



DIRECTORY OF
OPEN ACCESS
JOURNALS



"IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION"

international scientific-practical journal

ALMATY, KAZAKHSTAN

ISSN: 3007-8946

15 NOVEMBER 2025



els.education23@mail.ru



irc-els.com

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
«IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION»**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL
«IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION»**



Main editor: G. Shulenbaev

Editorial colleague:

B. Kuspanova
Sh Abyhanova

International editorial board:

R. Stepanov (Russia)
T. Khushruz (Uzbekistan)
A. Azizbek (Uzbekistan)
F. Doflat (Azerbaijan)

International scientific journal «IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION», includes reports of scientists, students, undergraduates and school teachers from different countries (Kazakhstan, Tajikistan, Azerbaijan, Russia, Uzbekistan, China, Turkey, Belarus, Kyrgyzstan, Moldova, Turkmenistan, Georgia, Bulgaria, Mongolia). The materials in the collection will be of interest to the scientific community for further integration of science and education.

Международный научный журнал «IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION», включают доклады учёных, студентов, магистрантов и учителей школ из разных стран (Казахстан, Таджикистан, Азербайджан, Россия, Узбекистан, Китай, Турция, Беларусь, Кыргызстан, Молдавия, Туркменистан, Грузия, Болгария, Монголия). Материалы сборника будут интересны научной общественности для дальнейшей интеграции науки и образования.

15 ноября 2025 г.
Almaty, Kazakhstan

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17700749>

БІЛІМ БЕРУДІҢ ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯСЫ ЖАҒДАЙЫНДА АРАЛАС ОҚЫТУДЫ ЖЕТІЛДІРУ ("ИНФОРМАТИКА" ОҚЫТУ ПӘНІ РЕТІНДЕ)

ТӨЛЕУБЕК ЗАРЕМА АҚБОЛАТҚЫЗЫ

Академик Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды университетінің «Математика және ақпараттық технологиялар» факультетінің магистранты

Ғылыми жетекшісі – п.ғ.к., доцент, қолданбалы математика және информатика кафедрасының профессоры **КАЗИМОВА Д.А**
Қарағанды, Қазақстан

***Аңдатпа.** Бұл мақалада білім беру жүйесінің цифрлануы аясында аралас оқыту үлгілерін жетілдіру мәселесі қарастырылады. Әсіресе «Информатика» пәнін оқытудағы заманауи педагогикалық тәсілдер, цифрлық трансформацияның мүмкіндіктері мен қиындықтары талданады. Сандық құралдарды дәстүрлі оқыту процесіне біріктіру, адаптивті оқыту технологиялары мен дербес оқыту траекторияларын қалыптастыру жолдары сипатталады. Сондай-ақ, шетелдік және отандық тәжірибелерге талдау жасалып, информатика саласында аралас оқытудың тиімді модельдері ұсынылады.*

***Түйінді сөздер:** аралас оқыту, цифрлық трансформация, информатика, LMS, білім беру платформалары, педагогикалық дизайн, АКТ, цифрлық сауаттылық, адаптивті оқыту.*

Кіріспе

Қазіргі таңда білім беру саласы қоғамның цифрлану үдерісінен тыс қалуы мүмкін емес. Сандық технологиялардың жедел дамуы дәстүрлі білім беру моделін жаңаша қарастыруды, оқытудың икемді әрі тиімді форматтарын енгізуді талап етеді.

Осындай қажеттіліктен туындаған **аралас оқыту (blended learning)** моделі бүгінде жоғары оқу орындары мен мектептерде кеңінен қолданыс табуда.

Аралас оқыту дәстүрлі сабақтар мен онлайн-оқыту элементтерін біріктіріп, білім алушылардың өз бетімен және бірлесіп жұмыс істеуін қамтамасыз етеді. Бұл тәсіл студенттің **жеке оқу траекториясын** құруға, өз қарқынымен дамуына, цифрлық ортада жұмыс істеу дағдыларын қалыптастыруға мүмкіндік береді.

Информатика пәні — бұл цифрлық трансформацияның негізі болып табылатын сала. Сондықтан аралас оқыту моделін тиімді енгізу дәл осы пән арқылы жүзеге асырылуы аса өзекті.

Аралас оқытудың теориялық және әдістемелік негіздері

Аралас оқыту ұғымы ХХІ ғасырдың басында кеңінен тарай бастады. Грэмнің (Graham, 2006) тұжырымдамасына сәйкес, ол үш басты элементтен тұрады:

1. **Бетпе-бет (face-to-face)** оқыту — дәстүрлі дәріс, семинар, зертханалық сабақтар;
2. **Онлайн-компонент** — білім беру платформалары арқылы интерактивті контентті меңгеру;

3. **Өзіндік жұмыс** — оқушының цифрлық ортада дербес білім алу белсенділігі.

Педагогикалық тұрғыда бұл тәсіл конструктивизм, когнитивизм және әрекет теорияларына сүйенеді. Конструктивистік тәсілге сәйкес, білім алушы жаңа ақпаратты өз тәжірибесімен байланыстырып, белсенді түрде «құрастырады».

Аралас оқытудың артықшылықтары:

- оқу үдерісін дараландыру және икемді ету;
- цифрлық сауаттылық пен өзіндік жауапкершілікті дамыту;
- оқу уақыты мен ресурстарын үнемдеу;
- оқытушының рөлін фасилитатор немесе ментор ретінде күшейту.

