компоненттің рөлін, сезімталдығын және жүйені салыстыруға болады. Жалпы, үш қабатты блоктарды қолдана отырып, энергияны үнемдейтін қоршау құрылымдарын салу кезінде құрылыс нормалары мен ережелерін сақтаудың екі тәсілі бар:

- ғимараттың қоршау конструкциялары мен жүйелерінің энергия тиімділігі параметрлеріне қойылатын минималды талаптарды белгілейтін нұсқамалық тәсіл;
- тиімділік тұрғысынан тәсіл («модельдеу әдісі» немесе «ғимараттың тиімділігін бағалау әдісі» деп те аталады), ол ұсынылған жобаның тиімділігін қоршау элементтері мен энергия тұтыну жүйелері анықтамалық талаптарға сәйкес жасалған ұқсас ғимаратпен салыстыру [3].

Д. Н. Думин өз зерттеулерінде аз қабатты құрылыста ішкі қаптаманың қалыңдығының шамалы ұлғаюымен (оны аражабын элементтерінің тірек аймағында дамыта отырып) пайдалануға мүмкіндік беретін қабатты көтергіш төбелері бар ғимараттардың қоршау конструкцияларында үш қабатты блокты пайдалану кезінде көтергіштік қабілеті бойынша айтарлықтай қорды анықтады [4]. Полистиролмен оқшауланған үш қабатты блоктар жақында құрылыс тәжірибесінде энергияны үнемдейтін құрылыс материалы ретінде пайда болды. Қалыңдығы 5 см немесе одан да көп көбік полистирол қабырғалардың жылу қасиеттерін жақсарту мақсатында цемент блогына орташа толтырғыш қабат ретінде енгізіледі. Блоктармен қамтамасыз етілген оқшаулау өте әлсіз және жылу беру ерітіндімен толтырылған жарықтар мен тігістер арқылы жүзеге асырылады. Температура градиенті полистирол оқшаулағыш материалға әсер етеді. Үш қабатты блоктарды қолдана отырып, энергияны үнемдейтін қоршау құрылымдарын салу технологиясын қарастырған жөн (сурет 1).



Сурет 1 – Диаметрi 600 мм үш қабатты блоктарды қолдана отырып, қоршау құрылымдарының көлденең қимасы

Құрылым мыналардан тұрады:

- 1–кеңейтілген сазды бетон;
- 2–аражабын плитасы;
- 3–мандайша;
- 4–тірек;
- 5–мандайша ішіндегі көбікполистирол;
- 6–жылу оқшаулағыш сылақ;
- 7–белдік блоктары;
- 8–стеклопает;
- 9–пластикалық терезе жақтауы.

Сонымен, қазіргі заманғы энергияны үнемдейтін қоршау конструкцияларының бір түрі икемді байланысы бар композициялық үш қабатты блоктарды қолдануға негізделген, бұл үш қабатты құрылым. Оның көтергіш қабаттары шыны талшықты бетоннан немесе кеңейтілген саздан жасалған, сонымен қатар сыртқы қасбеттік қабаты бар көбікті полистиролдан жасалған жылу оқшаулағыш қабат. Барлық қабаттар шыны талшықты тордан жасалған икемді байланыс жүйесімен байланысқан [5]. Осыған байланысты ең қауіпті – ерітіндінің блоктың бос жерлеріне түсуі болып табылады. Тіпті қуыстарды аздап толтыру қоршау құрылымдардың жылу беру кедергісінің айтарлықтай төмендеуіне әкеледі. Осылайша, кез-келген ғимараттың энергияны үнемдейтін қабығының негізгі функциясы сыртқы ортаны ішкі ортадан бөлу болып табылады. Металл ғимараттардың құрылымдары оларды энергияны үнемдейтін қабықтармен өте үйлесімді етеді, бұл құрылысты тұрғызу процесінен басталатын энергияны үнемдейтін қосымшаларды тез және үнемді түрде біріктіруге мүмкіндік береді. Сондай-ақ, әрбір түйіспеде, тігісте және саңылауда ауа инфильтрациясын азайтатын қоршау құрылымының және

тығыздағыштың барлық орнатылған компоненттерінің тиімділігі өте маңызды екенін атап өткен жөн. Үш қабатты блоктарды қолдана отырып, энергияны үнемдейтін қоршау конструкцияларын салу кезінде-зат мөлшерін барынша азайту және өткізгіштігі төмен материалдарды пайдалану арқылы өткізгіштікті азайту қажет [6]. Оқшаулағыш материал көлемінің көп бөлігі ауа немесе кейбір жағдайларда басқа газдар немесе тіпті вакуум болып табылады. Сондықтан барлық жылу оқшаулағыш материалдардың салмағы аз. Конвекцияны болдырмау үшін ауа (немесе басқа газдар) ауа қозғалысына қатты кедергі келтіретін талшықтар арасында немесе ауа қозғалысын толығымен тежейтін көбік көпіршіктерінде құлыпталады. Сәулеленуді болдырмау үшін мөлдір емес немесе шағылыстыратын материалдар қолданылады. Талшықтар мен көбік қабырғалары үшін қолданылатын шыны және пластикалық материалдар жылу сәулеленуі үшін мөлдір емес. Үш қабатты блоктарда жылу оқшаулағыш материалдар жарық үшін мөлдір немесе жартылай мөлдір болуы мүмкін, бірақ қоршаған температураға байланысты инфрақызыл сәулеленудің өтуіне жол бермеуі керек. Булануды және одан әрі конденсацияны болдырмау үшін өнімді құрғақ күйде ұстау керек. Ылғал болған кезде оқшаулағыш материал жылу кедергісінің едәуір бөлігін жоғалтады.

Ғимараттың қоршау құрылымы - бұл ғимараттың ішкі бөлігі мен сыртқы орта, оның ішінде қабырғалар, шатыр және іргетас арасындағы интерфейс. Жылу кедергісі ретінде әрекет ете отырып, ғимараттың қоршау құрылымы ішкі температураны реттеуде маңызды рөл атқарады және жылу жайлылығын сақтау үшін қажетті энергия мөлшерін анықтауға көмектеседі. Құрылыс кезінде құрылымның осы түрінің жылу және акустикалық сипаттамаларын қамтамасыз ету үшін үзіліссіз тігістерді қолдана отырып, үш қабатты блоктардың өндірушісі көрсеткен әдіс қолданылды. Барлық қабырғалардың құрылысы алдын-ала суланған жақтаудың бүкіл ені бойынша ерітіндінің үздіксіз қабатын салудан басталады. Содан кейін панельдің бетін жақтаудың алдыңғы бетімен туралау үшін блоктар орнатылады. Қалыңдығы шамамен 20 мм болатын үздіксіз тігістер өндіруші жеткізетін еріткіш қорапшаның көмегімен орнатылды. Сондай-ақ, қабырғаларды қоршау құрылымдарының элементтерімен байланыстыру үшін механикалық қосылыстар қолданылмады. Әрбір кірпіштен жасалған үш қабатты блоктың өз салмағы 5,1 кг, қуыс пайызы 75 % және жылу кедергісі 0,57 және 2,54 болды [7]. Қоршау құрылымдарын салу үшін дәстүрлі М5 класты ерітінді қолданылады. Сылаққа келетін болсақ, оның қалыңдығы 1 см қабырғаның сыртқы бетіне және ішінара RC элементтеріне (әр элементтен 15 см жоғары) жағылуы керек. 17,1×17,1 м матрицасы бар, салмағы 191 г/ және максималды соңғы деформациясы 3,4 % болатын екі бағытты шыны талшықты арматуралық тор тандалды. Осыдан кейін, сылақтың үстіне бір-бірінің үстіне бес тік жолақ қабаттасуы керек. Әрбір тік жолақ арасындағы қабаттасу ұзындығы 15 см [8]. Сонымен, барлық плиталар бекітілгеннен кейін плиталарды қабырғаға және жақтау бетіне қосымша бекіту үшін пластикалық қосқыштар қолданылады.

Сондай-ақ, қоршау құрылымының сыртқы бетін жылы және ылғалды климатта бу тосқауылы ретінде қызмет ету үшін құрылымдарды битум бояумен бояу керек.

Қабырғаның жалпы қалыңдығы 760 мм болады. Жинақты бір уақытта бірнеше қатарға көтеруге болады, ал бірақ қабырғаның сыртқы бетін битум бояумен бояғаннан кейін көтеріледі. Бұл бояу блоктарды ішкі қабырғаға жабыстыру үшін желім ретінде де әрекет етеді. Қоршау қабырғасының 12-18% болуы мүмкін сыртқы құрылымның ауданы ішкі және сыртқы кеңістік арасындағы жылу көпірі болып қала береді [9]. Құрастыру өткізгіш жылу жүктемелерін азайту үшін қалыңдығы 60 мм полиуретанды көбік оқшаулауын (ППУ) қамтиды. Содан кейін үш қабатты блоктар арасында гидрооқшаулағыш мембрана бүкіл бетке қолданылады. Содан кейін ППУ оқшаулау гидрооқшаулағыш қабатқа қойылады. Көршілес ППУ плиталары бірігуі арасындағы бос орындар болмауы керек. Бұл энергияны үнемдейтін қоршау құрылымдарын салу кезінде оқшаулағыш қабаттың тұтастығын қамтамасыз ету үшін қажет. Гидрооқшаулағыш қабат оқшаулағыш қабаттың астында болғандықтан, оқшаулағыш материал суды сіңірмейтін жабық торлы құрылымға ие болуы керек [10]. Қабаттар арасындағы тігістер ауа алмасатын тор қызметін атқарады, бұл сіңірілген ылғалдың булануына ықпал етеді.

Осылайша, қоршау құрылымдарының энергия тиімділігі үшін ұсынылады:

1 Ғимараттың қоршау құрылымдарын дұрыс өңдеу жылу өнімділігін айтарлықтай жақсарта алады, әсіресе қоршау құрылымдарына жүктеме басым тұрғын үйлер сияқты ғимараттар үшін. Сондықтан ғимарат қабығының компоненттерін дұрыс таңдау және өңдеу оның жылу сипаттамасын едәуір жақсарта алады.

2 Қабырғалар мен шатырларды оқшаулау кез-келген климаттағы ғимараттарға ыңғайлы жағдай жасау үшін ұсынылады, сондықтан үш қабатты блоктар арқылы энергия шығынын азайтады. Оқшаулау ғимарат қабығының барлық компоненттері арқылы жылу өткізгіштіктің жоғалуын азайтуға көмектеседі. Дегенмен, шатырды оқшаулау қабырғаларға қарағанда маңыздырақ және оған көбірек назар аудару керек.

3 Жылу көпірлері – ғимаратты жылыту және салқындату кезінде энергияны жоғалту көздерінің бірі. Олар сондай-ақ ішкі беттердегі ылғалдың конденсациясы сияқты басқа мәселелерге ықпал етуі мүмкін. Жылу көпірлері әдетте терезелер мен қабырғалар, шатыр мен қабырғалар, қылтима плиталары мен қабырғалар арасындағы буындарда пайда болады. Ғимарат элементтері арасындағы бұл геометриялық байланыстар энергия шығынын тудырады және оның мүмкіндігінше азайтылуы немесе жойылуы керек.

4 Ылғалдың енуі және конденсат үлкен физикалық зақым және денсаулыққа зиян келтіруі мүмкін. Ол сондай-ақ уақыт өте келе жылу оқшаулау сипаттамаларын нашарлатуы мүмкін. Сондықтан ғимараттардағы ылғалдылықты тиісті желдету, инфильтрацияны бақылау және дұрыс пайдалану, ғимарат қабығындағы ылғал сақтайтын элементтердің орналасуы арқылы бақылау маңызды.

6 Инфильтрация – өлшеу үшін ең қиын айнымалы, оның жоғалуын бақылау қиын. Сонымен қатар, тұрғын үйлерде есіктер мен терезелердің жиі ашылуына байланысты инфильтрация деңгейі күтілгеннен жоғары болады. Сондықтан блоктардағы жарықтар мен ағып кетулерді мұқият өңдеу қажет.

7 Ішкі ауаның дұрыс сапасына және ылғалдылықты бақылауға кепілдік беру үшін жеткілікті желдетуді қамтамасыз ету маңызды, әсіресе жақсы оқшауланған ғимараттарда.

Қорытынды

Қорытындылай келе, үш қабатты блоктардың қоршау құрылымдары арқылы жылу беру ғимаратта энергияны жоғалтудың маңызды көзі болуы мүмкін, әсіресе оқшаулау жеткіліксіз болған жағдайда. Бұл қаптау жүйесінің құрылымдық сипаттамаларына және оның басқа құрылымдық элементтермен байланысына маңызды әсер етеді. Құрылыс инженерлерінің ерекше алаңдаушылығы – қаптаманың тереңдігі, салмағы және оның қорапты немесе бүйірлік арқалықтарды жеткілікті түрде ұстау қабілеті. Бұл тенденция жалғасуы мүмкін, дегенмен жылу беру мәндерінің одан әрі төмендеуінен қайтарымның төмендеуі болашақта оқшаулаудың қалыңдығының үнемі артуына емес, механикалық қызметтердің тығыздығы мен жұмысына көбірек көңіл бөлінетінін білдіреді. Сондай-ақ, икемді байланыстары бар үш қабатты қабырға блогын қолдану сыртқы қоршауды салуға ғана емес, сонымен қатар тірек құрылымдарының көлемі мен массасын едәуір азайтуға мүмкіндік беретіні анықталды.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Тарабукина, С. Ю., Симанкина, Т. Л.** Эффективность трехслойного блока в качестве наружной ограждающей конструкции // Строительство уникальных зданий и сооружений. – 2017. – 3(54). – С. 47–62.

2 **Король, Е. А., Пугач, Е. М., Ратушный, В. Е.** Разработка технических решений и технологии производства энергосберегающих многослойных ограждающих конструкций повышенной надежности с теплоизоляционным споем из бетона низкой теплопроводности // Наука, инновации, подготовка кадров в строительстве. М. : МГСУ, 2003. – 465 с.

3 **Павлычева, Е. А., Пикалов, Е. С.** Современные энергоэффективные конструкционные и облицовочные строительные материалы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2020. – № 7. – С. 76–87.

4 **Думин, Д. Н.** Возведение стен с помощью трехслойных блоков // М. : Интер-пресс, 2015. – 58 с.

5 **Иванов, В. В.** Тепловые режимы неоднородных ограждающих конструкций // Известия вузов: строительство. – 2007. – 4. – С. 24–27.

6 **Никулин, А. С.** Использование трехслойных блоков в строительстве // Наука о строительстве. – 2018. – 6(10). – С. 80–85.

7 **Хон, С. В.** Повышение теплозащитных свойств брусчатых наружных стен с вентилируемым воздушным зазором // Томск : Том. гос. архит.–строит. ун–т, 2004. – 154 с.

8 **Березнюк, А. Н.** Совершенствование организационно–технологических решений строительства и реконструкции с учетом ресурсосбережения // Вестник

Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры, 2011. – 3. – С. 22–28.

9 **Гликин, С. М.** Современные ограждающие конструкции и энергоэффективность зданий. М., 2013. – 157 с.

10 **Алоян, Р. М.** Функциональное моделирование как организационный инструмент проектирования, строительства и эксплуатации энергоэффективных зданий // Жилищное строительство. – 2012. – 2. – С. 2–5.

REFERENCES

1 **Tarabukina, S. Yu., Simankina, T. L.** E`ffektivnost` trexslonjogo bloka v kachestve naruzhnoj ograzhdayushhej konstrukcii [Effectiveness of a three-layer block as an external enclosing structure] // Stroitel`stvo unikal`ny`x zdaniy i sooruzhenij [Construction of unique buildings and structures]. – 2017. – 3(54). – P. 47–62.

2 **Korol` E. A., Pugach E. M., Ratushny`j V. E.** Razrabotka texnicheskix reshenij i tehnologii proizvodstva e`nergoberegayushhix mnogoslony`x ograzhdayushhix konstrukcij povu`shennoj nadezhnosti s teploizolyacionny`m sloem iz betona nizkoj teploprovodnosti [Development of technical solutions and production technology of energy-saving multilayer enclosing structures of increased reliability with a heat-insulating layer of low thermal conductivity concrete] // Nauka, innovacii, podgotovka kadrov v stroitel`stve [Science, innovation, training in construction]. – Moscow : MGSU, 2003. – 465 p.

3 **Pavly`cheva, E. A., Pikalov, E. S.** Sovremenny`e e`nergoe`ffektivny`e konstrukcionny`e i obliczovochny`e stroitel`ny`e materialy` [Modern energy-efficient structural and facing building materials] // Mezhdunarodny`j zhurnal prikladny`x i fundamental`ny`x issledovanij [International Journal of Applied and Fundamental Research]. – 2020. – № 7. – P. 76–87.

4 **Dumin, D. N.** Vozvedenie sten s pomoshh`yu trexslony`x blokov [Erecting walls using three-layer blocks]. – Moscow : Inter–press, 2015. – 58 p.

5 **Ivanov, V. V.** Teplovy`e rezhimy` neodnorodny`x ograzhdayushhix konstrukcij [Thermal regimes of heterogeneous enclosing structures] // Izvestiya vuzov: stroitel`stvo [News of universities: construction]. – 2007. – 4. – P. 24–27.

6 **Nikulin, A. S.** Ispol`zovanie trexslony`x blokov v stroitel`stve [The use of three-layer blocks in construction] // Nauka o stroitel`stve [Science of Construction]. – 2018. – 6(10). – P. 80–85.

7 **Xon, S. V.** Povy`shenie teplozashhitny`x svojstv bruschaty`x naruzhny`x sten s ventiliruemy`m vozdushny`m zazorom [Increase of heat-protective properties of cobblestone exterior walls with a ventilated air gap] // Tomsk : Tom. gos. arxit.–stroit. un–t [Tomsk: Vol. gos. archit.–builds. un–t]. – 2004. – 154 p.

8 **Bereznyuk, A. N.** Sovershenstvovanie organizacionno–texnologicheskix reshenij stroitel`stva i rekonstrukcii s uchetom resursosberezheniya [Improvement of organizational and technological solutions of construction and reconstruction taking into account resource saving] // Vestnik Pridneprovskoj gosudarstvennoj akademii

stroitel`stva i arxitektury` [Bulletin of the Dnieper State Academy of Construction and Architecture] – 2011. – 3. – P. 22–28.

9 **Glikin, S. M.** Sovremenny`e ograzhdayushhie konstrukcii i e`nergoe`ffektivnost` zdaniy [Modern enclosing structures and energy efficiency of buildings]. – Moscow, 2013. – 157 p.

10 **Aloyan, R. M.** Funkcional`noe modelirovanie kak organizacionny`j instrument proektirovaniya, stroitel`stva i e`kspluatacii e`nergoe`ffektivny`x zdaniy [Functional modeling as an organizational tool for the design, construction and operation of energy-efficient buildings] // Zhilishhnoe stroitel`stvo [Housing construction] – 2012. – 2. – P. 2–5.

Материал 01.06.23 баспаға түсті.

***Г. А. Алмышева¹, М. Ж. Рыскалиев², К. М. Есенгалиев³**

^{1,2,3}Западно-Казахстанский аграрно-технический университет

имени Жангир хана, Республика Казахстан, г. Уральск.

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ИЗ ТРЕХСЛОЙНЫХ БЛОКОВ

Все здания, независимо от их использования, должны обеспечивать контролируемую внутреннюю среду, защищенную от переменчивого и неконтролируемого внешнего климата. Требования к внутренней среде зависят от целевого использования здания, что, естественно, определяет требования к ограждающим конструкциям. Так одним из наиболее простых и рациональных путей экономии энергии в строительной сфере признано сокращение потерь тепла через ограждающие конструкции зданий и сооружений. Одним из вариантов повышения энергоэффективности ограждающих конструкций является применение трехслойных блоков с пенополистиролом. Возведение наружных стен из трехслойных блоков конструктивных элементов позволяет повысить технологическую эффективность за счет снижения трудоемкости, сроков возведения и стоимости работ, а также получить конструкцию, которая соответствует современным требованиям по энергосбережению и является энергоэффективной. Целью данной статьи в анализе технологии возведения энергоэффективных ограждающих конструкций с использованием трехслойных блоков. Объектом статьи является технология возведения ограждающих конструкций. Новизна данной исследовательской работы заключается в определении текущих потребностей при строительстве энергоэффективных ограждающих конструкций, а также в изучении технологии при их возведении из трехслойных блоков.

Ключевые слова: трехслойные блоки, ограждающие конструкции, энергоэффективность, технология, методика.

*G. A. Almysheva¹, M. Zh. Ryskaliyev², K. M. Yessengaliev³^{1,2,3}Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian and Technical

University, Republic of Kazakhstan, Uralsk.

Material received on 01.06.23.

ENERGY-EFFICIENT ENCLOSING STRUCTURES MADE OF THREE-LAYER BLOCKS

All buildings, regardless of their use, must provide a controlled internal environment, protected from the changeable and uncontrolled external climate. The requirements for the internal environment depend on the intended use of the building, which naturally determines the requirements for enclosing structures. Thus, one of the simplest and most rational ways to save energy in the construction sector is to reduce heat losses through the enclosing structures of buildings and structures. One of the options for improving the energy efficiency of enclosing structures is the use of three-layer blocks with expanded polystyrene. The construction of external walls made of three-layer blocks of structural elements allows to increase technological efficiency by reducing labor intensity, construction time and cost of work, as well as to obtain a design that meets modern energy saving requirements and is energy efficient. The purpose of this article is to analyze the technology of construction of energy-efficient enclosing structures using three-layer blocks. The object of the article is the technology of construction of enclosing structures. The novelty of this research work lies in determining the current needs for the construction of energy-efficient enclosing structures, as well as in studying the technology for their construction from three-layer blocks.

Keywords: three-layer blocks, enclosing structures, energy efficiency, technology, methodology.

МРНТИ 67.09.91

<https://doi.org/10.48081/QUGG2586>*Г. Р. Байменова¹, С. Т. Кульшикова²^{1,2}Жезказганский университет имени О. А. Байконурова,

Республика Казахстан, г. Жезказган

*e-mail: gulnaz.baymenova@mail.ru

МАЛОЭНЕРГОЕМКИЕ СТЕНОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИОННОГО ВЯЖУЩЕГО

В данной статье представлена возможность замены природного сырья композиционным вяжущим веществом в качестве наполнителя при производстве строительных материалов, для снижения себестоимости строительных материалов и конструкций. Добыча минерального сырья занимает в экономике любой страны огромную часть, при переработке его в конечный продукт используются лишь небольшое количество. Основная часть его переходит в отходы, что загрязняет окружающую среду. Проблема использование отходов является самой насущной на данный момент времени, которая требует дополнительных капиталовложений для создания дополнительного звена в технологическом процессе для переработки отходов в конечный продукт конкурентоспособный на рынке. Производство новых строительных материалов постоянно идет вперед заменяя природный материал на искусственный, современное материаловедение является областью для изучения многих ученых мира. В процессе измельчения гипса и шлака происходит повышение активности вещества вследствие чего усиливается протекание гидротационных процессов, образуя гидроалюминат и гидросиликаты кальция. При этом происходит двухконтурная грануляция гипса, которая увеличивается при соединении гидросиликата. Повышение количества полуводного гипса до 20 % и давления прессования до 50 МПа способствует повышению прочности изделий из сульфогипса до 7–9 МПа. Также добавка глинума несколько снижает прочность, но способствует повышению водостойкости материала.

Ключевые слова: гипсовые композиты, гидратация, мелкодисперсные фракции, стеновые материалы, малоэнергоемкость.

Введение

Основная цель производства строительных материалов является снабжение жителей экономными, экологически безвредными и долговременными материалами и сырьем. На фоне дороговизны энергоисточника, строительные материалы должны отвечать долговременностью, при быстротечном и безусадочном затвердении, невысокой плотностью, малой теплопроводимостью, биологической устойчивостью, химической индифферентностью, в том числе и высокой эстетической и санитарно-гигиеническими характеристиками новых материалов. Подобными свойствами отвечают изделия из гипса, на изготовление которых

не требуется больших энергозатрат, трудозатрат и сложного технологического оборудования [1, 2].

В современных условиях многие страны располагают значительными запасами гипсового сырья, однако имеющийся техногенный продукт обессеривания дымовых газов теплоэлектростанций представляет собой процесс концентрирующий значительный интерес для проведения научных исследований.

Материалы и методы

Для получения безобжигового гипсового цемента, которое состоит из $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 34,77 %, CaSO_4 – 4,344-9,6 %, CaCO_3 – 7,7 %, MgCO_3 – 8,55 %, глинистых минералов – 20,64 %, SiO_2 – 7,29 %, Na_2SO_4 – 0,009 %, MgSO_4 – 0,81, NaCl – 1,39 %.

В качестве наполнителя использованы строительная известь ГОСТ 9179-18 1 – сорта, портландцемент ГОСТ 31108-2016 «Цементы общестроительные», зола-унос, Na_2SO_4 .

В качестве пластифицирующих и модифицирующих добавок использовался суперпласификатр С-3 ТУ 5745-001-97474489-2007, глениум, лимонная кислота, K_2CO_3 , цементная пыль, MgO , MgCl_2 .

В качестве органических наполнителей были использованы древесные опилки, химический состав которых представлен целлюлозой $\text{C}_8\text{H}_{10}\text{O}_5$ – 40,9, лигнином $\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}_{16}$ – 20,9, пентазоном $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_4$ – 17,1, золой – 2,7.

Одним из гипсосодержащих отходов является сульфогипс, который применяется во многих развитых странах для производства гипсовых строительных материалов и изделий. Сульфогипс (сернистый гипс) возникает в виде тонкодисперсного влажного порошка при очистке от сернистых газов (SO_3) продуктов сгорания природного топлива (каменный и бурый уголь, мазут) в промышленных топках на теплоэлектростанциях. Обессеривание происходит путем прохождения промышленных газов через известняковую или известковую водную суспензию. В мире имеются многотоннажные отходы теплоэнергетики, горнодобывающей промышленности, использование которых для модифицирования гипсовых вяжущих способствует повышению свойств гипсовых и гипсосодержащих композитов.

Техногенное гипсовый сырой материал производится на выходе десульфирования дымовых газов тепловых электрических станций (ТЭС), функционирующие на каменном угле. В процессе горения каменного угля возникают дымовые газы, включающие в себе состав CO_2 , H_2O , N_2 ($\text{SO}_2 + \text{SO}_3$) и летучую золу. Причисляющиеся к ряду опасных-сернистый (SO_2) и серный (SO_3) ангидрит [5].

Из года в год всемирный выплеск оксидов серы в тропосферу тепловыми электрическими станциями выходит 70 млн т., из них больше 4 млн т. сернистых выбросов выпадает на часть Казахстана и стран СНГ. Оксиды серы, в том числе производящих при их взаимодействии с водяными парами кислоты (H_2SO_3 и H_2SO_4), наносят опасный вред на здоровье населения, способствуют ухудшению целостности мета конструкций из металла, сырья для строительства, пагубно

влияют на леса а также на плодоносные деревья, упадку благоплодие сельскохоз культур.

Снижение сернистого содержания объединяемых в дымовых газах приводится способом абсорбционного исключения топочных газов смесями карбоната CaCO_3 или гидроксил кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$, с выходом техногенного гипсового материала.

Возникающий в действии схватывания SO_2 и SO_3 сульфат кальция, слабо растворим в воде (0,129 г/л) и получает мелкокристаллический осадок $\text{CaSO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Под влиянием кислорода воздуха он фрагментно переходит в сульфат кальция. Выделение путем абсорбции SO_2 и SO_3 , осуществляется к тому же отчистка газа от частичек золы-уноса и прочих содержаний. По этой причине получающийся шлам содержит непростой переменчивый состав и включает суспензию сульфита кальция $\text{CaSO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, $\text{CaSO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, неотреагировавший CaCO_3 и $\text{Ca}(\text{HO})_2$, веществ золы-уноса и других частиц.

Сульфогипс на ТЭЦ получается по мокрой технологии, для которого сырьевым материалом является известняк. Сначала измельчают известняк в шаровой мельнице мокрого помола. Молотый известняк смешивают с водой и получают абсорбционный раствор (известняковый раствор). В абсорбционной колонне (поглотительной колонне) абсорбционный раствор смешивается с дымовыми газами. Двуокись серы дымового газа растворяется в воде, вступает в реакцию с углекислым кальцием в растворе, в результате чего получается сернисто-кальциевая соль, которая вступает в химическую реакцию с вдуваемым окислительным веществом, в результате образуется гипс. После сероочистки дымовой газ проходит через тумано-уловитель, где мелкие частицы удаляются и очищенные дымовые газы проходят в дымовую трубу [6].

В таблице 1 приведены физико-химические характеристики сульфогипса, полученного на ТЭЦ.

Таблица 1 – Физико-химические характеристики сульфогипса

Содержание $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, %	CaCO_3 , %	Зола, пыль, %	S, см ² /г	pH	$\rho_{\text{нас}}$, кг/м ³	$\rho_{\text{ист}}$, г/см ³	Цвет	Запах
91-96	1,5-1,6	<3	2700-2900	4,4-8,9	510-540	2,34-2,38	Сероватый	Нейтральный

По химическому и минералогическому составу допускается причислить к гипсовому сырью 1 сорта (таблица 1).

Представляемая проба была высушена до остаточной влажности 1–2 % во избежание прилипания массы к поверхности мельницы и мелющих тел и измельчена. Продукт характеризуется высокой дисперсностью (остаток на сите 008 8–10 %).

Тонкоизмельченный безобжиговый материал испытывали согласно ГОСТ на гипсовые вяжущие, физико-механические характеристики которого приведены в таблица 2.

Таблица 2 – Физико-механические характеристики сульфогипса после сушки

в/в	ρ , г/см ³ образцов	R _{сж.} МПа 1 сут возраста	Сроки схватывания	
			Нач., мин	Кон., мин
0,25	1,33	1,3	19	32

Подбирали водовязущее отношение (в/в), соответствующее тесту нормальной консистенции, равное 0,25. При этом плотность гипсового камня 1,33 г/м³. Прочность на сжатие суточного твердения 1,3 МПа. По срокам схватывания материал относится к медленноотверждающимся.

В настоящее время получило развитие тенденция применения технологии производства гипсовых изделий преимущественно на базе гипсосодержащих отходов, не используя устаревший преобразования двуводного гипса в вязущее и в дальнейшем гидратации в протекании изготовления изделий [2, 3].

Для использования сульфогипса в безобжиговом виде были подготовлены различные составы с содержанием извести и полуводного гипса.

В работе использовалась известь со скоростью гашения 4 мин 59 сек., содержание СаО+МgО – 93 %, количество непогасившихся частиц 1,1 %. Строительный гипс марки Г-3.

Из подготовленных смесей методом прессования (при давлении прессования 25 МПа) готовились образцы размером 5x5x3 см, которые твердели на воздухе. Результаты исследования приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Совместное влияние извести и полуводного гипса на прочностные характеристики сульфогипса

Составы	Соотношение компонентов Отход:известь: полуводный гипс	$\rho_{ист}$ г/см ³	Прочность на сжатие, в возрасте, Rсж, МПа			Степень гидратации	
			1 сут.	7 сут.	14 сут.	7 сут.	14 сут.
1	89:5:7	1,89	1,30	1,27	1,28	17	18
2	85:7:11	2,12	1,23	1,22	1,22	18	19

Из результатов исследования видно, что прочность образцов при введении 4-6 % извести и 6–10 % полуводного гипса при давлении прессования 25 МПа при твердении до 14 суток остается почти в тех же пределах. Можно отметить незначительный скачок в суточном возрасте, однако идет дальнейшее снижение.

Известь обычно снижает растворимость и кристаллизацию двуводного гипса. А количество полуводного гипса 6–10 % недостаточно для активации сульфогипса при давлении прессования 25 МПа.

Поэтому в следующие составы добавили до 20 % β CaSO₄·0,5H₂O и 0,6 % глениума (состав 1, таблице 4).

Из работы О. А. Галина, Г. И. Овчаренко известно, что Glenium m115 в количестве 0,7 % от массы гипса повышает водостойкость [4].

А в смесь 2, таблица 4 добавляли 20 % β CaSO₄·0,5H₂O.

Для получения гипсоволокнистых изделий в смесь 3, таблица 4 добавляли 3 % мелких опилок (до 1 мм).

Результаты и обсуждение

Из рассмотренных смесей изготавливали образцы при давлении прессования 50 МПа.

Результаты исследования приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Влияние полуводного гипса и давления прессования на изделия из сульфогипса

№	Наименование материала	Соотношение, %	Плотность ρ , г/ см ³	W, %	Предел прочности Rсж, МПа
1	Отход : строительный гипс: глениум	20:79,3:0,7	1,99	9,5	7,76
			1,97	9,5	7,64
			1,98	9,5	7,65
			Среднее значение	1,98	9,5
2	Отход : гипс	80:20	1,98	9,5	9,53
			1,97	9,5	9,41
			1,96	9,5	9,42
			Среднее значение	1,96	9,5
3	Отход: гипс : опилки (размером до 1 мм)	80:20:3	1,81	9,5	2,88
			1,82	9,5	2,83
			1,83	9,5	2,75
			Среднее значение	1,82	9,5

Из результатов исследований видно, что добавка полуводного гипса до 20 % в сульфогипс при давлении 50 МПа способствует значительному упрочнению образцов, т.к. тщательное перемешивание материалов, давление (50 МПа) сближает частицы полуводного гипса и дисперсные частицы сульфогипса. За счет разницы в гранулометрии, происходит обволакивание частиц полуводного гипса мельчайшими частицами сульфогипса и химическое средство обуславливает совместную кристаллизацию материала.

Добавка глениума несколько снижает прочность, но способствует повышению водостойкости материала.

С использованием до 3 % мельчайших опилок получены образцы меньшей средней плотностью, но и меньшей прочностью (2,67 МПа).

Выводы

– Исследования показали, что сульфогипс, полученный на теплоэлектростанции, относится к гипсовому сырью 1 сорта;

– Модификация сульфогипса известью (4–6 %) и полуводным гипсом 6–10 % при давлении прессования 25 МПа способствует стабилизации прочностных показателей. Степень гидратации на 14 суток составляет 16–18 %;

– Повышение количества полуводного гипса до 20 % и давления прессования до 50 МПа способствует повышению прочности изделий из сульфогипса до 7–9 МПа;

- Добавка глениума несколько снижает прочность, но способствует повышению водостойкости материала;
- С использованием до 3 % мельчайших опилок получены образцы меньшей средней плотностью, но и меньшей прочностью (2,67 МПа);
- Составы (1–2) могут быть рекомендованы для получения кирпича, а состав 3 для стеновых блоков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Под общей ред. А. В. Ферронской Гипс в малоэтажном строительстве. – М. : Издательство АСВ, 2008. – 240с.
- 2 **Дворкин, Л. И.** Строительные материалы из отходов промышленности./ Л. И. Дворкин, О. Л. Дворкин. – Ростов н/Д : Феникс, 2007. – 368 с.
- 3 **Коровиков, В. Ф.** Повышение водостойкости гипсовых водостойких вяжущих и расширение областей их применения. / В. Ф. Коровиков // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2005. – № 3 С. 14–17.
- 4 **Галин, О. А., Овчаренко, Г. И.** Повышение водостойкости гипсовых материалов. – Томск : Изд-во Том. гос. арх. строит. универ., 2014. – С. 36–43.
- 5 **Гавриш, А. М.** профессор КНИГА, генеральный директор ООО «Кнауф гипс Киев», г. Киев, Строительные материалы.
- 6 **Ферронская, А. В.** Эффективные гипсовые материалы и изделия. Строительные материалы / А. В. Ферронская, И. М. Барамов, В. Ф. Коровяков. 1998. – № 4. – 23–25 с.
- 7 **Абдыкалыков, А. А.** Сырьевые ресурсы и перспективы развития основных строительных материалов в Кыргызской Республике / [А. А. Абдыкалыков, Н. С. Абдылдаев, Б. Т. Ассакунова и др.]. – Бишкек : КыргызНИИТИ, 1996. – 48 с.
- 8 **Шленкина, С. С.** Совершенствование технологии и повышение качества гипсовых изделий с использованием пластификаторов различной природы. Автореферат канд.дисс. на соиск. степени канд.техн.наук. – / С.С. Шленкина. СПб. 2007. – 25 с.
- 9 **Садуакасов, М. С.** Применение добавок для повышение качества гипсовых вяжущих / М. С. Садуакасов. – Алма-Ата : Каз ЦНТ. – 210 с.
- 10 **Садуакасов, М. С.** Облицовочные плиты на основе гипсового вяжущего низкой водопотребности / М. С. Садуакасов, А. Меджид. – Алма-Ата : Каз ЦНТИС, 1992. – 125 с.

REFERENCES

- 1 Gips v maloe`tazhnom stroitel`stve [Under the general editorship of A. V. Ferronskaya Gypsum in low-rise construction]. – Moscow : Publishing House DIA, 2008. –240 p.
- 2 **Dvorkin, L. I.** Stroitel`ny`e materialy` iz otkodov promy`shlennosti [Building materials from industrial waste] / L. I. Dvorkin, O. L. Dvorkin. – Rostov n/A : Phoenix, 2007. – 368 p.

- 3 **Korovyakov, V. F.** Povy`shenie vodostojkosti gipsovy`x vodostojkix vyazhushhix i rasshirenie oblastej ix primeneniya [Increasing the water resistance of gypsum water-resistant binders and expanding their application areas]. / V. F. Korovyakov // Construction materials, equipment, technologies of the XXI century, 2005. – № 3. – P. 14–17.
- 4 **Galin, O. A. Ovcharenko, G. I.** Povy`shenie vodostojkosti gipsovy`x materialov [Increasing the water resistance of gypsum materials].–Tomsk : Publishing House of the State Arch. builds. univer., 2014. – P. 36–43.
- 5 **Gavriush, A. M.** professor KNIGA, general`ny`j direktor ООО «Knauf gips Kiev» [Professor BOOK, General Director of Knauf Gypsum Kiev LLC]. Kiev: Building Materials.
- 6 **Ferronskaya, A. V.** E`ffektivny`e gipsovy`e materialy` i izdeliya. Stroitel`ny`e materialy` [Effective gypsum materials and products. Building materials] / A. V. Ferronskaya, I. M. Baranov, V. F. Korovyakov. – 1998. – № 4. – 23–25 p.
- 7 **Abdykalykov, A. A.** Sy`r`evy`e resursy` i perspektivy` razvitiya osnovny`x stroitel`ny`x materialov v Ky`rgy`zskoj Respublike [Raw materials and prospects for the development of basic building materials in the Kyrgyz Republic] / [A. A. Abdykalykov, N. S. Abdyldaev, B. T. Assakunova, etc.]. – Bishkek : Kyrgyzinti, 1996. – 48 p.
- 8 **Shlenkina, S. S.** Sovershenstvovanie texnologii i povy`shenie kachestva gipsovy`x izdelij s ispol`zovaniem plastifikatorov razlichnoj prirody`. Avtoreferat kand.diss. na soisk. stepeni kand.texn.nauk. [Improving the technology and improving the quality of gypsum products using plasticizers of various nature. Abstract of the cand.diss. on the job. degrees of Candidate of Technical Sciences]. – St. Petersburg. / S. S. Shlenkina. 2007. – 25 p.
- 9 **Saduakasov, M. S.** Primenenie dobavok dlya povy`shenie kachestva gipsovy`x vyazhushhix [The use of additives to improve the quality of gypsum binders] / M. S. Saduakasov. – Alma-Ata : Kaz TsNT. – 210 p.
- 10 **Saduakasov, M. S.** Obliczovochny`e plity` na osnove gipsovogo vyazhushhego nizkoj vodopotrebnosti [Facing plates based on gypsum binder of low water demand] / M. S. Saduakasov, A. Medzhid. – Alma-Ata : Kaz TSNTIS 1992. – 125 p.

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

***Г. Р. Байменова¹, С. Т. Кульшикова²**

^{1,2}Ө. А. Байқоңұров атындағы Жезқазған университеті,
Қазақстан Республикасы, Жезқазған қ.
Материал 01.06.23 баспаға түсті.

КОМПОЗИЦИОНАЛЫҚ ТҮТҚЫР НЕГІЗІНДЕГІ
АЗ ҚУАТТЫ ҚАБЫРҒА МАТЕРИАЛДАРЫ

Бұл мақалада құрылыс материалдары мен конструкцияларының өзіндік құнын төмендету үшін құрылыс материалдарын өндіруде толтырғыш ретінде табиғи шикізатты композициялық тұтқыр затпен алмастыру мүмкіндігі ұсынылған. Минералды шикізатты өндіру кез-келген елдің экономикасында

үлкен үлесті алады, оны соңғы өнімге өңдеу кезінде аз ғана мөлшерде қолданылады. Оның негізгі бөлігі қоршаған ортаны ластайтын қалдықтарға ауысады. Мәселе қалдықтарды пайдалану қазіргі уақыттағы ең өзекті болып табылады, ол қалдықтарды соңғы өнімге қайта өңдеу үшін технологиялық процесте қосымша сілтеме жасау үшін қосымша инвестицияларды қажет етеді. нарықта бәсекеге қабілетті. Жаңа құрылыс материалдарының өндірісі үнемі алға жылжуда табиғи материалды жасанды материалмен алмастыра отырып, қазіргі заманғы материалтану әлемнің көптеген ғалымдарын зерттеу саласы болып табылады. Гипс пен қожды ұнтақтау процесінде заттың белсенділігі артады, нәтижесінде гидротация процестерінің ағымы күшейіп, гидроалюминат пен кальций гидросиликаттарын түзеді. Бұл жағдайда гипстің екі тізбекті түйірішкітелуі жүреді, ол гидросиликат қосылған кезде артады. Жартылай Сулы гипс мөлшерін 20 %-ға дейін және престеу қысымын 50 МПа-ға дейін арттыру сульфогипс өнімдерінің беріктігін 7–9 МПа-ға дейін арттыруға ықпал етеді. Сондай-ақ, глений қоспасы беріктігін бірішама төмендетеді, бірақ материалдың суға төзімділігін арттыруға көмектеседі.

Кілтті сөздер: гипс композиттері, ылғалдандыру, ұсақ фракциялар, қабырға материалдары, аз энергия сыйымдылығы.

*G. R. Baimenova¹, S. T. Kulshikova²

^{1,2}Zhezkazgan University named after O. A. Baikonurov,
Republic of Kazakhstan, Zhezkazgan.
Material received on 01.06.23.

LOW-ENERGY WALL MATERIALS BASED ON COMPOSITE BINDER

This article presents the possibility of replacing natural raw materials with a composite binder as a filler in the production of building materials to reduce the cost of building materials and structures. The extraction of mineral raw materials occupies a huge part of the economy of any country, only a small amount is used when processing it into the final product. The main part of it goes to waste, which pollutes the environment. The problem of waste utilization is the most pressing at the moment, which requires additional capital investments to create an additional link in the technological process for recycling waste into a final product competitive on the market. The production of new building materials is constantly moving forward, replacing natural material with artificial, modern materials science is an area for study by many scientists around the world. During the grinding of gypsum and slag, the activity of the substance increases, as a result of which the flow of hydrotational processes increases, forming hydroaluminum and calcium hydrosilicates. In this case, double-circuit granulation of gypsum occurs, which increases when the hydrosilicate is combined. Increasing the amount of semi-aqueous gypsum up to 20 % and the pressing pressure up to 50 MPa increases the strength of products made of sulfogypsum up to 7–9 MPa. Also, the addition of gelenium slightly reduces the strength, but helps to increase the water resistance of the material.

Keywords: gypsum composites, hydration, fine fractio, wall materials, low energy consumption.

МРНТИ 67.09.33

<https://doi.org/10.48081/LRRE9213>

*А. Н. Жаканов

Евразийский национальный университет имени
Л. Н. Гумилёва, Республика Казахстан, г. Астана

*e-mail: zhakanov888@mail.ru

ПРИРОДНЫЕ ПОРИСТЫЕ ЗАПОЛНИТЕЛИ ЛЕГКОГО БЕТОНА

Статья посвящена исследованию в области применения различных компонентов в качестве заполнителя для легких бетонов. На сегодняшний день использование современных технологий способствовало росту популярности легких бетонов. Легкий бетон представляет широкий спектр характеристик, которые обеспечивают технический рычаг по сравнению с традиционными конструкциями, адаптивностью и устойчивостью.

Согласно современным требованиям, предъявляемым к энергоэффективным зданиям и сооружениям, появляется спрос на легкие бетоны на пористых заполнителях. Основные свойства легких бетонов напрямую зависят от качественных характеристик используемых заполнителей.

В данной статье изучены аспекты применения легких бетонов с различными заполнителями, представлены результаты исследований трудов ученых по данной тематике.

В работе приведены физико-механические характеристики природных пористых горелых пород, в том числе – глиежей, которые обусловлены условием их образования – природной термической обработкой и возможностью использования их в легких бетонах. С развитием научно-технического прогресса доля пористых заполнителей по сравнению с плотным будет повышаться, что отразится на решении экологической проблемы и подтвердит преимущества легкого бетона.

По итогам исследования сделаны выводы о перспективности развития легких бетонов с различными компонентами с учетом экономических и экологических преимуществ.

Ключевые слова: горелые породы, глиеж, пористый заполнитель, легкие бетоны, отходы производства.

Введение

В современном строительстве существует актуальность поиска альтернативных материалов и технологий, направленных на возможность расширения существующей сырьевой базы и производства новых пористых заполнителей, позволяющих получать легкие бетоны средней плотностью 400–800 кг/м³.

Расширение применения дешевых и качественных пористых заполнителей, в том числе природных для легкобетонных конструкций в современном строительстве принесет большой экономический эффект и станет одним из основных путей снижения затрат в капитальном строительстве, что обуславливает актуальность темы исследования.

Использование легких бетонов позволяет снизить массу бетонных и железобетонных конструкций, укрупнить монтируемые сборные элементы зданий и сооружений, улучшить теплотехнические и акустические показатели зданий и сооружений, уменьшить транспортно-монтажные расходы и стоимость строительства [1].

Изделия из легких бетонов получили широкое применение в практике сельского строительства, как в ближнем, так и дальнем зарубежье. В Болгарии, Венгрии, Польше Чехословакии и других странах получило развитие сборное строительство из легкобетонных крупноразмерных элементов (коровники, птичники и т.д.).

В США, Англии, Канаде, Швеции, Дании и др. странах легкие бетоны применяются в основном при производстве камней в монолитных сооружениях, частично для сборного строительства. В США более 80 % объема стеновых материалов составляют бетонные камни. В Англии основными материалами для производства камней из легких бетонов являются топливные и отвальные доменные шлаки. Средняя плотность таких бетонов 800–1000 кг/м³, марка -50.

Необходимость применения в строительстве природных пористых заполнителей для легкого бетона объясняется их преимуществами. Они являются легкими, имеют хорошее сцепление с цементным камнем, пылевидная часть химически активна в отношении цементов, а пористые разности, кроме того, способны создавать в бетоне эффект самовакуумирования [2].

Материалы и методы

Бетон и железобетон являются ведущими строительными материалами, поэтому в современных условиях повышается актуальность вопроса применения природных пористых заполнителей для легкого бетона.

Преимущества легкого бетона на природных пористых заполнителях дают возможность утверждать об эффективности и рациональности использования материальных ресурсов в виде отходов производства для изготовления данного строительного материала. В свою очередь, использование отходов производства позволяет не только удовлетворить потребность в местных дешевых заполнителях, но и решить проблемы утилизации отходов, то есть экологические проблемы.

В связи с этим, использование местного сырья и промышленных отходов в производстве строительных материалов и конструкций является важной задачей народного хозяйства.

В статье использованы общенаучные методы от абстрактного к конкретному, синтеза и теоретического обобщения, индукции, дедукции, системного анализа.

Теоретической и методологической основой статьи являются работы отечественных и зарубежных ученых по вопросам эффективности и рационального применения легких бетонов на природных пористых заполнителях, в том числе из местного сырья и отходов производства.

Результаты и обсуждение

Одним из источников сырьевой базы для производства нерудных строительных материалов являются горелые породы.

Щебень и песок из горелых пород, по зерновому составу, прочности, морозостойкости, форме зерен щебня, содержанию глинистых и засоряющих примесей, а также по вредным примесям должны соответствовать требованиям ГОСТ 24100-80 к нерудным материалам из природного сырья. Добавочные требования к горелым породам как заполнителям изложены в ТУ 5711 -001 -02070105-2002 и ТУ 5711-002-0207105-2008.

Горелые породы достаточно дешевы и доступны.

Природная термическая обработка горелых пород является тем фактором, от которого зависит их активность.

Текстура горелых пород может быть сланцевой, кусковой, глыбообразной, но не должна быть рыхло-сыпучей, землистой [3,4].

О степени обжига горелых пород можно оценить по окраске, прочности, данным термического анализа, а также по водопоглощению, аналогично оценке степени спекаемости керамического черепка. Горелые породы, имеющие водопоглощение от 5 до 10 % процентов относятся к умеренно обожженным, а при водопоглощении менее 5 %-к хорошо обожженным.

Химический и минеральный состав горных пород взаимосвязаны. Высокое содержание кремнезема объясняется присутствием его в свободной форме в виде кварца, а также связанного в алюмосиликаты различного состава (каолинит, слюда, полевые шпаты и др.). Железо в породах представлено дисульфидом (пирит, марказит), сидеритом или смесью этих минералов. Наличие щелочей объясняется разложением полевого шпата и слюд, а триоксида серы – разложением сульфатов и окислением пирита. Алюминий, как и кремний, сосредоточен в виде различных неорганических кислородных соединений [4].

– образование расплава (стеклофазы преимущественно мелитового состава) и кристаллизация новых фаз – магнетита, кристобаллита, корунда (950-1200 °С) [4].

При самообжиге шахтных пород происходят сложные преобразования:

- удаление адсорбированной влаги (120–160 °С);
- деструкция (250–500 °С);
- окисление и выгорание органических веществ (300–1000 °С);
- диссоциация и окисление сульфидов железа (300–500 °С);
- диссоциация карбонатов железа (500–700 °С), кальция и магния (700–850 °С);
- ступенчатая дегидратация и аморфизация глинистых минералов (550–900 °С);

– кристаллизация вновь образующихся соединений (муллит, силлиманит, гематит, шпинель), а также их взаимодействие друг с другом или с оксидами с образованием с образованием силикатов и алюмосиликатов (980–1200 °С);

– образование расплава (стеклофазы преимущественно мелитового состава) и кристаллизация новых фаз - магнетита, кристобаллита, корунда (950–1200 °С) [4].

Автором отмечено [5], что горелая порода является перспективным заполнителем для применения в легких бетонах. При физическом и химическом выветривании пород происходит изменение их крупности за счет диспергирования и разрушения химически неустойчивых минералов. В результате термического

воздействия различной интенсивности и неравномерного распределения образуются породы различной степени измененности: обожженные, горелые, переплавленные и породы, прокаленные в среде близкой к восстановительной.

В работе [6] авторами было установлено, что в минеральном составе горелых пород содержатся кварц, глинистые минералы, представленные гидрослюда с примесью каолинита и хлорита, карбонат в виде пирита, марказита, гематита. Встречаются полевые шпаты, модификации кристаллического кремнезема – тридимит, кристобалит. Стекловидная фаза представлена стеклом в основном из мелинитового стекла.

В работе [7] автором представлены результаты испытаний, использование в конструкционном бетоне легкого заполнителя, который производится из горелых пород. Цементная масса породы сложена бурым пелитовым материалом, обожженным и частично остеклованным. В цементе наблюдаются одиночные зерна вторичного карбоната, бурые пленки гидроксидов железа. В результате процессов метаморфизации цементирующая составляющая превращается в плотный агрегат, облегчающий материал породы и значительной степени скрадывающий контуры обломков.

В работе [8] авторами рассмотрены вопросы получения легкого высокопрочного бетона. Текстуры и структуры пород разнообразны. Можно выделить следующие основные текстуры: плотные, ноздреватые, шлаковидная, брекчиевидные. Присутствуют пористые и вспученные, агрегированные слоистые и плотносцементированные породы.

В работе [9] авторами изучены вопросы модифицирования поверхности пористых заполнителей для обеспечения надежной совместной работы в бетоне компонентов с резко различными упруго-пластичными свойствами. Предложен легкий бетон с использованием в качестве пористых заполнителей из горелых пород.

Химический состав горелых пород %: SiO_2 -71,12-85-29; Al_2O_3 -5,78-21,44; Fe_2O_3 -2,25-3,15; CaO -0,28-0,4; MgO -0,79-1,06; SO_1 -0,16-1,01; п.п.п. -1,04-1,01.

Минералогический состав – кремнеземистые железистые [9].

Испытание заполнителя проводилось согласно ГОСТ 9758-2012 «Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний».

Физико-механические свойства испытуемого глиежа: истинная плотность 2,61 г/см³; средняя плотность 2,32 г/см³; насыпная плотность 1,27 г/см³; пустотность 44,8 %; пористость 15 %; водопоглощение 4,64 %; Др 16,68; марка щебня 600; влажность 0,3 %. Твердость по шкале Мооса 4,5; Мрз 75 циклов.

Достаточно высокая адгезионная прочность (2,6–2,8) цемента к поверхности глиежа [10].

Известен состав легкого бетона на основе техногенных отходов конструкционно-теплоизоляционного легкого бетона для ограждающих конструкций. Технический результат – понижение плотности и теплопроводности легких бетонов для ограждающих конструкций. Легкий бетон, включающий цемент, полые микросферы золу-уноса и воду, содержит в качестве полых микросфер полые микросферы – компонент золошлаковых смесей - отходы ГРЭС при следующем

соотношении, масс. %: цемент 25,4 – 30,9, зола-уноса 6,2 – 13,1, указанные микросферы 35,3 – 41,1, вода – остальное. Введение микросферы – компонента золошлаковых смесей – отхода ГРЭС в качестве заполнителя – позволяет значительно повысить прочность легкого бетона и понизить его теплопроводность, снизить себестоимость легкого бетона [11].

Выводы

– использование в технологии бетона эффективных модификаторов, влияющих на его структуру и свойства позволяют существенно повысить эксплуатационные свойства последних и получить новые перспективные виды;

– исследуемый глиеж характеризуется высоким содержанием железа, что обуславливает ровную ярко красную окраску, сланцевой сложной структурой;

– по химическому составу глиеж относится к активным породам (глинисто-железистым модуль $M=0,5 \leq 0,45$);

– порода характеризуется легкой размалываемой способностью (до полного прохождения через сито 0,63, время размалывания 3 ч. 10 мин.);

– физико-механические испытания глиежевых заполнителей делает возможным использовать их в легких бетонах;

– отходы производства или побочные продукты промышленности могут служить в качестве природного заполнителя и быть источником для разработки технологии получения новых строительных материалов с высокими эксплуатационными свойствами, что положительно отразится на конечной стоимости легкого бетона.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Ахматов, М. А.** Эффективность применения легких бетонов и железобетонных конструкций на заполнителях из каменных отходов и рыхлых пористых пород вулканического происхождения : дисс. на соиск. степ. д-ра техн. наук по 05.23.01 – Строительные конструкции, здания и сооружения [Текст]. – Нальчик, 1999. – 513 с.

2 **Симонов, М. З.** Основы технологии легких бетонов [Текст]. – М. : Стройиздат, 1973. – 584 с.

3 **Книгина, Г. И.** Строительные материалы из горелых пород [Текст]. – М. : Стройиздат, 1966. – 207 с.

4 **Буравчук, Н. И.** Ресурсосбережение в технологии строительных материалов : учеб. пособие [Текст]. – Ростов н/Д. : ЮФУ, 2009. – 224 с.

5 **Попов, М. Ю.** Легкий бетон на основе гранулированного пеностекла: автореф. дисс. на соиск. степ. канд.техн. наук. по 05.23.05 – Строительные материалы и изделия [Текст] – Иваново, 2015. – 20 с.

6 **Семейных, Н. С., Сопегин, Г. В., Федосеев, А. В.** Оценка физико-механических свойств пористых заполнителей для легких бетонов [Текст] // Вестник МГСУ. – 2018. – № 2(113). – Т. 13. – С. 203–212.

7 **Канцельский, И. С.** Глиеж, как активная минеральная добавка [Текст]. – Ташкент. : изд-во АН УзССР, 1957. – 22 с.

8 **Урханова, Л. А., Ефременко, А. С.** Модифицированный легкий бетон в Иркутской области [Текст] // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. – 2011. – № 1(1). – С. 137–141.

9 **Береговой, В. А., Сорокин, Д. С.** Модификация поверхности растительных заполнителей для легких бетонов [Текст] // Приволжский научный вестник – 2015. – № 5-1 (45). – С.74–76.

10 ГОСТ 9758-2012. Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний [Текст] – М. : Стандартинформ, 2014. – 67с.

11 **Рахимов, А. М.** Модифицированные бетоны с использованием техногенных отходов и конструкции на их основе: дисс. на соиск. степ. д-ра филос. (PhD) по 6D073000 – Производство строительных материалов, изделий и конструкций [Текст] – Караганда, 2019. – 157 с.

REFERENCES

1 **Ahmatov, M. A.** E`ffektivnost` primeneniya legkix betonov i zhelezobetonny`x konstrukcij na zapolnitelyax iz kamenny`x otkhodov i ry`xly`x poristy`x porod vulkanicheskogo proisxozhdeniya : dissertaciya na soiskanie stepeni doctora texnicheskix nauk po specialnosti 05.23.01 – Stroitel`ny`e konstrukcii, zdaniya i sooruzheniya [The effectiveness of the use of lightweight concrete and reinforced concrete structures on aggregates from stone waste and loose porous rocks of volcanic origin : dissertation for the degree of doctor of technical sciences in the specialty 05.23.01 – Building structures, buildings and structures] [Text]. – Nal`chik, 1999. – 513 p.

2 **Simonov, M. Z.** Osnovy` tehnologii legkix betonov [Fundamentals of lightweight concrete technology] [Text]. – Moscow : Strojizdat, 1973. – 584 p.

3 **Knigina, G. I.** Stroitel`ny`e materialy` iz gorely`x porod [Building materials from burnt rocks] [Text]. – Moscow: Strojizdat, 1966. – 207 p.

4 **Buravchuk, N. I.** Resursosberezhenie v tehnologii stroitel`ny`x materialov : ucheb. posobie [Resource saving in the technology of building materials : textbook] [Text]. – Rostov n/D. : YuFU, 2009. – 224 p.

5 **Popov, M. Yu.** Legkij beton na osnove granulirovannogo penostekla : avtoreferat dissertacii na soiskanie stepeni kandidata texnicheskix nauk in the specialty 05.23.05 – Stroitel`ny`e materialy` i izdeliya. [Lightweight concrete based on granulated foam glass: abstract of the dissertation for the degree of candidate of technical sciences in the specialty 05.23.05 - Building materials and products] [Text]. – Ivanovo, 2015. – 20 p.

6 **Semejny`x, N. S., Sopegin, G. V., Fedoseev, A. V.** Ocenka fiziko-mexanicheskix svojstv poristy`x zapolnitelej dlya legkix betonov [Assessment of the physical and mechanical properties of porous aggregates for lightweight concrete] [Text]. Vestnik MGSU. – 2018. – № 2(113). – Т. 13. – P. 203–212.

7 **Канцерол`ский, И. С.** Gliexh, kak aktivnaya mineral`naya dobavka [Gliezh as an active mineral supplement] [Text]. – Tashkent : izd-vo AN UzSSr, 1957. – 22 p.

8 **Urhanova, L. A., Efremenko, A. S.** Modificirovanny`j legkij beton v Irkutskoj oblasti [Modified lightweight concrete in the Irkutsk region] [Text]. Izvestiya vuzov. Investicii. Stroitel`stvo. Nedvizhimost`. – 2011. – № 1(1). – P. 137–141.

9 **Beregovoj, V. A., Sorokin, D. S.** Modifikaciya poverxnosti rastitel`ny`x zapolnitelej dlya legkix betonov [Modification of the surface of vegetable aggregates for lightweight concrete] [Text]. Privolzhskij nauchny`j vestnik – 2015. – № 5-1 (45). – P.74–76.

10 GOST 9758-2012. Zapolniteli poristy`e neorganicheskie dlya stroitel`ny`x работ. Metody` ispy`tanij [GOST 9758-2012. Porous inorganic fillers for construction works. Test methods] [Text] – MOSCOW : Standartinform, 2014. – 67 p.

11 **Raximov, A. M.** Modificirovanny`e betony` s ispol`zovaniem texnogenny`x otkhodov i konstrukcii na ix osnove: dissertaciya na soiskanie stepeni doctora filosofii (PhD) po specialnosti 6D073000 – Proizvodstvo stroitel`ny`x materialov, izdelij i konstrukcij. [Modified concrete with the use of man-made waste and construction based on ikh osnove: dissertation for the degree of doctor of philosophy (PhD) in the specialty 6D073000 – Production of construction materials, products and structures] [Text] – Karaganda, 2019. – 157 p.

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

***А. Н. Жаканов**

Л. Н. Гумилёв атындағы Еуразия ұлттық университеті,
Қазақстан Республикасы, Астана қ.
Материал 01.06.23 баспаға түсті.

ТАБИҒИ КЕУЕКТІ ЖЕҢІЛ БЕТОН ТОЛТЫРҒЫШТАРЫ

Мақала әртүрлі компоненттерді толтырғыштар ретінде жеңіл бетондарда пайдалану саласындағы зерттеулерге арналған. Бүгінгі таңда заманауи технологияларды қолдану жеңіл бетондардың танымалдылығының артуына ықпал етті. Жеңіл бетон дәстүрлі конструкциялармен, бейімделгіштікпен және тұрақтылықпен салыстырғанда техникалық тұтқаны қамтамасыз ететін сипаттамалардың кең ауқымын ұсынады.

Қазіргі заманғы талаптарға сәйкес энергия жағынан тиімді ғимараттар мен құрылыстарға кеуекті толтырғыштары бар жеңіл бетондарға сұраныс пайда болады. Жеңіл бетондардың негізгі қасиеттері қолданылатын толтырғыштардың сапалық сипаттамаларына тікелей байланысты.

Бұл мақалада әртүрлі толтырғыштары бар жеңіл бетондарды қолдану аспектілері зерттеліп, осы тақырып бойынша ғалымдардың еңбектерін зерттеу нәтижелері ұсынылды.

Жұмыста табиғи кеуекті күйдірілген тау жыныстардың, оның ішінде глиеждердің физикалық – механикалық сипаттамалары, олардың пайда болу жағдайына байланысты – табиғи термиялық өңдеуі және оларды жеңіл бетондарда қолдану мүмкіндігі келтірілген.

Ғылыми-техникалық прогресс дамуымен кеукті толтырғыштардың үлесі тығыз толтырғыштармен салыстырғанда жоғарылайды, бұл экологиялық мәселелерді шешуге әсер етеді және жеңіл бетондардың артықшылықтарын растайды.

Зерттеу нәтижелері бойынша экономикалық және экологиялық артықшылықтарды ескере отырып, әртүрлі компоненттері бар жеңіл бетондардың даму перспективалары туралы қорытындылар жасалды.

Кілтті сөздер: күйдірілген тау жыныстары, глиеж, кеукті толтырғыш, жеңіл бетондар, өндіріс қалдықтары.

***A. N. Zhakanov**

L. N. Gumilev Eurasian National University,

Republic of Kazakhstan, Astana.

Material received on 01.06.23.

NATURAL POROUS AGGREGATES OF LIGHTWEIGHT CONCRETE

The article is devoted to research in the field of application of various components as a filler for light concrete. To date, the use of modern technologies has contributed to the growing popularity of lightweight concrete. Lightweight concrete represents a wide range of characteristics that provide technical leverage compared to traditional structures, adaptability and stability.

According to modern requirements for energy-efficient buildings and structures, there is a demand for lightweight concrete on porous aggregates. Basic properties of light concrete they directly depend on the qualitative characteristics of the fillers used.

This article examines the aspects of the use of lightweight concrete with various aggregates, presents the results of research on the works of scientists on this topic.

The paper presents the physical and mechanical characteristics of natural porous burnt rocks, including deposits, which are conditioned by the condition of their formation – natural heat treatment and the possibility of using them in light concrete. With the development of scientific and technological progress, the proportion of porous aggregates compared to

dense ones will increase, which will affect the solution of the environmental problem and confirm the advantages of light concrete.

Based on the results of the study, conclusions were drawn about the prospects for the development of lightweight concretes with various components, taking into account economic and environmental advantages.

Keywords: burnt rocks, gliezh, porous aggregate, industrial lightweight concrete, waste.

МРНТИ 67.09.55

<https://doi.org/10.48081/ZEW05233>

С. А. Монтаев¹, *Л. А. Рахимова²

^{1,2}Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университеті, Қазақстан Республикасы, Орал қ.

*e-mail: llazamatovna@gmail.com

ІШКІ ҚҰРЫЛЫС ЖӨНДЕУ ЖҰМЫСТАРЫНА АРНАЛҒАН ТИІМДІ МАТЕРИАЛДАРДЫ ТАҢДАУ

Сапасы жоғары материалдарды пайдалануға сұраныс күннен-күнге арту үстінде. Құрылыс материалдарын пайдалану кезінде экономикалық және әлеуметтік факторларды қанағаттандыру ғана емес, сонымен қатар эстетикалық аспектілерді ескеру қажет. Жоғары стандартты құрылыс кешендерін алу үшін оларға қолданылатын материалдар да белгілі бір талаптарға сай болады. Мақалада соңғы жылдары қолданылған шетелдік құрылыс және біздің елде тиімді деп саналатын ішкі құрылыс жөндеу жұмыстарында қолданылатын материалдарға шолу жасалған. Еңбек шығындарын азайтуға және елдегі құрылыс саласының экономикалық өсуін төмендетуге бағытталған тиімді материалдардың маңыздылығы сипатталады. Өндірістің қарқынды дамуына және құрғақ құрылыс қоспаларының (ҚҚК) ассортиментінің кеңеюіне байланысты олардың құрамындағы жергілікті шикізатты пайдалану өзекті мәселе болып табылады. Құрғақ құрылыс қоспасы-цемент, гипс, полимер сияқты компоненттер негізінде жасалған ұнтақ өнім. Модификатор қоспаларының арақатынасын реттеу арқылы қоспаның қасиетін әдейі өзгертуге болады. Кәдімгі құрғақ қоспалардағы негізгі элементтер-гипс, әк немесе цемент.

Сондықтан, авторлармен бор-күл-гипс қатысындағы ішкі құрылыс жөндеу жұмыстарын жүргізуге арналған жаңа құрғақ құрылыс қоспасын алу әдісі ұсынылады. Зерттеу жұмысының нәтижесі бойынша тез жабысатын және жылдам кебетін құрғақ құрылыс қоспасын алу әдісі ұсынылды және техникалық көрсеткіштері анықталды.

Кілтті сөздер: құрғақ құрылыс қоспасы, құрылыс-әрлеу жұмыстары, тиімді материалдар, еңбек шығыны, ішкі жөндеу жұмыстары, экономикалық тиімділік.

Кіріспе

Қазіргі таңда құрылыс материалдарының өндірісі әрдайым өзгеріс үстінде, күннен-күнге даму үстінде болғандықтан, адамдар салынған ғимараттардың ішкі құрылысының басқалардан ерекше, қайталанбайтын дизайнмен, жаңа технологияларды қолдана отырып салынғанын қалайды. Осындай кезде, біз қарастырайын деп отырған материалдың қоғамдағы, аймақ немесе ұжымның экономикалық ситуациясына әсер етпегені абзал. Зерттеу жұмысының басты міндеті - тиімді материалдарды пайдалана отырып, ішкі құрылысты жөндеудің

жаңа технологияларын ойлап табу. Себебі басқа аймақтардан немесе шет елдерден алынатын ішкі құрылыс жөндеу жұмыстарының өнімдері тиімсіз, қалтаға соғады.

Ғимараттарды салу мен реконструкциялау кезінде құрылыс индустриясындағы ішкі әрлеу жұмыстары ең көп еңбекті қажет ететін жұмыстардың бірі болып табылады; олар ғимараттарды салудағы жалпы еңбек шығынының 25–30 % құрайды. Әрлеу жұмыстары – соңғы жұмыстар және салынған ғимараттың жалпы әсері олардың орындалу сапасына байланысты болады. Жоғары сапалы әрлеу жұмыстары сол ғимаратта тұратын адамдарға жайлылық сыйласа, ал ғимарат келбетінің жалпы архитектуралық жобасын ерекшелендіре түседі. Ішкі әрлеу жұмыстарына сылақ, сырлау жұмыстары, монтаждау-әрлеу жұмыстары, сондай-ақ, еден жабындарын орнату бойынша жұмыстар жатады. Ішкі жөндеу құрылыстарының әрбір жұмысын орындау жоғары білікті мамандарды талап етеді. Әрлеудің әртүрлілігіне байланысты жұмысшылардың шеберлігі де әртүрлі болуы керек. Себебі тек жоғары білікті мамандар ғана түстерді өзгертіп, бөлмелерге түстер арқылы жайлылық сыйлай алады. Өндеу жұмыстарына қойылатын негізгі талаптардың бірі – әрбір қолданылатын сылақ пен бояу қабатын қатайту үшін қажетті технологиялық үзілістерді сақтау, сондай-ақ, «дымқыл» процестерді орындау кезінде белгілі бір қабаттарды жағуда қалыңдықтарды ескеруді ұмытпау. Осы талаптарды сақтамау ішкі құрылыс-жөндеу жұмыстарының сапасының бұзылуына және әрлеу жабындарының күйреуіне алып келеді.

Биік ғимараттарда, сейсмикалық жағдайы тұрақсыз аудандарда ішкі жөндеу жұмыстарын жүргізу үшін күн сайын заманауи технологияларды қолданып жаңа композиттік құрылыстың тиімді материалдарын алу дамып келеді. Бұл үдеріс материалдардың сапасын жаңартып қана қоймай, осы саладағы нормативтік талаптар мен бәсекенің артуына себепші болады.

Ішкі әрлеу жұмыстарында қолданылатын тиімді материалдар есебінде, құрылыстық керамика, ангидрит, құрғақ құрылыс қоспаларын, шыны, бетон, пластмассалар, жылуөткізгіш материалдарды жатқызуға болады. Аталған заманауи құрылыстық материалдардың жағдайына, олардың өндірісі мен дамуына алдын-ала шолу жасау арқылы, құрылыс жобасына қандай материалдың тиімді екенін бағалап, оларды еркін таңдай аламыз. Сонымен қатар, инновациялық технологиялар арқылы алынған композиттік материалдар тек тұрғын үй кешендерінің ғана емес, арнайы мекемелердің де құрылысы үшін тиімді болмақ. Ал ұсынылатын бор-күл-гипс құрамдас құрғақ құрылыс қоспасы жергілікті (БҚО, Екібастұз), әрі қол жетімді материалдарды пайдалану арқылы экономикалық-экологиялық тұрғыдан тиімді, тез кеуіп, қабатқа берік жабысатын материал болып табылады.

Ресей құрылыс электронды журналы ұсынған 2022 жылғы ең тиімді материалдардың теріс және оң жағдайларына шолу жасап көрелік [3].

Кесте 1 – Тиімді құрылыс материалдарының сипаттамасы.

Т и і м д і м а т е р и а л а т а у ы	Сипаттамасы
Мөлдір ағаш	Құрамында табиғи целлюлоза бар өте икемді материал. Мөлдірлікке қол жеткізу үшін бальса ағашы арнайы ерітіндіге малынған, содан кейін құрылымға эпоксид қосылады. Мөлдір ағаш немесе ағаш әйнекті дәстүрлі екі қабатты терезелердің орнына немесе мөлдірлік, сонымен қатар беріктік, сондай-ақ тұрақтылық пен энергияны үнемдеу үшін қажет.
Көмірсулар	Көмірсулар темірден (75%) және алюминийден (30%) әлдеқайда жеңіл. Барлық дәстүрлі құрылыс материалдары көмірсулармен нығайтылады, бұл олардың беріктігін күшейтеді. Темірбетондағы көмірсутекті арматура сонымен қатар жылудың оқшаулауын қамтамасыз етеді. Теріс тұсы - материалдың қымбаттығы.
Аэрогель	Синтетикалық кеуекті ультра жеңіл материал гельден алынады, онда гельдің сұйық компоненті газбен ауыстырылады. Нәтижесінде тығыздығы өте төмен және жылу өткізгіштігі төмен өте қатты дене пайда болады. Ол нәзік полистирол көбікке ұқсайды. Мұндай материал өте жақсы оқшауланған, сондықтан ол жылу оқшаулау бойынша өнеркәсіптік масштабта кеңінен қолданылады — экология жағынан тиімді.
Сұйық гранит	Сұйық гранит экологиялық таза материал болып табылады, өйткені оған қауіпсіз шайырлар мен табиғи мәрмәр чиптері мен минералды толтырғыштар кіреді. Бұл композициялық материал әрлеу жұмыстарында, жеке құрылымдарды немесе интерьер элементтерін жасау немесе жабу үшін белсенді қолданылады.
М ө л д і р а л ю м и н и й	Басқаша - мөлдір керамика, негізі алюминий оксинитрид (AlON). Бұл материалдың ерекшеліктері-сызаттарға төзімді және берік, бұл сипаттамалар алюминий силикатты шыныдан (кварц) қарағанда сапфирге қарағанда 85% - ға жоғары. Сонымен қатар, ол 2100°С-қа дейін қызуға төтеп бере алады. Радиацияға, қышқылдарға, сілтілерге және суға төзімді. Әрине, бұл материал көбіне әскери және оптикалық өндірістерге қызмет етті. Ал құрылыста одан соққыға төзімді терезелер, күмбездер жасалады.
Қ ұ р ғ а қ к ұ р ы л ы с қ о с п а л а р ы	Қоспалардың құрамына оларға оңтайлы көлем беретін толтырғыштар кіреді (күм немесе мәрмәр чиптері, ұнтақталған әктас, әр түрлі шыққан талшықтар). Қоспаның қасиеттерін дұрыс бағытта өзгерту модификациялық қоспалармен қамтамасыз етіледі (пластификаторлар, полимерлер жиынтығы, күл, саз және т.б.). Материалдың қатаю жылдамдығы; тұтқырлық; аязға төзімділік; созылу беріктігі, қысу, сыну; ылғалды ұстау сияқты қасиеттері жоғары саналады.

1-кестеде талданған материалдар инновациялық тұрғыдан жаңа, қолдануға ыңғайлы және экономикалық тиімді болып табылады. Алайда көпшілік материалдың Қазақстан нарығындағы бағасының қымбаттығынан біздің елде қолдануға ыңғайсыз. Сондықтан, мақалада елімізде, соның ішінде батыс өңірде кездесуі ықтимал материалдардың маңыздылығы көрсетілді. Сонымен қатар, өңірде кездесетін қолжетімді материалдар негізінде құрғақ құрылыс қоспасының құрамы ұсынылады.

Материалдар мен әдістер

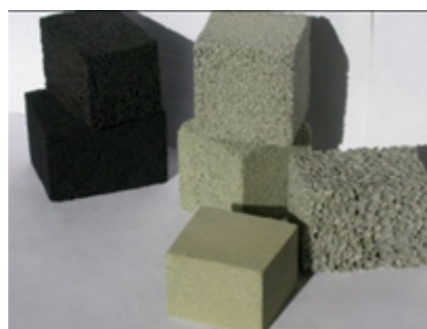
Шыны. Құрылыс материалдары өнеркәсібінде энергияны үнемдеу технологиясы бойынша шыны қалдығы құрамдас бейорганикалық жылу оқшаулағыш материалдары көбірек қолданылуда. Мұндай материалдарға көбік Шыны, көбікті кремний, көбікті бетон, перлитокримнезит, шыны көбік кремний, көбік шыны кристалды және т. б. материалдар жатады.

Германияда силикат кірпіш өндірісінде каолинді байыту қалдықтарын пайдалану технологиясы жасалды. Шикізат ретінде каолинді байыту процесінде алынған күм және ұсақталған әйнек қолданылады. Гидротермиялық өндеу кезінде

пайда болатын гидросиликаттардың санын көбейту және кірпіштің беріктігін арттыру мақсатында енгізу үшін ұсақталған әйнек қосындысы қолданылады [4].

Шыны қалдығы қосылған бетон материалы болса келесі қасиеттерге ие екен: төрт апта тұрғаннан кейін максималды мәндерге жететін жоғары беріктік; бетон қоспасын құйғаннан кейін келесі күні жұмысты жалғастыруға мүмкіндік беретін жылдам қатаю; жер сілкінісіне төзімділік; сыртқы ортаның қолайсыз жағдайларына төзімділік. Ғалымдар шыны қалдығы қосылған бетон кез-келген аумақтың кеңістігін тез толтырып, ылғалдан қорықпайды деген қорытындыға келді.

Сондай-ақ, Стаховская Н. Э. жұмысында келтірілгендей, шыныдан жасалған бұйымдар ғимараттар мен құрылыстардың ішкі және сыртқы қаптамалары үшін белсенді қолданылады (1-сурет). Жұмыста алынған көбік шыны органикалық және талшықты жылу оқшаулағыш материалдардан айырмашылығы, шексіз қызмет ету мерзімі бар отқа төзімді материал, одан әр түрлі конфигурациядағы бұйымдар жасауға болады [5]. Физика-механикалық қасиеттері төмендегі кестеде көрсетілген (1-кесте).



Сурет 1 – Кремний карбиді мен антрацит қосылған көбік шыны үлгілері

Кесте 1 – Көбік шынының физика-механикалық қасиеттері

Көрсеткіштер атауы	Өлшемі	Көрсеткіштер бірлігі	СТБ 1322-2002 бойынша нормативтер
Тығыздық	Кг/м ³	144-169	175-тен көп емес
Қысу кезіндегі тығыздық шегі	МПа	0,98-1021	0,7-ден көп емес
суды сіңіруі	% көлемі бойынша	1,98-2,25	5-тен көп емес
298К температурадағы жылу өткізгіштік	Вт/(м*К)	0,0686-0,0697	0,07-ден көп емес

Опока. Заманауи құрылыс саласы әрқашан жергілікті минералды шикізат көздерін бірінші орында ұсынады. Нарықтық экономика тиімділігін арттыру мақсатында және еңбек шығыны мен энергетикалық ресурсты үнемді пайдалану мақсатында опока сияқты жергілікті минерал көздерін қолдану маңызды саналады. Опока - негізінен опал-кристобалит кремний диоксидінің ең кішкентай (0,005 мм-ден аз) бөлшектерінен тұратын жеңіл, тығыз микрокеукті жыныстар.

Сонымен қатар оларды әк, аралас тұтқыр заттарды алу үшін, сондай – ақ өте перспективалы бағытта-құрғақ құрылыс қоспаларын (жеңілдетілген гипс сылақ ерітінділері, жылы ерітінділер және т.б.) өндіру үшін пайдалануға болады. Салмағы бойынша 5–10% опока қосу гипс сылақтарының тегістігі мен кеңею қасиетін арттырады, тығыздықты төмендетеді, содан кейін жылу оқшаулау қасиеттері мен беріктігін арттырады. Опока қосылған әк ерітінділері суға төзімділік пен беріктікке ие болады. Ерітіндінің мақсатына байланысты ерітінділердегі опока мөлшері әкке қарағанда екі-үш есе көп болуы мүмкін [6].

Қазақстан Республикасы аумағындағы лесс тәрізді саздақтарға модификацияланған опока қосу негізінде қабырға керамикасының физика-механикалық қасиеттерін жақсарту мүмкіндігі анықталған [7].

Құм. Құрылыстың әр кезеңі дерлік құмды қолданумен байланысты. Бұл болашақ құрылымның іргетасын тұрғызу, қабырғалардың материалын (кірпіш, блоктар және т.б.) қалау және әрлеу жұмыстары болуы мүмкін. Тиісті сапалы құмды пайдалану өте маңызды. Құрылыста құмды пайдалану аймағы мен тәсілі оның сапасына, құрамына және мақсатына байланысты.

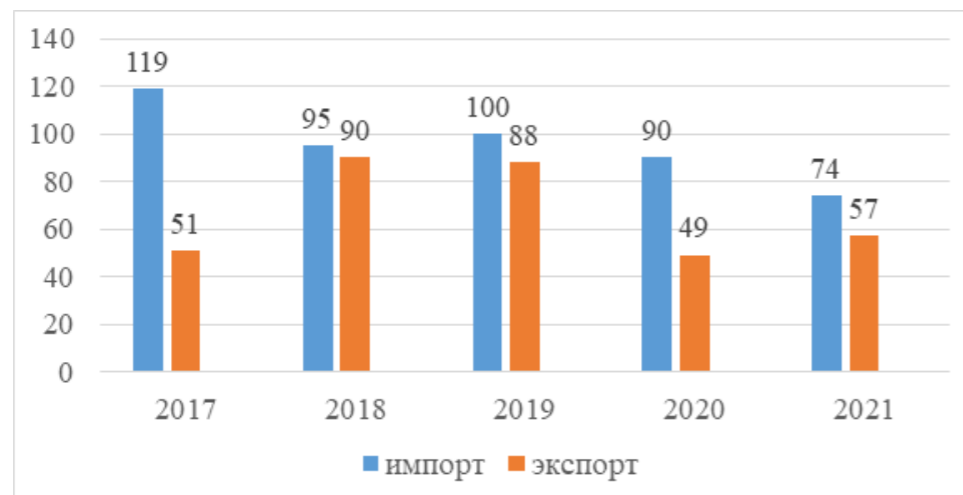
Пермь қаласының ПНИП университетінің ғалымдары құрылыста силикон қосылған құмды қолдану ұсынылған. Жасаған зерттеу жұмыстарының нәтижесі бойынша силикон қосылған құм су өткізбейді және жоғары бірігу мен ұстап тұру қабілетіне ие. Мұндай жеткілікті адгезиясы бар құмды пайдалану тірек қабырғасына қысымды айтарлықтай азайтуға мүмкіндік береді, бұл құрылымды жеңілдетеді және оның құнын төмендетеді [8].

Ильинская Г. Г. бастаған Ресей ғалымдары ішкі жөндеу жұмыстарына арналған кварц құмы қосылған көпкомпонентті жылуоқшаулағыш материалды ұсынады [9]. Алынған материал дәстүрлі жылытқыш жүйеге қарағанда ғимараттың жылу сақтауын 60 %-ға дейін үнемдейді.

Құрғақ құрылыс қоспасы – бұл цемент, гипс, полимер сияқты байланыстырғышқа негізделген ұнтақ өнімі. Құрғақ құрылыс қоспаларын пайдалану ескі технологиямен салыстырғанда ерітіндінің мөлшерін бес есе азайтады, ал өнімділік кем дегенде үш есе артады. Құрғақ құрылыс қоспаларының тағы бір артықшылығы — олардың тұрақтылығы-олар зиянды заттарды шығармайды, сондықтан олар су мен ауаны ластамайды және адамға зиянды әсер етпейді. Сонымен қатар, мұндай қоспалар дыбыстық, жылу және гидрооқшаулағыш қасиеттерге ие болуы мүмкін.

Зерттеу нәтижелері мен оларды талқылау

Статистикалық мәліметтерге сүйенсек елімізде 2017–2021 ж. аралығында өндірілетін құрғақ қоспаларға қарағанда, импортталатын қоспалар көлемі артқан екен (2-сурет). Шет елден тасымалданатын қоспалардың құны әлбетте жоғары болады. Сондықтан, қазіргі таңда Акжигитова Э. Р. мен Симонов Е. Е. өз еңбектерінде келтіргендей жергілікті құрылыс материалдарын қолдану арқылы алынған құрғақ қоспалар жұмыс өнімділігін 20–25 % арттырып, құрғақ қоспа шығынын 15–20 %-ға, тасымалдау шығындарын 49 %-ға төмендететіні белгілі болады [10]. Сонымен қоса бұл мемлекет экономикасын арттыруға зор мүмкіндік береді.



Сурет 2 – 2017–2021 жж аралығындағы ҚР импортталған және экспортталған құрғақ құрылыс қоспалары

Осы мақсатта, Қазақстан бойынша аналогы жоқ, құны арзан, еліміздің Батыс Қазақстан өңірінде жиі кездесетін шикізаттар, бор-50 %, гипс-10 %, күл-40 % арқылы құрғақ қоспа құрамы ұсынылады (3-сурет).



Сурет 3 – Бор–50 %, гипс-10 %, күл–40 % негізінде алынған құрғақ құрылыс қоспасы

Құрылыс гипсі-жанбайтын, отқа төзімді, улы емес ұнтақты материал. Бұл керемет құрылыс материалы саналады, себебі ол «тыныс алу» қабілетіне ие, яғни артық ылғалды сіңіріп, оны қоршаған ортаға шығарып, жоғары дыбыс пен жылу окшаулауын қамтамасыз ете алады.

Дәстүрлі құрылыс материалы – бор ерітінділерге, бояуларға, толтырғыштарға жоғары ақтық пен серпімділік береді. Компоненттермен тез араласады және жабынның беріктігін қамтамасыз етеді.

Ал күйе инновациялық шикізат ресурсы болып табылады. Ғалымдардың пікірінше, құрылыста ғана оның оннан астам перспективалы технологиялары бар. Күлді цемент, ерітінділер, құрғақ қоспалар, құрылыс блоктарын өндіруде сәтті қолдануға болады. Мысалы, Англияда, Германияда, Италияда, Францияда күлді пайдаланатын бизнес үшін жеңілдіктер бар және басқа да қымбат құрылыс

материалдарын - топырақ, құмды пайдалануға тыйым салынды. Бұл елдерде күлдің жүз пайызға жуығы одан әрі өңделеді, Польшада 80% астамы өңделеді, Қытайда 70 % жуығы өңделеді, бірақ Германия көшбасшы болып табылады, ол барлық өндірілген күлді қайта өңдейді.

Бұндай материал арқылы құрғақ құрылыс қоспасын алу қоршаған ортаға пайдасын тигізері сөзсіз.

Қоспаны бағалау үшін материалды тұтыну, қолданылатын қабаттың қалыңдығы және металға, ағашқа не әйнекке жабысу қабілетіне назар аудару қажет. Физика-механикалық көрсеткіштері төмендегі кестеде көрсетілген (3-кесте).