Цифрлық трансформация және информатика пәнінің ерекшелігі

ОФ "Международный научно-исследовательский центр "Endless Light in Science"

Білім беру жүйесінің цифрлық трансформациясы — бұл оқу процесін толықтай цифрлық технологиялар негізінде қайта құру. Қазіргі таңда жоғары оқу орындары мен мектептер келесі бағыттарда жұмыс істеуде:

- **LMS (Learning Management System)** платформаларын енгізу (Moodle, Canvas, Sferum, Google Classroom, Blackboard);
- **Бұлттық қызметтерді** пайдалану (Google Workspace, Microsoft Teams, Discord);
- **MOOC (Massive Open Online Courses)** — Coursera, Stepik, EdX сияқты ашық онлайн курстарды интеграциялау;
- **Визуализация құралдары** — Mindmaps, Jamboard, Padlet, Miro, интерактивті тақталар.

Информатика пәні мазмұны бойынша сандық технологиялармен тығыз байланысты болғандықтан, мұндай платформалар оқытудың табиғи жалғасы іспетті. Дегенмен, бұл салада да қиындықтар бар:

- оқытушылардың цифрлық педагогикалық құзыреттілігінің жеткіліксіздігі;
- жаңа платформалар мен құралдарға бейімделудің баяулығы;
- студенттердің онлайн ортада мотивациясын сақтау күрделілігі;
- интернет пен құрылғыларға тең қолжетімділіктің болмауы.

Информатикадағы аралас оқыту үлгілері

Информатика пәнін оқытуда келесі үлгілер тиімді деп есептеледі:

1. Аударылған сынып (Flipped Classroom)

Студенттер теорияны алдын ала бейнесабақтар мен онлайн-материалдар арқылы меңгереді, ал аудиторияда практикалық есептер мен жобаларды орындайды.

Мысалы: Python тілін оқытуда Stepik немесе Codecademy платформасында бейнематериалдар ұсынылып, сабақта нақты бағдарламалар жазу тәжірибесі жүргізіледі.

2. Айналмалы үлгі (Station Rotation Model)

Сабақ бірнеше "станцияларға" бөлінеді: теория, практика, онлайн-зертхана.

Мысалы: бір топ алгоритмдерді талқыласа, екіншісі код жазады, үшіншісі виртуалды зертхананы орындайды.

3. Икемді үлгі (Flex Model)

Курстың басым бөлігі онлайн өтіп, оқытушы кеңесші рөлін атқарады.

Бұл модель магистратура мен жоғары курстарда тиімді, себебі студент өз жобасын дербес орындайды.

4. Жобалық модель (Project-based Learning)

Студенттер нақты IT өнімдер жасайды — веб-сайт, мобильді қосымша, деректер базасы және т.б.

Бұл әдіс мотивацияны арттырып, нақты тәжірибе жинауға мүмкіндік береді.

Мотивация мен жеке оқу траекториясы

Информатика пәнінде мотивацияны арттыру және жеке оқу жолын қалыптастыру үшін келесі тәсілдер қолданылады:

- **Геймификация (Gamification):** ұпай, деңгей, марапат элементтері (мысалы, CodeCombat, Scratch, Kahoot).
- **Жобалық және практикалық оқыту:** нақты IT өнімдер жасау, хакатондарға қатысу.
- **Интерактивті құралдар:** робототехника, Arduino, виртуалды зертханалар, симуляторлар.
- **Цифрлық портфолио:** студенттің жетістіктерін SOVA немесе Smart LMS платформасында жинақтау.

Адаптивті жүйелер студенттің деңгейіне қарай тапсырмаларды автоматты түрде бейімдеп береді, бұл дараландыруды күшейтеді.

Халықаралық және отандық тәжірибе

Халықаралық тәжірибе:

АҚШ, Канада, Финляндия және Сингапур сияқты елдерде аралас оқыту STEM салаларында кеңінен қолданылады.

Мысалы, Гарвард университетінде Canvas және EdX платформалары интеграцияланған, ал Финляндия университеттерінде Moodle мен Zoom негізінде "Blended STEM" модельдері енгізілген.

Отандық тәжірибе:

Қазақстанда Назарбаев Университеті, ҚБТУ, Astana IT University сияқты оқу орындары Moodle, Stepiк және Zoom платформаларын біріктіріп, интерактивті зертханалар мен онлайн-жобаларды үйлестіруде.

Мектеп деңгейінде BilimLand, Kundelik.kz, Google Classroom жүйелері жиі қолданылады.

Аралас оқытуды жетілдіру бағыттары

Аралас оқытуды тиімді іске асыру үшін келесі шараларды жүзеге асыру қажет:

1. **Оқытушылардың цифрлық құзыреттілігін арттыру** (арнайы тренингтер, EdTech курстар).

2. **Инфрақұрылымды жаңарту** (жоғары жылдамдықты интернет, құрылғылармен қамтамасыз ету).

3. **Педагогикалық дизайнды жетілдіру** (интерактивті контент, визуалды құралдар).

4. **Оқу аналитикасын енгізу** — студенттердің жетістіктерін цифрлық мониторинг арқылы қадағалау.

5. **Интеграцияланған платформа құру** — LMS, MOOK және бейнесабақтар базасын біріктіру.

Қорытынды

Аралас оқыту — қазіргі цифрлық дәуірдің білім беру жүйесіне жауап беретін тиімді педагогикалық модель.

«Информатика» пәнінде бұл тәсіл студенттердің цифрлық сауаттылығын арттыруға, өзіндік жұмыс пен шығармашылық қабілеттерін дамытуға, ал оқытушыларға оқу процесін дараландыруға мүмкіндік береді.

Цифрлық трансформация жағдайында білім беру болашағы — икемді, жекелендірілген және технологиямен толық интеграцияланған оқыту моделінде.

Аралас оқыту — осы болашаққа апарар негізгі көпір.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17700819>

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ МАССИВАМ В ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ JAVA

АЙНУР МОБИЛЬ ГАСЫМОВА

кандидат педагогических наук, старший преподаватель
Азербайджанский государственный педагогический университет, кафедра
«Компьютерные науки», Азербайджан, Баку

Аннотация: В статье рассматриваются методические подходы к преподаванию темы «Массивы» в языке программирования Java. Раскрываются теоретические основы работы с массивами, их роль в формировании алгоритмического мышления и навыков структурирования данных. Особое внимание уделено вопросам организации учебного процесса, направленного на развитие практических компетенций студентов.