Кесте 3 – Бор-гипс-күл негізінде алынған құрғақ құрылыс қоспасының цементті және гипсті қоспалармен салыстырмалы техникалық көрсеткіштері

Құрғақ қоспа	Түсі	Толтырғыш фракциясы, мм	Қабат қалыңдығы, мм	Ақтық дәрежесі, %	1 м ² жерге кететін мөлшері (1 мм қалыңдықта) кг/м ²
Бор-гипс-күл	Ақшыл сұр	0,9 дейін	5	–	0,8 – 1,2

Қорытынды

Құрылыс саласында тиімді саналатын, бетон, пластмасса, керамика, шыны сияқты материалдарын әзірлеу басым және перспективалы бағыттардың бірі болып табылады. Әлемдік тәжірибе көрсеткендей, нарықта құрғақ құрылыс қоспаларының болуын тұтынушы талап етеді, бұл - саланың дамуына және жаңа, жақсартылған материалдардың дамуына әкеледі. Дәстүрлі құрылыс материалдары көп сатылымға ие болса да, олардың эффективтілігі және тығыздығы аз болып келеді. Ал жергілікті тиімді материалдар негізінде заттар құрылыс кешендерінің эксплуатациясының шығынын азайтып, энергия тұтынуды төмендетеді. Сол мақсатта, мақалада қолжетімді материалдар бор-гипс-күйе негізіндегі тез жабысатын және жылдам кететін құрғақ құрылыс қоспасын алу әдісі ұсынылды және техникалық көрсеткіштері анықталды.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Завражин, Н. Н.** Отделочные работы : учеб, пособие для нач. проф. образования. – М. : Издательский центр «Академия», 2009. – С. 320.

2 **Черноус, Г. Г.** Сылак жұмыстарының технологиясы: орта кәсіптік білім беретін студенттік мекемелерге арналған оқулық. – М.: «Академия» баспа орталығы, 2017. – 240 б.

3 <https://www.planradar.com/ru/top.15.innovacionnyh.stroitelnyh.materialov/> [Электронды ресурс]

4 **Чупрова, Л. В.** Отходы производства и потребления стекла как сырье для получения качественной продукции // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2016. – № 12. – С. 640–644.

5 Стаховская, Н. Э., Червоний, А. И. Пеностекло из несортированных отходов стекла // Construction materials. – 2012. – № 11. [Электронды ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/penosteklo-iz-nesortirovannyh-othodov-stekla> (дата обращения: 30.11.2022).

6 Котляр, В. Д., Терехина, Ю. В., Котляр, А. В., Шека, С. И. Опоковидные породы юга России и перспективные направления их использования в производстве строительных материалов // Новые технологии, 2012. – № 4. – С. 73–79.

7 Монтаева, А. С., Щучкин, С. В., Монтаев, С. А., Таскалиев, А. Т., Жарылгапов, С. М. Исследование свойств стеновой керамики с использованием опоки // Успехи современного естествознания, 2012. – № 6. – С. 41–42.

8 В Пермском Политехе предложили использовать в строительстве песок с силиконом [Электронды ресурс]. – URL: – <https://naked.science.ru/article/column/v-permskom-politehe-predlozhili-ispolzovat>.

9 Ильинская, Г. Г., Сопин, Д. М., Богусевич, В. А., Лесовик, Г. А., Черкесов, М. Ф. Сухие отделочные строительные смеси на основе композиционных вяжущих для устройства теплоизоляционных систем // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. – № 6. – С. 201–205.

10 Акжигитова, Э. Р., Симонов, Е. Е. Сухие строительные смеси на основе местных материалов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, 2013. – № 3. – С. 89–94.

11 Румянцева, В. Е., Панченко, Д. А., Панченко, Ю. Ф. Разработка состава сухой штукатурной смеси на основе извести // Архитектура, строительство, транспорт, 2022. – № 2. – С. 65–72.

REFERENCES

1 Zavrzhin, N. N. Otdelochnye raboty: ucheb, posobie dlia nach. prof. obrazovaniia [Finishing works: textbook, manual for the beginning of the prof. education] // Moscow : Izdatelskii tsentr «Akademiiia» [Publishing Center «Akademiiia»]. – 2009. – P. 320.

2 Chernous, G. G. Sylaq zhymystarynyn tekhnologiiiasy: orta kasiptik bilim beretin studenttik mekemelerge arnalgan oqulyq [Plastering works: studies. manual for students. institutions of secondary state education]. – Moscow : «Akademiiia» baspa ortalygy [«Akademiiia» Publishing Center]. – 2017. 240 p.

3 <https://www.planradar.com/ru/top-15-innovacionnyh-stroitelnyh-materialov/> [Electronic resource]

4 Chuprova, L. V. Otkhody proizvodstva i potrebleniia stekla kak syre dlia polucheniia kachestvennoi produktsii [Waste of production and consumption of glass as raw materials for obtaining quality products] // Mezhdunarodnyi zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy [International Journal of Applied and Fundamental Research]. – 2016. – № 12. – P. 640–644.

5 Стаховская, Н. Э., Червоний, А. И. Пеностекло из несортированных отходов стекла // Construction materials. – 2012. – № 11. [Electronic resource]. – URL: – <https://cyberleninka.ru/article/n/penosteklo-iz-nesortirovannyh-othodov-stekla> (Дата обращения: 30.11.2022).

6 Kotliar, V. D., Terekhina, Iu. V., Kotliar, A. V., Sheka, P. I. Opokovidnye породы юга России i perspektivnye napravleniia ikh ispolzovaniia v proizvodstve stroitelnykh materialov [Opoko rocks of the South of Russia and promising directions of their use in the production of building materials] // Novye tekhnologii [New technologies]. – 2012. – № 4. – P. 73–79.

7 Montaeva, A. P, Shchuchkin, P. V., Montaev, P. A., Taskaliev A. T., Zharylgapov, P. M. Issledovanie svoistv stenovoi keramiki s ispolzovaniem opoki [Investigation of the properties of wall ceramics using flask] // Uspekhi sovremennogo estestvoznaniia [Successes of modern natural science]. – 2012. – № 6. – P. 41–42.

8 V Permskom Politekhe predlozhili ispolzovat v stroitelstve pesok s silikonom [Perm Polytechnic University offered to use sand with silicone in construction] [Electronic resource]. – URL: <https://naked-science.ru/article/column/v-permskom-politehe-predlozhili-ispolzovat>.

9 Ilinskaia, G. G., Sopin, D. M., Bogusevich, V. A., Lesovik, G. A., Cherkesov, M. F. Sukhie otdelochnye stroitelnye smesi na osnove kompozitsionnykh viazhushchikh dlia ustroistva teploizoliatsionnykh sistem [Dry finishing building mixes based on composite materials for structures and thermal insulation systems] // Bulletin of V. G. Shukhov BSTU. – 2015. – № 6. – P. 201–205.

10 Akzhigitova, E. R., Simonov, E. E. Sukhie stroitelnye smesi na osnove mestnykh materialov [Dry and building mixes based on local materials] // Aktualnye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk [Aktualnye problemy gumanitarnykh and estestvennykh Sciences]. – 2013. – № 3. – P. 89–94.

11 Rumiantseva, V. E., Panchenko, D. A., Panchenko, Iu. F. Razrabotka sostava sukhoi shtukaturnoi smesi na osnove izvesti [Development of the composition of dry plaster mixture based on lime] Arkhitektura, stroitelstvo, transport [Architecture, construction, transport], 2022. – № 2. – P. 65–72.

Материал баспаға түсті 01.06.23.

С. А. Монтаев¹, *Л. А. Рахимова²

^{1,2}Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, Республика Казахстан, г. Орал. Материал поступил в редакцию 01.06.23.

ВЫБОР ЭФФЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ВНУТРЕННИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ РЕМОНТНЫХ РАБОТ

Спрос на использование высококачественных материалов растет день ото дня. При использовании строительных материалов необходимо учитывать не только экономические и социальные факторы, но и эстетические аспекты. Материалы, применяемые к ним для получения строительных комплексов высокого стандарта, также будут соответствовать определенным требованиям. В статье представлен обзор материалов, используемых в зарубежных строительных работах, используемых в последние годы, и внутренних

строительных ремонтных работ, которые считаются эффективными в нашей стране. Характеризуется важность эффективных материалов, направленных на снижение затрат труда и снижение экономического роста строительной отрасли в стране. В связи с быстрым развитием производства и расширением ассортимента сухих строительных смесей (ССС) актуальным вопросом является использование в их составе местного сырья. Сухая строительная смесь представляет собой порошкообразный продукт, изготовленный на основе таких компонентов, как цемент, гипс, полимер. Регулируя соотношение смесей-модификаторов, можно намеренно изменить свойства смеси. Основными элементами в обычных сухих смесях являются гипс, известь или цемент.

Поэтому авторами предложен способ получения новой сухой строительной смеси для проведения внутренних строительных ремонтных работ в присутствии мела-зола-гипса. По результатам исследовательской работы был предложен метод получения быстросохнущей и быстросохнущей сухой строительной смеси и определены технические показатели.

Ключевые слова: сухая строительная смесь, строительно-отделочные работы, эффективные материалы, трудозатраты, внутренние ремонтные работы, экономическая эффективность.

S. A. Montaev¹, *L. A. Rakhimova²

^{1,2}Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian

and Technical University, Republic of Kazakhstan, Oral.

Material received on 01.06.23.

SELECTION OF EFFECTIVE MATERIALS FOR INTERNAL CONSTRUCTION REPAIR WORK

The demand for the use of high-quality materials is growing day by day. When using building materials, it is necessary to take into account not only economic and social factors, but also aesthetic aspects. The materials applied to them to obtain high-standard construction complexes will also meet certain requirements. The article presents an overview of materials used in foreign construction works used in recent years, and internal construction repair works that are considered effective in our country. The importance of effective materials aimed at reducing labor costs and reducing the economic growth of the construction industry in the country is characterized. Due to the rapid development of production and the expansion of the range of dry building mixes (DBM), the use of local raw materials in their composition is an urgent issue. Dry construction mix is a powdered product made on the basis of components such as cement, gypsum, polymer. By adjusting the ratio of modifier mixtures, you can intentionally change the properties of the mixture. The main elements in conventional dry mixes are gypsum, lime or cement.

Therefore, the authors have proposed a method for obtaining a new dry construction mixture for carrying out internal construction repairs in the presence of chalk-ash-gypsum. According to the results of the research work, a method for obtaining a quick-drying and quick-drying dry construction mixture was proposed and technical indicators were determined.

Keywords: dry building mix, construction and finishing works, effective materials, labor costs, internal repairs, economic efficiency.

МРНТИ 75.31.01

<https://doi.org/10.48081/DAGA5082>

***O. V. Rozhkova¹, F. Zh. Aldyngurova², M. T. Yermekov³,
V. I. Rozhkov⁴, Sh. A. Muzdybaeva⁵**

^{1,4}Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin,

Republic of Kazakhstan, Astana;

²SME «Astana suarnasy», Republic of Kazakhstan, Astana;

³Parasat Scientific and Technological Center, Republic of Kazakhstan, Astana;

⁵Altai Geological and Ecological Institute,

Republic of Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk.

*e-mail: rozhkova.o@parasat.kz

SOME PROBLEMS DESIGN SOLUTIONS OF SEWAGE TREATMENT PLANTS IN ASTANA

For the majority of Kazakhstan sewage treatment plants, the issues of modernization and construction of new blocks of wastewater treatment facilities are very relevant, the solution of which involves a comprehensive engineering and technological approach.

This article analyzes the level of automation and disadvantages of the project of the second stage of sewage treatment plants (STP) of the State Enterprise «Astana SU Arnasy». The project of biological treatment on the aeration tanks of the second stage of (STP) does not provide for deep cleaning for biogenic pollutants, namely the internal recycling of activated sludge. The volume of the anoxic zone is 18 %, which is not enough for the process of biological dephosphotation. Thus, in order to more effectively achieve high-quality cleaning indicators, it is necessary to provide for a denitrification zone of at least 30 % of the total volume of the aeration tank.

Analysis of the main causes of inefficient removal of phosphates at the stage of biological purification showed: insufficient concentration of biological oxygen consumption in incoming wastewater, absence of denitrification process, dephosphotation in the design of the second stage aerotanks and insufficient volume of the anaerobic zone, which is 18 % of the volume of the aerotank.

The problems of inefficiency of technological wastewater treatment from phosphates at (STP) in Astana are primarily related to design errors and the impossibility of effective operation of wastewater treatment facilities associated with insufficient automation.

Thus, in order to increase the efficiency of the biological treatment facilities of the second stage, it is necessary to carry out a new calculation of the facilities taking into account the processes of nitr-denitrification and biological removal of phosphates, additionally equip with equipment to ensure internal recycling with the allocation of intermediate zones and in the process of retrofitting to provide greater automation to minimize manual labor.

Keywords: sewage treatment plants, wastewater, biological treatment, reconstruction, aerotanks.

Introduction

Sewage treatment is relevant not only for Kazakhstan, but also for the whole world. In such a way, according to the UN World Report, the amount of waste water produced and its total pollution is constantly growing all over the world, while the bulk of wastewater is discharged directly into the environment without appropriate treatment.

In Kazakhstan, sewage treatment plants (hereinafter referred to as STP) appeared in the middle of the last century, when mechanical treatment facilities were built and put into operation in large cities. Prior to this, urban wastewater was diverted to absorption fields or containment ponds without pre-treatment. Today, the main problem is the wear of these sewage plants, for example, in the Kokshetau, Shalkar, Kapshagai, Semey, Ridder, Karatau, Saran, Arkalyk, Ekibastuz cities, the degree of wear is more than 90%. In addition, there is an extremely low efficiency of plants, outdated technologies and equipment, which together has an extremely negative impact on the environment. In some cities, for example, in Taraz, there are no sewage treatment plants at all, urban wastewater is discharged through temporary settling tanks to absorption fields. In this regard, for the majority of Kazakhstan water utilities, the issues of reconstruction, modernization and construction of new wastewater treatment facilities are very relevant, the solution of which involves a comprehensive engineering and technological approach.

Methods and materials. STP SME «Astana suarnasy» of Astana city with a total capacity of 254 thousand m³ / day consists of two stages: the first stage is the existing station: with a capacity of 136,000 m³/day (facilities built in 1964, which passed several stages of reconstruction), the second stage is new facilities with a capacity of 118 thousand m³/day, commissioned in 2017 [1].

The second stage of the STP includes: a block of grates with aerated grit chambers, preliminary sedimentation tanks and gas treatment facilities, aerotanks, secondary sedimentation tanks, a block of blowers, sludge pumping station, a mechanical sludge dewatering shop № 3, a block for compacting sludge thickening sludge and filtrates treatment.

From the moment of commissioning operations, the main task was to achieve the quality indicators of wastewater laid down in the project for each stage of treatment. After the launch of biological treatment facilities, in order to accelerate the process of building up activated sludge, its supply was organized from the functioning facilities of the first stage of the STP [2]. 4 aerotanks are placed on the second stage of the STP according to the project. The scheme of the aerotank is shown in Figure-1. Aerotanks of the second stage are structurally different from aerotanks of the first stage: corridor type, length–166 m, depth–7.5 m, corridor width–15 m. The total volume of one aerotank is 18675 m³, the volume of the oxygen-free zone is 3375 m³. The anaerobic zone occupies 18 % of the total volume of the aerotank. Aerotanks in the anoxic zone are equipped with mixing devices in the amount of 4 pieces in each of the aerotanks. The aeration system consists of tubular diffusers installed along the length of the entire aerotank.

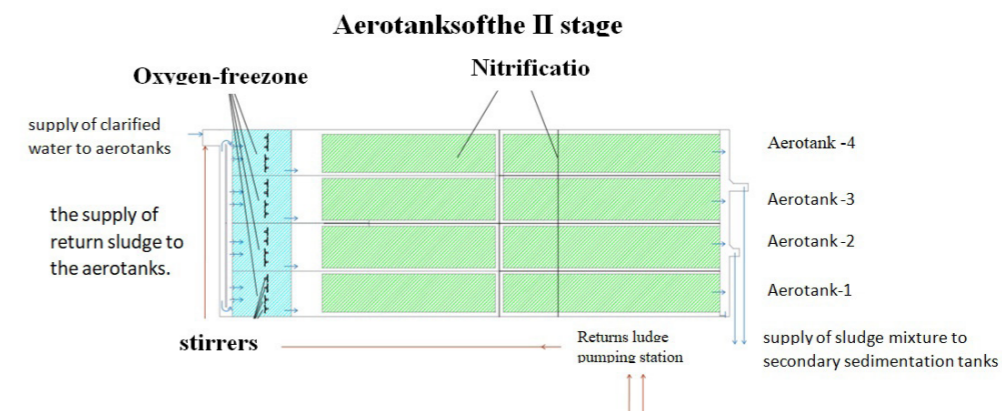


Figure 1 – Scheme of the aerotank of the second stage of the STP

Mixing of the flow of clarified wastewater after the preliminary sedimentation tanks with the return activated sludge is carried out in a gravity canal sewage regulator. The mixing of wastewater with activated sludge is achieved due to the length of the canal. In order to prevent sludge settling, the canals at the bottom are equipped with a large-bubble aeration system, where air bubbling is carried out. In addition, sensors are installed in this canal that measure the concentration of ammonium and nitrate nitrogen in the incoming mixture of return activated sludge and clarified water.

After passing through the overflow stoplog, the flow enters the oxygen-free zone of the aerotank, in which, in accordance with the implementation of the project: «Liquidation of the Taldykol holding pond with reclamation in Astana», the processes of nitrate nitrogen denitrification are carried out.

However, the design of aerotanks does not provide for an internal recycling of nitrates, namely, there are no pumps and associated pumpings for this task. The anaerobic zone at the beginning of each aerotank is 30 m long, does not perform its function. The small volume of the zone and the residence time of the mixture of clarified liquid and return activated sludge in it does not allow the processes of denitrification and biological dephosphorization to proceed. Also, there are no control and measuring devices in this zone, such as: a sensor for measuring temperature, dissolved oxygen, ammonium nitrogen, nitrates, phosphates, etc.

From the oxygen-free zone of the aerotank, the flow of the sludge mixture enters the aeration zone. To implement the process, a system of fine-bubble aeration was used. Sensors for measuring dissolved oxygen, ammonium nitrogen and nitrates are installed at the end of each aeration tank.

An important point in the operation of any biological treatment system is the process automation system. In this case, the project does not provide for full automation of the process. The signals from the dissolved oxygen sensors in the aeration tanks do not participate in the processes of regulating the air supply and controlling the operation of the blowers. The air supply is carried out through the main pipeline, from which there is one common air duct for every two aerotanks.

This design solution does not allow to regulate the air supply to each aerotank individually, to regulate the air supply, 18 manual valves are installed in each aerotank. In this regard, during operation, the adjustment of the air supply in the aerotanks takes a huge amount of time and effort, which involves two blower drivers who control the operation of the blowers depending on the readings of the dissolved oxygen sensors, and a locksmith for servicing the aerotanks, who controls the manual valves on the spot.

No less important in the design was the choice of the layout and design of the aerotanks carrying out biological treatment. Unfortunately, it should be noted that in this case, the design of the aerotanks does not allow achieving the design values for the indicators «phosphates» and «nitrates». During the commissioning operations from April to November 2017, the following indicators of the quality of biologically treated wastewater were recorded, presented in Table 1.

Table 1 – Comparative table of the efficiency of the aerotanks of the first and second stages of the STP in 2017

Name of indicators, mg/dm ³	I stage entrance to the aerotanks	I stage biologically treated WW	II stage entrance to the aerotanks	II stage biologically treated WW
Phosphorus of phosphates	6,5	1,10	3,72	3,76
Ammonium nitrogen,	41,92	2,24	27,09	2,64
Nitrates	9,1	34,24	31,65	79,72

According to the results, it is clear that biologically treated wastewater from the second stage does not reach the treatment parameters according to the indicators: nitrates and phosphorus of phosphates, therefore, reagent treatment at the post-treatment stage is used to bring the quality of treated wastewater to standard indicators [3].

For comparison, the aerotanks of the first stage are classic four-corridor aerotanks with regeneration. During the reconstruction, the biological treatment process was modernized with the introduction of nitr-denitrification for deep treatment from biogenic pollutants. Aerotanks are technologically divided into several zones: anoxic, denitrification and nitrification zones. Each aerotank is equipped with four mixing devices, nitrate recycling pumps, bottom turboaerators, sensors of dissolved oxygen, ammonium nitrogen and nitrates, as well as hydrostatic level meters for uniform distribution of flows. The scheme of the aerotank is shown in Figure 2.

As can be seen in the figure below, the number of aeration tanks is 6 pieces, there are 4 aeration tanks in constant operation. The length is 118 m, the depth is 4 m, the width of one corridor is 8 m. The total volume of one aeration tank is 15370 m³, the total volume of the oxygen – free zone is 4393 m³. The oxygen-free zone occupies 28 % of the total volume of the aeration tank. The aeration system in the first stage consists of tubular diffusers installed in the second, third and fourth corridors. The operation of the aeration tanks is automated, the start and speed of operation of the nitrate recycling

pumps, turboaerators depends on the indicators of the nitrate and ammonium nitrogen sensors.

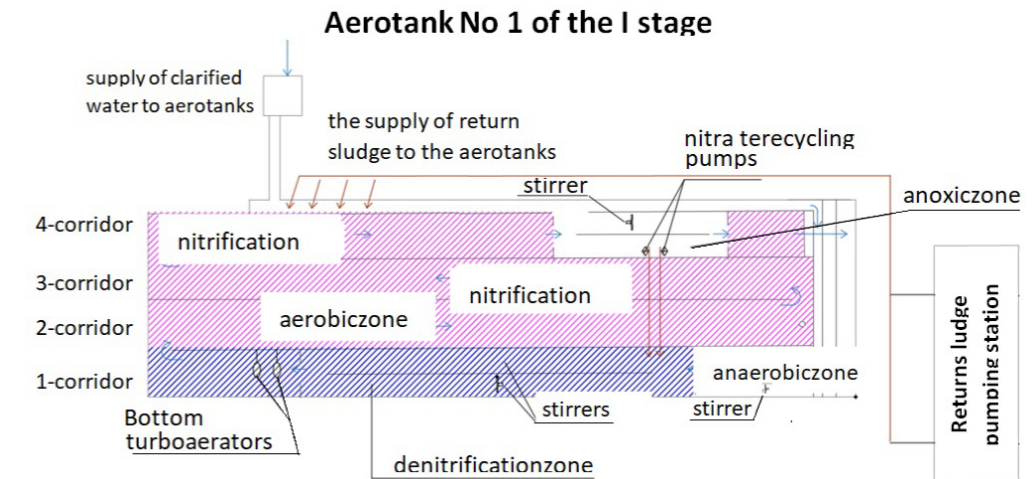


Figure 2 – Scheme of the aerotank of the first stage of the STP

However, the air-supply system and the operation of the blowers are not interconnected and are carried out manually by the service personnel.

The project of biological treatment on the aerotanks of the second stage of the STP does not provide for deep treatment for biogenic pollutants, namely, in this case, an internal recycling of activated sludge is not provided. The volume of the anoxic zone is 18 % and this is extremely insufficient for the process of biological dephosphorization [4].

For comparison, biological treatment of the first stage takes place on aerotanks, the anoxic zone of which is 28 % of the total volume, also in the fourth corridor there is a small compartment with a stirrer and pumps for internal recycling. At the end of the first corridor, a transition zone is provided, which, if necessary, operates in the nitrifier mode, saturating the aerator solids with oxygen, and in the case of an increase in nitrates at the outlet, it operates in the continuation mode of the denitrification zone where mixing takes place. This kind of transition is achieved by using the speed of the turboaerators, to start a particular mode, signals are sent to the controller from sensors of ammonium nitrogen and nitrates installed at the output of each aerotank.

In such a way, in order to more effectively achieve high-quality treatment indicators, it is necessary to provide for a denitrification zone of at least 30% of the total volume of the aerotank [5–7].

Results and discussion. Upon completion of the commissioning operations, the management of the second stage treatment process was transferred to the staff of the STP SME «Astana suarnasy», who carried out a number of measures to achieve the quality indicators of biologically treated wastewater, as a result of which the problem with excessive formation of nitrates in the process of biological treatment on the

aerotanks of the second stage of the STP was solved. However, it was not possible to achieve the design indicators for treatment from phosphates.

All the work carried out by the specialists of the SME on REM “Astana suarnasy” did not allow to reduce the concentration of phosphates after biological treatment to standard indicators, in the second stage aerotanks, a decrease in the concentration of phosphates is achieved by no more than 1–1.5 mg/dm³. According to the design calculations, the biological removal of phosphates should be at least 50 %. In such a way, the issue of biological removal of phosphates at the second stage of the STP remains relevant.

Table 2 – Results of studies of samples of incoming and biologically treated wastewater of the 1st stage of the STP (the average value of concentrations of pollutants for the first half of 2020)

s/p No	Indicators	Unit of measurement	Incoming WW for the 1st stage	Biologically treated WW 1st stage	The norm for the project
1	B O D (biological oxygen demand)	mg/dm ³	162,2	7,9	8
2	C O D (chemical oxygen demand)	mg/dm ³	445,5	54,9	70
3	Suspended substances	mg/dm ³	320,4	15,0	20
4	Chlorides	mg/dm ³	300,0	294,0	350
5	Sulfates	mg/dm ³	302,0	291,0	290
6	Phosphates	mg/dm ³	10,79	1,47	4,91
7	Ammoniumnitrogen	mg/dm ³	42,79	2,01	2,0
8	Nitrates	mg/dm ³	0,85	25,15	45,0
9	Nitrites	mg/dm ³	0,227	0,617	3,3
10	Iron	mg/dm ³	3,90	0,38	-
11	Manganese	mg/dm ³	0,079	0,038	-
12	Fluorides	mg/dm ³	0,446	0,411	-
13	Petroleumproducts	mg/dm ³	2,227	0,042	0,35
14	SAS (surface active substances)	mg/dm ³	4,26	0,17	-

Table 3 – Results of studies of samples of incoming and biologically treated wastewater of the 2nd stage of the STP (the average value of concentrations of pollutants for the first half of 2020)

s/p No	Indicators	Unit of measurement	Incoming WW for the 2nd stage	Biologically treated WW 2nd stage	The norm for the project
1	B O D (biological oxygen demand)	mg/dm ³	153,1	9,2	6
2	C O D (chemical oxygen demand)	mg/dm ³	476,0	41,9	40
3	Suspended substances	mg/dm ³	268,7	17,8	9
4	Chlorides	mg/dm ³	303,0	293,0	350
5	Sulfates	mg/dm ³	305,0	299,0	290
6	Phosphates	mg/dm ³	8,84	7,27	4,91
7	Ammoniumnitrogen	mg/dm ³	42,48	1,43	2,0
8	Nitrates	mg/dm ³	0,84	34,15	45
9	Nitrites	mg/dm ³	0,196	0,284	3,3
10	Iron	mg/dm ³	3,31	0,63	-
11	Manganese	mg/dm ³	0,150	0,126	-
12	Fluorides	mg/dm ³	0,433	0,399	-
13	Petroleumproducts	mg/dm ³	2,102	0,045	0,35
14	SAS (surface active substances)	mg/dm ³	4,64	0,19	-

Table 4 shows data on the quality of treated wastewater of the first and second stages of the STP after post-treatment on flotation filters with quartz sand loading. Further, the treated wastewater passes through all the disinfection processes in the ultraviolet disinfection shop and then is discharged into the Yessil River.

Table 4 – Results of studies of samples of treated wastewater after post-treatment (average value of concentrations of pollutants in the first half of 2020)

s/p No	Indicators	Unit of measurement	TWW output after post-treatment	The norm for the project	Permissible concentration for water outlet
1	B O D(biological oxygen demand)	mg/dm ³	2,8	6,0	6,0
2	C O D (chemical oxygen demand)	mg/dm ³	25,9	40	30,0
3	Suspendedsubstances	mg/dm ³	5,4	<10	13,35
4	Chlorides	mg/dm ³	292	350	346,33
5	Sulfates	mg/dm ³	292	-	406,33
6	Phosphates	mg/dm ³	2,67	3,07	-
7	Ammoniumnitrogen	mg/dm ³	1,05	2,0	1,92

8	Nitrates	mg/dm ³	30,63	45,0	43,65
9	Nitrites	mg/dm ³	0,057	3,3	3,07
10	Iron	mg/dm ³	0,27	-	0,28
11	Manganese	mg/dm ³	0,037	-	0,1
12	Fluorides	mg/dm ³	0,404	-	1,2
13	Petroleumproducts	mg/dm ³	0,021	0,3	0,1
14	SAS (surface active substances)	mg/dm ³	0,13	0,5	0,37

To achieve the normative indicators in emergency and emergency situations, a process of reducing the residual concentration of phosphates on the post-treatment unit using a coagulant is provided [8–13]. However, due to the fact that there is no decrease in the concentration of phosphates at the biological treatment, the use of the coagulant is carried out all year round [14]. Taking into account the volume of 118 thousand m³ / day of wastewater at the second stage of the STP, the process of removing phosphates, with a coagulant consumption of about 5-6 tons per day, is very expensive, and makes up a significant part of the company's expenses.

The analysis of the main reasons for the inefficient removal of phosphates at the stage of biological purification showed: insufficient concentration of biological oxygen demand (Hereinafter-BOD) in incoming wastewater, the absence of a denitrification process, dephosphorization in the design of the second stage aerotanks and insufficient volume of the anaerobic zone, which is 18 % of the volume of the aerotank [14].

Conclusion. As a result, all the problems of inefficiency of technological wastewater treatment from phosphates at the STP of Astana city are associated with:

errors in design decisions, in particular, an erroneous technological scheme for specific wastewater was adopted, there were miscalculations in the facilities for biological wastewater treatment from phosphates, as a result of which an inefficient design was implemented;

the impossibility of effective operation of treatment facilities associated with insufficient automation, especially when regulating the air supply and its distribution on aerotanks, as well as when starting structures and equipment into operation in emergency and emergency situations;

3) an extremely cost-intensive process of the annual consumption of a coagulant for the chemical removal of phosphates of biologically treated wastewater of the second stage of the STP, the consumption of which is about 2 thousand tons per year.

At the same time, all responsibility is assigned to the operational services of treatment facilities, which are forced to use cost-intensive cleaning methods to level out the mistakes made during the design.

In such a way, the problem of phosphate removal within the framework of already implemented engineering and technological solutions requires its own solution. To increase the efficiency of the biological treatment facilities of the second stage, it is necessary to re-calculate the facilities taking into account the processes of nitrification and biological removal of phosphates, additionally equip them with equipment to ensure internal recycling with the allocation of intermediate zones that will serve for the transition from one mode to another. In the process of re-equipment,

provide for greater automation, which will minimize manual labor and generally increase the efficiency and cost-effectiveness of biological treatment facilities.

REFERENCES

- 1 **Yermekov M. T., Rozhkova O. V., Tolysbayev Ye. T., Zhakipbekov Zh. N., Merkureva S. N., Schefer V. I., Ivanovich V. V.** Problems and solutions of the silt sludge utilization issues at waste treatment facilities of Nur-Sultan city // News NAS RK, Series Chemistry and technology. – 2020. – 5 (443). – P. 71–76.
- 2 **Tetreault M. J., Benedict A. H., Kaempfer C., Barth E. F.** Biological phosphorus removal : A technological evaluation // Water Pollut. Control. – 1986. – 58(8). – P. 823–837.
- 3 **Karmazinov F. D., Probirskiy M. D., Vassiliyev B. V.** South-West treatment facilities of Saint-Petersburg. // Water supply and sanitary engineering. – 2005. – 12. – P. 26–32.
- 4 **Vassiliyev B. V., Mishukov B. G., Solovyeva E. A.** Reagent removal of phosphorus from municipal wastewater // Water supply and sanitary engineering. – 2009. – 2. – P. 80–85.
- 5 **Banerjee S., Gautam R. K., Gautam P. K., Jaiswal A., Chattopadhyaya M. S.** Recent trends and wastewater treatment: a nanotechnological approach to water purification // Materials Science and Engineering : Concepts, methodologies, tools and applications. – 2017. – P. 1745–1779.
- 6 **Prasanna N. P., Sricharan V., Iyankumar R., Vishnu P. D.** A Novel Method of Algal Based Water Treatment by Natural Coagulant “Alginates” // International Journal of Science and Research – 2017. – 6. – P. 769.
- 7 **Kuba, T. G., Smolders M. C. Loosdrecht M., Heijnen J. J.** Metabolic model for biological phosphorus removal by denitrifying organisms // Biotechnol. Bioeng. – 1996. – 52. – P. 685 – 695.
- 8 **Pohil Yu. N., Oskolkov N. V., Bogdanov B. A., Mamayev V. V., Artemenok N. D., Borovkov M. L.** Treatment of high-color low-turbidity waters in Kuibyshev, Novosibirsk region // Water supply and sanitary engineering. – 2019. – 4. – P. 18–25.
- 9 **Scharma B., Ahlert R. S.** Nitrification and Nitrogen Removal // Water Res. – 1977. – 11. P. 897–925.
- 10 **Getmantsev S. V.** Selection of effective coagulation technologies for natural water purification of OJSC «AURAT018» / Materials of VI International Scientific and Practical Conference «Water Purification Technologies». Cheboksary. – 2011. – P. 9–13.
- 11 **Draginskiy V. L., Alexeeva L. P., Getmantsev S. V.** Coagulation in natural water treatment technology // Science. – 2005. – P. 576 –579.
- 12 **Martynova O. I.** Coagulation during water treatment // State energy publishing house. – 1951. – P. 162–169.
- 13 **Probirskiy M. D., Fedotov B. A., Maskaleva S. E.** Operation experience. South-West treatment facilities in Saint-Petersburg // Water supply and sanitary engineering – 2009. – 10. – P. 3–16.

14 Shirasaki N, Matsushita T, Matsui Y, Oshiba A, Marubayashi T, Sato S. Improved virus removal by high-basacity polyaluminum coagulants compared to commercially available aluminum-based coagulants // Water Supply: Research and Technology – Aqua. – 2016. – 65(4). – P. 322–329.

Material received on 01.06.23.

**О. В. Рожкова¹, Ф. Ж. Алдынгурова², М. Т. Ермеков³,
В. И. Рожков¹, Ш. А. Муздыбаева⁵*

^{1,4}С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті,

Қазақстан Республикасы, Астана қ.

²«Астана су арнасы» мемлекеттік коммуналдық кәсіпорны,

Қазақстан Республикасы, Астана қ.

³АО «Парасат» ғылыми-технологиялық орталығы,

Қазақстан Республикасы, Астана қ.

⁵ЖШС «Алтай геологиялық-экологиялық институты»,

Қазақстан Республикасы, Өскемен қ.

Материал баспаға түсті 01.06.23.

КЕЙБІР МӘСЕЛЕЛЕР АСТАНАДАҒЫ КӘРІЗДІК ТАЗАРТУ ҚҰРЫЛЫСТАРЫНЫҢ ЖОБАЛЫҚ ШЕШІМДЕРІ

Көптеген қазақстандық кәріздік тазарту құрылыстары үшін сарқынды суларды тазарту жөніндегі құрылыстардың жаңа блоктарын қайта құрылымдау, жаңғырту және салу мәселелері өте өзекті және қажетті болып табылады, оларды шешу кешенді инженерлік-технологиялық тәсілді көздейді.

Бұл мақалада «Астана СУ Арнасы» МКК кәріздік тазарту құрылыстарының екінші кезегі жобасының автоматтандыру деңгейі мен кемшіліктері талданды. КТҚ екінші кезектегі аэротенктерде биологиялық тазарту жобасында биогеоді ластанулар бойынша терең тазарту көзделмеген, атап айтқанда бұл жағдайда белсенді тұнбаның ішкі рецикли көзделмеген. Аноксид аймағының көлемі 18 % құрайды, бұл биологиялық дефосфотация үдерісі үшін өте жеткіліксіз. Осылайша, тазартудың барлық сапалық көрсеткіштеріне неғұрлым тиімді қол жеткізу үшін жобалау кезінде аэротенктің жалпы көлемінің кемінде 30 % нитритсіздендіру аймағын көздеу қажет.

Биологиялық тазарту сатысында фосфаттарды тиімсіз жоюдың негізгі себептерін талдау мыналарды көрсетті: кіретін сарқынды сулардағы оттегіні биологиялық тұтынудың жеткіліксіз шоғырлануы, нитритсіздендіру үдерісінің болмауы, екінші кезектегі аэротенктер құрастырылымындағы дефосфотация және аэротенк көлемінің 18 %-ын құрайтын анаэробты аймақтың жеткіліксіз көлемі.

Астана қаласындағы КТҚ-дағы сарқынды суларды фосфаттардан технологиялық тазартудың тиімсіздігі мәселелері, ең алдымен, жобалық шешімдердің қателіктерімен және автоматтандырудың жеткіліксіздігімен

байланысты тазарту құрылыстарын тиімді пайдаланудың мүмкін еместігімен байланысты. Осылайша, екінші кезектегі биологиялық тазарту құрылыстары жұмысының тиімділігін арттыру үшін нитри нитритсіздендіру және фосфаттарды биологиялық жою үдерістерін ескере отырып, құрылыстардың жаңа есебін жүргізу, аралық аймақтарды бөле отырып, ішкі рецикли қамтамасыз етуге арналған жабдықпен қосымша жарақтандыру және қайта жарақтандыру үдерісінде қол еңбегін барынша азайтуға және жұмыс тиімділігін арттыруға мүмкіндік беретін үлкен автоматтандыруды көздеу қажет.

Кілтті сөздер: кәріздік тазарту құрылыстары, сарқынды сулар, биологиялық тазарту, қайта құрылымдау, аэротенктер.

**О. В. Рожкова¹, Ф. Ж. Алдынгурова², М. Т. Ермеков³,
В. И. Рожков³, Ш. А. Муздыбаева⁴*

^{1,3}Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, Республика Казахстан, г. Астана.;

²ГКП «Астана су арнасы»,

Республика Казахстан, г. Астана.;

³АО «Научно-технологический центр «Парасат»,

Республика Казахстан, г. Астана.;

⁴ТОО «Алтайский геолого-экологический институт»,

Республика Казахстан, г. Усть-Каменогорск.

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ В АСТАНЕ

Для большинства казахстанских канализационных очистных сооружений, вопросы реконструкции, модернизации и строительства новых блоков сооружений по очистке сточных вод являются весьма актуальными и необходимыми, решение которых предполагает комплексный инженерно-технологический подход.

В данной статье проанализирован уровень автоматизации и недостатки проекта второй очереди канализационных очистных сооружений ГКП «Астана СУ Арнасы». В проекте биологической очистки на аэротенках второй очереди КОС не предусмотрено глубокой очистки по биогенным загрязнителям, а именно в данном случае не предусмотрен внутренний рецикл активного ила. Объем аноксидной зоны составляет 18 %, что крайне недостаточно для процесса биологической дефосфотации. Таким образом, для более эффективного достижения всех качественных показателей очистки при проектировании необходимо предусматривать зону денитрификации не менее 30 % от общего объема аэротенка.

Анализ основных причин неэффективного удаления фосфатов на стадии биологической очистки показал: недостаточную концентрацию биологического потребления кислорода в поступающих сточных водах, отсутствие процесса денитрификации, дефосфотации в конструкции аэротенков второй очереди и недостаточный объем анаэробной зоны, которая составляет 18 % от объема аэротенка.

Проблемы неэффективности технологической очистки сточных вод от фосфатов на КОС г. Астаны связаны, прежде всего, с ошибками проектных решений и невозможностью эффективной эксплуатации очистных сооружений, связанной с недостаточной автоматизацией. Таким образом, для повышения эффективности работы сооружений биологической очистки второй очереди необходимо провести новый расчет сооружений с учетом процессов нитри-денитрификации и биологического удаления фосфатов, дополнительно оснастить оборудованием для обеспечения внутреннего рецикла с выделением промежуточных зон и в процессе переоснащения предусмотреть большую автоматизацию, позволяющую минимизировать ручной труд и повысить эффективность работы.

Ключевые слова: канализационные очистные сооружения, сточные воды, биологическая очистка, реконструкция, аэротенки.

МРНТИ 73.31.11

<https://doi.org/10.48081/OQFJ9498>***А. А. Хомич¹, И. Н. Лазарева²**¹Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, Российская Федерация, г. Омск;²ОАО «ПИИ «Тюменьдорпроект», Российская Федерация, г. Омск*e-mail: vera_khomich@mail.ru

АНАЛИЗ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗАЩИТЫ ОТ ШУМА УЧАСТКА РЕКОНСТРУИРУЕМОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ С РАЗВЯЗКОЙ В ДВУХ УРОВНЯХ

Проектирование защиты от шума транспорта автомобильных дорог заключается в разработке шумозащитных мероприятий с учетом параметров дорожного движения, технических параметров дорог, природных условий местности, а также реального акустического загрязнения и характеристик жилой застройки. На стадии проекта закладываются основы защиты от шума на двадцатилетнюю перспективу, поэтому решение вопросов, связанных с обеспечением норм акустической безопасности является важным.

В работе рассматривается одна из проблем практики проектирования участка реконструируемой автомобильной дороги с развязкой в двух уровнях. Взяв конкретный пример выполнения технического задания на проектирование защиты от шума участка реконструируемой автомобильной дороги непрерывного движения с транспортной развязкой в двух уровнях. Проведены акустические расчеты, в которых источниками шума являются элементы автомобильной дороги с разной интенсивностью движения автотранспорта. Определены расчетные точки в жилой застройке, рассчитано требуемое снижение эквивалентных уровней звука для достижения акустических нормативов. На основе этих расчетов спроектированы защитные сооружения – акустические экраны, которые являются проектным решением.

Аналогично сделаны дополнительные акустические расчеты, в которых источниками шума являются элементы улично-дорожной сети, расположенные на территории проектируемого земельного участка, но не входящие в техническое задание на проектирование – съезды с реконструируемой автомобильной дороги и магистральная улица регулируемого движения, проходящая под развязкой.

Установлено, что для соблюдения акустических нормативов в зоне жилой застройки необходимо рассчитывать акустическое воздействие всех элементов улично-дорожной сети проектируемого участка территории, а не только элементов реконструируемого объекта, чем обычно ограничивается техническое задание на проектирование.

Ключевые слова: шум, автотранспорт, акустические расчеты, эквивалентный уровень звука, акустические экраны.

Введение

Шумовое загрязнение признано одной из основных экологических проблем, влияющих на качество жизни во всем мире [1]. Доминирующим источником шума является дорожное движение. Увеличение акустических нагрузок на городскую территорию, прилегающую к автомобильным дорогам, связано с ростом интенсивности транспортных потоков и развитием транспортных систем [2, 3]. Для обеспечения соблюдения нормативных показателей уровней звука на селитебной территории проводится проектирование защиты от шума для строительства, реконструкции и капитального ремонта объектов транспортной инфраструктуры.

Техническое задание на проведение проектных работ взаимосвязано с документами по планированию территории и документацией по планировке территории, в соответствии с которыми объект проектируется в отведенных границах. Техническое задание, выдаваемое проектной организацией, включает элементы только проектируемого объекта. Однако при проектировании реконструкции участка автомобильной дороги с развязкой в двух уровнях на отведенной территории, кроме проектируемого объекта, находятся и другие элементы улично-дорожной сети, например, съезды с дороги и магистральная улица, расположенная под дорогой перпендикулярно к ней.

Цель работы – анализ проектирования защиты от шума участка реконструируемой автомобильной дороги с развязкой в двух уровнях.