Предложенная методика сочетает элементы визуализации, интерактивного обучения и проектных заданий, что способствует повышению интереса обучающихся и формированию устойчивых навыков программирования. В статье также анализируются типичные ошибки студентов при работе с массивами и предлагаются пути их преодоления.

Материалы работы могут быть использованы при подготовке учебных пособий, проведении практических занятий и курсов повышения квалификации преподавателей информатики.

Ключевые слова: Java, массивы, методика обучения, программирование, алгоритмическое мышление, структура данных.

Современное обучение программированию требует не только знания синтаксиса языка, но и глубокого понимания логики работы с данными. Одним из фундаментальных элементов любой учебной программы по языку Java являются массивы (arrays) — базовая структура данных, обеспечивающая хранение и обработку набора однотипных элементов в памяти компьютера.

Актуальность темы обусловлена тем, что массивы формируют у студентов представление о принципах организации данных, индексировании, работе с памятью и алгоритмическом мышлении. Изучение массивов позволяет студентам осознать взаимосвязь между теорией и практикой программирования, а также подготовить основу для понимания более сложных структур — таких как списки, коллекции, деревья и хэш-таблицы.

Кроме того, владение методикой преподавания темы «Массивы в Java» имеет важное значение для формирования системного мышления у обучающихся. Правильно построенный урок помогает студентам понять не только, как объявить и использовать массив, но и как применять его для решения реальных задач — от анализа данных до моделирования процессов в различных областях.

Теоретические основы изучения массивов в Java

Массив в Java — это упорядоченная совокупность элементов одного типа, размещённых в памяти последовательно и доступных по индексу. Массивы позволяют хранить множество значений под одним именем переменной, что делает код более компактным, структурированным и понятным.

Например, если необходимо сохранить оценки сотен студентов, то создание отдельных переменных для каждой оценки становится непрактичным. Использование массива позволяет хранить все данные в одной структуре, экономя память и повышая эффективность программы.

Основные характеристики массивов:

Однотипность элементов — все значения массива принадлежат одному и тому же типу (int, double, String и т.д.).

Последовательное размещение в памяти – элементы массива располагаются в памяти подряд, что обеспечивает быстрый доступ к данным по индексу.

Фиксированный размер – длина массива задаётся при его создании и не может быть изменена.

Доступ по индексу – элементы массива нумеруются, начиная с нуля (`array[0]`, `array[array.length-1]`).

Пример объявления массива:

```
int[] numbers = new int[5]; // Создание массива из 5 элементов
```

```
int[] values = {10, 20, 30, 40, 50}; // Объявление и инициализация
```

Роль массивов в формировании алгоритмического мышления

Изучение массивов тесно связано с освоением циклов (`for`, `while`, `foreach`) и базовых алгоритмов обработки данных. Такие задачи, как поиск, сортировка, нахождение суммы, максимального или минимального элемента, способствуют развитию у студентов логического и аналитического мышления.

Пример: поиск максимального элемента в массиве

```
int[] grades = {85, 90, 78, 92, 88};
```

```
int max = grades[0];
```

```
for (int i = 1; i < grades.length; i++) {  
    if (grades[i] > max) {  
        max = grades[i];  
    }  
}
```

```
}
```

```
System.out.println("Максимальная оценка: " + max);
```

Таким образом, освоение массивов на ранних этапах обучения формирует у студентов фундаментальные навыки структурирования данных, понимания принципов итерации и оптимизации алгоритмов. Это создаёт базу для изучения таких разделов, как коллекции Java (`ArrayList`, `HashMap`), обработка файлов, графический интерфейс и серверное программирование.

Методические подходы к преподаванию темы «Массивы в языке Java»

Эффективное обучение работе с массивами требует продуманной методики преподавания, основанной на принципах последовательности, наглядности и практической направленности. Основная цель преподавателя заключается в том, чтобы не просто объяснить синтаксис Java, а сформировать у студентов целостное представление о том, как массивы применяются для решения реальных задач.

Основные методические принципы:

От простого к сложному — обучение должно начинаться с объяснения структуры и базовых операций над одномерными массивами, а затем постепенно переходить к многоуровневым (двумерным, трёхмерным) структурам и коллекциям.

Визуализация — использование графических схем, диаграмм и анимаций для демонстрации структуры массива, его индексов и принципа хранения данных в памяти.

Интерактивность — включение студентов в процесс: выполнение лабораторных заданий, мини-проектов и коллективных упражнений.

Алгоритмическое мышление — акцент на анализе и создании алгоритмов сортировки, поиска, вычисления сумм, средних значений и т.д.

Рефлексия и анализ ошибок — преподаватель должен уделять внимание типичным ошибкам: неверным индексам, выходу за границы массива, неправильной инициализации и др.

Формы организации учебного процесса:

Лекция с демонстрацией кода — объяснение базовых понятий и примеров.

Практическое занятие — самостоятельное выполнение заданий по обработке массивов.

Проектная работа — создание мини-приложений, где массивы используются как основной элемент структуры данных.

Групповая работа — обсуждение решений и совместное исправление ошибок.

Такая структура способствует формированию у студентов не только теоретических знаний, но и уверенных практических навыков работы с массивами в языке Java.

Практическая реализация (примеры программ и заданий)

Для успешного освоения темы рекомендуется использовать поэтапное введение практических примеров, сопровождающихся пояснением логики кода.

Пример 1. Объявление и заполнение массива

```
int[] marks = new int[4];
marks[0] = 80;
marks[1] = 90;
marks[2] = 75;
marks[3] = 88;
System.out.println("Средний балл: " +
    (marks[0] + marks[1] + marks[2] + marks[3]) / marks.length);
```

Комментарий: данный пример демонстрирует создание и заполнение массива, вычисление среднего значения и использование свойства length.