В задачи работы входят акустические расчеты, в которых источниками шума являются:

- элементы реконструируемого объекта,
- элементы улично-дорожной сети – съезды с дороги и магистральная улица, расположенные в границах территории проекта, но не входящие в техническое задание, а также расчеты акустических защитных экранов.

Материалы и методы

Рассмотрена развязка в двух уровнях, расположенная на участке реконструируемой автомобильной дороги «Обход г. Тюмени» протяженностью 1,09 км. Трасса дороги проходит по улице Закалужская и пересекает улицу Червишевский тракт (рисунок 1). Это район городской застройки, поэтому проектирование защиты от шума селитебных территорий, прилегающих к автомобильной дороге обязательно. Вблизи проектируемого объекта расположены жилые дома различной этажности, первые этажи некоторых домов заняты помещениями разного назначения (магазины, кемпинги, СТО, автоцентры), а также строящийся коттеджный поселок «Комарово».

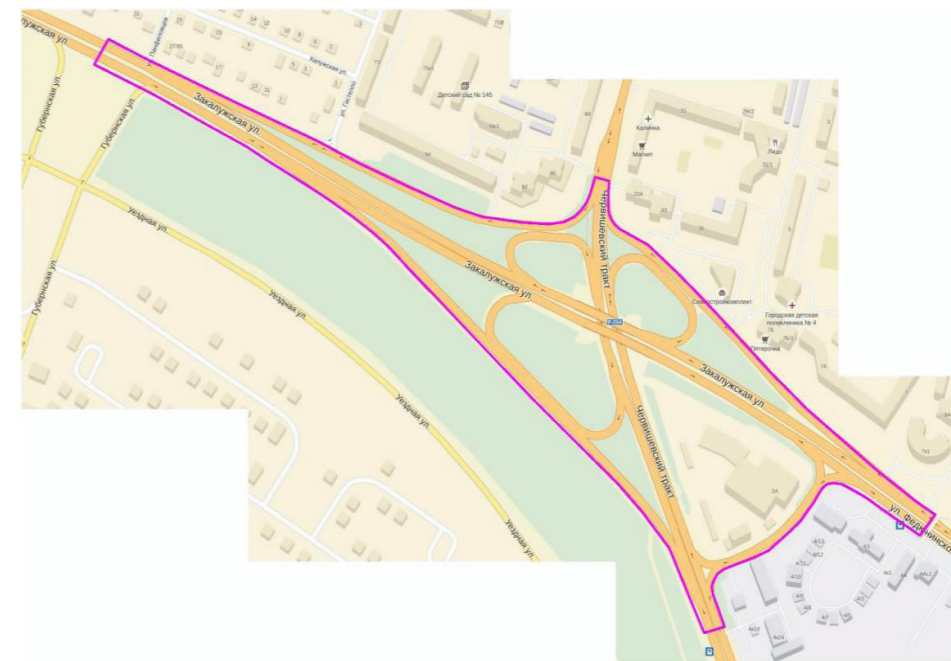


Рисунок 1 – Местоположение транспортной развязки (участок территории проекта обведен контуром)

Автомобильная дорога «Обход г. Тюмени» (ул. Закалужская) запроектирована по параметрам магистральной улицы общегородского значения непрерывного движения. Реконструкцией предусмотрено расширение проезжей части автомобильной дороги с четырех до шести полос движения (3-в прямом и 3-обратном направлении), а также демонтаж существующего путепровода на пересечении с ул. Червишевский тракт и строительство нового с отдельными пролетными строениями для каждого направления движения.

Акустические расчеты проведены на перспективу – 20-ый год эксплуатации дороги. Расчет интенсивности движения на первый и 20-ый год (коэффициент возрастания интенсивности за год - 1,04) выполнен по методике ОДМ 218.4.005-2010 «Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах» [4]. В таблицах 1 и 2 приведены значения интенсивности движения автомобилей входящих в состав транспортных потоков реконструируемой автомобильной дороги на 20-ый год ее эксплуатации. Среднегодовая часовая интенсивность движения на первый и 20-ый годы с указанием съездов с развязки представлена на рисунке 2.

Таблица 1 – Интенсивность движения грузовых автомобилей, авт./ч.

Направление	Грузовые одиночные					Автопоезда более 20 т	Итого
	до 2 т	2-6 т	6-8 т	8-14 т	более 14 т		
прямое	250	13	9	92	64	228	656
обратное	173	11	0	18	96	158	456
Итого	423	24	9	110	160	386	1112

Таблица 2 – Интенсивность движения автобусов и итоговая интенсивность движения, авт./ч.

Направление	Автобусы			Итоговая интенсивность
	малой вместимости	большой вместимости	Итого	
прямое	114	11	125	4546
обратное	85	2	87	2698
Итого	199	13	212	7244

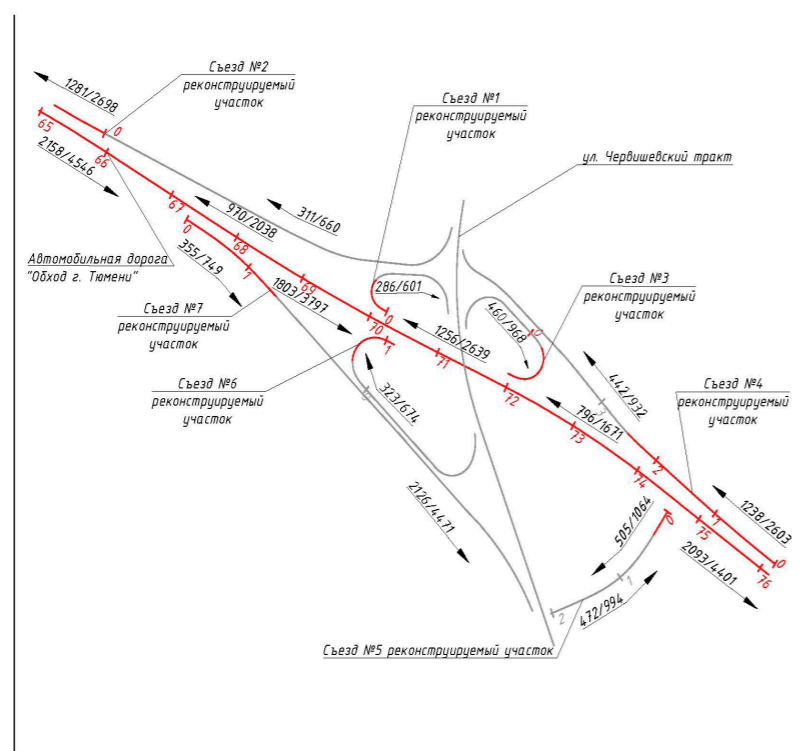


Рисунок 2 – Схема распределения интенсивности движения на проектируемом участке

Акустические расчеты проведены в два этапа. На первом этапе источниками шума, согласно техническому заданию, являются транспортные потоки реконструируемой автомобильной дороги с развязкой. Для проведения акустических расчетов трассу автомобильной дороги «Обход г. Тюмени» (ул. Закалужская) разбили на шесть участков – источников шума в зависимости от интенсивности движения (рисунок 2).

На втором этапе расчетов источниками шума являются семь съездов с автомобильной дороги и Червишевский тракт – магистральная улица общегородского значения регулируемого движения с интенсивностью движения на 20-ый год – 5923 авт./ч.

Акустические расчеты выполнены в соответствии с ОДМ 218.2.013-2011 «Методическими рекомендациями по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам» [5].

Расчетное значение эквивалентного уровня звука при движении транспортного потока (в прямом и обратном направлении) определены на расстоянии 7,5 м от оси ближней полосы движения транспортных средств, на высоте 1,5 м от уровня покрытия проезжей части по формуле

$$L_{\text{Аэкв7,5}} = L_{\text{Атрг7,5}} + \Delta L_{\text{Агруз}} + \Delta L_{\text{Аск}} + \Delta L_{\text{Аук}} + \Delta L_{\text{Апок}} + \Delta L_{\text{Арп}}, \quad (1)$$

где $L_{\text{Атрг7,5}}$ – эквивалентный уровень звука транспортного потока, дБА;

$$L_{\text{Атрг7,5}} = 50 + 8,8 \times \lg N, \quad (2)$$

где N – интенсивность движения транспорта, авт./час;

$\Delta L_{\text{Агруз}}$ – поправка, учитывающая грузовые автомобили и автобусы в составе транспортного потока, дБА;

$\Delta L_{\text{Аск}}$ – поправка, учитывающая среднюю скорость движения, дБА;

$\Delta L_{\text{Аук}}$ – поправка, учитывающая величину продольного уклона, дБА;

$\Delta L_{\text{Апок}}$ – поправка, учитывающая тип покрытия проезжей части дороги, дБА;

$\Delta L_{\text{Арп}}$ – поправка, учитывающая ширину центральной разделительной полосы, дБА.

Шум транспортных потоков распространяется в жилую застройку, акустическое воздействие на которую оценено по эквивалентному уровню звука в расчетных точках. Адресное положение расчетной точки определено как здание жилой застройки, ближайшее к источнику шума. Сама расчетная точка (РТ), согласно СН 51.13330.2011 «Защита от шума» [6], находится на расстоянии 2 м от фасада здания, обращенного к источнику шума, и на высоте 1,5 м над поверхностью земли для одноэтажных и двухэтажных зданий и на высоте 4 м для трехэтажных и более высотных зданий. Всего назначена 21 расчетная точка (21 здание), при этом протяжное здание определено двумя расчетными точками, например, РТ6 и РТ 6.1.

Расчет ожидаемого эквивалентного уровня звука в расчетных точках ($L_{\text{АРТ}}$) проведен с учетом их удаления от источников звука и поправок, зависящих от природных факторов по формуле

$$L_{\text{АРТ}} = L_{\text{Аэкв7,5}} - (\Delta L_{\text{Арас}} + \Delta L_{\text{Авоз}} + \Delta L_{\text{В/Г}}), \quad (3)$$

где $\Delta L_{\text{Арас}}$ – поправка учитывающая снижение уровня звука от расстояния до расчетной точки, дБА;

$\Delta L_{\text{Авоз}}$ – поправка учитывающая снижение уровня звука от затухания в воздухе, дБА;

$\Delta L_{\text{В/Т}}$ – поправка учитывающая снижение уровня звука от турбулентности воздуха и ветра, дБА.

Остальные поправки принимались за ноль или не учитывались в виду акустически жесткой поверхности, отсутствия полос зеленых насаждений, отсутствия сооружений и препятствий, экранирующих звук. Рассчитаны эквивалентные уровни звука в расчетных точках в дневное и ночное время суток.

В качестве мероприятий по защите от транспортного шума территорий, непосредственно прилегающих к жилым зданиям вдоль прохождения автомобильной дороги «Обход г. Тюмени» (ул. Закалужская), рассмотрены акустические защитные экраны. Расчет высоты экранов, являющейся основной характеристикой акустического качества, а также расчет акустической эффективности экранов проведены согласно п.11.4.1 ОДМ 218.2.013-2011 [5].

Снижение шума экраном, $\Delta L_{\text{Экр}}$, дБА, определено по формуле

$$\Delta L_{\text{Экр}} = 18,2 + 7.8 \log(\delta + 0,02), \quad (4)$$

где δ – разница между геометрическим расстоянием «источник шума – расчетная точка» и кратчайшим расстоянием между источником шума и расчетной точкой, м.

Результаты и обсуждение

1 Результаты акустических расчетов, в которых источниками шума являются элементы реконструируемого объекта.

Расчетные значения эквивалентных уровней звука транспортных потоков от шести источников шума автомобильной дороги «Обход г. Тюмени» (ул. Закалужская), рассчитанные по интенсивности движения ($L_{\text{Атрп7,5}}$, формула 2) и скорректированные с учетом поправок ($L_{\text{Аэкр7,5}}$, формула 1) представлены таблице 3. Значения величин поправок, дБА, составляют:

$$\Delta L_{\text{Агруз}} = -2,0; \Delta L_{\text{Аск}} = 0; \Delta L_{\text{Аук}} = +2,0; \Delta L_{\text{Апок}} = -2,0; \Delta L_{\text{Арп}} = -0.35.$$

Таблица 3 – Эквивалентные уровни звука транспортных потоков при движении по автомобильной дороге «Обход г. Тюмени» (ул. Закалужская)

Номер источника шума (ИШ)	Интенсивность движения, N, авт./ч (прямое и обратное направление)		Эквивалентный уровень звука, $L_{\text{Атрп7,5}}$, дБА		Эквивалентный уровень звука, $L_{\text{Аэкр7,5}}$, дБА	
	день	ночь	день	ночь	день	ночь
1	7244	724	83,97	75,17	81,62	72,82
2	6584	658	83,60	74,80	81,30	72,45
3	5835	584	83,14	74,34	80,80	71,99

4	7110	711	83,90	75,10	81,60	72,75
5	6142	614	83,34	74,54	81,00	72,19
6	7004	700	83,84	75,04	81,50	72,69

Адресное расположение расчетных точек (РТ) на селитебной территории, примыкающей к реконструируемой автомобильной дороге, показано в таблице 4. В расчетных точках рассчитаны эквивалентные уровни звука в (LAPТ) с учетом поправок, обусловленных природными факторами и изменяющих распространение звуковых волн, по формуле 3. Пример расчета приведен в таблице 5. Полученные значения уровней звука сравнены с нормируемыми показателями, которые на территории жилой застройки составляют днем (с 7 до 23 часов) 55 дБА, а ночью (с 23 до 7 часов) 45 дБА. Требуемое снижение уровней звука для обеспечения соблюдения нормативов получено как разность сравниваемых величин. Результаты расчетов представлены в таблицах 6 и 7.

Таблица 4 – Адресное положение расчетных точек (РТ) на селитебной территории

№ РТ	Адресное положение РТ	Назначение здания
1	2	3
РТ1	ул. Закалужская, 21	частные дома
РТ2	ул. Закалужская, 15	
РТ3	ул. Закалужская, 13	
РТ4	ул. Закалужская, 11	
РТ5	ул. Закалужская, 5а	
РТ6 и 6.1	ул. Червишевский тракт, 94	9-тиэтажный жилой дом
РТ7	ул. Червишевский тракт, 92	12-тиэтажные жилые дома с административными помещениями
РТ8	ул. Червишевский тракт, 90	
РТ9	ул. Червишевский тракт, 33а	10-тиэтажный жилой дом с административными помещениями
РТ10	ул. Червишевский тракт, 33	12-тиэтажный жилой дом с административными помещениями
РТ11	ул. Червишевский тракт, 35	10-тиэтажный жилой дом
РТ12	ул. Федюнинского, 76	10-тиэтажный жилой дом с административными помещениями
РТ13	ул. Федюнинского, 7а	9-тиэтажный жилой дом
РТ14 и 14.1	ул. Федюнинского, 7	жилой дом
РТ15	ул. Федюнинского, 7, корп. 1	16-тиэтажный жилой дом с административными помещениями
РТ16	ул. Федюнинского, 4/1	административное здание
РТ17	ул. Федюнинского, 2а	автоцентр
РТ18	ул. Губернский проезд	коттеджи
РТ19	ул. Губернский проезд	
РТ20	ул. Губернский проезд	
РТ21	ул. Губернский проезд	

Таблица 5 – Пример расчета эквивалентных уровней звука на территории жилого доа в дневной период

№ ИШ	$L_{Аэқв7,5}$, дБА	$\Delta L_{Арас}$, дБА	$\Delta L_{Авоз}$, дБА	$\Delta L_{ВЛ}$, дБА	$L_{АРТ}$, дБА	Требуемое снижение, дБА
Расчетная точка РТ1 - ул. Закалужская, 21, частный дом						
1	81,62	6,95	0,10	0,01	74,56	19,56

Таблица 6 – Эквивалентные уровни звука на селитебной территории в дневной период

РТ	$L_{АРТ}$, дБА	Требуемое снижение, дБА	РТ	$L_{АРТ}$, дБА	Требуемое снижение, дБА	РТ	$L_{АРТ}$, дБА	Требуемое снижение, дБА
РТ1	74,56	19,56	РТ8	65,50	10,50	РТ15	70,90	15,90
РТ2	71,75	16,75	РТ9	64,40	9,40	РТ16	70,70	-
РТ3	72,10	17,10	РТ10	64,80	9,80	РТ17	70,90	-
РТ4	72,30	17,30	РТ11	64,60	9,60	РТ18	56,50	1,50
РТ5	71,00	16,00	РТ12	68,70	13,70	РТ19	57,54	2,54
РТ6	68,60	13,60	РТ13	67,00	12,0	РТ20	60,43	5,43
РТ7	66,30	11,33	РТ14	70,30	15,30	РТ21	61,75	6,75

Таблица 7 – Эквивалентные уровни звука на селитебной территории в ночной период

РТ	$L_{АРТ}$, дБА	Требуемое снижение, дБА	РТ	$L_{АРТ}$, дБА	Требуемое снижение, дБА	РТ	$L_{АРТ}$, дБА	Требуемое снижение, дБА
РТ1	65,76	20,76	РТ8	56,60	11,60	РТ15	62,04	17,04
РТ2	62,90	17,90	РТ9	55,51	10,51	РТ16	61,84	-
РТ3	63,20	18,20	РТ10	55,90	10,90	РТ17	62,07	-
РТ4	63,42	18,42	РТ11	55,78	10,78	РТ18	47,67	2,67
РТ5	62,11	17,11	РТ12	59,85	14,85	РТ19	48,69	3,69
РТ6	59,78	14,78	РТ13	58,19	13,19	РТ20	51,62	6,62
РТ7	57,52	12,52	РТ14	61,52	16,52	РТ21	53,92	6,92

Как видно из таблиц 6 и 7 на территории жилой застройки, непосредственно прилегающей к автомобильной дороге, наблюдаем превышение предельно допустимых эквивалентных уровней звука от 1,50 до 20,76 дБА, что потребует применения эффективных мероприятий. Для защиты от шума грузовых автомобилей и автобусов, представляющих состав транспортных потоков объездной дороги, использование озеленения придорожных территорий малоэффективно в связи с преобладанием в шумах звуков низкой частоты, к которым растения индифферентны [7]. В качестве мероприятий по защите от шума транспортных потоков рассмотрены акустические экраны, которые устанавливаются по краю дороги [8].

2. Результаты расчетов эффективности работы экранов.

Рассчитанные высоты экранов составляет от 2 до 6 м, их акустическая эффективность для жилой застройки в ночное время, рассчитанная по формуле 4, приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Акустическая эффективность шумозащитных экранов для жилой застройки в ночное время

РТ	δ , м	$\Delta L_{экр}$, дБА	$L_{АРТ/экр}$, дБА	РТ	δ , м	$\Delta L_{экр}$, дБА	$L_{АРТ/экр}$, дБА
РТ1	2,59	21,46	44,30	РТ10	0,63	16,76	39,14
РТ2	1,54	19,70	42,99	РТ11	0,76	17,34	38,44
	2,25	20,97		РТ12	1,05	18,43	41,42
РТ3	1,62	19,88	43,13	РТ13	0,97	18,19	40,0
	2,23	20,94		РТ14	1,09	18,57	42,44
РТ4	1,70	20,05	43,17		2,37	21,15	
	2,33	21,09		РТ15	0,99	18,25	43,79
РТ5	1,40	19,40	42,71	РТ18	0,02	7,64	43,03
РТ6	1,22	18,94	40,84	РТ19	0,08	10,56	38,13
РТ7	0,60	16,57	40,95	РТ21	0,08	10,36	41,26
РТ8	0,47	15,83	40,77		0,11	11,33	42,24
РТ9	0,56	16,35	39,16		0,018	7,20	

К установке рекомендуются экраны вертикальные прямые комбинированные (поглощающие и отражающие шум). Исключением являются участки дороги, относящиеся к источникам шума для высотных зданий. В этом случае применяются экраны Г – образного поперечного профиля, комбинированные. Известно, что звуковая энергия может проникать за экран непосредственно через материал экрана, поэтому при конструировании экрана выбирают материалы, при использовании которых индекс изоляции воздушного шума более 25 дБ [9].

Полученные результаты расчетов показывают, что акустическая эффективность экранов достаточна для соблюдения нормативных уровней звука в жилой застройке. Проектное решение - экраны защищают селитебную территорию от источников шума участка реконструируемой автомобильной дороги «Обход г. Тюмени» (ул. Закалужская) с развязкой.

3. Результаты дополнительных акустических расчетов, в которых источниками шума являются съезды с реконструируемой дороги и магистральная улица Червишевский тракт.

Рассчитаны эквивалентные уровни звука транспортных потоков от источников шума не указанных в техническом задании, но расположенных на проектируемом участке: съезды с реконструируемой автомобильной дороги и ул. Червишевский тракт. Расчетные значения эквивалентных уровней звука транспортных потоков ($L_{Атрп7,5}$), рассчитанные по интенсивности движения (формула 2) и скорректированные с учетом параметров движения и технических параметров дороги ($L_{Аэқв7,5}$, формула 1), представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Эквивалентные уровни звука транспортных потоков при движении по съездам с дороги и ул. Червишевский тракт

№ ИШ	Источник шума	Интенсивность движения, N, авт./ч		Эквивалентный уровень звука, $L_{A_{TPI7,5}}$ дБА		Эквивалентный уровень звука, $L_{A_{ЭКВ7,5}}$ дБА	
		день	ночь	день	ночь	день	ночь
7	Съезд №1	601	60	74,50	65,65	72,50	63,65
8	Съезд №1	660	66	74,81	66,01	72,81	64,01
9	Съезд №1	968	97	76,30	67,48	74,30	65,48
10	Съезд №1	932	93	76,13	67,32	74,13	65,32
11	Съезд №1	2058	206	79,16	70,36	77,10	68,36
12	Съезд №1	674	67	74,90	66,07	72,90	64,07
13	Съезд №1	749	75	75,30	6650	73,30	64,50
14	ул. Червишевский тракт	5923	592	83,20	74,40	83,20	74,40

Развязка в двух уровнях экранирует шум ул. Червишевский тракт в месте перекрывания, однако открытые участки этой улицы будут источником шума для жилой застройки. Распространение звука воздействует на жилую застройку в расчетных точках от РТ6 до РТ13. Селитебная территория в этих точках защищена от шума источников реконструируемой автомобильной дороги экранами разной высоты, но не защищена от дополнительных источников, не учтенных в проекте. Результаты расчетов показывают превышение допустимого эквивалентного уровня звука на селитебной территории от 10,20 до 18,40 дБА, таблица 10. Снизить уровни шума рекомендуется экранами, размещая их по краям съездов с реконструируемой дороги и по краям магистральной улицы Червишевский тракт.

Таблица 10 – Эквивалентные уровни звука на селитебной территории в дневной период

РТ	$L_{A_{РТ}}$ дБА	Требуемое снижение, дБА	РТ	$L_{A_{РТ}}$ дБА	Требуемое снижение, дБА	РТ	$L_{A_{РТ}}$ дБА	Требуемое снижение, дБА
РТ6	65,20	10,20	РТ8	72,95	17,95	РТ11	72,60	17,60
РТ6.1	65,70	10,70	РТ9	73,40	18,40	РТ12	67,00	12,00
РТ7	70,64	15,64	РТ10	72,51	17,51	РТ13	66,13	11,13

Результаты дополнительных акустических расчетов показывают, что проектные решения недостаточны для соблюдения санитарных требований защиты от шума селитебной территории, прилегающей к проектируемому участку автомобильной дороги с развязкой в двух уровнях. В связи с этим требуется внести изменения в проектные решения и установить дополнительные сооружения защиты от шума.

Выводы

При проектировании защиты от шума участка реконструируемой автомобильной дороги с развязкой в двух уровнях необходимо учитывать источники шума всех элементов улично-дорожной сети, расположенных на территории, отведенной для проектирования. Применения акустических экранов по основному ходу реконструируемой автомобильной дороги недостаточно, следует обустраивать экранами остальные элементы улично-дорожной сети, оказывающими акустическое воздействие на прилегающую селитебную территорию.

Решение проблемных вопросов практики проектирования способствует снижению количества некачественной проектной документации, обеспечению безопасности проектных решений и выработке критериев по оценке качества проектов строительства [10, 11].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Environmental noise in Europe – 2020 / EEA Report № 22/2019. – 100 p. – DOI: [10.2800/686249](https://doi.org/10.2800/686249).

2 Чудинова, О. Н., Тумураева, Н. Н., Санжиева, С. Е. Воздействие шума от автотранспорта на городскую среду // Вестник КрасГАУ. Биологические науки. – 2017. – № 9. – С. 93–99.

3 Германова, Т. В., Перцева, И. И. К вопросу обеспечения акустической безопасности городов // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. – 2013. – Т.2. – С. 81–86.

4 ОДМ 218.4.005-2010 Рекомендации по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах.

5 ОДМ 218.2.013-2011 Методическими рекомендациями по защите от транспортного шума территорий, прилегающих к автомобильным дорогам.

6 СН 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.

7 Van Renterghem T., Attenborough K., Maennel M. et al. Measured light vehicle noise reduction by hedges // Applied Acoustics. – 2014. – P. 78. – P. 19–27. – DOI: [10.1016/j.apacoust.2013.10.011](https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2013.10.011).

8 Евгеньев, Г. И. Автомобильные дороги и мосты : обзорная информация, 2005. – М. : изд-во : ФГУП «ИНформавтодор». – 80 с.

9 СТО АВТОДОР 2.9-2014 Рекомендации по проектированию, строительству и эксплуатации акустических экранов на автомобильных дорогах государственной компании «Автодор».

10 Самарин, А. Ю., Байбурин, А. Х. Модульный подход к оценке качества проектных организаций // Вестник южно-уральского государственного университета. Серия: строительство и архитектура. – 2022. – Т. 22. – № 2. – С. 52–60.

11 Котенко, А. М., Первалова, О. С., Агапонова, Е. А. Управление качеством строительного проекта: ключевые понятия и инструменты измерения качеством проекта // Проектное управление в строительстве. – 2019. – № 4 (17). – С. 119–128.

1. Environmental noise in Europe – 2020 / EEA Report № 22/2019. – 100 p. – DOI: [10.2800/686249](https://doi.org/10.2800/686249).
- 2 **Chudinova, O. N., Tumureeva, N. N., Sanzhieva, S. E.** Vozdeystviye shuma ot avtotransporta na gorodskuyu sredu [The impact of noise from automobile transport on urban environment] // Buiietin of KrasGAU. Bioiological Sciences. – 2017. – № 9. – P. 93–99.
- 3 **Germanova, T. V., Pertseva, I. I.** K voprosu obespecheniya akusticheskoy bezopasnosti gorodov [On the issue of ensuring the acoustic safety of cities] // Modernization and scientific research in the transport complex. – 2013. – V. 2. – P. 81–86.
- 4 ODM 218.4.005-2010 Rekomendatsii po obespecheniyu bezopasnosti dvizheniya na avtomobil'nykh dorogakh [Recommendations for ensuring traffic safety on highways].
- 5 ODM 218.2.013-2011 Metodicheskimi rekomendatsiyami po zashchite ot transportnogo shuma territoriy, prilegayushchikh k avtomobil'nykh dorogam [Guidelines for the protection against traffic noise of areas adjacent to highways].
- 6 SN 51.13330.2011 Zashchita ot shuma. Aktualizirovannaya redaktsiya [Protection from noise. Updated edition] of SNiP 23-03-2003.
- 7 **Van Renterghem T., Attenborough K., Maennel M. et al.** Measured light vehicle noise reduction by hedges // Applied Acoustics. – 2014. – P. 78. – P. 19–27. – DOI: [10.1016/j.apacoust.2013.10.011](https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2013.10.011).
- 8 **Evgeniev, G. I.** Avtomobil'nyye dorogi i mosty: obzornaya informatsiya [Highways and bridges: an overview] / 2005. – M. : publishing house: FSUE «INformavtodor». – 80 p.
- 9 STO AVTODOR 2.9-2014 Rekomendatsii po proyektirovaniyu, stroitel'stvu i ekspluatatsii akusticheskikh ekranov na avtomobil'nykh dorogakh gosudarstvennoy kompanii «Avtodor» [Recommendations for the design, construction and operation of acoustic screens on the roads of the state company Avtodor].
- 10 **Samarin, A. Yu., Baiburin, Kh.** Modul'nyy podkhod k otsenke kachestva proyektnykh organizatsiy [Modular approach to assessing the quality of design organizations] // Bulletin of South Ural State University. Series: construction and architecture. – 2022. – P. 22. – № 2. – P. 52–60.
- 11 **Kotenko, A. M., Perevalova, O. S., Agaponova, E. A.** Upravleniye kachestvom stroitel'nogo proyekta: klyuchevyye ponyatiya i instrumenty izmereniya kachestvom proyekta [Construction project quality management: key concepts and tools for measuring project quality] // Project management in construction. – 2019. – № 4 (17). – P. 119–128.

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

***А. А. Хомич¹, И. Н. Лазарева²**

¹Сібір мемлекеттік автомобиль-жол университеті,

Ресей Федерациясы, Омбы қ.;

²«ПИИ «Тюменьдорпроект» ААҚ,

Ресей Федерациясы, Омбы қ.

Материал 01.06.23 баспаға түсті.

ҚАЙТА ЖАҢАРТЫЛАТЫН ЕКІ ДЕҢГЕЙДЕГІ АЙЫРБАСЫ БАР АВТОМОБИЛЬ ЖОЛЫ УЧАСКЕСІНІҢ ШУДАН ҚОРҒАУДЫ ЖОБАЛАУЫН ТАЛДАУ

Автомобиль жолдары көлік шуынан қорғауды жобалау жол қозғалысы параметрлерін, жолдардың техникалық параметрлерін, жердің табиғи жағдайларын, сондай-ақ нақты акустикалық ластануды және тұрғын үй құрылысының сипаттамаларын ескере отырып, шудан қорғау шараларын әзірлеуден тұрады. Жоба сатысында жиырма жылдық перспективада шудан қорғау негіздері қаланады, сондықтан акустикалық қауіпсіздік нормаларын қамтамасыз етуге байланысты мәселелерді шешу маңызды болып табылады.

Жұмыста қайта жаңартылатын екі деңгейдегі айырбасы бар автомобиль жолының учаскесін жобалау тәжірибесінің бір мәселесі қарастырылады. Қайта жаңартылатын екі деңгейдегі көлік айырбасы бар автомобиль жолының үздіксіз қозғалыс учаскесінің шуынан қорғауды жобалауға арналған техникалық тапсырманы орындаудың нақты мысалы алынды. Акустикалық есептеулер жүргізілді, онда шу көздері ретінде автокөлік қозғалысының әртүрлі қарқындылығы бар автомобиль жолының элементтері болып табылады. Тұрғын үй құрылысындағы есептік нүктелер анықталды, акустикалық стандарттарға қол жеткізу үшін дыбыстың эквивалентті деңгейлерінің қажетті төмендеуі есептелді. Осы есептеулер негізінде қорғаныс құрылымдары жобаланған – жобалық шешім болып табылатын акустикалық экрандар.

Сол сияқты, шу көздері жобаланатын жер учаскесінің аумағында орналасқан, бірақ жобалауға арналған техникалық тапсырмаға кірмейтін көше-жол желісінің элементтері болып табылатын қосымша акустикалық есептеулер жасалды – қайта жаңартылатын автомобиль жолынан шығатын түсулер мен айырбас астынан өтетін реттелетін қозғалыстың магистральдық көшесі.

Тұрғын үй құрылысы аймағында акустикалық нормативтерді сақтау үшін жобаланатын объектінің элементтерін ғана емес, аумақтың жобаланған учаскесінің көше-жол желісінің барлық элементтерінің акустикалық әсерін есептеу қажет екендігі анықталды, бұл әдетте техникалық жобалау тапсырмасымен шектеледі.

Кілтті сөздер: автокөлік, шуы, акустикалық есептеулер, эквивалентті дыбыс деңгейі, акустикалық экрандар.

*A. A. Khomich¹, I. N. Lazareva²¹Siberian State Automobile and Highway University,
Russian Federation, Omsk;²A publicly held company Design and Survey Institute
Tyumendorproyekt, Russian Federation, Omsk.

Material received on 01.06.23.

ANALYSIS OF DESIGNING NOISE PROTECTION FOR THE RECONSTRUCTED ROAD SECTION WITH A TWO-LEVEL INTERCHANGE

Designing road traffic noise protection presupposes developing noise protection measures with due account to road traffic characteristics, technical specifications of roads, natural environment as well as to the real acoustic contamination and characteristics of a dwellings zone. Basis of noise protection is developed for a twenty-year period at the design stage; therefore, providing acoustic safety is a significant task.

The article considers the problem of designing a reconstructed road section with a two-level interchange. An example of work according to the technical assignment for designing noise protection for a reconstructed road section with uninterrupted traffic with a two-level interchange is described. Acoustic calculations for road elements with various vehicle densities were performed. Design points in dwellings zone were defined; the required reduction of equivalent sound levels was calculated to achieve the acoustic standards. These calculations allowed designing protective structures, acoustical shields, which were a design solution.

Similarly, additional acoustic calculations for the elements of a street and road network such as reconstructed road exits and the main artery with regulated traffic that is located under the interchange were performed. These elements belong to the project construction site but they are not included into the technical assignment.

It was found that to comply with the acoustic standards in a dwellings zone, it is necessary to calculate acoustic impacts of all the elements of the designed street and road network section but not only the elements of the reconstructed road section as is usually specified in a technical design assignment.

Keywords: traffic, noise, acoustic calculations, equivalent sound level, acoustical shields.

ХИМИЧЕСКАЯ И НЕФТЕГАЗОВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

SRSTI 52.47.15

<https://doi.org/10.48081/CPMA2427>

*A. S. Abdykalykova

Kazakh-British technical university, Republic of Kazakhstan, Almaty

*e-mail: aig_abdykalykova@kbtu.kz

ANALYSIS OF WELL COMPLETION COMPLICATIONS AND THEIR ELIMINATION IN THE KARACHAGANAK FIELD

By examining well completion issues, the paper will demonstrate the importance and beneficial effects of using multi-stage selective acid treatment technology to regulate reservoir development. The original goals for the Karachaganak field were a review of the field's operating conditions, the building of the first plant for producing gas and gas condensate, and the design of the production circuit. After the separation of products contract was signed, new goals were added, such as accelerating oil well commissioning, increasing gas condensate production over the long term, and pumping at least 40 % of the gas back into the layer. Numerous well completion techniques have been improved thanks to technical developments, including applying tubing while sealing metal-to-metal threaded connections, omitting the use of a circulation valve above the packer, and utilizing a downhole shut-off valve. The field development project's Phase 2M got under way in 2003. An innovative well completion technique was used in the Karachaganak field, which used acid fracturing in an open hole with packers and circulation valves to separate the intervals. In 8 horizontal wells, the multistage stimulation approach has proved effective, saving both time and money. In one of the wells, selective stimulation was made achievable by an acid treatment plan that met zonal injectivity standards. Increased well productivity, flow distribution, gas, water, and drawdown control have all been benefited by multistage selective acid stimulation.

Keywords: well completion, Karachaganak field, openhole, packer, oil, tubing, drilling.

Introduction

The Karachaganak field's original objectives included a study of the field's operational circumstances. The research was conducted based on the outcomes of different geological exploration, assessment, and additional exploratory operations in a field with low output, along with the construction of the first plant for the selected completion of gas and gas condensate production. The majority of the production strings were fed by combined 7-inch and 5-1/2-inch production casing strings.

Among the options for the layout of the production circuit during the initial execution, it is worth noting the valve seat for inhibiting corrosion inhibitors and chemicals to prevent wax build-up, the circulation valve for killing the well, and the

process fluid pump for stimulation, a bypass valve for acidizing long drilled sections, drilling and installation of a variety of landing blue packers or at least 2 bypass valves for long liners in open pits 200 – 600 m long; hole tool, etc.

Wells were dug for gas and gas condensate in the early stages of development. However, the following objectives were added after the contract for the separation of products to the original goals was signed:

- A faster pace of oil well commissioning.
- Long-term growth in the production of gas condensate.

To maximize output, pump at least 40 % of the gas back into the layer.

In order to accomplish new objectives for the field’s continued development, certain wells that were first drilled were afterwards moved to the second or third operational development target.

The idea of utilizing multiple well completion strategies in the Karachaganak field has been continuously refined while accounting for various technical advancements:

In the area above the packer, apply tubing while sealing metal-to-metal threaded connections.

The decision to forgo using a circulation valve above the packer, which would have lowered the number of potential leak pathways.

The use of a downhole shut-off valve that is dropped onto the tubing to reduce locations where the inner diameter of the tubing is narrowing.

Phase 2M of the field development project, which targeted to produce a low GOR oil rim in the third production facility, started to be executed in 2003. These ideas led to the building of new wells with several horizontal wells, sidetracking in vertical wells, and horizontal wells with a single wellbore of great length more than 800 m (Figure 1).

The choice was taken to optimize the current well completion approach as the field progressed and completion expertise was gathered. As a consequence, a novel well completion method that comprised acid fracturing in an open hole outfitted with circulation valves and packers to segregate the intervals was implemented in the Karachaganak field [1].

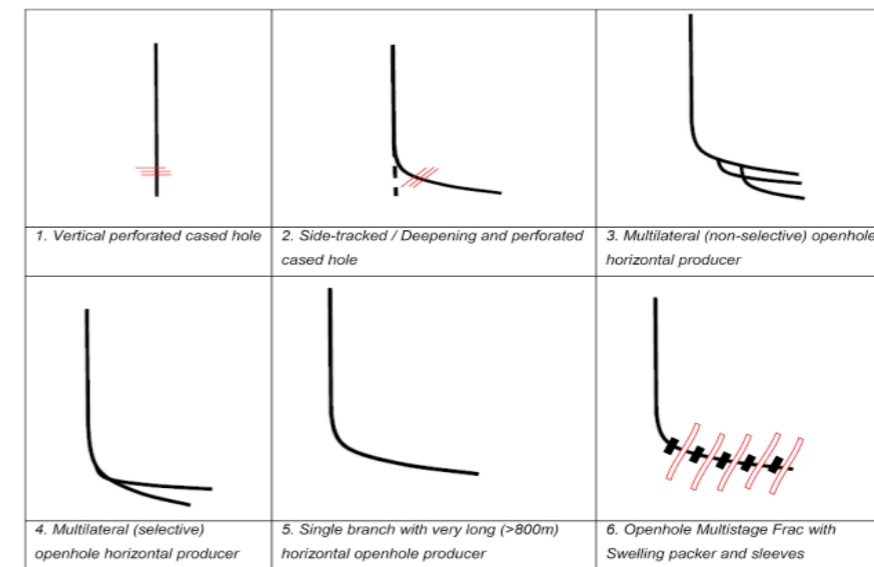


Figure 1 – Development of Well Completion Techniques in the Karachaganak Field

Materials and methods

The current patterns of increased production drilling, late-stage field development, and new fields with challenging geological and technical conditions point to the need for existing issues in the area of oil and gas well casing quality to be resolved, and this issue is becoming more and more important. Lack of effective and long-lasting reservoir separation, annular and interstratal oil, gas, and water shows and crossflows, loss and underlift of cement slurry to a specific height – all these issues result in reduced productivity of built-in wells and, generally, reduced field development efficiency. They also raise the cost of repair work during the development and operation of a well. In order to complete high-quality well casing, it is essential to make sure that the technology, tools, and materials utilized for these activities are chosen skillfully at each stage, from drilling the wellbore to running the casing string and further cementing it.

Oil and gas well cementing quality is primarily affected by the following factors:

- a) the geometry of the wellbore and the properties of the drilling fluid;
- b) the location of the casing string with respect to the wellbore’s axis;
- c) the pace of the rock cutting tool.

Cross-flows and watering of well products might result from poor well cementing quality. By performing insulation and repair work on the current well stock and enhancing the quality of new well repairs, this issue may be resolved. Geological conditions at the well-drilling site, in addition to the proximity of water and oil-bearing horizons, complicate the issue of different formation pressure intervals, which calls for the use of new technologies and modifying additives for cementing oil and gas wells. The efforts to reduce water inflows offer several categories of repair and insulation projects based on how difficult they are, as well as the finest technologies for eradicating the root reasons of watering wells. As a consequence, the authors classified repair insulation job difficulty into four groups. Liquidating wellbore leaks, reducing and completely preventing interlayer

fluid migrations, and building a dense impermeable bridge to separate the water horizon from the productive formation are some of the easiest repair insulating tasks. When a well has to be overhauled, isolation and restoration work is done to strengthen the wellbore, stop gas migration, and stop foreign water from entering the production plant. The lifetime of wells as capital facilities can be affected by the high quality of isolation of pressure horizons during the building stage, thus special attention should be paid to the quality of their support. Reduced well performance, wellbore integrity loss, decreased tightness, and violations of safety and environmental regulations can all result from insufficient cement strength. It is vital to improve cement's performance qualities, especially its bending and compressive strengths. Traditionally, the problem has been resolved by adding various chemical additives, both natural and synthetic, to cement. Additionally, it is advisable to momentarily isolate formations with saturating fluids of various properties during the drilling stage, particularly for the potential water inflow intervals [2].

Result and discussion

In the Karachaganak field, the multistage stimulation technique has been successfully applied to 8 horizontal wells, and excellent experience has been gained since the first trial in 2011. The operating efficiency of subsequent tasks has increased, saving time and money. By compartmentalizing the open hole and permitting tailored acid treatment for each zone based on geology and petrophysical hole condition concerns, the multistage stimulation approach has shown to be extremely successful. Most often, swell packers and ball triggered fracture sleeves are used to isolate and stimulate horizontal wells in order to increase productivity.

Selective stimulation was made possible in one of the wells that was delayed because of poor reservoir quality or connection into better reservoirs and finished with swell packers and frac sleeves by an acid treatment design that complied with the demands of the various zonal injectivity criteria. The open hole completion would have been severely hampered by fluid diversion. This design produced a well that is currently regarded as one of the best in the industry and is very productive. A 10-stage multistage is now finished in less time because to improvements in pumping operating efficiency, and the method has shown to be cost-effective for stimulating numerous zones.

Improved well productivity, flow distribution, gas, water, and drawdown control are just a few of the important, beneficial effects of multistage selective acid stimulation on Karachaganack reservoir management. This has been made possible by the capacity to selectively stimulate the whole wellbore in accordance with the geology and petrophysics, and more critically, by the ability to manipulate the sleeves in the future to open or shut in order to permit or block flow from a specific zone.

Additionally, it has been demonstrated that a zone can be isolated using the Composite Bridge Plug (CBP). The capability of the sleeves or CBP is still being investigated and data is being acquired in the case of controlling water infiltration. The impact of applying the multistage selective acid stimulation has been accurately assessed and quantified thanks to the use of cutting-edge technology in Production Logging Tool (PLT) acquisition and analysis. This involves the effective use of the PLT tools Flow Scanner Imager (FSI), Multiple Array Production Suite (MAPS), and

their techniques for conveying coil tubing and an e-line downhole tractor. The findings clearly identify flow contribution zones and pinpoint areas of tight formation where reserves have been released [3].

Conclusion

Multiple well completion techniques have been used to develop the Karachaganak field, including tubing while sealing metal-to-metal threaded connections, skipping circulation valves, and utilizing a downhole shut-off valve. Beginning in 2003, Phase 2M of the field development project resulted in the construction of additional wells with several horizontal wells, sidetracking in vertical wells, and a single, lengthy wellbore. To address issues currently facing the well completion industry. Productivity has been successfully increased while saving time and money using a multistage stimulation approach.