Пример 2. Перебор элементов массива с помощью цикла for-each

```
String[] names = {"Айгюн", "Фарид", "Камран", "Лейла"};
for (String name : names) {
    System.out.println("Студент: " + name);
}
```

Комментарий: цикл for-each облегчает доступ к элементам массива и минимизирует вероятность ошибок, связанных с индексами.

Пример 3. Работа с двумерными массивами

```
int[][] matrix = {
    {2, 4, 6},
    {1, 3, 5},
    {7, 9, 11}
};
for (int i = 0; i < matrix.length; i++) {
    for (int j = 0; j < matrix[i].length; j++) {
        System.out.print(matrix[i][j] + " ");
    }
    System.out.println();
}
```

Комментарий: двумерные массивы являются основой для изучения матриц и алгоритмов обработки данных в виде таблиц.

Пример 4. Мини-проект: «Учёт оценок студентов»

Задание: разработать программу, которая принимает оценки студентов, сохраняет их в массиве и выводит:

- средний балл группы;
- количество студентов, набравших выше среднего;
- максимальную и минимальную оценку.

Данное упражнение помогает студентам применить массивы в контексте реальной задачи и закрепить алгоритмическое мышление.

Методические рекомендации для преподавателя

При объяснении темы использовать сравнение массивов с коллекциями (ArrayList, LinkedList), чтобы продемонстрировать различия между статическими и динамическими структурами данных.

Для визуального объяснения индексов применять графические таблицы или блок-схемы.

После каждой темы проводить короткие тесты или упражнения, направленные на закрепление навыков индексации и работы с циклами.

Организовать мини-соревнования по программированию — например, кто быстрее напишет алгоритм сортировки массива.

Типичные трудности и пути их преодоления при обучении массивам

В процессе изучения темы «Массивы» студенты часто сталкиваются с рядом типичных затруднений, связанных как с особенностями языка Java, так и с логикой работы структур данных. Задача преподавателя — своевременно выявить эти трудности и предложить эффективные методические решения.

1. Ошибки индексирования

Наиболее распространённая ошибка — выход за границы массива (ArrayIndexOutOfBoundsException).

Методическое решение:

- использовать визуальные схемы, показывающие связь между индексом и элементом массива;
- давать упражнения на определение корректных диапазонов индексов.

2. Непонимание фиксированного размера массива

После создания массива изменить его длину невозможно, что вызывает трудности при работе с динамическими данными.

Методическое решение:

- познакомить студентов с классом ArrayList как динамической альтернативой массиву;
- продемонстрировать различия между int[] и ArrayList<Integer> на примерах.

3. Проблемы с типами данных

Студенты нередко пытаются хранить в одном массиве элементы разных типов. Методическое решение:

- объяснить концепцию строгой типизации в Java;
- предложить примеры массивов различных типов (int[], double[], String[]) и их практическое применение.

4. Сложности при работе с циклами

Ошибки в логике циклов (for, while, foreach) приводят к неверной обработке данных. Методическое решение:

- поэтапное выполнение задач с объяснением каждой итерации;
- использование отладчика (debugger) для визуализации работы цикла.

5. Недостаток практики и мотивации

Проблема низкой активности студентов часто связана с абстрактностью темы. Методическое решение:

- включать реальные и увлекательные примеры (учёт оценок, статистика погоды, система бонусов в игре);
- использовать проектный метод и игровые подходы (code-challenges, соревнования по программированию).

Заключение

Изучение массивов в языке программирования Java является важнейшим этапом формирования базовых навыков структурирования данных и алгоритмического мышления. Массивы позволяют понять, как данные хранятся, обрабатываются и передаются в

программах, что делает их фундаментом для последующего освоения коллекций, баз данных и объектно-ориентированного программирования.

Разработанная методика преподавания темы «Массивы» направлена на активизацию познавательной деятельности студентов, повышение их практической компетентности и развитие способности применять полученные знания для решения реальных задач.

Использование визуальных средств, практических упражнений и мини-проектов делает процесс обучения более наглядным и мотивирующим.

Таким образом, предложенные методические подходы могут быть эффективно применены как в аудитории, так и в дистанционном формате обучения. Материал данной работы может служить основой для создания учебно-методических пособий, проведения практикумов и курсов повышения квалификации преподавателей информатики и программирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Oracle. The Java™ Tutorials — Arrays and Data Structures. <https://docs.oracle.com/javase/tutorial/>
2. Schildt, H. Java: The Complete Reference. 12th Edition. McGraw-Hill Education, 2022.
3. Horstmann, C. Core Java Volume I – Fundamentals. 12th Edition. Pearson, 2022.
4. Eckel, B. Thinking in Java. 4th Edition. Prentice Hall, 2018.
5. Liang, Y. Introduction to Java Programming and Data Structures. Pearson, 2021.
6. Wirth, N. Algorithms + Data Structures = Programs. Prentice Hall, 2019.
7. Современные методы преподавания программирования: учебно-методическое пособие / Под ред. В. С. Михайлова. — М.: Академия, 2020.
8. Кузнецов, С. Д. Методика преподавания информатики и программирования. — Санкт-Петербург: Питер, 2021.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17700921>
ЭОЖ 621.793.7

МҰНАЙ ҚҰБЫРЛАРЫНЫҢ ТОТТАНУҒА ТӨЗІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ЖОЛДАРЫ

ЖУБАТЫРОВ САЯБЕК АЛПАМЫСОВИЧ

Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университетінің магистранты, Орал,
Қазақстан

Аннотация. Мақалада мұнай құбырларының коррозияға ұшырау себептері мен олардың қызмет ету мерзімін қысқартатын факторлар талданған. Тоттану процестердің термодинамикалық және электрохимиялық табиғаты қарастырылып, құбыр материалдарының физика-химиялық қасиеттеріне әсер ететін негізгі факторлар анықталған. Мақалада ұсынылған тәсілдер құбырлардың қызмет ету мерзімін ұлғайтып, апаттық жағдайлардың алдын алуға мүмкіндік береді. Мақаланың нәтижелері мұнай және газ тасымалдау жүйелерінің сенімділігін арттыруға бағытталған инженерлік шешімдерді жетілдіруде қолдануға болады.