REFERENCES

- 1 **Etuhoko, M., Viti, M., Akutin, A., Zmeyvskiy, S., KPO; Caproni, C., Halliburton.** Openhole Multistage Fracturing Completion with Swelling Packers and Sliding Sleeves in Carbonate Reservoir – A Case History from the Karachaganak Field. SPE-172340-MS. – 2014. – <https://doi.org/10.2118/199248-MS>.
- 2 **Нуцкова, М. В., Кучин, В. Н., Ковальчук, В. С.** Профилактика и ликвидация осложнений возникающих при заканчивании скважин // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2020. – Т. 20, N1. – С. 14- 26. – DOI: [10.15593/2224-9923/2020.1.2](https://doi.org/10.15593/2224-9923/2020.1.2).
- 3 **Adeleke, J., Saada, T.** KPO/BG Group; Pitoni, E., Vegliante, E., KPO/Eni, Kushkumbayeva, G., Itisheva, Zh., KPO. 2014. A New Era of Effective Reservoir Management : Completion and Stimulation Technology Evolution in the Karachaganak Field. SPE-172338-MS. – <https://doi.org/10.2118/172338-MS>.
- 4 **Подгорнов, В.** Проектирование конструкции забоя скважин // Заканчивание скважин third edition. РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина. 2017. – 283 с.
- 5 ScienceDirect. Field tests of high density oil based drilling fluid application in horizontal segment. [Electronic resource] - <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352854021000309> (Accessed 4 May 2021).
- 6 **Sayapov, E. Munez, A., Farei, I., Benchekor, A., Hazzua, O., Mesbari, T., Thomson, M., Strom, K.** Multistage Frac Zonal Isolation in Extreme HPHT Conditions-Solution to Succeed. SPE-197653-MS. – 2019. – <https://doi.org/10.2118/197653-MS>.
- 7 DeepData. Well Completion – Oil and Gas Wells. [Electronic resource]. – <https://www.deepdata.com/well-completion/> (Accessed 2020).
- 8 **Li, Y., She, Ch., Liu, N., Zhang, H., Zhang, L., Zhu, D.** Completion difficulties of HTHP and high-flowrate sour gas wells in the Longwangmiao Fm gas reservoir, Sichuan Basin, and corresponding countermeasures. Natural Gas Industry B. – 2016. – P. 269–273. – <https://doi.org/10.1016/j.ngib.2016.05.012>.
- 9 Wikipedia. Oil-based mud. [Electronic resource] - https://en.wikipedia.org/wiki/Oil-based_mud (Accessed 20 May 2012).

10 **AI- Shammasi, A. A., D' Ambrosio, A.** Approach to Successful Workovers in Karachaganak Gas Condensate Field. SPE- 81084-MS. – 2003. – <https://doi.org/10.2118/81084-MS>.

REFERENCES

1 **Etuhoko, M., Viti, M., Akutin, A., Zmeyvskiy, S., KPO; Caproni, C., Halliburton.** Openhole Multistage Fracturing Completion with Swelling Packers and Sliding Sleeves in Carbonate Reservoir – A Case History from the Karachaganak Field. SPE-172340-MS. – 2014. [Electronic resource]. – <https://doi.org/10.2118/199248-MS>.

2 **Nutskova, M. V., Kuchin, V. N., Kovalchuk, V. S.** Profilaktika I likvidatsiya oslozheniy, vozni kayushchikh pri zakanchivaniye skvazhin. [Prevention and elimination of issues well completion]. Perm Journal of Petroleum and Mining Engineering. – 2020. – Vol. – 20. № 1. P. 14–26. – DOI: [10.15593/2224-9923/2020.1.2](https://doi.org/10.15593/2224-9923/2020.1.2).

3 **Adeleke, J., Saada, T.** KPO/BG Group; Pitoni, E., Vegliante, E., KPO/Eni, Kushkumbayeva, G., Itisheva, Zh., KPO. 2014. A New Era of Effective Reservoir Management: Completion and Stimulation Technology Evolution in the Karachaganak Field. SPE-172338-MS. – <https://doi.org/10.2118/172338-MS>.

4 **Podgornov, V.** Proyektirovaniye konstruktсии zaboya skvazhin [Well bottom design]. Zakanchivaniye skvazhin, third edition. RGV nefti i gaza (NIU) imeni I.M. Gubkina. – 2017. – P. 283.

5 ScienceDirect. Field tests of high density oil based drilling fluid application in horizontal segment [Electronic resource]. – <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352854021000309> (Accessed 4 May 2021).

6 **Sayapov, E. Munez, A., Farei, I., Benchekor, A., Hazzua, O., Mesbari, T., Thomson, M., Strom, K.** Multistage Frac Zonal Isolation in Extreme HPHT Conditions- Solution to Succeed. SPE-197653-MS. – 2019. – <https://doi.org/10.2118/197653-MS>.

7 DeepData. Well Completion – Oil and Gas Wells. [Electronic resource]. – <https://www.deepdata.com/well-completion/> (Accessed 2020).

8 **Li, Y., She, Ch., Liu, N., Zhang, H., Zhang, L., Zhu, D.** Completion difficulties of HTHP and high- flowrate sour gas wells in the Longwangmiao Fm gas reservoir, Sichuan Basin, and corresponding countermeasures. // Natural Gas Industry B. – 2016. – P. 269 – 273. – <https://doi.org/10.1016/j.ngib.2016.05.012>.

9 Wikipedia. Oil- based mud. [Electronic resource]. – https://en.wikipedia.org/wiki/Oil-based_mud (Accessed 20 May 2012).

10 **AI- Shammasi, A.A., D' Ambrosio, A.** 2003. Approach to Successful Workovers in Karachaganak Gas Condensate Field. SPE- 81084-MS. – <https://doi.org/10.2118/81084-MS>.

Material received on 01.06.23

***А. С. Абдықалықова**

Қазақстан-Британ техникалық университеті,
Қазақстан Республикасы, Алматы қ.
Материал баспаға түсті 01.06.23.

ҚАРАШЫҒАНАҚ КЕН ОРЫНДА ҰҢҒЫМАЛАРДЫ АЯҚТАУ КЕЗІНДЕГІ АСҚЫНУЛАРДЫ ТАЛДАУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫ ЖОЮ

Ұңғымаларды аяқтау мәселелерін қарастыра отырып, мақалада қабаттардың дамуын бақылау үшін көп сатылы селективті қышқылдандыру технологиясын қолданудың маңыздылығы мен оң әсерлері көрсетіледі. Қарашығанақ кен орны үшін бастапқы міндеттер кен орнының жұмыс жағдайын сынау, бірінші газ және газ конденсатын өндіру цехын салу және өндіру схемасын жобалау болды. Өнімді бөлу туралы келісім-шартқа қол қойылғаннан кейін мұнай ұңғымаларын іске қосуды жөндеуге, ұзақ мерзімді перспективада газ конденсатын өндіруді арттыру, газдың кемінде 40 пайызын қабатқа қайта айдау сияқты жаңа мақсаттар қосылды. Ұңғымаларды аяқтаудың көптеген әдістері техникалық әзірлемелер арқылы жетілдірілді, оның ішінде металдан металға тығыздағыштары бар құбырларды пайдалану, пакердің үстіндегі циркуляциялық клапанды пайдалануды жою және ұңғыманы жабу клапанын пайдалану. 2003 жылы кен орнын игеру жобасының 2М кезеңі басталды. Қарашығанақ кен орнында ұңғымаларды аяқтаудың инновациялық технологиясы қолданылды, оның ішінде аралықтарды бөлу үшін пакерлер мен циркуляциялық клапандардың көмегімен ашық ұңғымада қышқылды жару. 8 көлденең ұңғымада көп сатылы стимуляция уақыт пен қаржыны үнемдей отырып, тиімді болып шықты. Ұңғымалардың бірінде селективті ынталандыру аймақтық инъекциялық стандарттарға сәйкес келетін қышқылмен өңдеу жоспарының арқасында мүмкін болды. Ұңғыманың өнімділігін арттыру, ағынды, газды, суды бөлу және ағынды бақылау барлығына көп сатылы селективті қышқылды ынталандыру арқылы қол жеткізілді.

Кілтті сөздер: ұңғыманы аяқтау, Қарашығанақ кен орны, ашық ұңғыма, пакер, мұнай, құбыр, бұрғылау.

***А. С. Абдықалықова**

Казахстанско-Британский технический университет,
Республика Казахстан, г. Алматы.
Материал поступил в редакцию 01.06.23.

АНАЛИЗ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ЗАКАНЧИВАНИИ СКВАЖИН И ИХ УСТРАНЕНИЕ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ КАРАЧАГ АНАК

Путем изучения вопросов заканчивания скважин в статье будет продемонстрирована важность и положительный эффект использования технологии многостадийной селективной кислотной обработки для регулирования разработки коллектора. Первоначальными задачами по

Карачаганаскскому месторождению были проверены условия эксплуатации месторождения, строительство первого завода по добыче газа и газового конденсата и проектирование схемы добычи. После подписания контракта о разделении продукции были добавлены новые цели, такие как ускорение ввода нефтяных скважин, увеличение добычи газового конденсата в долгосрочной перспективе и закачка не менее 40% газа обратно в пласт. Многие методы заканчивания скважин были усовершенствованы благодаря техническим разработкам, включая применение насосно-компрессорных труб с герметизацией резьбовых соединений металл-металл, отказ от использования циркуляционного клапана над пакером и использование внутрискважинного запорного клапана. В 2003 г. началась реализация Этапа 2М проекта разработки месторождения. На Карачаганаском месторождении была применена инновационная технология заканчивания скважин, включающая кислотный гидроразрыв пласта в открытом стволе с использованием пакеров и циркуляционных клапанов для разделения интервалов. В 8 горизонтальных скважинах многоступенчатая стимуляция доказала свою эффективность, сэкономив время и деньги. В одной из скважин селективная стимуляция стала возможной благодаря плану кислотной обработки, соответствующему зональным стандартам приемистости. Повышение продуктивности скважины, распределение потока, газа, воды и контроль депрессии – все это было достигнуто за счет многоступенчатой селективной кислотной интенсификации.

Ключевые слова: заканчивание скважин, Карачаганаскское месторождение, открытый ствол, пакер, нефть, НКТ, бурение.

МРНТИ 61.13.21; 55.39.31

<https://doi.org/10.48081/ОННО9235>

***В. В. Рындин¹, Г. Г. Абдуллина², Г. К. Ахмедьянова³,
Д. Г. Айгожина⁴, Р. М. Хуснутдинов⁵**

^{1,2,3,4}Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар;

⁵Павлодарский нефтехимический завод, Республика Казахстан, г. Павлодар

*e-mail: muratbai_84@mail.ru

ПРОГРАММА РАСЧЕТА КОЖУХОТРУБНОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА В ПАКЕТЕ MATHCAD

В статье дан технологический расчёт и выбор кожухотрубного теплообменного аппарата в пакете Mathcad. Из всех типов теплообменных аппаратов, используемых в промышленности, около 80 % занимают кожухотрубные теплообменники. Для расчёта теплообменников чаще всего используются электронные таблицы (Excel). Недостатком таких расчётов является ненаглядная запись формул и невозможность строить графики получаемых зависимостей. В последнее время всё чаще используется программирование в пакете MatLab, однако и здесь отсутствует наглядность в записи формул. Запись формул при программировании в пакете Mathcad осуществляется в общепринятом виде, что позволяет сразу увидеть неточности в их записи и внести соответствующие исправления. Наглядность записи формул – главное преимущество Mathcad перед другими расчётными программами. На основании разработанной программы выполнены тепловой и аэродинамический расчёты теплообменных аппаратов, что позволило сравнить теплообменники и выбрать оптимальный вариант по запасу площади теплообмена и потерям давления. Данная программа может быть использована как в учебном процессе при написании дипломов и магистерских диссертаций, так и в проектных организациях при проектировании кожухотрубных теплообменных аппаратов.

Ключевые слова: кожухотрубные теплообменники, система Mathcad, система MatLab, технологический расчёт, программа расчёта, сравнение теплообменников.

Введение

На кафедре механики и нефтегазового дела в учебном процессе широко используется пакет (система) MathCAD в курсовом и дипломном проектировании. По расчёту магистральных нефтегазопроводов разработано порядка 20 программ. Шесть программ внедрены актами в учебный процесс при выполнении дипломного проектирования:

Рындин В. В., Бичуля А. В. Разработка программы расчёта магистрального нефтепровода в системе Mathcad. 2013/14 уч./год; Рындин В. В., Тастенбеков С. А. Разработка программы расчёта магистрального газопровода в системе Mathcad. 2013/14 уч./год;

Рындин В. В., Лаврова А. А. Программа расчёта МГ в системе Mathcad с исследованием режимов его работы. 2014/15 уч./год;

Рындин В. В., Санников А. А. Проектирование МН и исследование режимов перекачки нефти в системе Mathcad. 2014/15 уч./ год;

Рындин В. В., Абитова Д. М. Разработка программы расчёта МН и катодной защиты в системе Mathcad. 2015/16 уч./год;

Рындин В. В., Азарова Т.Ю. Разработка программы расчёта неизотермического МН в системе Mathcad. 2016/17 уч./год.

В связи с введением новой дисциплины «Машины и аппараты нефтехимических производств» возникла необходимость в разработке программы расчёта теплообменных аппаратов (ТА).

Расчёт кожухотрубного теплообменного аппарата представляет сложную математическую задачу с большим объёмом вычислений. Для таких вычислений используются программы, написанные в средах Fortran, Excel, Turbo Pascal, Delphi и в других. Составить такие программы и использовать их способны лишь специально обученные люди – программисты. Кроме того, такие программы лишены наглядности. Предложенная в статье программа Mathcad – это новое решение для ведения инженерных вычислений, которое одновременно позволяет вести сами вычисления и документировать их. Особенностью программирования в пакете Mathcad является запись формул в общепринятом виде, лишь с небольшими изменениями в отдельных случаях. В наглядности записи формул и заключается актуальность широкого внедрения пакета Mathcad в курсовое и дипломное проектирование.

Литература по использованию системы Mathcad обширна (сотни изданий). В качестве пособий по изучению Mathcad можно отметить работы [1, 2], а практического применения [3, 4].

Ниже приводится типовая методика расчёта кожухотрубных теплообменников с использованием математического пакета Mathcad. В основу программы положен технологический расчёт теплообменного аппарата, приведённый в [5]. Основы работы в пакете Mathcad изложены в монографии [6].

Программа разработана в рамках выполнения магистерской диссертации по специальности 7М07203-Нефтегазовое дело.

Материалы и методы

Процедура выбора стандартного теплообменника входит составной частью в методику расчёта теплообменника, которая включает в себя определение площади поверхности теплообмена и потери давления теплоносителей при прохождении через аппарат. Различают следующие виды расчёта: тепловой, гидравлический (аэродинамический – для газовых теплоносителей) и механический.

Программа технологического расчёта трубного теплообменника в пакете (системе) Mathcad. Всё ниже написанное, включая и комментарии, может составлять содержание программы расчёта – система сама определяет, где текст, а где математические выражения (для наглядности в текстовой части символы величин будем писать, как общепринято, курсивом, а в формулах Mathcad – вертикальным шрифтом). За основу расчёта, как уже отмечалось, взят пример из [5].

Исходные данные. Назначение аппарата – нагрев азота (индекс 1) сухим насыщенным водяным паром (индекс 2).

Массовый расход азота (ввод символа присваивания двоеточия с равно «:=») $G_1 := 26 \cdot 10^3$ кг/ч. Начальная температура азота $t_{1н} := 20$ °С. Конечная температура азота $t_{1к} := 150$ °С. Давление азота на входе в теплообменник $p_{1н} := 0.2$ МПа. Допустимая потеря давления азота в аппарате $\Delta p := 0.03$ МПа.

Тепловой расчёт. В теплообменнике водяной пар, отдавая тепло азоту, конденсируется при постоянной температуре t_s . Образующийся конденсат выводится из выпускного штуцера теплообменника при этой же температуре t_s . Примем разность температур теплоносителей на стороне выхода азота (наименьший температурный напор) 15 оС

$\Delta t_m := 15$ °С. Тогда температура насыщения водяного пара $t_s := t_{1к} + \Delta t_m = 165$ °С (выводим для справок: $t_{1к} = 150$, $\Delta t_m = 15$).

При такой температуре давление насыщенного водяного пара $p_2 := 7.01 \cdot 10^5$ Па [7].

Наибольшая разность температур теплоносителей – на входе азота в теплообменник ($t_s = 165$; $t_{1н} = 20$) $\Delta t_6 := t_s - t_{1н} = 145$ °С.

Средний логарифмический напор (разность температур теплоносителей)

$$\Delta t_{cp} := \frac{\Delta t_6 - \Delta t_m}{\ln\left(\frac{\Delta t_6}{\Delta t_m}\right)} = 57.3 \text{ °С}.$$

Средняя температура азота в теплообменнике: $t_1 := t_s - \Delta t_{cp} = 107.7$ °С.

При этой температуре физические свойства азота следующие [8] (П-3, с. 76):

- удельная изобарная теплоёмкость $c_1 := 1042$ Дж/(кг.К);
- теплопроводность азота $\lambda_1 := 0.03$ Вт/(м.К);
- динамическая вязкость $\mu_1 := 2.1 \cdot 10^{-5}$ Па.с;
- число Прандтля $Pr_1 := 0.7$;
- молярная масса азота $M_1 := 28.0134$ кг/кмоль.

Молярная газовая постоянная $R_\mu := 8314.46$ Дж/(кмоль.К).

Удельная газовая постоянная $R_1 := \frac{R_\mu}{M_1} = 296.803$ Дж/(кг.К).

Нормальные физические условия (НФУ): $T_0 := 273.15$ К; $p_0 := 101325$ Па.

Молярный объём газа при НФУ $V_{\mu 0} := 22.414$ м³/кмоль.

Плотность азота при НФУ $\rho_{10} := \frac{M_1}{V_{\mu 0}} = 1.250$ кг/м³.

Плотность азота при средней температуре в теплообменнике ($p_{1н} = 0.2$ МПа; $T_1 := t_1 + 273.15 = 380.848$ К) $\rho_1 := \frac{p_{1н} \cdot 10^6}{T_1 \cdot R_1} = 1.769$ кг/м³.

Физические свойства конденсата пара при температуре $t_s = 165$ °С:

плотность $\rho_2 := 903$ кг/м³; теплопроводность $\lambda_2 := 0.681$ Вт/(м.К);

динамическая вязкость $\mu_2 := 169 \cdot 10^{-6}$ Па · с.
 Удельная теплота конденсации пара $r := 2067 \cdot 10^3$ Дж/кг.
 Термическое сопротивление слоя загрязнённой поверхности [7]:
 – со стороны азота $R_{31} := 0.00036$ м² · К/Вт;
 – со стороны пара $R_{32} := 0.00017$ м² · К/Вт.

Секундный расход азота ($G_1 = 26 \cdot 10^3$ кг/ч) $G_1 := \frac{G_1}{3600} = 7.222$ кг/с.

Тепловой поток, подводимый к азоту ($t_{1к} = 150$; $t_{1н} = 20$; $c_1 = 1042$),

$$\Phi := c_1 \cdot G_1 (t_{1к} - t_{1н}) = 978322.2 \text{ Вт.}$$

Принимая, что 2 % передаваемого теплового потока от горячего теплоносителя теряется в окружающую среду, находим из теплового баланса теплообменника расход греющего пара ($r = 2.067 \cdot 10^6$)

$$G_2 := \frac{1.02 \cdot \Phi}{r} = 482.771 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с.}$$

Основываясь на данных [9] (таблица 6.3) принимаем в первом приближении значения коэффициентов теплоотдачи от стенки к азоту $\alpha_1 := 175$ Вт/(м² · К) и при конденсации пара $\alpha_2 := 11000$ Вт/(м² · К).

Толщину стенки труб принимаем $\delta_{ст} := 0.002$ м.

Теплопроводность стали $\lambda_{ст} := 49$ Вт/(м · К).

Значение коэффициента теплопередачи в первом приближении

$$k_{np} := \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + R_{31} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + R_{32} + \frac{1}{\alpha_2}} = 156.8 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К).}$$

Предварительное значение площади поверхности теплообмена

$$A_{np} := \frac{\Phi}{k_{np} \cdot \Delta t_{ср}} = 108.9 \text{ м}^2.$$

По найденному значения A_{np} предварительно выбираем стандартный теплообменник со следующими характеристиками [7]:

площадь поверхности теплообмена $A := 109$ м²; число ходов $z := 1$; диаметр кожуха $D := 0.8$ м; длина труб $L := 3$ м; диаметр труб $d := 0.025$ м; площадь сечения для потока в трубном пространстве $S_{тр} := 0.161$ м²; площадь сечения в межтрубном пространстве $S_{мтр} := 0.079$ м².

Рассмотрим два варианта подачи азота:

1) в межтрубное пространство; 2) в трубное пространство.

В зависимости от выбранного варианта будут получены различные площади поверхности теплообмена и затраты на преодоление аэродинамических сопротивлений.

Вариант 1. Подача азота в межтрубное пространство. Число Рейнольдса для потока азота в межтрубном пространстве

$$(\mu_1 = 2.1 \cdot 10^{-5}; G_1 = 7.222; d = 0.025; S_{мтр} = 0.079)$$

$$Re_1 := \frac{G_1 \cdot d}{S_{мтр} \cdot \mu_1} = 108833.0; Re_{мтр} := Re_1 = 108833.0.$$

Число Нуссельта при наружном обтекании труб азотом ($Pr_1 = 0.7$; поправка на длину трубы $\epsilon_L := 0.6$)

$$Nu_1 := 0.21 \cdot Re_1^{0.65} \cdot Pr_1^{0.36} \cdot \epsilon_L = 208.209.$$

Коэффициент теплоотдачи от труб к потоку азота

$$(\lambda_1 = 0.030; d = 0.025; \alpha_2 = 1.1 \cdot 10^4)$$

$$\alpha_1 := Nu_1 \cdot \frac{\lambda_1}{d} = 249.9 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К).}$$

Поверхностная плотность теплового потока ($\Phi = 978322.2$; $A = 109$)

$$\varphi := \frac{\Phi}{A} = 8975.4 \text{ Вт/м}^2.$$

Полное термическое сопротивление выбранного слоя складывается из термического сопротивления теплоотдачи $1/\alpha_1$, термического сопротивления стенки $\delta_{ст}/\lambda_{ст}$ и термических сопротивлений загрязнённых слоёв R_{31} и R_{32} :

$$(\alpha_1 = 249.851; R_{31} = 360 \cdot 10^{-6}; R_{32} = 170 \cdot 10^{-6}; \delta_{ст} = 0.002; \lambda_{ст} = 49)$$

$$R_{полн} := \frac{1}{\alpha_1} + R_{31} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + R_{32} = 0.004573 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт.}$$

Первое приближение температуры на наружной поверхности трубы $t_{ст2} := t_{ст2} := t_s - \varphi \cdot R_{полн} = 123.95$ °С. Отсюда температурный напор между стенкой и паром $\Delta t_{кон} := t_s - t_{ст2} = 41.05$ °С.

Коэффициент теплоотдачи при конденсации пара на наружной поверхности трубы при вертикальной установке теплообменника

$$(C := 1.15; r = 2.067 \cdot 10^6; \rho_2 = 0.903; \lambda_2 = 0.681; g := 9.81; \mu_2 = 169 \cdot 10^{-6})$$

$$\alpha_{2.1} := C \cdot \left(\frac{r \cdot \rho_2^2 \cdot \lambda_2^3 \cdot g}{\mu_2 \cdot L \cdot \Delta t_{кон}} \right)^{0.25} = 4577.03 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К).}$$

Коэффициент теплопередачи с учётом уточнённого значения $\alpha_{2.1}$

$$k_1 := \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + R_{31} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + R_{32} + \frac{1}{\alpha_{2.1}}} = 208.7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К).}$$

Уточнённое значение плотности теплового потока

$$\varphi_1 := k_1 \cdot \Delta t_{cp} = 11958.6 \text{ Вт/м}^2.$$

Уточняем температуру стенки трубы со стороны пара

$$t_{ст2} := t_s - \varphi_1 \cdot R_{полн} = 110.3 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Уточнённое значение среднего температурного напора

$$\Delta t_{кон} := t_s - t_{ст2} = 54.7 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Уточнённый коэффициент теплоотдачи от пара

$$\alpha_2 := C \cdot \left(\frac{\gamma \cdot \rho_2^2 \cdot \lambda_2^3 \cdot g}{\mu_2 \cdot L \cdot \Delta t_{кон}} \right)^{0.25} = 4260.2 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}.$$

Уточнённый коэффициент теплопередачи ($k_1 = 208.7$)

$$k_{1вар} := \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + R_{з1} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + R_{з2} + \frac{1}{\alpha_2}} = 208.0 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}. \quad (1)$$

Дальнейшее уточнение α_2 и k не требуется.

По уточнённому значению коэффициента теплопередачи находим необходимую площадь поверхности теплообмена ($A_{ин} = 108.9$)

$$A_{1вар} := \frac{\Phi}{k_{1вар} \cdot \Delta t_{cp}} = 82.09 \text{ м}^2. \quad (2)$$

Вариант 2. Подача азота в трубное пространство. Находим число Рейнольдса в трубах

$$(d_b := 0.021 \text{ м}; S_{тр} := 0.161 \text{ м}^2; \mu_1 = 21 \cdot 10^{-6} \text{ Па·с}; G_1 = 7.222 \text{ кг/с})$$

$$Re_1 := \frac{G_1 \cdot d_b}{S_{тр} \cdot \mu_1} = 44858.5.$$

Число Нуссельта для турбулентного режима течения азота в трубах

$$Nu_1 := 0.21 \cdot Re_1^{0.8} \cdot Pr_1^{0.43} \cdot \varepsilon_L = 94.861.$$

Коэффициент теплоотдачи на внутренней стороне стенки

$$\alpha_1 := Nu_1 \cdot \frac{\lambda_1}{d_b} = 135.5 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}.$$

При подаче пара в межтрубное пространство целесообразно располагать теплообменник горизонтально, что улучшает удаление конденсата из теплообменника. При горизонтальном расположении теплообменника коэффициент $C := 0.72$, определяющий размер $L = d$. Принимая разность температур $\Delta t_{кон} = 54.7 \text{ }^\circ\text{C}$, получим

$$(\gamma = 2.067 \cdot 10^6; \rho_2 = 0.903; \lambda_2 = 0.681; g = 9.81; \mu_2 = 169 \cdot 10^{-6}, d = 0.025)$$

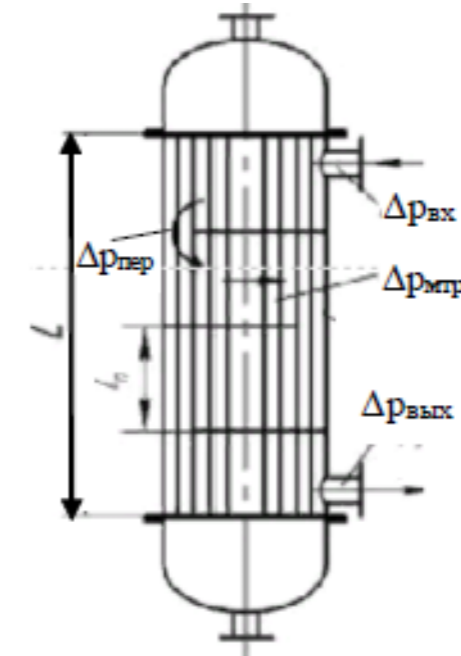


Рисунок 1

$$\alpha_2 := C \cdot \left(\frac{\gamma \cdot \rho_2^2 \cdot \lambda_2^3 \cdot g}{\mu_2 \cdot d \cdot \Delta t_{кон}} \right)^{0.25} = 8827.9 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}.$$

коэффициент теплопередачи

$$k_{2вар} := \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + R_{з1} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + R_{з2} + \frac{1}{\alpha_2}} = 124.0 \text{ Вт/(м}^2\text{·К)}. \quad (3)$$

Необходимая площадь поверхности теплообмена

$$A_{2вар} := \frac{\Phi}{k \cdot \Delta t_{cp}} = 137.7 \text{ м}^2. \quad (4)$$

Аэродинамический расчёт. Вариант 1. Подача азота в межтрубное пространство. Расчётная схема теплообменника приведена на рисунке 1.

Диаметр штуцеров теплообменника

$$d_{шт} := 0.3 \cdot D^{0.86} = 0.25 \text{ м} \quad (D = 0.8 \text{ м}).$$

Скорость азота в штуцерах теплообменника

$$w_{шт} := \frac{4 \cdot G_1}{\rho_1 \cdot \pi \cdot d_{шт}^2} = 48.76 \text{ м/с} \quad (G_1 = 7.222; \rho_1 = 1.77).$$

Скорость азота в межтрубном пространстве

$$w_{мтр} := \frac{G_1}{\rho_1 \cdot S_{мтр}} = 51.67 \text{ м/с} \quad (S_{мтр} = 0.079 \text{ м}^2).$$

Число перегородок $n := 6$ при длине $L = 3 \text{ м}$ [10]

Расстояние между перегородками

$$l_{\text{п}} := \frac{L}{n+1} = 0.43 \text{ м.}$$

Число ходов в межтрубном пространстве

$$n_{\text{х.мтр}} := \frac{L}{l_{\text{п}}} = 7.$$

Коэффициент гидравлического трения $\lambda_{\text{тр}}$ в межтрубном пространстве (шахматный пучок труб $d = 0.025$, $Re_{\text{мтр}} = 108833$)

$$m := 0.35 \frac{D}{d_{\text{п}}} = 11.2; \quad \lambda_{\text{тр}} := \frac{4 + 6.6 \cdot m}{Re_{\text{мтр}}^{0.28}} = 3.029.$$

Коэффициенты местных сопротивлений [11]: для входа и выхода через штуцеры $\zeta_{\text{вх}} := 1.5$; $\zeta_{\text{вых}} := 1.5$; при огибании потоком перегородок $\zeta_{\text{пер}} := 1.5$.

Потери давления на трение и на местные сопротивления:

– на трение в межтрубном пространстве $\Delta p_{\text{мтр}} := \lambda_{\text{тр}} \frac{\rho_1 \cdot W_{\text{мтр}}^2}{2} = 7155 \text{ Па};$

– на входе в межтрубное пространство $\Delta p_{\text{вх}} := \zeta_{\text{вх}} \frac{\rho_1 \cdot W_{\text{мтр}}^2}{2} = 9534.5 \text{ Па};$

– при огибании потоком перегородки $\Delta p_{\text{пер}} := \zeta_{\text{пер}} \frac{\rho_1 \cdot W_{\text{мтр}}^2}{2} = 3542.7 \text{ Па};$

– при выходе через штуцер наружу $\Delta p_{\text{вых}} := \zeta_{\text{вых}} \frac{\rho_1 \cdot W_{\text{мтр}}^2}{2} = 9534.5 \text{ Па}.$

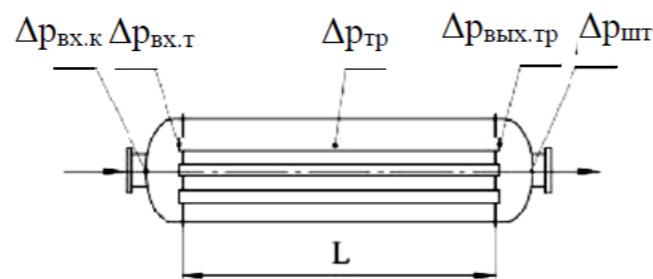


Рисунок 2

Суммарные потери давления в межтрубном пространстве

$$\Delta p := \Delta p_{\text{вх}} + n_{\text{х.мтр}} \cdot \Delta p_{\text{мтр}} + (n_{\text{х.мтр}} - 1) \cdot \Delta p_{\text{пер}} + \Delta p_{\text{вых}} = 90409. \quad (5)$$

Вариант 2. Подача азота в трубное пространство. Расчётная схема теплообменника в данном случае приведена на рисунке 2. Длина трубок $L := 4 \text{ м.}$

Вход азота в распределительную камеру ($\zeta_{\text{вх.к}} := 1$; $W_{\text{шт}} = 84.8$)

$$\Delta p_{\text{вх.к}} := \zeta_{\text{вх.к}} \frac{\rho_1 \cdot W_{\text{шт}}^2}{2} = 6356.4 \text{ Па}.$$

Скорость азота в трубах ($S_{\text{н}} = 0.161$)

$$W_{\text{тр}} := \frac{G_1}{\rho_1 \cdot S_{\text{тр}}} = 25.4 \text{ м/с.}$$

Потери на входе в трубы ($\zeta_{\text{вх.т}} := 1$).

$$\Delta p_{\text{вх.т}} := \zeta_{\text{вх.т}} \frac{\rho_1 \cdot W_{\text{тр}}^2}{2} = 568.7 \text{ Па}.$$

Число Рейнольдса для потока в трубах ($d_{\text{в}} = 0.021$; $\rho_1 = 1.769$;

$$\mu_1 = 21 \cdot 10^{-6}) \quad Re := \frac{W_{\text{тр}} \cdot d_{\text{в}} \cdot \rho_1}{\mu_1} = 44858.5.$$

Абсолютная шероховатость труб без загрязнений $\Delta := 0.00025 \text{ м.}$

Коэффициент гидравлического трения

$$\lambda_{\text{тр}} := 0.11 \cdot \left(\frac{\Delta}{d_{\text{в}}} + \frac{68}{Re} \right)^{0.25} = 0.037.$$

Потери давления на трение в трубах

$$\Delta p_{\text{тр}} := \lambda_{\text{тр}} \frac{\rho_1 \cdot W_{\text{тр}}^2}{2} \cdot \frac{L}{d_{\text{в}}} = 4055.3 \text{ Па}.$$

Потери давления при выходе азота из труб в камеру ($\zeta_{\text{вых}} = 1.5$)

$$\Delta p_{\text{вых.т}} := \zeta_{\text{вых}} \frac{\rho_1 \cdot W_{\text{тр}}^2}{2} = 835.0 \text{ Па}.$$

Потери давления при выходе азота из камеры в штуцер ($\zeta_{\text{шт}} = 0.5$)

$$\Delta p_{\text{шт}} := \zeta_{\text{шт}} \frac{\rho_1 \cdot W_{\text{шт}}^2}{2} = 3178.2 \text{ Па}.$$

Полная потеря давления в трубном пространстве

$$\Delta p := \Delta p_{\text{вх.к}} + \Delta p_{\text{вх.т}} + \Delta p_{\text{тр}} + \Delta p_{\text{вых.т}} + \Delta p_{\text{шт}} = 15011.5 \text{ Па} . \quad (6)$$

Результаты и обсуждение

Разработана программа расчёта кожухотрубного теплообменного аппарата в системе MathCAD. С использованием этой программы были выполнены тепловой и аэродинамический расчёты теплообменных аппаратов по двум вариантам: с подачей подогреваемого теплоносителя в межтрубное пространство и по трубам. В результате теплового расчёта было установлено, что из-за большей интенсивности теплообмена по первому варианту $k_{1\text{вар}} = 208.0 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ (1) по сравнению со вторым вариантом $k_{2\text{вар}} = 124.0 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$ (3) площадь поверхности теплообмена $A_{1\text{вар}} = 82.09 \text{ м}^2$ (2) получилась меньше $A_{2\text{вар}} = 137.7 \text{ м}^2$ (4).

Для этих значений поверхностей теплообмена из таблицы 2.3 [7] выбраны стандартные теплообменники с диаметром $D = 800 \text{ мм}$ и площадями поверхности теплообмена соответственно 109 м^2 для первого варианта и площадью 146 м^2 для второго варианта.

Выбранные теплообменники имеет следующие запасы площади:

$$\Delta_{1\text{вар}} := \frac{109 - 82.09}{82.09} \cdot 100 = 32.8 \%. \quad \Delta_{2\text{вар}} := \frac{146 - 137.7}{132.8} \cdot 100 = 6.3 \%.$$

Таким образом, запас площади теплообменника по второму варианту (при течении азота в трубах) меньше, чем у теплообменника при течении азота в межтрубном пространстве; площадь теплообмена по второму варианту также больше, а значит теплообменник будет дороже. Запас площади поверхности теплообмена влияет на скорость загрязнения теплообменника, чем он больше, тем реже надо промывать теплообменник. Нормой считается запас поверхности теплообмена 8–15 %.

Аэродинамический расчёт показал, что потери давления (5) в межтрубном пространстве (0.090 МПа) превышают допустимые по заданию (0.03 МПа), следовательно, первый вариант с подачей азота в межтрубное пространства непригоден для практики. При подаче азота в трубы потери давления (6) составили 0.015 МПа, что меньше допустимого значения 0,03 МПа. Следовательно, второй вариант с подачей азота в трубы удовлетворяет условию ограничения потерь давления при движении азота. Это также выгодно и по условию простоты очистки труб.

Из обсуждения результатов расчёта кожухотрубного теплообменника по двум вариантам в системе Mathcad следует, что второй вариант с подачей азота по трубам удовлетворяет условию потери давления меньше допустимого (0,03 МПа). Запас площади поверхности теплообмена, несколько меньший допустимого, вполне компенсируется простотой очистки труб в процессе эксплуатации.

Как уже отмечалось, для технических расчётов, наряду с MathCAD, используются многие другие математические пакеты. В работе [4] было дано сравнение программ решения квадратного уравнения в пакетах Turbo Pascal и MathCAD. В последнее время широкое применение находит математический пакет MatLab. Название MatLab появилось в 1980 году и расшифровывается как матричная лаборатория (matrix laboratory).

Ниже в качестве примера приводятся фрагменты расчёта теплообмена по первому варианту.

Таблица 1

Листинг программы (после знака «%» вводятся комментарии)	Результаты вычислений (получаем в командном окне («Command Window»))
% Режим подачи азота в межтрубное пространство m1=2.1*10^(-5);%динамическая вязкость G1=7.222; % d=0.025; % Smtr=0.079; % Re1=(G1*d)/(Smtr*m1) %Уточненный коэффициент теплопередачи: k3=1/((1/alpha1)+R1+R2+(delta/lambda)+(1/Alpha3))	Re1 = 1.0883e+05 k3 = 208.0

Как видим, запись программы MatLab, как и Turbo Pascal, не является наглядной (нет индексов, греческого и русского алфавитов, результаты вычислений даются отдельно от формул). Особенно заметно преимущество записи формул k3 и k1 вар (1). Приведённый расчёт теплообменного аппарата в пакете MathCAD и сравнение этого расчёта с расчётом в пакете MatLab даёт основание для использования MathCAD в учебном процессе.

Выводы

Разработана программа расчёта кожухотрубного теплообменного аппарата в системе MathCAD, которая позволяет автоматизировать расчёт теплообменных аппаратов.

Сравнение расчётов в системах MatLab и MathCAD показывает преимущества последней в наглядности и простоте записи программ расчёта, что даёт основание поддержать идею [4] о внедрении MathCAD в систему образования Казахстана.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 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 **Рындин, В. В., Шалай, В. В., Макушев, Ю. П.** Расчёт цикла бензинового двигателя в системе Mathcad [Текст] // Вестник СибАДИ. – 2013 – № 6(34). – С. 91–98.
- 4 **Рындин, В. В., Олейник, А. А., Гасымов, Ш. Г., Макушев, Ю. П.** Внедрение программы Mathcad в систему образования Казахстана // Вестник Торайгыров университета. Энергетическая. – 2020. – № 4 – С. 324–336.
- 5 **Печенегов, Ю. Я., Кузьмина, Р. И.** Курсовое по процессам аппаратам химической технологии. Теплообменные аппараты и ректификационные установки. Учебное пособие. – Саратов : Саратовский ГУ. 2010. – 110 с. : ил.
- 6 **Макушев, Ю. П., Полякова, Т. А., Рындин, В. В., Токтаганов, Т. Т.** Расчёт деталей, механизмов и систем ДВС математическими методами с применением программы Mathcad. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 320 с. : ил.
- 7 **Павлов, К. Ф., Романков, П. Г., Носков, А. А.** Примеры и задачи по курсу процессов аппаратов химической технологии. Учеб. пособие для вузов / Под ред. П. Г. Романкова. – Л. : Химия, 1987. – 576 с. : ил.
- 8 **Печенегов, Ю. Я.** Расчёт теплотехнических свойств газовых и жидких теплоносителей. Саратов : Сарат. политехи, ин-т. 1982. – 84 с.
- 9 **Машины и аппараты химических производств. Примеры и задачи.** Учеб. пособие для вузов И. В. Доманский и др. Под общей ред. В. Н. Соколова. Л. : Машиностроение. 1982. – 384 с. : ил.
- 10 **Основные процессы и аппараты химической технологии : Пособие по проектированию** Г. С. Борисов и др. Под ред. Ю. И. Дытнерского. – Химия. 1991. – 496 с. : ил.
- 11 **Лебедев, П. Д., Щукин, А. А.** Теплоиспользующие установки промышленных предприятий. М. : Энергия. – 1970. – 564 с.

REFERENCES

- 1 **Kir'yanov, D. V.** Mathcad 13. [Mathcad 13] [Text]. – St. Petersburg : BHV–Petersburg, 2006. – 608 p.
- 2 **Makarov, Ye. G.** Inzhenernyye raschoty v Mathcad 15. [Engineering Calculations in Mathcad 15]. – SPb : Peter, 2011. – 400 p.
- 3 **Ryndin, V. V., Shalay, V. V., Makushev, Yu. P.** Raschot tsikla benzinovogo dvigatelya v sisteme Mathcad. [Calculation of the cycle of a gasoline engine in the Mathcad system] [Text] // SibADI Bulletin. – 2013. – № 6 (34). – P. 91–98.
- 4 **Ryndin, V. V., Oleynik, A. A., Gasymov, SH. G., Makushev, Yu. P.** Vnedreniye programmy Mathcad v sistemu obrazovaniya Kazakhstana [Implementation of the Mathcad program in the education system of Kazakhstan] // Bulletin of Toraigrov University. Energy. – 2020. – № 4. – P. 324–336.
- 5 **Pechenegov, Yu. Ya., Kuz'mina, R. I.** Kursovoye po protsessam apparatam khimicheskoy tekhnologii. Teploobmennyye apparaty i rektifikatsionnyye ustanovki [Kurovovoye on processes in apparatuses of chemical technology. Heat exchangers and distillation units] // Tutorial. – Saratov : Saratov State University, 2010. – 110 p.
- 6 **Makushev, Yu. P., Polyakova, T. A., Ryndin, V. V., Toktaganov, T. T.** Raschot detaley, mekhanizmov i sistem DVS matematicheskimi metodami s primeneniye programmy Mathcad [Calculation of parts, mechanisms and systems of internal combustion engines by mathematical methods using the Mathcad program]. – Moscow; Vologda: Infra-Engineering, 2022. – 320 p.
- 7 **Pavlov, K. F., Romankov, P. G., Noskov, A. A.** Primery i zadachi po kursu protsessov apparatov khimicheskoy tekhnologii [Examples and tasks in the course of processes of chemical technology apparatuses] // Ed. P. G. Romankova. – L. : Chemistry, 1987. – 576 p.
- 8 **Pechenegov, Yu. Ya.** Raschot teplotekhnicheskikh svoystv gazovykh i zhidkikh teplonositeley [Calculation of thermal properties of gas and liquid heat carriers]. – Saratov : Sarat. polytechnics, in-t, 1982. – 84 p.
- 9 Mashiny i apparaty khimicheskikh proizvodstv. Primery i zadachi. [Machines and apparatus for chemical production. Examples and tasks]. Under the general editorship V. N. Sokolova. – Moscow : Engineering, 1982. – 384 p.
- 10 Osnovnyye protsessy i apparaty khimicheskoy tekhnologii : Posobiye po proyektirovaniyu [Basic Processes and Apparatuses of Chemical Technology : Design Manual] // Ed. Yu. I. Dytnerky. – Chemistry, 1991. – 496 p.
- 11 **Lebedev, P. D., Shchukin, A. A.** Teploispol'zuyushchiye ustanovki promyshlennykh predpriyatiy [Heat-using installations of industrial enterprises] / Energy. – 1970. – 564 p.

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

***V. V. Ryndin¹, G. G. Abdullina², G. K. Akhmedyanova³,
D. G. Aigozhina⁴, R. M. Khusnutdinov⁵**

¹²³⁴Toraigrov University, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.;

⁵Павлодар мұнай-химия зауыты, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
Материал баспаға түсті 01.06.23.

МАТНСАД ПАКЕТІНДЕГІ ҚАБЫРҚАЛЫҚ ЖӘНЕ ТҮБЕГІ ЖЫЛУ АЛМАСТЫРУШЫСЫН ЕСЕПТЕУ БАҒДАРЛАМАСЫ

Мақалада Mathcad пакетіндегі құбырлы жылу алмастырғыштың технологиялық есебі мен таңдауы берілген. Өнеркәсіпте қолданылатын жылу алмастырғыштардың барлық түрлерінің 80 % жуығы құбырлы жылу алмастырғыштар болып табылады. Жылу алмастырғыштарды есептеу үшін электрондық кестелер (Excel) жиі қолданылады. Мұндай есептеулердің кемшілігі – формулаларды сипаттау мүмкін емес жазу және алынған тәуелділіктердің графиктерін құру мүмкін емесігі. Соңғы кездері MatLab бумасындағы бағдарламалау жиі қолданыла бастады, бірақ формулаларды жазуда да анықтық жоқ. Mathcad пакетінде программалау кезінде формулалар жалпы қабылданған түрде жазылады, бұл олардың жазбаларындағы дәлсіздіктерді дереу көруге және тиісті түзетулер енгізуге мүмкіндік береді. Формулаларды жазудың анықтығы Mathcad-тың басқа есептеу бағдарламаларынан басты артықшылығы болып табылады. Жасалған бағдарлама негізінде жылу алмастырғыштардың жылу және аэродинамикалық есептеулері жүргізілді, бұл жылу алмастырғыштарды салыстыруға және жылу алмасу аймағының қоры мен қысымның жоғалуы бойынша ең жақсы нұсқаны таңдауға мүмкіндік берді. Бұл бағдарламаны оқу процесінде дипломдар мен магистрлік диссертацияларды жазу кезінде де, конструкторлық ұйымдарда құбырлы жылу алмастырғыштарды жобалау кезінде де қолдануға болады.

Кілтті сөздер: құбырлы жылу алмастырғыштар, Mathcad жүйесі, MatLab жүйесі, технологиялық есептеу, есептеу бағдарламасы, жылу алмастырғыштарды салыстыру.

***V. V. Ryndin¹, G. G. Abdullina², G. K. Akhmetyanova³,
D. G. Aigozhina⁴, R. M. Khusnutdinov⁵**

¹²³⁴Toraigrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar,

⁵Pavlodar Petrochemical Plant, Republic of Kazakhstan, Pavlodar.
Material received on 01.06.23.

CALCULATION PROGRAM FOR SHELL-AND-TUBE HEAT EXCHANGER IN THE MATHCAD PACKAGE

The article presents the technological calculation and selection of a shell-and-tube heat exchanger in the Mathcad package. Of all types of heat exchangers used in industry, about 80 % are shell-and-tube heat exchangers. For the calculation

of heat exchangers, spreadsheets (Excel) are most often used. The disadvantage of such calculations is the beloved record of formulas and the equanimity to plot the resulting Bindings. Recently, programming in the MatLab package has been increasingly used, but even here there is no impudence in recording the format. When programming in the Mathcad package, the format is recorded in a generally accepted form, which allows you to immediately see inaccuracies in their recording and make appropriate changes. The audacity of writing formulas is the main advantage of Mathcad over other calculation programs. Based on the developed program, thermal and aerodynamic calculations of heat exchangers were released, which made it possible to compare heat exchangers and choose the best option for the reserve area of heat exchangers and prescription losses. This program can be used both in the educational process when writing diplomas and master's theses, and in design organizations when designing shell-and-tube heat exchangers.

Keywords: shell-and-tube heat exchangers, Mathcad system, MatLab system, technological calculation, calculation program, comparison of heat exchangers.

ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

МРНТИ 65.59.29

<https://doi.org/10.48081/YHEW5190>

***Ч. К. Авылов**

ФГБОУ ВО МГУПП, Российская Федерация, г. Москва

*e-mail: c.avyllov@cherkizovo.com

ПРОИЗВОДСТВО ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

В данной статье были представлены результаты научных исследований по производству мясного продукта функционального назначения с использованием животного и растительного сырья.

В настоящее время особую актуальность приобретает разработка продуктов питания нового поколения, что связано с недостаточной обеспеченностью населения жизненно важными нутриентами. Для производства таких продуктов необходимо проведение комплекса технологических, физико-химических, микробиологических и других исследований.

В статье приводятся теоретические и практические доводы по разработке продукта питания нового поколения, а также представлены данные экспериментальных исследований, математического моделирования рецептуры мясного продукта, органолептических показателей, пищевой и биологической ценности сырья и готовой продукции.

Проведенные научные исследования показали, что сочетание животных и растительных компонентов в производстве функционального мясного продукта показательно улучшает аминокислотный баланс, витаминный и минеральный состав, а также функционально-технологические свойства готового продукта питания.

По результатам научных исследований можно сделать следующий вывод, что для обогащения мясных продуктов можно использовать широкий диапазон функциональных ингредиентов, в том числе в виде натуральных ингредиентов, в которых содержатся необходимые биологически активные вещества.

Ключевые слова: мясо конины, конская печень, конский жир, овсяные хлопья, паштет, мясной продукт.

Введение

В настоящее время особую актуальность приобретает разработка продуктов питания нового поколения, что связано с недостаточной обеспеченностью населения жизненно важными нутриентами. Для производства таких продуктов необходимо проведение комплекса технологических, физико-химических, микробиологических и др. исследований. Мировые тенденции в области питания

связаны с созданием ассортимента продуктов с лечебно-профилактической и функциональной направленностью, способствующих улучшению здоровья при ежедневном их употреблении в составе рациона [1, 2].

Основной задачей научных исследований является подбор оптимального состава, выбор и исследование функциональных ингредиентов, исследование физико-химических, технологических, органолептических свойств продукта, разработка рецептуры и технологии производства мясного продукта функционального назначения.

Повышение пищевой и биологической ценности готового продукта возможно за счет сочетания мясного и растительного сырья, обладающего радиопротекторными, лечебно-профилактическими свойствами, направленные на восполнение недостатка в организме энергетических, пластических или регуляторных пищевых субстанций [3, 4, 5].

Материалы и методы

Объектами научных исследований являлись: мясо конины, печень конская, конский жир, овсяные хлопья. Разработана рецептура и технология производства функционального мясного продукта по наиболее оптимальному варианту.

Рецептуру мясного продукта определяли методом математического моделирования.

Пищевую ценность определяли по средней пробе мякотной части туш, согласно общепринятым методикам, массовую долю влаги – согласно ГОСТ 9793-2016, жира – по ГОСТ 23042-2015, белка – по ГОСТ 25011-2017, золы – сжиганием навески в муфельной печи.

Биологическую ценность определяли расчетным путем. Активную кислотность среды (рН) определяли по ГОСТ 51478-99. Органолептическую оценку проводили по 5-балльной шкале по ГОСТ 9959-2015 «Мясо и мясные продукты» [6, 7].

Результаты и обсуждение

Использование конины, конской печени и конского жира, в качестве основного сырья для производства мясных продуктов, в частности паштета, является целесообразным.

Конина обладает выраженными диетическими свойствами за счет повышенного содержания белка, хорошо сбалансированного аминокислотного и уникального жирнокислотного состава.

Ценность конского жира прежде всего в высоком содержании полиненасыщенных жирных кислот – линолевой и линоленовой, которых в конине 15–20 %, для сравнения в говядине всего 2–5 %.

В отличие от мяса других убойных животных конина мало содержит холестерина, что является одним из факторов, определяющих диетическую ценность этого продукта 12–60 мг % в различных частях туши.

Установлено, что для конины в сравнении с говядиной и свининой характерно более высокое содержание незаменимых аминокислот: изолейцина, лейцина, треонина, триптофана. В конском мясе содержится значительное количество витамина А (до 20 мг % в жире), а также тиамин (0,07 мг %), рибофлавин

(0,1 мг %), никотинамид 4,2 мг %). Высокая биологическая ценность конского мяса обусловлена также наличием значительного количества макро- и микроэлементов.

Конская печень – наиболее ценный субпродукт, богатый мышечными и коллагеновыми белками, витаминами группы В, обладающий высокими питательными и лечебными свойствами.

Использование растительного сырья (овсяные хлопья, морковь) в производстве мясного продукта вполне обосновано, так как при корректировке нового продукта они обладают функциональными свойствами, значительно обогащают пищевыми волокнами, клетчаткой, витаминами, повышают пищевую и биологическую ценность готового продукта [8, 9, 10].

В овсяных хлопьях содержатся жиры и белковые соединения. Они богаты такими витаминами как А, Е, К, РР, В6, В1, В2. В этом ингредиенте содержатся необходимые организму минеральные вещества: марганец, железо, магний, йод, фтор, фосфор, калий, кальций, сера, никель. Главная особенность овсяных хлопьев заключается способностью поглощать влагу и легко усваиваться в организме, насыщая его при этом на долгий отрезок времени.

На первом этапе экспериментальных исследований, для определения оптимального содержания добавляемых ингредиентов необходимо провести расчет аминокислотного состава сырья по рецептуре мясного продукта на основе математического моделирования.

Для проведения расчетов нужно ввести следующие обозначения: X1 – мясо конины; X2 – печень конская; X3 – овсяные хлопья. Для решения задачи по оптимизации рецептуры по белковому составу необходимо общее содержание белков в каждом компоненте – C1, C2, C3. В этом случае целевая функция будет линейно зависеть от рассматриваемых ингредиентов:

$$F1(x) = \sum_{j=1}^3 C_j X_j \quad (1)$$

Введем ограничения для определения области допустимых решений задачи по содержанию незаменимых аминокислот в продукте:

$$\sum_{j=1}^3 a_{i,j} X_j \geq b_i \quad (2)$$

где: $a_{i,j}$ – содержание i -й аминокислоты в j -й компоненте, мг/100 г;

b_i – рекомендации ФАО/ВОЗ по содержанию i -й аминокислоты мг/100 г.

Поскольку целевая функция и ограничения задачи являются линейными зависимостями, получаем задачу линейного программирования.

Общее содержание ингредиентов продукта 78 % объясняется тем, что ингредиенты, не содержащие белка (овсяные хлопья, морковь, лук, соль, специи), составляют 22 % и не учитываются в расчете. Для расчета учитываются только основное сырье мясного паштета.

Получаем следующую математическую модель задачи оптимизации ингредиентов, подставив значение коэффициентов.

Целевая функция: $F(X) = 18200 \cdot X_1 + 17900 \cdot X_2 + 23240 \cdot X_3$

Ограничения по аминокислотному составу:

Валин $899 \cdot X_1 + 1250 \cdot X_2 + 1351 \cdot X_3 \geq 5000$

Изолейцин $993 \cdot X_1 + 930 \cdot X_2 + 920 \cdot X_3 \geq 4000$

Лейцин $1824 \cdot X_1 + 1590 \cdot X_2 + 2102 \cdot X_3 \geq 7000$

Лизин $1699 \cdot X_1 + 1430 \cdot X_2 + 2017 \cdot X_3 \geq 5500$

Метионин $1588 \cdot X_1 + 440 \cdot X_2 + 601 \cdot X_3 \geq 3500$

Треонин $951 \cdot X_1 + 810 \cdot X_2 + 1321 \cdot X_3 \geq 4000$

Триптофан $330 \cdot X_1 + 240 \cdot X_2 + 531 \cdot X_3 \geq 1000$

Фенилаланин $932 \cdot X_1 + 930 \cdot X_2 + 1214 \cdot X_3 \geq 6000$

Ограничения по рецептурным компонентам:

$X_1 + X_2 + X_3 = 0,78$

$0,3 \leq X_1 \leq 0,6$ $0,15 \leq X_2 \leq 0,20$ $0,05 \leq X_3 \leq 0,25$

Решив задачу с помощью встроенного оптимизатора табличного процессора MS Excel методом Ньютона, получаем оптимальное решение: $X_1 = 41 \%$, $X_2 = 18 \%$, $X_3 = 19 \%$. При таком соотношении компонентов получаем продукт, который наиболее близко из возможных вариантов полноценный по аминокислотному составу. По результатам математического расчета и результатам проведенных исследований, составляем рецептуру мясного паштета (таблица 1).

Таблица 1 – Рецептура мясного паштета

Сырье	кг/100 кг
Копченая говядина 2 категории	40,70
Печень конская	17,60
Овсяные хлопья	20,0
Жир конский	5,30
Лук репчатый	6,30
Морковь	5,70
Петрушка (корень сухой)	0,60
Перец черный молотый	0,05
Соль поваренная пищевая	1,05
Бульон	2,70
Итого	100

Технологический процесс производства мясного паштета с добавлением растительного сырья состоит из приемки сырья, бланшировки, измельчения, куттерования, наполнения оболочек, варки, охлаждения, упаковки, маркировки и хранения.

Результаты исследования химического состава мясных паштетов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав мясных паштетов

Показатели	Контрольный образец	Опытный образец
Влага, %	59,76±0,95	59,53±0,97
Белок, %	17,46±0,28	17,98±0,22
Жир, %	21,48±0,14	20,26±0,18
Зола, %	1,3±0,04	2,23±0,06
Энергетическая ценность, ккал/100г	263,16	254,26

Из результатов следует, что с введением овсяных хлопьев идет снижение содержания влаги на 0,23 % и жира на 1,22 %, увеличению белка на 0,52 %. В опытном образце увеличилась доля минеральных веществ с 1,3 % до 2,23 % по сравнению с контрольным образцом.

Для объективной оценки биологической ценности мясных паштетов был рассчитан аминокислотный скор. Расчет аминокислотного сора показал, что все незаменимые аминокислоты в контрольном образце являются лимитирующими. В опытном образце наибольшие скоры 100,7 % определены для лизина, 100,9 % – для фенилаланина+тирозина, 109,0 % – для триптофана (рисунок 1).

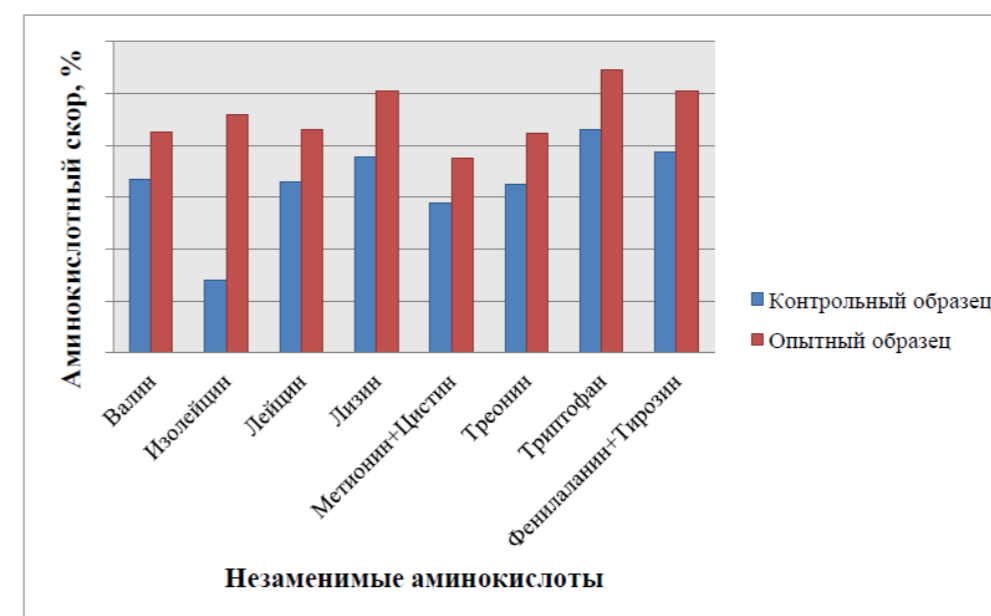


Рисунок 1 – Аминокислотный скор мясных паштетов, %

Опытный и контрольный образцы мясных паштетов оценивались по органолептическим показателям. Показатели оценивались по пятибалльной шкале (рисунок 2).

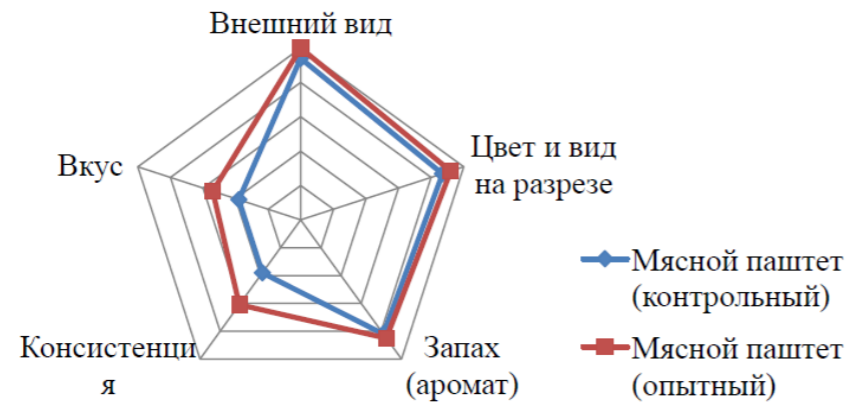


Рисунок 2 – Органолептическая оценка мясных паштетов

Выводы

Таким образом, разработан новый мясной продукт функционального назначения. Научные исследования показали, что сочетание животного и растительного сырья значительно улучшает аминокислотный баланс, витаминный и минеральный состав, а также функционально-технологические свойства готового продукта. В целом, для обогащения мясных продуктов необходимыми нутриентами можно использовать широкий диапазон функциональных ингредиентов, в которых содержатся важные биологически активные вещества.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Синявский Ю. А., Шайкенова С. К.** Функциональное питание: состояние и перспективы внедрения // «Пищевая и перерабатывающая промышленность Казахстана». – № 6 Алматы, 2008. – 50 с.
- 2 **Кажыбаева Г. Т.** Актуальные проблемы совершенствования производства мясных и рыбных продуктов функционального назначения. / Монография – Павлодар : Кереку, 2015. – 148 с.
- 3 **Тутельян В. А., Вялков А. И., Разумов А. Н.** и др. Научные основы здорового питания. – М. : Издательский дом «Панорама», 2010. – 816 с.
- 4 **Кочеткова А. А.** Функциональные продукты // «Пищевая промышленность». – 2004. – № 3. – С. 4–5.
- 5 **Тихомирова Н. А.** Технология продуктов функционального питания. – М. : ООО «Франтэра», 2002. – 213 с.
- 6 **Гуринович Г. В., Патракова И. С.** Технология функциональных мясопродуктов : учебник / Г. В. Гуринович. – Кемерово : ЛМТ КемТИПП, 2002. – 130 с.
- 7 **Антипова Л. В., Глотова И. А., Рогов И. А.** Методы исследования мяса и мясных продуктов. – М.: Колос, 2001. – 376 с.
- 8 **Тулеев Е. Т.** Производство конины. – М. : Агрпромиздат, 1986. – 287 с.

9 **Кадырова Р. Х., Шакиева Р. А.** Конина в лечебном питании. – Алматы, 1998. – 66 с.

10 **Troeger Klaus, Nitsch Peter, Müller Wolf-Dietrich, Munch Siegfried** // Вкус и текстура функциональных продуктов // Kein Angriff auf Geschmack und Textur. Fleischwirtschaft, 2005. – № 7. – 250 с.

REFERENCES

- 1 **Sinyavskii Yu. A., Shaikenova S. K.** Funkcionalnoe pitanie: sostoyanie i perspektivi vnedreniya // «Pish'evaya i pererabativayush'aya promishlennost Kazahstana». № 6. – Almaty, 2008. – 50 p.
- 2 **Kazhibayeva G. T.** Aktualnie problemi sovershenstvovaniya proizvodstva myasnyh i ribnyh produktov funktsionalnogo naznacheniya: Monografiya. – Pavlodar : Kereku, 2015. – 148 p.
- 3 **Tutelyan V. A., Vyalkov A. I., Razumov A. N. i dr.** Nauchnie osnovi zdorovogo pitaniya. – M. : Izdatelskii dom «Panorama», 2010. – 816 p.
- 4 **Kochetkova A. A.** Funktsionalnie produkti / «Pish'evaya promishlennost». – 2004. – № 3. – P. 4–5.
- 5 **Tihomirova N. A.** Tehnologiya produktov funktsionalnogo pitaniya. – M. : ООО «Frantera», 2002. – 213 p.
- 6 **Gurinovich G. V., Patrakova I. S.** Tehnologiya funktsionalnih myasoproduktov: uchebnik / G. V. Gurinovich. – Kemerovo. : LMT KemTIPP, 2002. – 130 p.
- 7 **Antipova L. V., Glotova I. A., Rogov I. A.** Metodi issledovaniya myasa i myasnyh produktov / – M.: Kolos, – 2001. – 376 p.
- 8 **Tuleuov E. T.** Proizvodstvo konini. – M. : Agropromizdat, 1986. – 287 p.
- 9 **Kadirova R. H., Shakiyeva R. A.** Konina v lechebnoy pitanii. – Almaty, 1998. – 66 p.
- 10 **Troeger Klaus, Nitsch Peter, Müller Wolf-Dietrich, Munch Siegfried** // Vkus i tekstura funktsionalnih produktov // Kein Angriff auf Geschmack und Textur. Fleischwirtschaft, 2005. – № 7. – 250 p.

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

***Ч. К. Абылов**

ФГБОУ в МГУПП, Ресей Федерациясы, Мәскеу қ.

Материал 01.06.23 баспаға түсті.

ЖАҢА БУЫННЫҢ ФУНКЦИОНАЛДЫ ЕТ ӨНІМДЕРІН ӨНДІРУ

Бұл мақалада жануарлар мен өсімдік шикізатын пайдалана отырып, функционалдық мақсаттағы ет өнімін өндіру бойынша ғылыми зерттеулердің нәтижелері ұсынылды.

Қазіргі уақытта халықтың өмірлік маңызды қоректік заттармен жеткіліксіз қамтамасыз етілуіне байланысты жаңа буын тағамдарын әзірлеу ерекше өзекті

болып отыр. Мұндай өнімдерді өндіру үшін технологиялық, физика-химиялық, микробиологиялық және басқа зерттеулер кеінен жүргізу қажет.

Мақалада жаңа буынның тамақ өнімдерін әзірлеу бойынша теориялық және практикалық дәлелдер келтірілген, сонымен қатар эксперименттік зерттеулер, ет өнімінің формуласын математикалық модельдеу, органолептикалық көрсеткіштер, шикізат пен дайын өнімнің тағамдық және биологиялық құндылығы келтірілген.

Жүргізілген ғылыми зерттеулер функционалды ет өнімін өндірудегі жануарлар мен өсімдік компоненттерінің үйлесуі аминқышқылдарының тепе-теңдігін, витаминдер мен минералдардың құрамын, сондай-ақ дайын тағамның функционалды және технологиялық қасиеттерін жақсартатынын көрсетті.

Ғылыми зерттеулердің нәтижелері бойынша ет өнімдерін байыту үшін функционалды ингредиенттердің кең спектрін, соның ішінде қажетті биологиялық белсенді заттар бар табиғи ингредиенттер түрінде қолдануға болады деген қорытынды жасауға болады.

Кілтті сөздер: функционалды ет өнімі, жылқы еті, жылқы бауыры, жылқы майы, өсімдік шикізаты, құрамы және өндіріс технологиясы.

*Ch. K. Avylov

FGBOU MGUPP, Russian Federation, Moscow.

Material received on 01.06.23.

PRODUCTION OF FUNCTIONAL MEAT PRODUCTS OF A NEW GENERATION

This article presents the results of scientific research on the production of a functional meat product using animal and vegetable raw materials.

Currently, the development of a new generation of food products is becoming particularly relevant, which is due to the insufficient supply of vital nutrients to the population. For the production of such products, it is necessary to conduct a complex of technological, physico-chemical, microbiological and other studies.

The article presents theoretical and practical arguments for the development of a new generation food product, as well as data from experimental studies, mathematical modeling of the formulation of a meat product, organoleptic indicators, nutritional and biological value of raw materials and finished products.

The conducted scientific studies have shown that the combination of animal and vegetable components in the production of a functional meat product significantly improves the amino acid balance, vitamin and mineral composition, as well as the functional and technological properties of the finished food product.

According to the results of scientific research, the following conclusion can be drawn that a wide range of functional ingredients can be used to enrich meat products, including in the form of natural ingredients that contain the necessary biologically active substances.

Keywords: functional meat product, horse meat, horse liver, horse fat, vegetable raw materials, formulation and production technology.

FTAMP 65.59.29

<https://doi.org/10.48081/HSYT4376>

*Г. Т. Кажубаева¹, С. К. Касымов², Б. С. Туганова³

^{1,3}Торайғыров университеті, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

²Шәкарім атындағы университет, Қазақстан Республикасы, Семей қ.

*e-mail: docent-1965@mail.ru

ЕКІНШІ РЕТТІК ШИКІЗАТТАН ЕТ ӨНІМІН ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

Бұл мақалада екінші реттік шикізатты пайдалана отырып, ет өнімін өндірудің жетілдірілген технологиясы ұсынылған. Мақалада деликатестік ет өнімдерін әзірлеу бойынша теориялық және практикалық дәлелдер келтірілген.

Зерттеу барысында екінші реттік шикізатты пайдалану, қалдықтарды айтарлықтай азайтып, қоршаған ортаға жағымсыз әсерлерді азайтатынын анықталды.

Алайда, екінші реттік шикізаттан ет өнімін өндіруде технологиялық және санитарлық мәселелер туындайды, оларды шешу қажет.

Физика-химиялық, органолептикалық көрсеткіштерге, сондай-ақ шикізат пен дайын өнімнің тағамдық және биологиялық құндылығына эксперименттік зерттеулер ұсынылған.

Жүргізілген эксперименттік зерттеулер ет өнімін өндірудің жетілдірілген технологиясы аминқышқылдарының тепе-теңдігін, витаминдер мен минералдардың құрамын, сондай-ақ дайын өнімнің функционалды-технологиялық қасиеттерін жақсартатынын көрсетті.

Екінші реттік шикізаттан ет өнімін өндіру технологиясын жетілдірудің негізгі бағыттарының бірі оның сапасын жақсарту болып табылады. Ол үшін дәрумендер мен қоректік заттарды сақтауға, өнімнің дәмін, хош иісі мен құрылымын жақсартуға мүмкіндік беретін заманауи технологиялық процестер қолданылады.

Қорытындылай келе, екінші реттік шикізаттан ет өнімін өндіру технологиясын жетілдіру қазіргі заманғы өнеркәсіп үшін маңызды міндет екенін атап көрсетеді. Олар өнімнің сапасын бақылаудың жаңа технологиялары мен инновациялық әдістерін қолдану қауіпсіз, экологиялық таза және жоғары сапалы өнім жасауға мүмкіндік беретінін атап өтілген.

Кілтті сөздер: деликатестік ет өнімі, екінші реттік ет шикізатты, субөнімдер, рецептура және өндіріс технологиясы.

Кіріспе

Қазақстан Республикасында ет өңдеу саласы тамақ өнеркәсібінің маңызды салаларының біреуі болып табылады. Сондықтан мал өнімдерін көбірек өндеп, сапа мен бәсекеге тайталас бере алатын өнімдер шығару керек. Жаңа технологияларды жасаушылардың өзекті мәселелерінің бірі, сойылған малдың шикізаттарынан адам ағзасының иммундық қорғанысын көтеретін тағамдар дайындау.

Ет және ет өнімдерінің нарықта сәтті орнығып кетуінің бірден-бір себебі шетелден импортталатын өнімдер мөлшерін шектеп, жергілікті шикізат ресурстарын пайдалана отырып, отандық азық-түлік өнімдері саласын барынша дамыту болып табылады. Халқымызды жоғары сапалы тамақ өнімдерімен қамтамасыз ету мәселесін шешудің басты жолы, алатын екінші реттік ет шикізаттарды дер кезінде ысырапсыз, шығынсыз, тиімді пайдалану [1–3].

Ғылыми жұмыстың мақсаты-халықты сапалы және қолжетімді, отандық ет өнімдерімен қамтамасыз ету. Жаңғырту және жетілдіру, қазақтың ұлттық тағамдарының ұмытылған технологияларын өндіріске енгізу.

Материалдар мен әдістер

Ғылыми зерттеу материалдары: қой еті, қой бастың сорпасы, I категориялық субөнімдер, сүйек майы.

Ет химиялық құрамы мен биологиялық құндылығы ұшаның целлюлоза бөлігінің орташа сынамасы бойынша, жалпы қабылданған әдістемелерге сәйкес анықталады:

- органолептикалық бағалау – МЕСТ 9959-2015 бойынша;
- ылғалдың массалық үлесі – МЕСТ 9793-74 бойынша;
- майдың массалық үлесі – МЕСТ 23042-86;
- ақуыздар – Кьелдаль бойынша жалпы азоттың үлес салмағын өлшеу және ақуыздың үлес салмағын анықтау әдісі;
- минералды заттар – шикізатты муфель пешінде жағу арқылы анықталады [4–6].

Нәтижелер және талқылау

Ғылыми жұмыстың міндеттерінің бірі – сойылған жануарлардың етінің барлық түрлерін өңдеудің қалдықсыз технологиясын өндіру, сондай-ақ жоғары сапалы және керемет дәмі бар деликатестік ет өнімдерінің түр түрін кеңейту.

Бұл әдісті қолдану нәтижесінде, шикізатты үнемдеп қана қоймай, дайын өнімдерді ағзаға қажетті пайдалы қоректік заттармен байыта алуға болады.

Қазақтардың ұлттық тағамдарында қойдан жасалған екінші реттік ет шикізатынан дайындалған көптеген тағамдар бар. Осындай ет тағамның бірі «Ми-Палау» деп аталады.

«Ми-Палау» – қазақ тағамдарының ұлттық ет тағамдарының бірі болып табылады. Ми палауды дайындау үшін қой бастары қолданылады, олар қайнатылады, еті, миы, көздері бөлінеді, майдалап туралады, ертілген май, қой бауыры, ет пісіруден алынған сорпа қосылады және бәрі араластырылады. Дәстүр бойынша, бұл өнім тікелей тұтынуға арналған және іс жүзінде сақталмайды, бірден қолданылады, яғни сақтау мерзімі жоқ.

Осы ғылыми зерттеу жұмысты орындау барысында белгілі бір сақтау мерзімі, жақсартылған функционалдық қасиеттері бар өнеркәсіптік қолдануға арналған деликатестік ет өнімдерін өндіру әдісі әзірленді [7–10].

Деликатестік ет өнімдерін өндіру үшін қой еті мен субөнімдері пайдалану мүмкіндігі химиялық және аминқышқылдарының құрамын зерттеу нәтижелері бойынша, сондай-ақ зертханалық жағдайда белгілі бір функционалдық – технологиялық көрсеткіштер бойынша анықталды.

Жүргізілген зерттеулер пайдаланылған шикізаттың құрамында барлық маңызды аминқышқылдары бар екенін және олардың жиынтық мөлшері ФАО/ДЦҰ ұсыныстарына сәйкес келетінін көрсетті. Сүйек майы мен сорпадан тұратын ақуыз-май эмульсиясы дайын ет өніміне қосымша функционалдық қасиеттер береді.

Деликатестік ет өнімдерін өндіру технологиясы келесідей жүзеге асырылады: қой бастары тазартылады, температурасы 15 °С-тан аспайтын суда дефростацияға ұшырайды және жуылады. Дайындалған бастар 60 °С температурада 2 сағат 15 минут қайнатылады, содан кейін 18–20 °С температураға дейін салқындатылады.

Ет терімен, тілімен, миымен, көзімен бірге басынан бөлініп, диаметрі 2–3 мм тор арқылы ұсақталады, содан кейін пісірілген қой бауыры мен пиязды ұсақтайды. Қой басы пісірілген сорпадан, сүйек майынан тағамдық пектин сығындысы бар ақуыз-май эмульсиясы жасалады. Ол үшін сүйек майы, қайнатудан алынған сорпа және тағамдық пектин сығындысы 1:1, 5:2 арақатынасында араластырылады, қоспасы 2–3 минут ішінде кесу арқылы эмульсияланады.

Құрамында тағамдық пектин сығындысы бар ақуыз-май эмульсиясы дайындалған тартылған етке енгізіледі де ас көк және дәмдеуіштер қосылады. Барлық компоненттерді қосқаннан кейін масса 10–12 минут ішінде араластырылады. Араластыру және ұсақтау процесінде массаның ақуыз және көмірсу компоненттерінің өзара әрекеттесуі, ылғалдың байланысуы және тұтқыр құрылымның пайда болуы жүреді.

Алынған масса 10 минут ішінде 120 °С температурада жүзеге асырылатын соңғы термиялық өңдеуге жіберіледі. Алынған өнім 45±2 °С дейін салқындатылады және буып-түюге және буып-түюге жіберіледі. Оралған өнім (4±2) °С температураға дейін салқындату үшін тоназытқышқа жіберіледі. Өнімді салмағы 100-ден 1300 г-ға дейінгі полипропилен қораптарына салынады. Оралған өнім 36 сағатқа дейін сақталады.

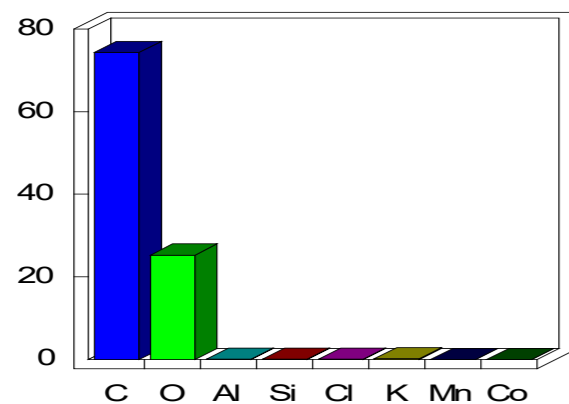
Дайын өнімнің физика-химиялық және химиялық көрсеткіштері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1 – Деликатестік ет өнімінің физика-химиялық және химиялық көрсеткіштері

Көрсеткіштер	Саны	
	турамада	дайын өнімде
Су, %	59,2	58,4
Май, %	15,5	16,2
Ақуыз, %	16,6	18,3
Минералды заттар, %	1,65	1,65
pH	6,2 ± 0,12	6,2 ± 0,12
BCC, %	09,2 ± 0,12	09,2 ± 0,12

Жаңа өнімнің химиялық құрамын талдау дайын өнімде заттардың мөлшері жалпы қабылданған нормаларға сәйкес келетіндігін көрсетті.

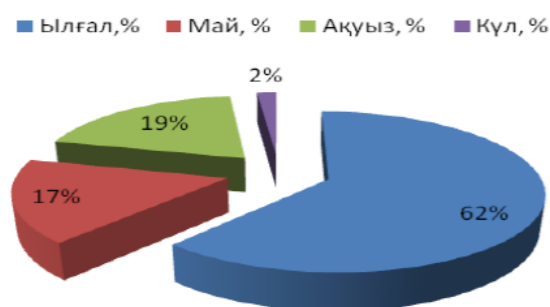
JSM-6390 электронды микроскопының көмегімен деликатесті ет өнімінің (элементті) минералды құрамы бойынша зерттеулер жүргізілді. 1-суретке сәйкес ет өнімінің минералды құрамының диаграммасы ұсынылған.



Сурет 1 – Эт өнімінің элементтік құрамы

Екінші реттік ет шикізатынан алынған құрама өнім тағамдық және биологиялық құндылықтары да маңызды рөл атқарады. Құндылығы жағынан жоғары болған сайын адам ағзасына да жақсы, әрі сіңімді жақтары көп болады. Ақуызды қоспаның етінің химиялық құрамы жағынан ешқандай кемшіліктері жоқ, тіпті артықшылықтары көп (2-сурет).

Жаңа өнімнің дайын күйдегі физико-химиялық көрсеткіші

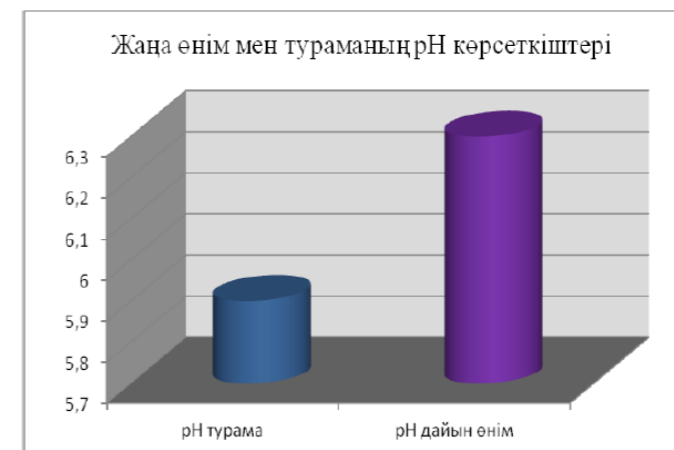


Сурет 2 – Дайын өнімнің физико-химиялық көрсеткіші

Химиялық құрамының сараптамасы жаңа өнімнің тексеру өніміне қарағанда май және ақуыз көлемі артығырақ екенін көрсетті. Жаңа өнімнің ақуыз массасы – 20 % қосылғандағы тағамдық және биологиялық құндылығы турамасынан еш бір кем түспейді.

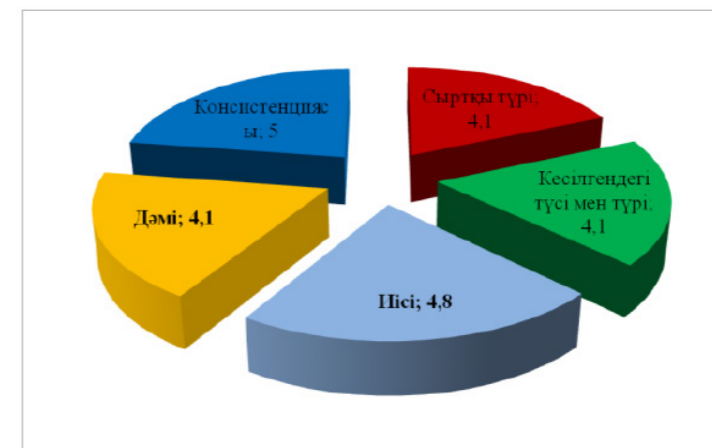
Ет өнімдерінің физико-химиялық көрсеткіштерінің өзгерісі технологиялық факторлардың әсерінен болады. рН ортасы мен ылғал ұстағыш қасиетіне байланысты бағалайды. Белсенді қышқылды орта (рН) белоктың жағдайына маңызды болып келеді. Ет өнімінің сақталу мықтылығы мен тураманың

құрылысының және дайын өнімнің сапасына қатты әсер етеді. рН көрсеткіштері SARTORIUS PB-11 неміс құрылғысымен анықталды (3-сурет).



Сурет 3 – Жаңа өнімнің рН көрсеткіштерінің мәні

Дайын өнімнің сапасы түсі, дәмі, консистенциясы және сыртқы түрінің өзгерісі бойынша бағаланды. Барлық тәжірибелік және бақылау үлгілерін органолептикалық бағалау 5 баллдық шкала бойынша жүргізілді. Зерттелген өнімнің органолептикалық бағасы 4-суретте көрсетілген.



Сурет 4 – Зерттелген өнімнің органолептикалық бағасы

Осылайша, бұл әдіс коллаген талшықтарымен байытылған, органолептикалық көрсеткіштері жоғары және салыстырмалы түрде төмен құны бар теңдестірілген химиялық құрамы бар деликатесті ет өнімін алуға мүмкіндік береді.

Қорытынды

Зерттеу жұмыстарын сараптай келе мынадай нәтижелерге қол жеткізілді:

- екінші реттік ет шикізат пен ақуыз-май эмульсиясын пайдалана отырып, деликатесті ет өнімі әзірленді;

- ақуыз қоспасы өндірудің жаңа рецептурасы мен технологиясы әзірленді.
- Мұндай қоспамен дайындалған ет өнімдерінің биологиялық және тағамдық құндылығы жоғары екендігі дәлелденді;
- жасалған ақуызды қоспаның химиялық және аминқышқылды құрамы зерттелді.
- Құрамындағы алмастырылмайтын валин, лейцин, изолейцин, метионин және триптофан амин қышқылдарының мөлшері көп;
- жаңа деликатестік өнімді алу барысында, оған қосылған субөнімдердің химиялық және физико-химиялық көрсеткіштері зерттелді;
- дайын өнімінің органолептикалық және сапалық көрсеткіштері сарапталды.
- Екінші реттік ет шикізатынан дайындалған деликатестік жаңа өнімнің тағамдық және биологиялық құндылығы, физико-химиялық көрсеткіштері анықталды.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

- 1 Тулеуов, Е. Т., Әмірханов, Қ. Ж., Хаймулдинова, А. К. Ет және ет өнімдерінің технологиясы [Текст]. – Семей. – 2004. – 25 б.
- 2 Узакон, Я. М. Переработка мяса и производство мясопродуктов по технологии Халяль : учебное пособие [Текст]. – Алматы : АТУ, 2008. – 116 б.
- 3 Узакон, Я. М. Химический состав и биологическая ценность продуктов из баранины [Текст] // Мясн. индустрия. – 2006. – №5. – С. 38–48.
- 4 Кажыбаева, Г. Т., Исаева, К. С. и др. / Способ производства деликатесного мясного продукта [Текст] // Инновационный патент РК на изобретение № 28992 от 09.09.2013.
- 5 Кажыбаева, Г. Т. Актуальные проблемы совершенствования производства мясных и рыбных продуктов функционального назначения: монография [Текст]. – Павлодар : Кереку, 2015. – 142 с.
- 6 Антипова, Л. В., Глотова, И. А. Использование вторичного коллагенсодержащего сырья мясной промышленности [Текст]. – СПб. : ГИОРД, – 2006. – 384 с.
- 7 Титов, Е. И., Апраксина, С. К. Рациональный способ переработки коллагенсодержащих субпродуктов [Текст] // Мясная индустрия. – 2006. – 30 с.
- 8 Лукин, А. А. Использование коллагенового гидролизата в технологии производства мясного хлеба [Текст] // Вестник Тихоокеанского государственного экономического университета. – 2011. – 140 с.
- 9 Инербаева, А. Т. Разработка технологии производства мясных продуктов из нетрадиционного регионального сырья [Текст] // Достижения науки и техники АПК : журнал. – № 8. – М., 2014. – С. 65–67.
- 10 Қалдарбекова, М. Ә. Исследование и разработка технологии национальных мясных продуктов нового поколения [Текст] // Диссертация на соискание ученой степени доктора философии (PhD) – 2020. – 185 с.