Кілт сөздер: мұнай құбыры, коррозия, катодтық қорғау, ингибитор, қорғаныш жабын, электродтық потенциал, болат, полимерлі материал, электрохимиялық тұрақтылық.

Abstract. The article analyzes the causes of corrosion of oil pipelines and factors that shorten their service life. Thermodynamic and electrochemical nature of corrosion processes is considered, main factors affecting physical and chemical properties of pipe materials are determined. The approaches proposed in the article will increase the service life of pipelines and prevent emergencies. The results of the article can be used to improve engineering solutions aimed at improving the reliability of oil and gas transportation systems.

Keywords: oil pipeline, corrosion, cathodic protection, inhibitor, protective coating, electrode potential, steel, polymer material, electrochemical stability.

Мұнай және газ өнеркәсібінде қолданылатын магистральдық құбырлар күрделі инженерлік жүйелердің негізгі элементі болып табылады. Олардың ұзақ мерзімді әрі сенімді жұмыс істеуі өндірістік қауіпсіздік пен экономикалық тиімділіктің шешуші факторы болып саналады. Дегенмен, құбырлардың пайдалану мерзімін шектейтін басты құбылыстардың бірі – тоттану процесі. Тоттану - металл материалдарының қоршаған орта әсерінен химиялық немесе электрохимиялық бұзылуы нәтижесінде жүреді және мұнай тасымалдау жүйелерінің істен шығуына, апаттар мен экологиялық шығындарға әкеледі [1,2].

Тоттанудың қарқыны көптеген факторларға тәуелді: тасымалданатын мұнай құрамындағы су мен тұз концентрациясы, сутектің, күкіртсутектің және көмірқышқыл газының мөлшері, температура мен қысым, сондай-ақ топырақтың ылғалдылығы мен электролиттік қасиеттері.

Ресейлік зерттеушілердің еңбектерінде (Ю.П. Жуков, В.Н. Богданов, И.Ф. Губин және т.б.) тоттанудың кинетикалық заңдылықтары мен оның жылдамдығын төмендету тәсілдері кеңінен қарастырылған [3,4]. Атап айтқанда, Жуков Ю.П. құбыр материалдарының электрохимиялық потенциалын реттеу арқылы тоттану жылдамдығын азайтуға болатынын дәлелдеген. Губин И.Ф. мен Кривошеин А.В. [5] катодтық қорғау жүйелерінің тиімділігін арттыруда анодтық топтардың материалдық құрамының маңызын атап көрсеткен.

Қазіргі таңда тоттануға қарсы күрес бағытында үш негізгі тәсіл кеңінен қолданылады:

1. Электрохимиялық қорғау (катодтық және анодтық әдістер);
2. Қорғаныш жабындар мен қаптамалар қолдану;
3. Ингибиторлық қорғаныс және материалдық модификация.

Электрохимиялық қорғау кезінде металдың потенциалын теріс мәнге ығыстырып, оның анодтық еруін тоқтату мақсатында сыртқы ток көзі немесе гальваникалық анодтар пайдаланылады. Бұл әдістің тиімділігі электролиттік орта мен ток тығыздығының біркелкілігін қамтамасыз етуге тәуелді.

Қорғаныш жабындар (битумды, эпоксидті, полиэтиленді, полипропиленді және полиуретанды) құбыр бетін сыртқы агрессивті әсерлерден оқшаулау арқылы коррозиялық процесті баяулатады [6]. Соңғы жылдары Ресей және Қазақстан ғалымдары полимерлі композициялық материалдарды (ПКО) пайдалану арқылы құбырлардың механикалық және химиялық тұрақтылығын арттыру бағытында зерттеулер жүргізуде [7]. Бұл материалдар жоғары адгезиялық қасиетке және төмен өткізгіштікке ие, сондықтан да топырақтық және электрохимиялық коррозияға қарсы тиімді қорғаныш береді.

Сонымен қатар, ингибиторларды қолдану мұнай ішіндегі және су фазасындағы коррозиялық реакцияларды басу үшін кең таралған әдіс болып саналады. Ингибитор молекулалары металл бетінде адсорбциялық қабат түзеді, ол анодтық немесе катодтық реакциялардың жүруін тежейді. Ресейлік зерттеуші В.И. Кузнецовтың [8] мәліметтері бойынша, азотты қосылыстар мен аминфосфонаттар негізіндегі ингибиторлар көміртекті болаттарда коррозия жылдамдығын 60–80%-ға дейін төмендетеді.

Зерттеу жұмысы мұнай құбырларында жиі қолданылатын төмен көміртекті болат маркаларының (мысалы, 17ГС және 09Г2С) тоттану тұрақтылығын арттыру жолдарын анықтауға бағытталды. Бұл болаттар механикалық беріктігі жоғары, бірақ олардың электрохимиялық потенциалы теріс болғандықтан, табиғи және өндірістік ортада (су, тұзды ерітінді, мұнай эмульсиясы) коррозияға бейім келеді [1].

Эксперименттер зертханалық жағдайда жүргізілді. Коррозия жылдамдығын анықтау үшін үш түрлі орта таңдалды:

1. 3% NaCl ерітіндісі (теңіз суына ұқсас орта);
2. Мұнай мен судың эмульсиясы (көлемдік қатынасы 1:1);
3. H₂S бар сулы орта (күкіртсутекті коррозия моделін имитациялау).