REFERENCES

- 1 Tuleuov, E. T., Amirkhanov, K. Zh., Khaimuldinova, A. K. Et zhəne et  nimderinin tekhnologiasy. [Technology of meat and meat products.] [Text]. – Semei. – 2004. – 25 p.
- 2 Uzakov, Ia. M. Pererabotka miasa i proizvodstvo miasoproduktov po tekhnologii Khalial': uchebnoe posobie [Meat processing and production of meat products using Halal technology] [Text]. – Almaty : ATU. – 2008. – 116 p.
- 3 Uzakov, Ia. M. Khimicheskii sostav i biologicheskaiia tsennost' produktov iz baraniny [Chemical composition and biological value of mutton products] [Text] // Miasn. industriia. – 2006. – №5. – P. 38–48.
- 4 Kazhibaeva, G. T., Isaeva, K. S. i dr. / Sposob proizvodstva delikatesnogo miasnogo produkta [Method of production of a delicatessen meat product] [Text] / Innovatsionnyi patent RK na izobretenie № 28992 ot 09.09.2013.
- 5 Kazhibaeva, G. T. Aktual'nye problemy sovershenstvovaniia proizvodstva miasnykh i rybnykh produktov funktsional'nogo naznacheniiia: monografiia [Actual problems of improving the production of meat and fish products for functional purposes] [Text]. – Pavlodar : Kereku, 2015. – 142 p.
- 6 Antipova, L. V., Glotova, I. A. Ispol'zovanie vtorichnogo kollagensoderzhashchego syr'ia miasnoi promyshlennosti [The use of secondary collagen-containing raw materials of the meat industry] [Text]. – Sankt-Peterburg : GIORД, 2006. – 384 p.
- 7 Titov, E. I., Apraksina, S. K. Ratsional'nyi sposob pererabotki kollagensoderzhashchikh subproduktov [A rational way of processing collagen-containing by-products] [Text] // Miasnaia industriia. – 2006. – 30 p.
- 8 Lukin, A. A. Ispol'zovanie kollagenovogo gidrolizata v tekhnologii proizvodstva miasnogo khleba [The use of collagen hydrolysate in the production technology of meat bread] [Text] // Vestnik Tikhookeanskogo gosudarstvennogo ekonomicheskogo universiteta. – 2011. – 140 p.
- 9 Inerbaeva, A. T. Razrabotka tekhnologii proizvodstva miasnykh produktov iz netraditsionnogo regional'nogo syr'ia [Development of technology for the production of meat products from non-traditional regional raw materials] [Text] // Dostizheniia nauki i tekhniki APK: zhurnal. – № 8. – Moscow, 2014. – P. 65–67.
- 10 Kaldarbekova, M. A. Issledovanie i razrabotka tekhnologii natsional'nykh miasnykh produktov novogo pokoleniia [Research and development of new generation national meat products technology] [Text] // Dissertatsiia na soiskanie uchenoi stepeni doktora filosofii (PhD). – 2020. – 185 p.

Материал 01.06.23 баспаға түсті.

*Г. Т. Кажыбаева¹, С. К. Касымов², Б. С. Туғанова³

^{1,3}Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар;

²Университет имени Шакарима, Республика Казахстан, г. Семей.

Материал поступил в редакцию 01.06.23.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЯСНОГО ПРОДУКТА ИЗ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

В данной статье представлена усовершенствованная технология производства мясного продукта с использованием вторичного сырья. В статье приводятся теоретические и практические доводы по разработке деликатесных мясных продуктов.

В ходе исследования было обнаружено, что использование вторичного сырья может значительно сократить количество отходов и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду.

Однако, при производстве мясного продукта из вторичного сырья возникают технологические и санитарные проблемы, которые необходимо решать.

Представлены экспериментальные исследования физико-химических, органолептических показателей, а также пищевой и биологической ценности сырья и готовой продукции.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что усовершенствованная технология производства мясного продукта улучшает аминокислотный баланс, витаминный и минеральный состав, а также функционально-технологические свойства готового продукта.

Одним из главных направлений совершенствования технологии производства мясного продукта из вторичного сырья является улучшение его качества. Для этого используются современные технологические процессы, которые позволяют сохранять витамины и питательные вещества, улучшать вкус, аромат и текстуру продукта.

В заключении подчеркивается, что совершенствование технологии производства мясного продукта из вторичного сырья является важной задачей для современной промышленности. Отмечено, что использование новейших технологий и инновационных методов контроля качества продукции позволит создавать более безопасную, экологически чистую и высококачественную продукцию.

Ключевые слова: деликатесный мясной продукт, вторичное сырье, субпродукты, рецептура и технология производства.

***G. Kazhibayeva¹, S. Kasymov², B. Tuganova³**

^{1,3}Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar;

²Shakarim University, Republic of Kazakhstan, Semey.

Material received on 01.06.23.

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF MEAT PRODUCT PRODUCTION FROM SECONDARY RAW MATERIALS

This article presents an improved technology for the production of meat products using recycled raw materials. The article presents theoretical and practical arguments for the development of delicatessen meat products.

During the study, it was found that the use of secondary raw materials can significantly reduce the amount of waste and reduce the negative impact on the environment.

However, in the production of meat products from secondary raw materials, technological and sanitary problems arise that need to be solved.

Experimental studies of physico-chemical, organoleptic parameters, as well as the nutritional and biological value of raw materials and finished products are presented.

Experimental studies have shown that the improved technology of meat product production improves the amino acid balance, vitamin and mineral composition, as well as the functional and technological properties of the finished product.

One of the main directions of improving the technology of production of meat products from secondary raw materials is to improve its quality. For this purpose, modern technological processes are used, which allow preserving vitamins and nutrients, improving the taste, aroma and texture of the product.

In conclusion, it is emphasized that improving the technology of production of meat products from secondary raw materials is an important task for modern industry. It is noted that the use of the latest technologies and innovative methods of product quality control will make it possible to create safer, environmentally friendly and high-quality products.

Keywords: delicatessen meat product, secondary raw materials, offal, formulation and production technology.

***3. К. Молдахметова**

А. Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті,
Қазақстан Республикасы, Қостанай қ.

*e-mail: zamza-07@mail.ru

ЕТ ДЕЛИКАТЕСТЕРІН ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖЕТІЛДІРУ

Халықты биологиялық тұрғыдан толыққанды, негізгі тағамдық заттардың құрамы бойынша теңдестірілген және мақсатты физиологиялық белсенді компоненттермен байытылған жоғары сапалы азық-түлік өнімдерімен қамтамасыз ету шешуге жататын ең басым ғылыми-техникалық проблемалардың бірі болып табылады. Ет деликатестерін өндіру – өндірісті жаңғыртуды жүзеге асыру, маркетингтік стратегияларды жетілдіру, халықтың әртүрлі топтарының сұраныстарын қанағаттандыратын әлемдік стандарттарға сәйкес өнім шығару негізінде қарқынды және сапалы өсу үшін барлық алғышарттары бар бәсекеге қабілетті өнеркәсіп салаларының бірі.

«Ет деликатесі» – табиғи еттен ысталған және тұздалған өнімдерді, сондай-ақ шикі қақталған және шикі ысталған шұжықтардың элиталық сұрыптарын білдіретін жалпыға бірдей танылған және жалпыға түсінікті термин.

Технологияны жетілдіру және оның негізінде қайталама шикізаттан жасалған ет эмульсияларын қолдана отырып, деликатес өнімдерінің рецептураларын әзірлеу бүгінгі күні ет өңдеу кәсіпорындарын дамыту үшін өзекті мәселе болып табылады.

Ет деликатестерін дайындау ерекшелігі – тұздаудың салыстырмалы түрде ұзақтылығы. Енгізу технологиясының негізгі кезеңі – енгізуге арналған тұзды ерітіндіні дайындау операциясы. Зерттеу барысында ет эмульсиясының құрамында ақуызды өнім массасының 20 % мөлшерінде енгізген кезде қолданудың орындылығы анықталды.

Кілтті сөздер: ет, тұзды ерітінді, технология, деликатес, эмульсия.

Кіріспе

Халықты жоғары сапалы тамақ өнімдерімен қамтамасыз ету – облыстағы мемлекеттік саясат тұжырымдамасының негізгі ережелерінің бірі халықтың дұрыс тамақтануы.

Ет өңдеу саласының басты міндеті – адам ағзасының өмірін қамтамасыз ететін жануарлар ақуызының негізгі көзі ретінде қажетті көлемде, жоғары сапалы және әртүрлі ассортиментте ет өнімдерін өндіру.

Халықты биологиялық тұрғыдан толыққанды, негізгі тағам құрамы бойынша теңдестірілген жоғары сапалы тамақ өнімдерімен қамтамасыз ету ми құрамдас бөлігінің мақсатты физиологиялық белсенді заттарымен байытылған заттар ең басым ғылыми-техникалық проблемалардың бірі болып табылады, шешілуге тиіс.

Халықты биологиялық тұрғыдан толыққанды, негізгі тағам құрамы бойынша теңдестірілген жоғары сапалы тамақ өнімдерімен қамтамасыз ету мақсатты физиологиялық белсенді компоненттермен байытылған заттар ең басым ғылыми-техникалық шешілуге тиіс проблемалардың бірі болып табылады.

Ет деликатестері – бұл сүйек пен сүйексіз, тұздалған және термиялық өңдеуден өткен тұтас бұлшықет шикізатынан жасалған өнім. Тұтас бұлшықет өнімдерін өндіру үшін пайдаланылмайтын шикізаттан бекон немесе шпик өндіріледі, олар да ет деликатестеріне жатады [1].

Ет деликатестерінің өндірісі – бәсекеге қабілетті салалардың бірі өндірісті жаңғыртуды жүзеге асыру, маркетингтік стратегияларды жетілдіру, әлемдік деңгейге сәйкес өнім шығару негізінде қарқынды және сапалы өсудің барлық алғышарттары бар өнеркәсіп халықтың әртүрлі топтарының сұраныстарын қанағаттандыратын стандарттар.

Қазіргі уақытта өндіріс тиімділігін арттырудың маңызды бағыттары ет өнімдерін дайындаудың жетілдірілген қалдықсыз технологияларын құру және шаруашылық айналымға қосалқы шикізат ресурстарын неғұрлым толық тарту болып табылады. Көбінесе бұл талаптарға ақуыз компоненттерін қолдану қосалқы ет шикізатынан өндірілетін тағамдық қоспалар тобы жауап береді. Бұл мәселенің маңыздылығы ет өнімдерінің алуан түрлілігіне қарамастан, қосалқы ет шикізаты сұранысқа ие емес өнім. Оны қайта өңдеу мәселесі кәсіпорындар үшін оның экономикалық тиімділігін арттыруда ең қатал бәсекелестік жағдайында маңызды фактор болып табылады [2].

Дайындық процесінде кейбір технологиялық әдістерді қолдана отырып, және белгілі бір ингредиенттерді қосу арқылы дайын өнімдердің жоғары көрсеткіштеріне, шикізат пен материалдарды ұтымды пайдаланып кәсіпорынның қаржылық шығындарын азайтуға қол жеткізуге болады. Нарық жағдайында, табысты бизнесті жүргізу өндіріс шығындарын азайту үшін бүкіл өндірістік циклды оңтайландыруды қажет етеді. Қайта өңдеу кәсіпорындарында бұрын қабылданған өндіріс әдістерімен салыстырғанда өнімдерді өндіруде үнемі жаңа технологияларды іздеу жүріп жатыр.

Ет деликатестерінің рецептерін оңтайландыру жалпы ет индустриясының экономикалық дамуы үшін және кез-келген кәсіпорынның қызметін дамыту үшін өзекті мәселе болып табылады.

Рецептураны өңдеу үшін құрылымдық элементтер мөлшерін оңтайлы есептеу және олардың арақатынасы үлкен маңызға ие, өйткені олардың ұтымдылығы және оңтайлығы өнімнің сапалық сипаттамаларына және технологиялық процесстің жүру шарттарына әсер етеді.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу объектілері: кәсіпорында классикалық рецептура мен технология бойынша өндірілетін «Славян» карбонад өнімдерінің тәжірибелік үлгілері; ең оңтайлы құрылымы мен функционалдық қасиеттерін анықтау үшін шприцтеудің әртүрлі деңгейлері бар «Етті етке» енгізу технологиясы бойынша өндірілген деликатес өнімдерінің тәжірибелік үлгілері; тұзды ерітінді.

Зерттеулер ет өнімдеріне арналған санитарлық-гигиеналық талаптар негізінде келесі көрсеткіштер бойынша жүргізілді:

- МЕМСТ 9959-91. Ет өнімдері. Органикалық бағалаудың жалпы шарттары;
- МЕМСТ 9957-73. Шұжық өнімдері және шошқа, қой және сиыр еті өнімдері.

Натрий хлоридін анықтау әдістері;

- МЕМСТ 8558.1-2015. Ет өнімдері. Нитритті анықтау әдістері;
- МЕМСТ 25011-81. Ет және ет өнімдері. Ақуызды анықтау әдістері;
- МЕМСТ 23042-2015. Ет және ет өнімдері. Майды анықтау әдістері.

Алынған нәтижелерін талқылау.

«Етті етке» енгізу технологиясының негізгі кезеңі енгізуге арналған тұзды ерітіндісін дайындау операциясы. Оның құрамына: шошқа терісі, ет кесіндісі, ас тұзы, натрий нитриті, су, мұз және өнімге қажетті органолептикалық көрсеткіштерді беретін басқа қоспалар кіреді [3,4].

Компоненттердің арақатынасы: тері эмульсиясы, ет негізі және тұзды ерітінді – 2:1:2.

Енгізілетін эмульсияның қажетті мөлшерін есептеу үшін 10 %, 15 %, 20 % етті, құрамында ақуызы бар эмульсиямен шприцтеу деңгейі бар ет деликатесінің технологиялық сипаттамаларына зерттеу жүргізілді.

Зерттеу нысандары ретінде әртүрлі шприцтеу деңгейлері бар деликатес өнімдерінің тәжірибелі өнеркәсіптік үлгілері болды. Салыстырмалы биологиялық құндылықты анықтау үшін құрамы жағынан ең көп жақын, бірақ рецептура құрамында ақуызға бай компоненті жоқ ет деликатестері бақылау қызмет етті.

Құрамында 10 %, 15 %, 20 % ет эмульсиялары бар ет деликатестерінің зерттеу нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1 – Ет деликатесінің технологиялық сипаттамаларын зерттеу

Енгізілетін эмульсия мөлшері, %	Технологиялық көрсеткіштері			
	рН	ылғал, %	ылғал байланыстыру қабілеті, %	салыстырмалы биологиялық құндылығы СБҚ %, эталонға
10	6,0	46,3	49,9	75,6
15	6,14	48,5	52,3	87,1
20	6,2	50,7	54,9	92,3
ет эмульсиясы жоқ бақылау	6,3	50,8	49,7	60,8
казеин	–	–	–	100

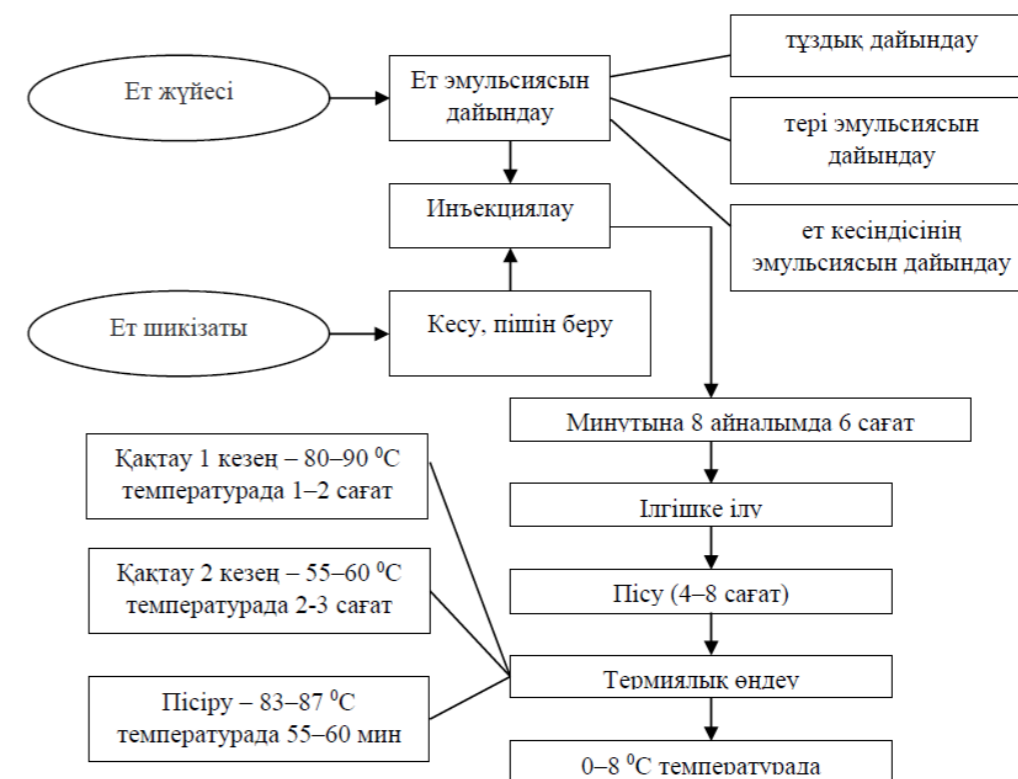
Өнімнің сынақ партиясының СБҚ бағалау бақылаумен салыстырғанда тәжірибелердегі салыстырмалы биологиялық құндылықтың 20 %-ға артқанын анықтады [5,6,7].

Зерттеу нәтижелерін өндегеннен кейін, оны өнім массасының 20 % мөлшерінде енгізген кезде ет эмульсиясының құрамында ақуызды қолданудың орындылығы туралы айтуға болады. Бұл ретте негізгі шикізатты пайдаланудағы үнемділікпен бірге технологиялық көрсеткіштер жеткілікті жоғары деңгейде қалып отыр.

«Етті етке» инъекциялау технологиясы мынада: арнайы дайындалған тұзды ерітінді өндірістік шикізаттың бір бөлігімен, тұзбен және дәмдеуіштермен кесек етке енгізіледі, содан кейін олар термиялық өндеуден өтеді. Бұл әдіс деликатес бұйымдарының құрылымын, консистенциясын және тағамдық құндылығын жақсартуға мүмкіндік береді.

Ет эмульсияларын дайындау процесі – белгілі бір технологиялық және органолептикалық көрсеткіштері бар тұрақты су-ақуыз эмульсиясының қалыптасуымен бірге жүретін шикізатты механикалық ұнтақтау (гомогенизация) процесі.

Төменде технологиялық процестің жүйесі келтірілген, оған сәйкес операциялардың реттілігі орындалады.



Сурет 1 – «Етке ет» ет деликатестерін өндірудің технологиялық жүйесі

Карбонад үшін салқындатылған күйде арқа-бел кесіндісінің бұлшық еттері (шпик қабатының қалыңдығы 0,5 см-ден аспайтын ең ұзын арқа бұлшық еті) қолданылады. Бұлшық ет салмағы 500–700 г сәйкес келуі керек. Бұлшық еттердің шеттерін тегістеп, жиектерін тазалау керек [8, 9, 10].

Ет эмульсиясы модельдік кесек етке 20 % мөлшерінде енгізіледі.

Уқалау 8 айн/мин кезінде 6 сағат бойы жүргізіледі – 15 мин уқалау, 15 мин тыныштық. 6 сағат піскеннен кейін партияны одан әрі өндеу үшін термокамераға орналастырады. Термиялық өндеу режимдері 2-кестеде келтірілген.

Кесте 2 – Термиялық өңдеу режимдері

Операциялар	Камерадағы температура, °С	Уақыты, мин	Өнімнің ортасындағы температура, °С
Қақтау 1 кезең	80–90	1–2 сағ	-
Қақтау 2 кезең	55–60	2–3 сағ	-
Пісіру	83–87	55–60 (1 кг массаға)	70–72

Жылулық өңдеу аяқталғаннан кейін ет деликатесі 0–8 °С температурада салқындатылады және сату үшін камераға жіберіледі.

Қорытынды

Алынған нәтижелерді талдау деликатес өнімінің рецептурасында ет эмульсиясын қолданған кезде дайын өнімнің шығымы 10 %-ға артады және сонымен бірге қолайлы (бақылау деңгейінде) органолептикалық көрсеткіштер сақталады және стандартта реттелетін ылғал, тұз және қалдық нитрит мөлшері сақталады деп есептеуге негіз береді.

ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 **Комарова, К. Д.** Производство мясных деликатесов с CO₂ экстрактами [Текст] // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 9. – С. 18.

2 **Ибрагимова, З. Р., Ибрагимова, О. Т., Базрова, Ф. С.** Новые аспекты применения свиной шкурки [Текст] / З. Р. Ибрагимова, О. Т. Ибрагимова, Ф. С. Базрова // Мясная индустрия. – 2007. – № 2. – С. 44–46.

3 **Лисицин, А. Б., Липатова, Н. Н., Кудряшов, А. А.** Теория и практика переработки мяса [Текст] / под общ. ред. Академика РАСХН Лисицина А. Б. – М. : ВНИИМП, 2004. – 378 с.

4 **Антипова, Л. В., Глотова, И. А., Рогов, И. А.** Методы исследования мяса и мясных продуктов [Текст]. – М. : КолосС, 2010. – 569 с.

5 **Сенченко, Б. С., Рогов, И. А.** Технологический сборник рецептур колбасных изделий и копченостей [Текст]. – Р-н-Д «МарТ», 2011. – 253 с.

6 **Юхневич, Н. Ш.** Сборник рецептур мясных изделий и колбас [Текст]. – С-П. : «ПрофиКС», 2013. – 473 с.

7 **Скурихина, И. М. и др.** Химический состав пищевых продуктов [Текст] // Кн. 2. – М : Агропромиздат, 2012. – 524 с.

8 **Ефремова, К. С.** Технология переработки мясных продуктов [Текст] / Материалы международной научно-технической конференции «Современные технологии переработки животноводческого сырья в обеспечении здорового питания : наука, образование и производство». – Воронеж, 1–4 октября 2003. – С. 156–157.

9 **Марковский, А. М.** Особенности производства мясных деликатесов [Текст] // Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронды ресурс]. – <https://cyberleninka.ru>

10 **Базрова, Ф. С.** Переработка мяса свинины [Текст] // Электронная библиотека [Электронды ресурс]. – <https://www.elibrary.ru>

REFERENCES

1 **Komarova K. D.** Proizvodstvo miasnykh delikatesov s SO₂ ekstraktami [Production of meat delicacies with CO₂ extracts] [Text] // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. – 2013. – №9. – P. 18.

2 **Ibragimova, Z. R., Ibragimova, O. T., Bazrova, F. S.** Novye aspekty primeneniia svinoi shkurki [New aspects of pork skin application] [Text] / Z. R. Ibragimova, O. T. Ibragimova, F. S. Bazrova // Miasnaia industriia. – 2007. – № 2. – P. 44–46.

3 **Lisitsin, A. B., Lipatova, N. N., Kudriashov, A. A.** Teoriia i praktika pererabotki miasa [Theory and practice of meat processing] [Text] / pod obshch. red. Akademika RASKHN Lisitsina A. B. – Moscow : VNIIMP, 2004. – 378 p.

4 **Antipova, L. V., Glotova, I. A., Rogov, I. A.** Metody issledovaniia miasa i miasnykh produktov [Methods of research of meat and meat products] [Text]. – Moscow : KolosS, 2010. – 569 p.

5 **Senchenko, B. S., Rogov, I. A.** Tekhnologicheskii sbornik retseptur kolbasnykh izdelii i kopchenostei [Technological collection of recipes for sausages and smoked meats] [Text]. – R-n-D «MarT», 2011. – 253 p.

6 **Iukhnevich, N. Sh.** Sbornik retseptur miasnykh izdelii i kolbas. [Collection of recipes for meat products and sausages] [Text]. – S-P. : «ProfiKS», 2013. – 473 p.

7 **Skurikhina, I. M. i dr.** Khimicheskii sostav pishchevykh produktov. [Chemical composition of food products] [Text]. Кн. 2. – М : Agropromizdat, 2012. – 524 p.

8 **Efremova, K. S.** Tekhnologiia pererabotki miasnik produktov [Meat products processing technology] [Text] / Materialy mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii «Sovremennye tekhnologii pererabotki zhivotnovodcheskogo syr'ia v obespechenii zdorovogo pitaniia : nauka, obrazovanie i proizvodstvo». Voronezh, 1–4 oktiabria 2003. – P. 156–157.

9 **Markovskii, A. M.** Osobennosti proizvodstva miasnykh delikatesov [Features of the production of meat delicacies] [Text] // Nauchnaia elektronnaia biblioteka «KiberLeninka». – [Electronic resource]. – <https://cyberleninka.ru>

10 **Bazrova, F. S.** Pererabotka miasa svininy [Pork meat processing] [Text] // Elektronnaia biblioteka. – [Electronic resource]. – <https://www.elibrary.ru>

Материал 01.06.23 баспаға түсті.

* **З. К. Молдахметова**

Костанайский региональный университет имени
А. Байтурсынова, Республика Казахстан, г. Костанай
Материал 01.06.23 баспаға түсті.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА МЯСНЫХ ДЕЛИКАТЕСОВ

Обеспечение населения высококачественными продуктами питания, биологически полноценными, сбалансированными по составу основных пищевых веществ и обогащенными целевыми физиологически активными компонентами, является одной из наиболее приоритетных научно-технических проблем, подлежащих решению. Производство мясных деликатесов – одна из конкурентоспособных отраслей промышленности, у которой есть все предпосылки для динамичного и качественного роста, на основе осуществления модернизации производства, совершенствования маркетинговых стратегий, выпуска продукции в соответствии с мировыми стандартами, удовлетворяющей запросы различных групп населения.

«Мясные деликатесы» – общепризнанный и общепонятный термин, которым обозначают копчёные и солёные изделия из натурального мяса, а также элитные сорта сыровяленых и сырокопчёных колбас.

Совершенствование технологии и разработка на её основе рецептур деликатесных изделий с применением мясных эмульсий из вторичного сырья является на сегодняшний день актуальным вопросом для развития мясоперерабатывающих предприятий.

Особенностью изготовления мясных деликатесов является относительно большая продолжительность посола. Основным этапом в технологии инъектирования служит операция приготовления рассола для инъектирования. В ходе исследования была определена целесообразность использования белка в составе мясной эмульсии при введении её в количестве 20 % от массы продукции.

Ключевые слова: мясо, рассол, технология, деликатес, эмульсия.

* **Z. Moldakhmetova**

Kostanay Regional University named after A. Baitursynov,
Republic of Kazakhstan, Kostanay.
Material received on 01.06.23.

IMPROVING THE TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF MEAT DELICACIES

Providing the population with high-quality food, biologically complete, balanced in the composition of the main nutrients and enriched with target physiologically active components is one of the most priority scientific and technical problems to be solved. The production of meat delicacies is one of the competitive industries that has all the prerequisites for dynamic and qualitative

growth, based on the modernization of production, improvement of marketing strategies, production in accordance with international standards, satisfying the needs of various groups of the population.

«Meat delicacies» is a generally recognized and generally understood term for smoked and salted products made from natural meat, as well as elite varieties of dried and smoked sausages.

The improvement of technology and the development on its basis of recipes for delicatessen products using meat emulsions from recycled raw materials is today an urgent issue for the development of meat processing enterprises.

A feature of the manufacture of meat delicacies is the relatively long duration of salting. The main stage in the injection technology is the operation of preparing brine for injection. In the course of the study, the expediency of using protein as part of a meat emulsion was determined when it was introduced in an amount of 20 % of the mass of the product.

Keywords: meat, brine, technology, delicacy, emulsion.

СВЕДЕНИЯ О АВТОРАХ

Абдуллина Гульнара Госмаиқызы, химия ғылымдарының кандидаты, қауымд. профессор (доцент), Инженерия Факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: gulnara_1277_@mail.ru

Абдықалықова Айгерім Саятқызы, магистрант, «Мұнай-газ ісі», Энергетика және мұнай-газ индустрия мектебі, Қазақстан-Британ техникалық университеті, Алматы қ., 050000, Қазақстан Республикасы, e-mail: aig_abdykalykova@kbtu.kz

Абишев Кайратолла Кайроллинович, техника ғылымдарының кандидаты, «Көліктік техника және логистика» кафедрасы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, E-mail: a.kairatolla@mail.ru

Авылов Чолпонкул Кыдырмышевич, ветеринария ғылымдарының докторы, профессор, Жоғары білім берудің федералды мемлекеттік бюджеттік білім беру мекемесі Мәскеу мемлекеттік Тамақ өндірісі университеті, Мәскеу қ., 125080, Ресей Федерациясы, e-mail: c.avyllov@cherkizovo.com

Абдуллина Гульнара Госмановна, кандидат химических наук, ассоц. профессор (доцент), Факультет Инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: gulnara_1277_@mail.ru

Абдықалықова Айгерім Саятқызы, магистрант, специальность «Нефтегазовое дело», Школа Энергетики и нефтегазовой индустрии, Казахстанско-Британский технический университет, г. Алматы, 050000, Республика Казахстан, e-mail: aig_abdykalykova@kbtu.kz

Абишев Кайратолла Кайроллинович, кандидат технических наук, профессор, кафедра «Транспортная техника и логистика», Факультет Инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: a.kairatolla@mail.ru

Авылов Чолпонкул Кыдырмышевич, доктор ветеринарных наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет пищевых производств» (ФГБОУ ВО «МГУПП»), г. Москва, 125080, Российская Федерация e-mail: c.avyllov@cherkizovo.com

Abdullina Gulnara Gosmanovna, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: gulnara_1277_@mail.ru

Abdykalykova Aigerim Sayatkyzy, undergraduate student in «Petroleum Engineering», School of Energy, Oil and Gas Industry, Kazakh-British Technical university, Almaty, 050000, Republic of Kazakhstan, e-mail: aig_abdykalykova@kbtu.kz

Abishev Kairatolla Kayrollinovich, Candidate of Technical Sciences, Professor, Department of Transport Technologies and Logistics, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: a.kairatolla@mail.ru

Avyllov Cholponkul, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Moscow State University of Food Production», Moscow, 125080, Russian Federation, e-mail: c.avyllov@cherkizovo.com

Айгожина Динара Габдулгазиқызы, техника ғылымдарының магистрі, оқытушы, Инженерия Факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: dina7041976@mail.ru

Алдыбай Айза Серікқызы, магистрант, «Стандарттаужәне сертификаттау» мамандығы, Көлік-энергетика факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: kabzhanovaiza@mail.ru

Алдыңгурова Фируза Жуманқызы, жетекші инженер-технолог, «Астана Су Арнасы» КМК, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: firyuza.ald@gmail.com

Алмышева Гульзия Анарбековна, магистрант, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан Аграрлық-технологиялық университеті, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, e-mail: almyshevagulziya@inbox.ru

Аман Ислам Муратұлы, магистрант, Ә. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды қ., 100022, Қазақстан Республикасы, e-mail: amanislam@mail.ru

Айгожина Динара Габдулгазизовна, магистр технических наук, преподаватель, Факультет Инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: dina7041976@mail.ru

Алдыбай Айза Серікқызы, магистрант, специальность «Стандартизация и сертификация», Транспортно-энергетический факультет, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилев, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: kabzhanovaiza@mail.ru

Алдыңгурова Фируза Жумановна, ведущий инженер-технолог КГП, «Астана су Арнасы», г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: firyuza.ald@gmail.com

Алмышева Гульзия Анарбековна, магистрант, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана, г. Уральск, 090009, Республика Казахстан, e-mail: almyshevagulziya@inbox.ru

Аман Ислам Муратұлы, магистрант, Карагандинский технический университет имени А. Сагинова, г. Караганда, 100022, Республика Казахстан, e-mail: amanislam@mail.ru

Aigozhina Dinara Gabdulgazizovna, Master of Engineering Science, Lecturer, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: dina7041976@mail.ru

Aldybay Aiza Serikkyzy, undergraduate student in the specialty «Standardization and certification», Transport and Energy Faculty, L. N. Gumilyov Eurasian national university, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: kabzhanovaiza@mail.ru

Aldyngurova Firyuza Zhumanovna, Leading engineer technologist MSE Astana su Arnasy, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: firyuza.ald@gmail.com,

Almysheva Gulziya Anarbekovna, undergraduate student, West Kazakhstan Agricultural and Technical university them Zhangir Khan, Uralsk, 090009, Republic of Kazakhstan, e-mail: almyshevagulziya@inbox.ru

Aman Islam, undergraduate student, Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, 100022, Republic of Kazakhstan, e-mail: amanislam@mail.ru

Арынгазин Қапар Шәкімұлы, техника ғылымдарының кандидаты, директор, «ЭкостройНИИ-ПВ» ЖШС, Павлодар қ., 140000, Қазақстан Республикасы, e-mail: ecostroi_nii_pv@mail.ru

Асылва Карлығаш Баймухановна, докторанты «Көліктік техника және логистика» кафедрасы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: asylova_1973@mail.ru

Ахмедьянова Галия Казбекқызы, химия магистрі, аға оқытушы, Инженерия Факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140000, Қазақстан Республикасы, e-mail: galiya_erlan@mail.ru

Байдильдин Нурсултан Каанатович, магистрант, «Машина жасау» мамандығы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: bai_nurs@mail.ru

Байконуров Ерден Галымович, PhD, доцент, «МЖТК» кафедрасы, Ө. А. Байқоңұров атындағы Жезқазған университеті, 100600, Жезқазған қ., Қазақстан Республикасы, e-mail: erden_baikonurov@mail.ru

Арынгазин Қапар Шәкімұлы, кандидат технических наук, директор, ТОО «ЭкостройНИИ-ПВ», г. Павлодар, 140000, Республика Казахстан, e-mail: ecostroi_nii_pv@mail.ru

Асылва Карлығаш Баймухановна, докторант, кафедра «Транспортная техника и логистика», факультет Инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: asylova_1973@mail.ru

Ахмедьянова Галия Казбековна, магистр химии, ст. преподаватель, Факультет Инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140000, Республика Казахстан, e-mail: galiya_erlan@mail.ru

Байдильдин Нурсултан Каанатович, магистрант по специальности «Машиностроение», Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: bai_nurs@mail.ru

Байконуров Ерден Галымович, PhD, доцент, кафедра «МиГД» Жезказганский университет имени О. А. Байқоңұрова, г. Жезказган, 100600, Республика Казахстан, e-mail: erden_baikonurov@mail.ru

Aryngazin Kapar Shakimovich, Candidate of Technical Sciences, director of «EcostroyNII-PV» LLP, Pavlodar, 140000, Republic of Kazakhstan, e-mail: ecostroi_nii_pv@mail.ru

Asylova Karlygash Baimukhanovna, doctoral student, Department of Transport Engineering and Logistics, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: asylova_1973@mail.ru

Ahmedyanova Galiya Kazbekovna, Master of Science, Senior Lecturer, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140000, Republic of Kazakhstan, e-mail: galiya_erlan@mail.ru

Baidildin Nursultan Kanatovich, undergraduate student in «Mechanical Engineering», Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: bai_nurs@mail.ru

Baikonurov Yerden Galymovich, PhD, Associate Professor, Department of Mig, Zhezkazgan University named after O. A. Baikonurov, 100600, Zhezkazgan, Republic of Kazakhstan, e-mail: erden_baikonurov@mail.ru

Байменова Гулназ Рахымқызы, аға оқытушы, Ө. А. Байқоңұров атындағы Жезқазған университеті, Жезқазған қ., 100600, Қазақстан Республикасы, e-mail: gulnaz.baumenova@mail.ru

Балабекова Кырмызы Гинаятовна, PhD, доцент, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, 100001, Қазақстан Республикасы, e-mail: 06_03_92@mail.ru

Биниязов Абзал Махсатович, PhD, қауымд. профессор, «Көлік және технология» кафедрасы, Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті, Орал қ., 410054, Қазақстан Республикасы, e-mail: abiniyazov@mail.ru

Богомолов Алексей Витальевич, техникалық ғылымдар кандидаты, профессор, «Металлургия» кафедрасы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: bogomolov71@mail.ru

Быков Андрей Олегович, инженер, «ДКС» АҚ, Новосибирск қ., 630000, Ресей Федерациясы, e-mail: bykov_andrey_o@mail.ru

Быков Петр Олегович, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: Bykov_petr@mail.ru

Байменова Гулназ Рахимовна, ст. преподаватель, Жезказганский университет имени О. А. Байқоңұрова, г. Жезказган, 100600, Республика Казахстан, e-mail: gulnaz.baumenova@mail.ru

Балабекова Кырмызы Гинаятовна, PhD, доцент, Евразийский Национальный университет имени Л. Н. Гумилева, Астана, 100001, Республика Казахстан, e-mail: 06_03_92@mail.ru

Биниязов Абзал Махсатович, PhD, ассоц. профессор, кафедра «Транспорта и технологии», Западно Казахстанский инновационно-технологический университет, г. Уральск, 410054, Республика Казахстан, e-mail: abiniyazov@mail.ru

Богомолов Алексей Витальевич, кандидат технических наук, профессор, кафедра «Металлургия», Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: bogomolov71@mail.ru

Быков Андрей Олегович, инженер, АО «ДКС», г. Новосибирск, 630000, Российская федерация, e-mail: bykov_andrey_o@mail.ru

Быков Петр Олегович, кандидат технических наук, профессор, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: Bykov_petr@mail.ru

Baimenova Gulnaz Rahimovna, teacher, Zhezkazgan University named after O. A. Baikonurov, Zhezkazgan, 100600, Republic of Kazakhstan, e-mail: gulnaz.baumenova@mail.ru

Balabekova Kurmyzy Ginayatovna, PhD, ass.prof, Eurasian national university name of L. N. Gumileva, Astana, 100001, Republic of Kazakhstan, e-mail: 06_03_92@mail.ru

Biniyazov Abzal Makhshotovich, PhD, Associate Professor, Department of Transport and Technology, West Kazakhstan University of Innovation and Technology, Uralsk, 410054, Republic of Kazakhstan, e-mail: abiniyazov@mail.ru

Bogomolov Alexey, Candidate of Engineering, Professor, Department of «Metallurgy», Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: bogomolov71@mail.ru

Bykov Andrey Olegovich, Engineer, JSC «DKS», Novosibirsk, 630000, Russian Federation, e-mail: bykov_andrey_o@mail.ru

Bykov Petr Olegovich, Candidate of Technical Sciences, Professor, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: Bykov_petr@mail.ru

Данияров Нурлан Асылханович, техника ғылымдарының докторы, басшы, ЖШС «Қазақмыс корпорациясының» персонал қызметінің корпоративтік университеті, Қарағанды қ., 100012, Қазақстан Республикасы, e-mail: nadaniyarov@mail.ru

Данияров Нурлан Асылханович, доктор технических наук, руководитель, Корпоративный университет Службы персонала ТОО «Корпорация Казахмыс», г. Караганда, 100012, Республика Казахстан, e-mail: nadaniyarov@mail.ru

Daniyarov Nurlan Asylkhanovich, Doctor of Technical Sciences, Head of the Corporate University of Personnel Service of Kazakhmys Corporation LLP, Karaganda, 100012, Republic of Kazakhstan, e-mail: nadaniyarov@mail.ru

Денисов Александр Сергеевич, техника ғылымдарының докторы, профессор, «Тасымалдауды, қозғалысты ұйымдастыру және көлік қауіпсіздігі» кафедрасы, Ю. А. Гагарин атындағы Саратов мемлекеттік техникалық университеті, Саратов қ., 410054, Ресей Федерациясы, e-mail: denisov0307@yandex.ru

Денисов Александр Сергеевич, доктор технических наук, профессор, кафедра «Организация перевозок, движения и безопасность транспорта», Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю. А., г. Саратов, 410054, Российская Федерация, e-mail: denisov0307@yandex.ru

Denisov Alexander Sergeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department «Organization of Transportation, Traffic and Transport Safety», Saratov State Technical University named after Gagarin Yu. A., Saratov, 410054, Russian Federation, e-mail: denisov0307@yandex.ru

Джаксымбетова Макпал Адликановна, аға оқытушы, Көлік-энергетика факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: dzhaksymbetov@list.ru

Джаксымбетова Макпал Адликановна, ст. преподаватель, Транспортно-энергетический факультет, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: dzhaksymbetov@list.ru

Jaksymbetova Makpal Adlikanovna, Senior Lecturer of the NPO, Transport and Energy Faculty, L. N. Gumilyov Eurasian national university, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: dzhaksymbetov@list.ru

Доненбаев Бақытжан Серікұлы, PhD, аға оқытушы, Ә. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды қ., 100022, Қазақстан Республикасы, e-mail: bahytshan09@mail.ru

Доненбаев Бақытжан Серікұлы, PhD, ст. преподаватель, Карагандинский технический университет имени А. Сагинова, г. Караганда, 100022, Республика Казахстан, e-mail: bahytshan09@mail.ru

Donenbayev Bakytzhan, PhD, senior lecturer, Abylka Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, 100022, Republic of Kazakhstan, e-mail: bahytshan09@mail.ru

Ермеков Марат Тегінбайұлы, директор, АҚ Стратегиялық жоспарлау және талдау департаменті, «Парасат» ғылыми-технологиялық орталығы, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: yermekov.m@parasat.kz

Ермеков Марат Тегінбаевич, директор, департамент стратегического планирования и анализа, АО Научно-технологический центр «Парасат», г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: yermekov.m@parasat.kz

Yermekov Marat Teginbaevich, Director, Department of Strategic Planning and Analysis, of the Technological Center JSC, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: yermekov.m@parasat.kz

Есаулкин Валерий Сергеевич, докторант, оқытушы, магистр, «Көліктік техника және логистика» кафедрасы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: yessaulkov.val@gmail.com

Есаулкин Валерий Сергеевич, докторант, преподаватель, магистр, кафедра «Транспортная техника и логистика», Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: yessaulkov.val@gmail.com

Yessaulkov Valeriy Sergeevich, doctoral student, lecturer, M. Sc., Department of Transport Equipment and Logistics, Engineering Faculty, Toraighyrov University, Pavlodar, 140000, Republic of Kazakhstan, e-mail: yessaulkov.val@gmail.com

Есенғалиев Құдайберген Мадьғалиевич, магистрант, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, e-mail: kunlaluno@gmail.com

Есенғалиев Құдайберген Мадьғалиевич, магистрант, Западно Казахстанский инновационно-технологический университет, имени Жангир хана, г. Уральск, 090009, Республика Казахстан, e-mail: kunlaluno@gmail.com

Yessengaliyev Kudaibergen Madygaliyuly, undergraduate student, West Kazakhstan University of Innovation and Technology them Zhanqir Khan, Uralsk, 090009, Republic of Kazakhstan, e-mail: kunlaluno@gmail.com

Жаканов Алибек Нуржанович, аға оқытушы, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., 010008, Қазақстан Республикасы, e-mail: zhakanov888@mail.ru