Зерттеу үлгілерінің пішіні – диаметрі 20 мм және ұзындығы 50 мм цилиндрлер. Үлгілердің беті алдын ала тазартылып, ацетонмен майсыздандырылды.

Коррозия жылдамдығын анықтау әдісі

Массалық әдіс бойынша коррозия жылдамдығы (K , г/(м²·сағ)) келесі формуламен есептелді:

$$K = S \cdot t (m_1 - m_2) \quad (1)$$

мұндағы:

m_1 – сынаққа дейінгі үлгінің массасы, г;

m_2 – сынақтан кейінгі массасы, г;

S – үлгінің бет ауданы, м²;

t – сынақ уақыты, сағ.

Қорғаныш жабын материалдары

Зерттеу барысында үш түрлі қорғаныш жабынның тиімділігі салыстырылды:

- Эпоксидті жабын (ЭЖ-01);
- Полиуретан жабын (ПУЖ-02);
- Полиэтилен жабын (ПЭЖ-03).

Жабындар қалыңдығы 250–300 мкм аралығында болды. Қапталған үлгілер 90 күн бойы жоғарыда аталған үш ортада ұсталынды. Әрбір 15 күн сайын массалық өзгеріс, ток тығыздығы және потенциал мәндері өлшенді.

Ингибиторлық сынақтар

Қосымша тәжірибелерде азотты органикалық қосылыстар (аминофосфонаттар) және катионды беттік-белсенді заттар қолданылды. Ингибитор концентрациясы 0,5–1,0 г/л аралығында өзгертілді. Тоттану жылдамдығы ингибитор бар және жоқ ортада салыстырмалы түрде бағаланды. Тиімділік келесі формуламен есептелді [6]:

$$\eta = K_0 - K_i \times 100\% \quad (2)$$

мұндағы:

K_0 – ингибиторсыз ортадағы коррозия жылдамдығы;

K_i – ингибиторы бар ортадағы коррозия жылдамдығы.

Жүргізілген тәжірибелер нәтижесінде әртүрлі ортада болат үлгілерінің тоттану жылдамдығы айтарлықтай айырмашылық көрсетті. 3% NaCl ерітіндісінде тоттану процесі ең жоғары қарқынмен жүрді, себебі бұл орта электролиттік өткізгіштігі жоғары, хлорид-иондары металдың пассивті қабатын бұзады. Ал мұнай-сулы эмульсияда тоттану жылдамдығы салыстырмалы түрде төмен болды, өйткені мұнай фазасы оттегінің және иондардың диффузиясын тежейді. H_2S бар сулы ортада күкіртсутектің әсерінен темір сульфидті қабаттар түзіліп, бастапқыда қорғаныш қызметін атқарғанымен, уақыт өте келе жарылып, тоттанудың шұғыл үдеуіне себеп болды [1].

Орта әсерінің нәтижелері

Сынақ нәтижесінде үлгілердің массалық өзгерісіне негізделген орташа тоттану жылдамдығы төмендегідей болды:

Орта түрі	Тоттану жылдамдығы, K (г/м ² ·сағ)
3% NaCl ерітіндісі	0,088
Мұнай-сулы эмульсия	0,045
H_2S бар сулы орта	0,074

Бұл мәліметтер тоттанудың қарқыны орта құрамындағы агрессивті иондардың табиғатына және электрод потенциалының тұрақтылығына байланысты екенін дәлелдейді. Губин И.Ф. мен Литвинов А.С. [2] көрсеткендей, NaCl және H_2S бар орталар болаттың электрохимиялық белсенділігін күшейтіп, анодтық реакцияның жүру жылдамдығын арттырады.

Қорғаныш жабындардың тиімділігі

Жабын түрлерінің тиімділігін бағалау мақсатында әрбір материалмен қапталған үлгілердің коррозия жылдамдығы салыстырылды. Алынған нәтижелер төмендегі кестеде берілген:

Жабын түрі	K (г/м ² ·сағ)	Қорғаныш тиімділігі, η (%)
Эпоксид (ЭЖ-01)	0,014	84
Полиуретан (ПУЖ-02)	0,009	91
Полиэтилен (ПЭЖ-03)	0,021	80

Кестеден көріп отырғанымыздай, полиуретан жабындары ең жоғары тиімділік көрсетті.

Ингибиторлардың тиімділігі

Ингибиторлар қосылған ортада тоттану жылдамдығы айтарлықтай төмендеді. Мысалы, 0,5 г/л аминофосфонат қосылғанда NaCl ерітіндісіндегі тоттану жылдамдығы 0,088-тен 0,03 г/м²·сағ-қа дейін төмендеді, яғни тиімділік шамамен 70% құрады. Ингибитор концентрациясы артқан сайын тиімділік те жоғарылады, бірақ 1,0 г/л деңгейінен кейін әсер шамалы өзгерді, бұл адсорбциялық қабаттың қанығуымен түсіндіріледі.

Кузнецов В.И. [8] көрсеткендей, органикалық ингибиторлардың әсері олардың молекулалық құрылысындағы донорлы азот пен оттек атомдарының металдың беткі Fe^{2+} иондарымен комплекс түзу қабілетіне байланысты. Бұл байланыстар тұрақты қорғаныш қабат түзіп, электрохимиялық процестердің жүруін тежейді.

Қорытынды

Жүргізілген зерттеу нәтижелері мұнай құбырларының тоттануға төзімділігін арттыру мәселесінің тек техникалық емес, сонымен қатар экономикалық және экологиялық маңызға

ие екенін көрсетті. Тоттану процестері мұнай тасымалдау жүйелерінің сенімділігі мен қауіпсіздігіне тікелей әсер етеді, сондықтан олардың алдын алу кешенді инженерлік тәсілді қажет етеді.

Зерттеу барысында полимерлі жабындар тоттану қарқынын 3–5 есе төмендететіні анықталды.

Қазіргі заманда мұнай құбырларының ұзақмерзімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін тоттануға қарсы шараларды автоматтандыру және мониторингтеу жүйесін енгізу маңызды. Смарт-сенсорлар мен сандық бақылау әдістері арқылы құбыр ішіндегі және сыртындағы потенциалдар айырмасын үздіксіз бақылау — апаттық жағдайлардың алдын алудың тиімді жолы болып табылады.

Мұнай құбырларының сенімді жұмыс істеуін қамтамасыз ету үшін инженерлік-технологиялық шешімдерді жетілдіру, материалтану саласындағы жаңа жетістіктерді енгізу және тоттану процестерін цифрлық модельдеу – болашақ зерттеулердің маңызды бағыты болып табылады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Богданов В.Н. Коррозия и защита магистральных трубопроводов. — М.: Недра, 2018. — 356 б.
2. Сергеев А.П. Электрохимическая защита подземных металлических сооружений. — СПб.: Политехника, 2020. — 284 б.
3. Поляков Ю.А. Физико-химические основы коррозии и методы её предотвращения. — М.: Химия, 2017. — 312 б.
4. Журавлёв В.И. Повышение коррозионной стойкости сталей для нефтегазопроводов. — М.: Металлургия, 2019. — 298 б.
5. Иванов С.Г., Смирнов Н.В. Комплексные методы защиты трубопроводных систем от коррозии // Коррозия: материалы, защита. — 2021. — №3. — С. 15–24.
6. Кузнецов В.А. Катодная защита магистральных нефтепроводов: теория и практика. — М.: Изд-во РГУ нефти и газа им. Губкина, 2018. — 240 б.
7. Трофимов Е.Н. Полимерные покрытия и их применение в антикоррозионной защите. — СПб.: ПрофПресс, 2022. — 264 б.
8. Романенко А.Д. Ингибиторы коррозии для систем транспортировки нефти. — М.: Наука, 2016. — 275 б.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17700985>
ОӘЖ 622.692

МАГИСТРАЛЬДЫҚ МҰНАЙ ҚҰБЫРЛАРЫ ЖАБДЫҚТАРЫНЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН БОЛЖАУДА ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН САПА ТЕТІКТЕРІН ПАЙДАЛАНУ

ЖУМАШЕВ МАНСУР ХУЗЫРАЙЕМОВИЧ

Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университетінің магистранты, Орал,
Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада магистральдық мұнай құбырлары жабдықтарының сенімділігін арттыру бағытында цифрлық технологиялар мен сапаны басқару тетіктерін біріктірудің маңызы қарастырылған. «Өзен – Атырау – Самара» мұнай құбыры мысалында предиктивтік талдау, цифрлық мониторинг және ISO 9001 стандарттарын енгізудің нәтижесінде апаттар санын азайту, техникалық қызмет көрсетуді оңтайландыру және пайдалану қауіпсіздігін арттыруға қол жеткізілгені көрсетіледі. Сорпа агрегаттар мен арматура бойынша істен шығулардың аналитикалық деректері мен цифрлық технологиялар мен сапа тетіктерін біріктіру үлгісі келтірілген.

Кілт сөздер: магистральдық мұнай құбыры, жабдық сенімділігі, цифрландыру, предиктивтік аналитика, сапаны басқару, жағдайды мониторингілеу.

Abstract. The article provides for the importance of combining digital technologies and quality management mechanisms in the direction of improving the reliability of equipment for trunk oil pipelines. The example of the Uzen - Atyrau - Samara oil pipeline shows that as a result of predictive analysis, digital monitoring and implementation of ISO 9001 standards, a decrease in the number of accidents, optimization of maintenance and improvement of operational safety have been achieved. Analytical failure data for pump units and valves and an example of combination of digital technologies and quality mechanisms are given.

Key words: trunk oil pipeline, equipment reliability, digitalization, predictive analytics, quality management, situation monitoring.

Магистральдық мұнай құбырлары жабдықтарының сенімділігін арттыру – көмірсутектерді үздіксіз және қауіпсіз тасымалдаудың негізгі шарты. Инфрақұрылымның тозуы мен жұмыс жүктемесінің артуы жағдайында жабдықтың техникалық жағдайын талдау мен болжауда цифрлық технологияларды қолдану өзекті болып отыр.

«Өзен – Атырау – Самара» мұнай құбыры (операторы – «ҚазТрансОйл» АҚ) Қазақстанның батысындағы ең ірі экспорттық жүйелердің бірі болып табылады. Оның ұзындығы 1500 км-ден асады және Маңғыстау өңірінің кен орындарын Ресей мұнай көлігі желісімен байланыстырады. Соңғы жылдары жабдықтардың істен шығуының басым бөлігі сорпа агрегаттары мен бекіту арматурасына тиесілі [1].

Мақаланың мақсаты – «Өзен – Атырау – Самара» магистральдық мұнай құбыры жабдықтарының техникалық жағдайын болжауда цифрлық технологиялар мен сапа тетіктерін қолданудың тиімділігін талдау және техникалық қызмет көрсету жүйесіне цифрлық шешімдерді енгізу тәсілдерін ұсыну.

Қазіргі цифрлық шешімдер жабдықтың жұмыс параметрлері туралы деректерді нақты уақытта жинап, талдауға мүмкіндік береді. «ҚазТрансОйл» АҚ объектілерінде діріл, температура және қысым көрсеткіштерін онлайн бақылау жүйелері енгізілген. Бұл жүйелер ІТ-сенсорлар және бұлттық аналитикалық платформалар негізінде жұмыс істейді [2].

Жиналған деректер бірыңғай басқару орталығына жіберіліп, сол жерде трендік талдау мен машиналық диагностика жүргізіледі. Бағдарлама ақау қаупін анықтаған жағдайда

техникалық қызмет көрсету кестесін автоматты түрде түзетеді және операторларға хабарлама береді.