Жаканов Алибек Нуржанович, магистр, ст. преподаватель, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010008, Республика Казахстан, e-mail: zhakanov888@mail.ru

Zhakanov Alibek Nurzhanovich, undergraduate student, Senior Lecturer, L. N. Gumilyov Eurasian national university, Astana, 010008, Republic of Kazakhstan, e-mail: zhakanov888@mail.ru

Жакупов Алибек Нығматуллович, PhD, постдокторант, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140000, Қазақстан Республикасы, e-mail: alibek_j85@mail.ru

Жакупов Алибек Нығматуллович, PhD, Постдокторант, Торайғыров университет, Павлодар, 140000, Республика Казахстан, e-mail: alibek_j85@mail.ru

Zhakupov Alibek Nygmatulloviich, PhD, Postdoctoral student, Toraighyrov University, Pavlodar, 140000, Republic of Kazakhstan, e-mail: alibek_j85@mail.ru

Жакупова Арай Төлепбергеновна, PhD, Постдокторант, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140000, Қазақстан Республикасы, e-mail: aray_zhakupova86@mail.ru

Жакупова Арай Төлепбергеновна, PhD, Постдокторант, Торайғыров университет, Павлодар, 140000, Республика Казахстан, e-mail: aray_zhakupova86@mail.ru

Zhakupova Aray Tolepbergenovna, PhD, Postdoctoral student, Toraighyrov University, Pavlodar, 140000, Republic of Kazakhstan, e-mail: aray_zhakupova86@mail.ru

Кажыбаева Галия Тулеуевна, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, «Биотехнология» кафедрасы, Торайғыров университет, АШФФ, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: docent-1965@mail.ru

Кажыбаева Галия Тулеуевна, кандидат технических наук, профессор, кафедра «Биотехнология», ФСН, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: docent-1965@mail.ru

Kazhibayeva Galiya, Candidate of Technical Sciences, Professor, Department of Biotechnology, FoAS, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: docent-1965@mail.ru

Каирбай Олжас Токтарұлы, магистр, «Машина жасау және стандарттау» кафедрасы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: oljaskairbaev@mail.ru

Каирканов Асет Маратович, магистрант, «Машина жасау» мамандығы, Инженерлік факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: asike.king@gmail.com

Каменов Алмат Айтасович, докторант, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: almatkame@gmail.com

Касенов Асылбек Жумабекович, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: asylbek_kasenov@mail.ru

Касымов Самат Қайратович, техника ғылымдарының кандидаты, қауымд. профессор, «Тамақ өндірісі технологиясы және биотехнология» кафедрасы, Инженерлік-технологиялық факультеті, Шәкәрім университет, Семей қ., 071412, Қазақстан Республикасы, e-mail: samat-kasymov@mail.ru

Каирбай Олжас Токтарұлы, магистрант, кафедра «Машиностроение и стандартизация», Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: oljaskairbaev@mail.ru

Каирканов Асет Маратович, магистрант, специальность «Машиностроение», Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: asike.king@gmail.com

Каменов Алмат Айтасович, докторант, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: almatkame@gmail.com

Касенов Асылбек Жумабекович, кандидат технических наук, профессор, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: asylbek_kasenov@mail.ru

Касымов Самат Қайратович, кандидат технических наук, ассоц. профессор, кафедра «Технология пищевых производств и биотехнология», Инженерно-технологический факультет, Университет имени Шакарима, г. Семей, 071412, Республика Казахстан, e-mail: samat-kasymov@mail.ru

Kairbay Olzhas Toktaruly, undergraduate student, Department of mechanical engineering and standartization, Faculty of engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: oljaskairbaev@mail.ru

Kairkanov Aset Maratovich, undergraduate student in the specialty «Engineering», Faculty of Engineering, Toraigyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: asike.king@gmail.com

Kamenov Almat, doctoral student, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: almatkame@gmail.com

Kassenov Asylbek, Candidate of Technical Sciences, Professor, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: asylbek_kasenov@mail.ru

Kasymov Samat, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Food Production Technology and Biotechnology, Faculty of Engineering and Technology, Shakarim University, Semey, 071412, Republic of Kazakhstan e-mail: samat-kasymov@mail.ru

Касымбабина Дана Сайляуэна, докторант, Ә. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды қ., 100022, Қазақстан Республикасы, e-mail: kasymbabinad@mail.ru

Келисбеков Адильбек Казбекович, PhD, доцент, «ТМЖҚ» кафедрасы, Ә. А. Байқоңыров атындағы Жезқазған университеті, Жезқазған қ., 100600, Қазақстан Республикасы, e-mail: akelisebekov@mail.ru

Киргизбаева Камилә Жужбаевна, техника ғылымдарының кандидаты, доцент, Көлік-энергетика факультеті, Л. Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: kirg-kam@yandex.kz

Кульшикова Сауле Туякбаевна, техника ғылымдарының магистрі, «ТМЖҚ» кафедрасының менгерушісі, Ә. А. Байқоңыров атындағы Жезқазған университеті, Жезқазған қ., 100600, Қазақстан Республикасы

Кусаинов Руслан Бексултанович, аға оқытушы Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: kussainovrb@mail.ru

Касымбабина Дана Сайляуэна, докторант, Карагандинский технический университет имени А. Сагинова, г. Караганда, 100022, Республика Казахстан, e-mail: kasymbabinad@mail.ru

Келисбеков Адильбек Казбекович, PhD, доцент, кафедра ТМиС, Жезказганский университет имени О. А. Байконурова, г. Жезказган, 100600, Республика Казахстан, e-mail: akelisebekov@mail.ru

Киргизбаева Камилә Жужбаевна, кандидат технических наук, доцент, Транспортно-энергетический факультет, Евразийский национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: kirg-kam@yandex.kz

Кульшикова Сауле Туякбаевна, магистр технических наук, заведующий кафедры «ТМиС», Жезказганский университет имени О. А. Байконурова, г. Жезказган, 100600, Республика Казахстан

Кусаинов Руслан Бексултанович, ст. преподаватель, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: kussainovrb@mail.ru

Kassymbabina Dana, doctoral student, Abylka Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, 100022, Republic of Kazakhstan, e-mail: kasymbabinad@mail.ru

Kelisebekov Adilbek Kazbekovich, PhD, Associate Professor, Department of TMiS, Zhezkazgan University named after O. A. Baikonurov, Zhezkazgan, 100600, Republic of Kazakhstan, e-mail: akelisebekov@mail.ru

Kirgizbayeva Kamilya Zhuzbayevna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Transport and Energy Faculty, L. N. Gumilyov Eurasian national university, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: kirg-kam@yandex.kz

Kulshikova Saule Tuyakbayevna, Master of Technical Sciences, Head of the Department. «TMiS», Zhezkazgan University named after O. A. Baikonurov, Zhezkazgan, 100600, Republic of Kazakhstan

Kussainov Ruslan, senior lecturer, Faculty of Engineering, Toraigyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: kussainovrb@mail.ru

Күлшікова Сауле Тюякбайқызы, магистр, кафедра меңгерушісі, Ө. А. Байқоңұров атындағы Жезқазған университеті, Жезқазған қ., 100600, Қазақстан Республикасы, e-mail: saule.kulshikova@mail.ru

Лазарева Ирина Николаевна, жетекші инженер-эколог, «Тюменьдорпроект ПИИ» ААҚ, Омбы қ., 644080, Ресей Федерациясы, e-mail: lazareva@mail.ru

Маздубай Асылхан Владимирович, PhD, қауымд. профессор, «Машина жасау және стандарттау» кафедрасы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: asylkhan_m@mail.ru

Молдахметова Зәмзәгул Қорғанбекқызы, техника ғылымдарының кандидаты, қауымд. профессор м.а., А. Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті, Қостанай қ., 110005, Қазақстан Республикасы, e-mail: zamza-07@mail.ru

Монтаев Сарсенбек Алиакбарұлы, техника ғылымдарының докторы, директор, «Құрылыс және құрылыс материалдары» жоғары мектебі, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, e-mail: montaevs@mail.ru

Кульшикова Сауле Тюякбайевна, магистр, Заведующий кафедрой, Жезказганский университет имени О. А. Байқоңұрова, г. Жезказган, 100600, Республика Казахстан, e-mail: saule.kulshikova@mail.ru

Лазарева Ирина Николаевна, ведущий инженер-эколог, ОАО «ПИИ Тюменьдорпроект», г. Омск, 644099, Российская Федерация, e-mail: lazareva@mail.ru

Маздубай Асылхан Владимирович, PhD, ассоц. профессор, Кафедра «Машиностроение и стандартизация», Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: asylkhan_m@mail.ru

Молдахметова Замзагул Қорғанбековна, кандидат технических наук, и.о. ассоц. профессор, Костанайский региональный университет имени А. Байтұрсынова, г. Костанай, 110005, Республика Казахстан, e-mail: zamza-07@mail.ru

Монтаев Сарсенбек Алиакбарович, доктор технических наук, профессор, директор Высшей школы «Строительство и строительные материалы», Западно Казахстанский инновационно-технологический университет, имени Жангир хана, г. Уральск, 090009, Республика Казахстан, e-mail: montaevs@mail.ru

Kulshikova Saule Tuyakbayevna, Master, Head of the Department, Zhezkazgan University named after O. A. Baikonurov, Zhezkazgan, 100600, Republic of Kazakhstan, e-mail: saule.kulshikova@mail.ru

Lazareva Irina Nikolaevna, Leading environmental engineer, A publicly held company Design and Survey Institute Tyumendorproyekt, Omsk, 644099, Russian Federation, e-mail: lazareva@mail.ru

Mazdubay Asylkhan Vladimirovich, PhD, associate professor, Department of Mechanical Engineering and standartization, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: asylkhan_m@mail.ru

Moldakhmetova Zamzagul, Candidate of Technical Sciences, acting associate, Professor, Kostanay Regional University named after A. Baitursynov, Kostanay, 110005, Republic of Kazakhstan, e-mail: zamza-07@mail.ru

Montaev Sarsenbek Aliakbarovich, Doctor of Technical Sciences, professor, Director of the Higher School «Construction and building materials», West Kazakhstan University of Innovation and Technology them Zhangir Khan, Uralsk, 090009, Republic of Kazakhstan, e-mail: montaevs@mail.ru

Муздыбаева Шарбану Аққазықызы, химия ғылымдарының кандидаты, Алтай геологиялық-экологиялық институты ЖШС директоры, Өскемен қ., 070000, Қазақстан Республикасы, e-mail: sharbanu1958@mail.ru

Мусаев Медгат Муратович, PhD, доцент м.а., Ө. Сағынов атындағы Қарағанды техникалық университеті, Қарағанды қ., 100022, Қазақстан Республикасы, e-mail: kstu_mmm@mail.ru

Мусина Жанара Керейовна, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140000, Қазақстан Республикасы, e-mail: zhanara@mail.ru

Мусина Лейла Рафаиловна, магистрант, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: lulu081299@mail.ru

Нефтисов Александр Витальевич, PhD, Центр Industry 4.0, Astana IT University, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: alexandr.neftisov@astanait.edu.kz

Рахимова Ләйла Азаматқызы, магистр, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті, Орал қ., 090301, Қазақстан Республикасы, e-mail: llazamatovna@gmail.com

Муздыбаева Шарбану Акказиновна, кандидат химических наук, директор ТОО Алтайский геолого-экологический институт, г. Усть-Каменогорск, 070000, Республика Казахстан, e-mail: sharbanu1958@mail.ru

Мусаев Медгат Муратович, PhD, и.о. доцента, Карагандинский технический университет имени А. Сагинова, г. Караганда, 100022, Республика Казахстан, e-mail: kstu_mmm@mail.ru

Мусина Жанара Керейовна, кандидат технических наук, профессор, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140000, Республика Казахстан, e-mail: mussina_zhanara@mail.ru

Мусина Лейла Рафаиловна, магистрант, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: lulu081299@mail.ru

Нефтисов Александр Витальевич, PhD, Центр Industry 4.0, Astana IT University, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: alexandr.neftisov@astanait.edu.kz

Рахимова Ләйла Азаматқызы, магистрант, Западно Казахстанский инновационно-технологический университет имени Жангир хана, г. Уральск, 090301, Республика Казахстан, e-mail: llazamatovna@gmail.com

Muzdybayeva Sharbanu Akkazinovna, Candidate of Chemical Sciences, Director of Altai Geological and Ecological Institute LLP, Ust-Kamenogorsk, 070000, Republic of Kazakhstan, e-mail: sharbanu1958@mail.ru

Medgat Mussayev, PhD, associate professor, Abylkas Saginov Karaganda Technical University, Karaganda, 100022, Republic of Kazakhstan, e-mail: kstu_mmm@mail.ru

Mussina Zhanara, Candidate of Technical Sciences, Professor, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140000, Republic of Kazakhstan, e-mail: mussina_zhanara@mail.ru

Mussina Leila, undergraduate, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: lulu081299@mail.ru

Alexandr Neftisov, PhD, Industry 4.0 Center, Astana IT University, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: alexandr.neftisov@astanait.edu.kz

Rakhimova Layla Azamatkyzy, Master's degree, West Kazakhstan University of Innovation and Technology them Zhangir Khan, Uralsk, 090301, Republic of Kazakhstan, e-mail: llazamatovna@gmail.com

Рожков Виталий Игоревич, техника ғылымдарының кандидаты, доцент, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: vitalrza.o@gmail.com

Рожкова Ольга Владимировна, химия ғылымдарының докторы, профессор, С. Сейфуллина атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана қ., 010000, Қазақстан Республикасы, e-mail: rozhkova.o@parasat.kz

Рындин Владимир Витальевич, ғылыми жетекші, техника ғылымдарының кандидаты, профессор, Инженерлік факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: rvladvit@yandex.kz

Рыскалиев Муратбай Жанайдарович, PhD, доцент м. а., Құрылыс және құрылыс материалдары жоғары мектебі, Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті, Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, e-mail: muratbai_84@mail.ru

Сарсембаев Динмухамед Жакупович, техника ғылымдарының кандидаты, доцент, «ТМЖК» кафедрасы, Ө. А. Байқоңыров атындағы Жезқазған университеті, Жезқазған қ., 100600, Қазақстан Республикасы

Рожков Виталий Игоревич, кандидат технических наук, доцент, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: vitalrza.o@gmail.com

Рожкова Ольга Владимировна, доктор химических наук, профессор, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, главный менеджер АО, г. Астана, 010000, Республика Казахстан, e-mail: rozhkova.o@parasat.kz

Рындин Владимир Витальевич, кандидат технических наук, профессор, Факультет инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: rvladvit@yandex.kz

Рыскалиев Муратбай Жанайдарович, PhD, и.о. доцент высшей школы Строительство и строительные материалы, Западно Казахстанский инновационно-технологический университет, имени Жангир хана, г. Уральск, 090009, Республика Казахстан, e-mail: muratbai_84@mail.ru

Сарсембаев Динмухамед Жакупович, кандидат технических наук, доцент, кафедра «ТМиС» Жезказганский университет имени О. А. Байконурова, г. Жезказган, 100600, Республика Казахстан

Rozhkov Vitaliy Igorevich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: vitalrza.o@gmail.com

Rozhkova Olga Vladimirovna, Doctor of Chemical Sciences, Professor, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Astana, 010000, Republic of Kazakhstan, e-mail: rozhkova.o@parasat.kz

Ryndin Vladimir Vitalievich, Candidate of Technical Sciences, Professor, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 14000, Republic of Kazakhstan, e-mail: rvladvit@yandex.kz

Ryskaliyev Muratbai Zhanaidarovich, PhD, Acting Associate Professor of the Higher School Construction and Building Materials West Kazakhstan University of Innovation and Technology, them Zhangir Khan, Uralsk, 090009, Republic of Kazakhstan, e-mail: muratbai_84@mail.ru

Sarsembayev Dinmukhamed Zhakupovich, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Faculty «ТМиС», Zhezkazgan University named after O. A. Baikonurov, Zhezkazgan, 100600, Republic of Kazakhstan

Сулейменов Ансаган Дюсембаевич, техника ғылымдарының магистрі, «Көліктік техника және логистика» кафедрасы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: ansar_muslim_91@mail.ru

Туганова Бакыт Сагатовна, технология ғылымдарының кандидаты, профессор, «Биотехнология» кафедрасы, АШФФ, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: tuganova65@inbox.ru

Хомич Вера Алексеевна, химия ғылымдарының кандидаты, доцент, Техносфералық және экологиялық қауіпсіздік кафедрасы, Автомобиль-жол, өнеркәсіптік және азаматтық құрылыс институты, Сібір мемлекеттік автомобиль-жол университеті, Омбы қ., 644080, Ресей Федерациясы, e-mail: vera_khomich@mail.ru

Хуснутдинов Расим Мейрамбекұлы, Мұнай-химия зауыты, Павлодар қ., 140000, Қазақстан Республикасы

Шеров Карибек Тагаевич, технология ғылымдарының докторы, профессор, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана қ., 010011, Қазақстан Республикасы, e-mail: shkt1965@mail.ru

Сулейменов Ансаган Дюсембаевич, магистр технических наук, ст. преподаватель, кафедра «Транспортная техника и логистика», Факультет Инженерии, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: ansar_muslim_91@mail.ru

Туганова Бакыт Сагатовна, кандидат технических наук, профессор, кафедра «Биотехнология», ФСН, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: tuganova65@inbox.ru

Хомич Вера Алексеевна, кандидат химических наук, доцент, кафедра «Техносферной и экологической безопасности», Институт «Автомобильно-дорожное промышленное и гражданское строительство, Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет, г. Омск, 644080, Российская Федерация, e-mail: vera_khomich@mail.ru

Хуснутдинов Расим Мейрамбекович, Павлодарский нефтехимический завод, г. Павлодар, 140000, Республика Казахстан

Шеров Карибек Тагаевич, доктор технических наук, профессор, Казахский агротехнический университет имени С. Сейфуллина, г. Астана, 010011, Республика Казахстан, e-mail: shkt1965@mail.ru

Suleimenov Ansagan Dyusembaevich, Master of Technical Sciences, Senior Lecturer, Department of Transport Engineering and Logistics, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: ansar_muslim_91@mail.ru

Tuganova Bakyt, Candidate of Technical Sciences, Professor of Department of Biotechnology, FoAS, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: tuganova65@inbox.ru

Khomich Vera Alekseevna, Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Department of Technospheric and Environmental Safety Institute «Automobile, Road, Industrial and Civil Engineering» Siberian State Automobile and Highway University, Omsk, 644080, Russian Federation, e-mail: vera_khomich@mail.ru

Khusnutdinov Rasim Meyrambekovich, Pavlodar Petrochemical Plant, Pavlodar, 140000, Republic of Kazakhstan

Sherov Karibek, Doctor of Technical Sciences, professor, S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Astana, 010011, Republic of Kazakhstan, e-mail: shkt1965@mail.ru

Шумейко Иван Алексеевич, техникалық ғылымдар кандидаты, профессор, «Машина жасау және стандарттау» кафедрасы, Инженерия факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: ivan_shumeiko@mail.ru

Шумейко Иван Алексеевич, кандидат технических наук, профессор, кафедра «Машиностроение и стандартизация», Факультет инженерии Торайгыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: ivan_shumeiko@mail.ru

Shumeiko Ivan Alekseyevich, Candidate of Technical Sciences, professor, Department of mechanical engineering and standartization, Faculty of Engineering, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: ivan_shumeiko@mail.ru

Янюшкин Александр Сергеевич, техника ғылымдарының докторы, профессор, «Машина жасау технологиясы» кафедрасы, Машина жасау факультеті, И. Н. Ульянова атындағы Чуваш мемлекеттік университеті, Чебоксары қ., 428015, Ресей Федерациясы, e-mail yanyuskinas@mail.ru

Янюшкин Александр Сергеевич, доктор технических наук, профессор, кафедра «Технология машиностроения», Машиностроительный факультет, Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова, г. Чебоксары, 428015, Российская Федерация, e-mail yanyuskinas@mail.ru

Yanyushkin Alexander Sergeevich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department «Technology of Mechanical Engineering», Faculty of Mechanical Engineering, Chuvash State University I. N. Ulyanov, Cheboksary, 428015, Russian Federation, e-mail yanyuskinas@mail.ru

**ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ТОРАЙГЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА
«НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА»**

Редакционная коллегия просит авторов руководствоваться следующими правилами при подготовке статей для опубликования в журнале.

Научные статьи, представляемые в редакцию журнала должны быть оформлены согласно базовым издательским стандартам по оформлению статей в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов», пристатейных библиографических списков в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

***В номер допускается не более одной рукописи от одного автора либо того же автора в составе коллектива соавторов.**

***Количество соавторов одной статьи не более 5.**

***Степень оригинальности статьи должна составлять не менее 60 %.**

***Направляемые статьи не должны быть ранее опубликованы, не допускается последующее опубликование в других журналах, в том числе переводы на другие языки.**

***Решение о принятии рукописи к опубликованию принимается после проведения процедуры рецензирования.**

***Рецензирование проводится конфиденциально («двустороннее слепое рецензирование»), автору не сообщается имя рецензента, а рецензенту – имя автора статьи.**

***Статьи отправлять вместе с квитанцией об оплате. Стоимость публикации в журнале за страницу 1000 (одна тысяча) тенге, включая статьи магистрантов и докторантов в соавторстве с лицами с ученой степенью.**

*** Оплата за статью не возвращается в случае, если статья отклонена антиплагиатом или рецензентом. Автор может повторно отправить статью на антиплагиат или рецензирования 1 раз.**

Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

– В журналы принимаются статьи по всем научным направлениям, набранные на компьютере, напечатанные на одной стороне листа с полями 30 мм со всех сторон листа, электронный носитель со всеми материалами в текстовом редакторе «Microsoft Office Word (97, 2000, 2007, 2010) для WINDOWS».

– Общий объем статьи, включая аннотации, литературу, таблицы, рисунки и математические формулы не должен превышать **12 страниц печатного текста. Текст статьи: кегль – 14 пунктов, гарнитура – Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка).**

Структура научной статьи включает название, аннотации, ключевые слова, основные положения, введение, материалы и методы, результаты и обсуждение,

заклучение, выводы, информацию о финансировании (при наличии), список литературы (используемых источников) к каждой статье, включая романизированный (транслитерированный латинским алфавитом) вариант написания источников на кириллице (на казахском и русском языках) см. *ГОСТ 7.79–2000 (ИСО 9–95) Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.*

Статья должна содержать:

1 **МРНТИ** (Межгосударственный рубрикатор научной технической информации);

2 **DOI** – после МРНТИ в верхнем правом углу (присваивается и заполняется редакцией журнала);

3 **Фамилия, имя, отчество** (полностью) автора (-ов) – на казахском, русском и английском языках (*жирным шрифтом, по центру*);

4 **Ученая степень, ученое звание;**

5 **Аффилиация** (факультет или иное структурное подразделение, организация (место работы (учебы)), город, почтовый индекс, страна) – на казахском, русском и английском языках;

6 **E-mail;**

7 **Название статьи** должно отражать содержание статьи, тематику и результаты проведенного научного исследования. В название статьи необходимо вложить информативность, привлекательность и уникальность (*не более 12 слов, прописными буквами, жирным шрифтом, по центру, на трех языках: русский, казахский, английский либо немецкий*);

8 **Аннотация** – краткая характеристика назначения, содержания, вида, формы и других особенностей статьи. Должна отражать основные и ценные, по мнению автора, этапы, объекты, их признаки и выводы проведенного исследования. Дается на казахском, русском и английском либо немецком языках (*рекомендуемый объем аннотации – не менее 150, не более 300 слов, курсив, нежирным шрифтом, кегль – 12 пунктов, абзацный отступ слева и справа 1 см, см. образец*);

9 **Ключевые слова** – набор слов, отражающих содержание текста в терминах объекта, научной отрасли и методов исследования (*оформляются на трех языках: русский, казахский, английский либо немецкий; кегль – 12 пунктов, курсив, отступ слева-справа – 1 см.*). Рекомендуемое количество ключевых слов – 5-8, количество слов внутри ключевой фразы – не более 3. Задаются в порядке их значимости, т.е. самое важное ключевое слово статьи должно быть первым в списке (*см. образец*);

10 **Основной текст статьи** излагается в определенной последовательности его частей, включает в себя:

- **Введение / Кіріспе / Introduction** (*абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов*). Обоснование выбора темы; актуальность темы или проблемы. Актуальность темы определяется общим интересом к изученности данного объекта, но отсутствием исчерпывающих ответов на имеющиеся вопросы, она доказывается теоретической или практической значимостью темы.

- **Материалы и методы** (*абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов*). Должны состоять из описания материалов и хода работы, а также полного описания использованных методов.

- **Результаты и обсуждение** (*абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов*). Приводится анализ и обсуждение полученных вами результатов исследования. Приводятся выводы по полученным в ходе исследования результатам, раскрывается основная суть. И это один из самых важных разделов статьи. В нем необходимо провести анализ результатов своей работы и обсуждение соответствующих результатов в сравнении с предыдущими работами, анализами и выводами.

- **Информацию о финансировании** (*при наличии*) (*абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов*).

- **Выводы / Қорытынды / Conclusion** (*абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов*).

Выводы – обобщение и подведение итогов работы на данном этапе; подтверждение истинности выдвигаемого утверждения, высказанного автором, и заключение автора об изменении научного знания с учетом полученных результатов. Выводы не должны быть абстрактными, они должны быть использованы для обобщения результатов исследования в той или иной научной области, с описанием предложений или возможностей дальнейшей работы.

- **Список использованных источников / Пайдаланған деректер тізімі / References** (*жирными буквами, кегль – 14 пунктов, в центре*) включает в себя:

Статья и список использованных источников должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.5-98; ГОСТ 7.1-2003 (*см. образец*).

Очередность источников определяется следующим образом: сначала последовательные ссылки, т.е. источники на которые вы ссылаетесь по очередности в самой статье. Затем дополнительные источники, на которых нет ссылок, т.е. источники, которые не имели место в статье, но рекомендованы вами читателям для ознакомления, как смежные работы, проводимые параллельно. Объем не менее 10 не более чем 20 наименований (ссылки и примечания в статье обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки). В случае наличия в списке использованных источников работ, представленных на кириллице, необходимо представить список литературы в двух вариантах: первый – в оригинале, второй – романизированный (транслитерация латинским алфавитом) вариант написания источников на кириллице (на казахском и русском языках) см. *ГОСТ 7.79–2000 (ИСО 9–95) Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.*

Романизированный список литературы должен выглядеть следующим образом: автор(-ы) (транслитерация) → название статьи в транслитерированном варианте → [перевод названия статьи на английский язык в квадратных скобках] → название казахоязычного либо русскоязычного источника (транслитерация, либо английское название – если есть) → выходные данные с обозначениями на английском языке.

11 **Иллюстрации, перечень рисунков** и подрисуночные надписи к ним представляют по тексту статьи. В электронной версии рисунки и иллюстрации представляются в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi.

12 Математические формулы должны быть набраны в Microsoft Equation Editor (каждая формула – один объект).

На отдельной странице (после статьи)

В электронном варианте приводятся полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, e-mail (номер телефона для связи редакции с авторами, не публикуются):

Сведения об авторах

На казахском языке	На русском языке	На английском языке
Фамилия Имя Отчество (полностью)		
Должность, ученая степень, звание		
Организация		
Город		
Индекс		
Страна		
E-mail		
Телефон		

Информация для авторов

Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи.

Если статья отклонена антиплагиатом или рецензентом статья возвращается автору на доработку. Автор может повторно отправить статью на антиплагиат или рецензирование 1 раз. За содержание статьи несет ответственность Автор.

Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.

Датой поступления статьи считается дата получения редакцией ее окончательного варианта.

Статьи публикуются по мере поступления.

Периодичность издания журналов – четыре раза в год (ежеквартально)

Сроки подачи статьи:

- первый квартал до 10 февраля;
- второй квартал до 10 мая;
- третий квартал до 10 августа;
- четвертый квартал до 10 ноября.

Статьи отправлять вместе с квитанцией об оплате. Стоимость публикации в журнале за страницу 1000 (одна тысяча) тенге, включая статьи магистрантов и докторантов в соавторстве с лицами с ученой степенью.

Статью (электронную версию, и квитанции об оплате) следует направлять на почту: nitk.tou.edu.kz. Для подачи статьи на публикацию необходимо пройти регистрацию на сайте.

140008, Республика Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64,

НАО «Торайгыров университет»,

Издательство «Toraighyrov University», каб. 137.

Тел. 8 (7182) 67-36-69, (внутр. 1147).

E-mail: nitk.tou.edu.kz.

Наши реквизиты:

НАО «Торайгыров университет» РНН 451800030073 БИН 990140004654	НАО «Торайгыров университет» РНН 451800030073 БИН 990140004654	Приложение kaspі.kz Платежи – Образование – Оплата за ВУЗы – Заполняете все графы (в графе Факультет укажите «За публикацию в научном журнале, название журнала и серии»)
АО «Jysan Bank» ИИК KZ57998FTB00 00003310 БИК TSESKZK A Кбе 16 Код 16 КНП 861	АО «Народный Банк Казахстана» ИИК KZ156010241000003308 БИК HSBKZKX Кбе 16 Код 16 КНП 861	

МРНТИ 14.37.27

DOI xxxxxxxxxxxxxxxxx

С. К. Антикеева

Торайгыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СОЦИАЛЬНЫХ РАБОТНИКОВ ЧЕРЕЗ КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

В данной статье представлена теоретическая модель формирования личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации, которая разработана в рамках докторской диссертации «Формирование личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации». В статье приводятся педагогические аспекты самого процесса моделирования, перечислены этапы педагогического моделирования. Представлены методологический, процессуальный (технологический) и инструментальный уровни модели, ее цель, мониторинг сформированности искомых компетенций, а также результат. В модели показаны компетентностный, личностно-ориентированный и практико-ориентированный педагогические подходы, закономерности, принципы, условия формирования выбранных компетенций; описаны этапы реализации процесса формирования, уровни сформированности личностных и профессиональных компетенций. В разделе практической подготовки предлагается интерактивная работа в системе слушатель-преподаватель-группа, подразумевающая личное участие каждого специалиста, а также открытие первого в нашей стране Республиканского общественного объединения «Национальный альянс профессиональных социальных работников». Данная модель подразумевает под собой дальнейшее совершенствование и самостоятельное развитие личностных и профессиональных компетенций социальных работников. Это позволяет увидеть в модели эффективность реализации курсов повышения квалификации, формы, методы и средства работы.

Ключевые слова: теоретическая модель, компетенции, повышение квалификации, социальные работники.

Введение

Социальная работа – относительно новая для нашей страны профессия. Поэтому обучение социальных работников на современной стадии не характеризуется наличием достаточно разработанных образовательных стандартов, которые находили бы выражение в формулировке педагогических целей, в содержании, технологиях учебного процесса.

Продолжение текста публикуемого материала

264

Материалы и методы

Теоретический анализ научной психолого-педагогической и специальной литературы по проблеме исследования; анализ законодательных и нормативных документов по открытию общественных объединений; анализ содержания программ курсов повышения квалификации социальных работников; моделирование; анализ и обобщение педагогического опыта; опросные методы (беседа, анкетирование, интервьюирование); наблюдение; анализ продуктов деятельности специалистов; эксперимент, методы математической статистики по обработке экспериментальных данных.

Продолжение текста публикуемого материала

Результаты и обсуждение

Чтобы понять объективные закономерности, лежащие в основе процесса формирования и развития личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации, необходимо четко представлять себе их модель.

Продолжение текста публикуемого материала

Выводы

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что теоретическая модель формирования личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации содержит три уровня ее реализации.

Продолжение текста публикуемого материала

Список использованных источников

- 1 **Дахин, А. Н.** Педагогическое моделирование : сущность, эффективность и неопределенность [Текст] // Педагогика. – 2003. – № 4. – С. 22.
- 2 **Кузнецова, А. Г.** Развитие методологии системного подхода в отечественной педагогике : монография [Текст]. – Хабаровск : Изд-во ХК ИППК ПК, 2001. – 152 с.
- 2 **Каропа, Г. Н.** Системный подход к экологическому образованию и воспитанию (На материале сельских школ) [Текст]. – Минск, 1994. – 212 с.
- 4 **Штофф, В. А.** Роль моделей в познании [Текст] – Л. : ЛГУ, 1963. – 128 с.
- 5 **Таубаева, Ш.** Методология и методика дидактического исследования : учебное пособие [Текст]. – Алматы : Казак университеті, 2015. – 246 с.
- 6 **Дахин, А. Н.** Моделирование компетентности участников открытого образования [Текст]. – М. : НИИ школьных технологий 2009. – 290 с.
- 7 **Дахин, А. Н.** Моделирование в педагогике [Текст] // Идеи и идеалы. – 2010. – № 1(3). – Т. 2 – С. 11–20.
- 8 **Дахин, А. Н.** Педагогическое моделирование : монография [Текст]. – Новосибирск : Изд-во НИПКиПРО, 2005. – 230 с.
- 9 **Аубакирова, С. Д.** Формирование деонтологической готовности будущих педагогов к работе в условиях инклюзивного образования : дисс. на соиск. степ. д-ра филос. (PhD) по 6D010300 – Педагогика и психология [Текст] – Павлодар, 2017. – 162 с.

265

10 **Арын, Е. М., Пфейфер, Н. Э., Бурдина, Е. И.** Теоретические аспекты профессиональной подготовки педагога XXI века : учеб. пособие [Текст]. – Павлодар : ПГУ им. С. Торайгырова; СПб. : ГАФКиС им. П. Ф. Лесгафта, 2005. – 270 с.

References

1 **Dahin, A. N.** Pedagogicheskoe modelirovanie : suschnost, effektivnost i neopredelenost [Pedagogical modeling : essence, effectiveness, and uncertainty] [Text]. In Pedagogy. – 2003. – № 4. – P. 22.

2 **Kuznetsova, A. G.** Razvitie metodologii sistemnogo podhoda v otechestvennoi pedagogike [Development of the system approach methodology in Russian pedagogy : monograph] [Text]. – Khabarovsk : Izd-vo KhK IPPK PK, 2001. – 152 p.

3 **Karopa, G. N.** Sistemnyi podhod k ekologicheskomu obrazovaniyu i vospitaniyu (Na materiale selskih shkol) [The systematic approach to environmental education and upbringing (Based on the material of rural schools)] [Text] – Minsk, 1994. – 212 p.

4 **Shtoff, V. A.** Rol modelei v poznanii [The role of models in cognition] [Text] – L. : LGU, 1963. – 128 p.

5 **Taubayeva, Sh.** Metodologiya i metodika didakticheskogo issledovaniya : uchebnoe posobie [Methodology and methods of educational research : a tutorial] [Text] – Almaty : Kazak University, 2015. – 246 p.

6 **Dahin, A. N.** Modelirovanie kompetentnosti uchastnikov otkrytogo obrazovaniya [Modeling the competence of open education participants] [Text] – Moscow : NII shkolnyh tehnologii, 2009. – 290 p.

7 **Dahin, A. N.** Modelirovanie v pedagogike [Modeling in pedagogy] [Text]. In Idei i idealy. – 2010. – № 1(3). – T. 2 – P. 11–20.

8 **Dahin, A. N.** Pedagogicheskoe modelirovanie : monographia [Pedagogical modeling : monograph] [Text]. – Novosibirsk : Izd-vo NIPKiPRO, 2005. – 230 p.

9 **Aubakirova, S. D.** Formirovaniye deontologicheskoi gotovnosti buduschih pedagogov k rabote v usloviyah inklusivnogo obrazovaniya : dissertaciya na soiskanie stepeni doctora filosofii (PhD) po specialnosti 6D010300 – Pedagogika i psihologiya. [Formation of deontological readiness of future teachers to work in inclusive education : dissertation for the degree of doctor of philosophy (PhD) in the specialty 6D010300-Pedagogy and psychology] [Text] – Pavlodar, 2017. – 162 p.

10 **Aryn, E. M., Pfeifer, N. E., Burdina, E. I.** Teoreticheskie aspekty professionalnoi podgotovki pedagoga XXI veka : ucheb. posobie [Theoretical aspects of professional training of a teacher of the XXI century : textbook] [Text] – Pavlodar : PGU im. S. Toraigyrov PSU; St.Petersburg. : GAFKiS im. P. F. Lesgafta, 2005. – 270 p.

С. К. Антикеева

Торайғыров университет, Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

БІЛІКТІЛІКТІ АРТТЫРУ КУРСТАРЫ АРҚЫЛЫ ӘЛЕУМЕТТІК ҚЫЗМЕТКЕРЛЕРДІҢ ҚҰЗІРЕТТІЛІКТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ МОДЕЛІ

Бұл мақалада «Әлеуметтік қызметкерлердің біліктілігін арттыру курстары арқылы тұлғалық және кәсіби құзіреттіліктерін қалыптастыру» докторлық диссертация шеңберінде әзірленген біліктілікті арттыру курстары арқылы әлеуметтік қызметкерлердің тұлғалық және кәсіби құзіреттілігін қалыптастырудың теориялық моделі ұсынылған. Мақалада модельдеу процесінің педагогикалық аспектілері, педагогикалық модельдеудің кезеңдері келтірілген. Модельдің әдіснамалық, процессуалдық (технологиялық) және аспаптық деңгейлері, оның мақсаты, қажетті құзыреттердің қалыптасу мониторингі, сондай-ақ нәтижесі ұсынылған. Модельде құзыреттілікке, тұлғаға бағытталған және практикаға бағытталған педагогикалық тәсілдер, таңдалған құзыреттерді қалыптастыру заңдылықтары, қағидаттары, шарттары көрсетілген; қалыптасу процесін іске асыру кезеңдері, жеке және кәсіби құзыреттердің қалыптасу деңгейлері сипатталған. Практикалық дайындық бөлімінде тыңдаушы-оқытушы-топ жүйесінде интерактивті жұмыс ұсынылады, ол әр маманның жеке қатысуын, сондай-ақ елімізде алғашқы «кәсіби әлеуметтік қызметкерлердің ұлттық альянсы» республикалық қоғамдық бірлестігінің ашылуын білдіреді. Бұл модель әлеуметтік қызметкерлердің жеке және кәсіби құзыреттерін одан әрі жетілдіруді және тәуелсіз дамытуды білдіреді. Бұл модельде біліктілікті арттыру курстарын іске асырудың тиімділігін, жұмыс нысандары, әдістері мен құралдарын көруге мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: теориялық модель, құзыреттілік, біліктілікті арттыру, әлеуметтік қызметкерлер.

S. K. Antikayeva

Toraigyrov University, Republic of Kazakhstan, Pavlodar

THEORETICAL MODEL OF FORMATION COMPETENCIES OF SOCIAL WORKERS THROUGH PROFESSIONAL DEVELOPMENT COURSES

This article presents a theoretical model for the formation of personal and professional competencies of social workers through advanced training courses, which was developed in the framework of the doctoral dissertation «Formation of personal and professional competencies of social workers through advanced training courses». The article presents the pedagogical aspects of the modeling process itself, and lists the stages of pedagogical modeling. The methodological, procedural (technological) and instrumental levels of the model, its purpose, monitoring the formation of the required competencies, as well as the result are presented. The model shows competence-based, personality-oriented and practice-oriented

pedagogical approaches, patterns, principles, conditions for the formation of selected competencies; describes the stages of the formation process, the levels of formation of personal and professional competencies. The practical training section offers interactive work in the listener-teacher-group system, which implies the personal participation of each specialist, as well as the opening of the first Republican public Association in our country, the national Alliance of professional social workers. This model implies further improvement and independent development of personal and professional competencies of social workers. This allows you to see in the model the effectiveness of the implementation of advanced training courses, forms, methods and means of work.

Keywords: theoretical model, competencies, professional development, social workers.

Сведения об авторах

На казахском языке	На русском языке	На английском языке
Антикеева Самал Канатовна «Педагогика және психология» мамандығы бойынша докторант «Торайғыров университеті» КЕАҚ, Гуманитарлық және әлеуметтік ғылымдар факультеті, Павлодар, 140008, Қазақстан Республикасы, samal_antikeeva@mail.ru, 8-000-000-00-00	Антикеева Самал Канатовна докторант по специальности «Педагогика и психология» НАО «Торайғыров университет», Факультет гуманитарных и социальных наук, Павлодар, 140008, Республика Казахстан, samal_antikeeva@mail.ru, 8-000-000-00-00	Samal Kanatovna Antikeeva doctoral student in «Pedagogy and psychology» «Toraighyrov University» NCJSC, Faculty of Humanities and Social Sciences, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, samal_antikeeva@mail.ru, 8-000-000-00-00

Публикационная этика научных журналов «Вестник Торайғыров университета», «Краеведение», «Наука и техника Казахстана»

Редакционная коллегия журналов «Вестник Торайғыров университет», «Краеведение» и «Наука и техника Казахстана» в своей работе придерживается международных стандартов по этике научных публикаций и учитывает информационные сайты ведущих международных журналов.

Редакционная коллегия журнала, а также лица, участвующие в издательском процессе в целях обеспечения высокого качества научных публикаций, во избежание недобросовестной практики в публикационной деятельности (использование недостоверных сведений, изготовление данных, плагиат и др.), обеспечения общественного признания научных достижений обязаны соблюдать этические нормы и стандарты, принятые международным сообществом и предпринимать все разумные меры для предотвращения таких нарушений.

Редакционная коллегия ни в коем случае не поощряет неправомерное поведение (плагиат, манипуляция, фальсификация) и приложит все силы для предотвращения наступления подобных случаев. В случае, если редакционной коллегии станет известно о любых неправомерных действиях в отношении опубликованной статьи в журнале или в случае отрицательного результата экспертизы редколлегий статья отклоняется от публикации.

Редакционная коллегия не должна раскрывать информацию о принятых к опубликованию рукописей третьим лицам, не являющимся рецензентами, потенциальными рецензентами, членами редакционной коллегии, работниками типографии. Неопубликованные данные, полученные из рукописей, не должны использоваться в личных исследовательских целях без письменного разрешения автора.

Ответственность экспертов (рецензентов)

Рецензенты должны давать объективные суждения и указывать на соответствующие опубликованные работы, которые еще не цитируются. К рецензируемым статьям следует обращаться конфиденциально. Рецензенты будут выбраны таким образом, чтобы не было конфликта интересов в отношении исследования, авторов и / или спонсоров исследования.

Ответственность авторов

Ответственность за содержание работы несет автор. Авторы обязаны вносить исправления, пояснения, опровержения и извинения, если такие имеются.

Автор не должен представлять статью, идентичную ранее опубликованной в другом журнале. В частности, не принимаются переводы на английский либо немецкий язык статей, уже опубликованных на другом языке.

В случае обнаружения в рукописи статьи существенных ошибок автор должен сообщить об этом редактору раздела до момента подписи в печать оригинал-макета

номера журнала. В противном случае автор должен за свой счет исправить все критические замечания.

Направляя статью в журнал, автор осознаёт указанную степень персональной ответственности, что отражается в письменном обращении в редакционную коллегию Журнала.

Теруге 01.06.23 ж. жіберілді. Басуға 26.06.23 ж. қол қойылды.

Электрондық баспа

5,07 Mb RAM

Шартты баспа табағы 14,79. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген: Е. Е. Калихан

Корректор: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4087

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

nitk.tou.edu.kz