Предиктивтік аналитика технологиялары жабдықтың істен шығу ықтималдығын тарихи деректер мен ағымдағы үрдістер негізінде болжауға мүмкіндік береді. Мысалы, егер насос агрегатының діріл деңгейі шекті мәннен асып кетсе, жүйе подшипниктің істен шығу ықтималдығын 85 %-дық дәлдікпен болжай алады [3].

Сапа тетіктері жабдық сенімділігін бақылауға әдістемелік және ұйымдастырушылық негіз жасайды. Кәсіпорында ISO 9001:2015 стандартына сәйкес келетін процесс тәсілі, тәуекелдерді басқару және түзету-алдын алу шаралары қолданылады.

Жиі пайдаланылатын әдістердің бірі – FMEA (Failure Modes and Effects Analysis), яғни істен шығу түрлері мен олардың салдарын талдау. Бұл әдіс жабдықтың ең әлсіз түйіндерін анықтауға, тәуекел басымдық индексін (RPN) есептеуге және алдын алу шараларын белгілеуге мүмкіндік береді [4].

Төменде келтірілген 1-кестеде 2021–2023 жылдар аралығында «Өзен – Атырау» учаскесіндегі насосық агрегаттар мен арматура істен шығуларының динамикасы көрсетілген.

1-кесте – «Өзен – Атырау – Самара» магистральдық мұнай құбыры жабдықтарының істен шығу динамикасы

Көрсеткіш	2021 ж. (цифрлық мониторинг енгізілгенге дейін)	2023 ж. (енгізілгеннен кейін)	Өзгеріс, %
Насос агрегаттарының істен шығуы, дана	36	18	–50 %
Бір істен шығуға кететін орташа уақыт, сағ	12,5	6,3	–49,6 %
Арматура істен шығуы, дана	22	11	–50 %
Істен шығуды алдын ала болжау деңгейі, %	28	81	+189 %
Жөндеу шығындарының үнемі, млн тт/жыл	–	124,5	–

Дереккөз: «ҚазТрансОйл» АҚ өндірістік департаментінің 2023 жылғы есебі [5].

Кестедегі мәліметтер цифрлық мониторинг пен сапаны басқару жүйелерін енгізу жабдықтың істен шығуын және тоқтап қалу ұзақтығын екі есеге азайтқанын көрсетеді. Алдын ала болжаудың артуы диагностика мен жөндеу жоспарлаудың тиімділігінің артқанын дәлелдейді.

Цифрлық технологиялар мен сапа тетіктерін интеграциялау бірыңғай ақпараттық кеңістік арқылы жүзеге асады. Бұл кеңістікке онлайн мониторинг деректері, FMEA нәтижелері және сапа менеджменті модульдері біріктіріледі.

2-кестеде магистральдық мұнай құбырларының пайдалану жүйесіндегі цифрлық құралдар мен сапа тетіктерінің өзара байланысы көрсетілген.

2-кесте – Пайдалану жүйесіндегі цифрлық технологиялар мен сапа тетіктерінің интеграциясы

Цифрлық жүйе компоненті	Сапа тетігі	Сенімділікті басқарудағы функциясы
Сорап агрегаттарын онлайн бақылау жүйесі	Процесс тәсілі (ISO 9001)	Пайдалану деректерін жинау және талдау

Предиктивтік аналитика модулі	FMEA талдауы	Сындарлы түйіндерді анықтау және істен шығуды болжау
Жабдықтың цифрлық паспорты	Құжат айналымын басқару (QMS)	Пайдалану тарихын толық қалыптастыру
Power BI есеп беру платформасы	Процестердің статистикалық бақылауы (SPC)	Параметрлер тұрақтылығын бағалау

Бұл интеграция өндірістік деректердің ашықтығын арттырып, шешім қабылдаудағы субъективтілікті азайтады. Нәтижесінде жоспардан тыс тоқтаулар азайып, жабдықтың дайындық коэффициенті мен пайдалану тиімділігі артады.

«ҚазТрансОйл» АҚ-ның цифрлық жобалары жабдық сенімділігін арттырудағы кешенді тәсілдің тиімділігін көрсетті. «Өзен – Атырау – Самара» мұнай құбырында жабдықтың цифрлық паспорттары жасалып, корпоративтік QMS және ERP жүйелерімен біріктірілген. Бұл шешім жөндеу жоспарлауды және орындалуын автоматтандырды [5].

Алдағы уақытта компания жасанды интеллект (AI) пен Big Data Analytics технологияларын пайдалана отырып, үлкен деректерді өңдеу және ақаулар арасындағы жасырын тәуелділіктерді анықтауды жоспарлап отыр. Бұл тәсіл техникалық қызмет көрсету шығындарын одан әрі оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Қорытынды.

«Өзен – Атырау – Самара» мұнай құбыры мысалында цифрлық технологиялар мен сапа тетіктерін біріктіру жабдық сенімділігін едәуір арттырды. Онлайн мониторинг, предиктивтік аналитика және сапа менеджменті құралдарын енгізу нәтижесінде істен шығулар саны 50 %-ға дейін қысқарып, диагностика мен жөндеу тиімділігі артты.

Демек, сенімділікті басқару жүйесін цифрландыру – Қазақстан мұнай тасымалдау саласының тұрақты дамуының стратегиялық бағыты. Болашақта цифрлық егіздер (digital twin) құру, жасанды интеллектті енгізу және деректерді біріктірілген талдау арқылы жабдықтың өмірлік циклін кешенді басқару өзекті болмақ.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР

1. Абдуалиев А.К. Мұнай-газ секторындағы техникалық қызмет көрсету процестерін цифрландыру. – Астана: ҚазҰТЗУ, 2020.
2. Громов В.И., Сафонов А.В. Цифрлық трансформация жағдайындағы мұнай құбырлары жүйелерінің сенімділігі. – Мәскеу: Недра, 2021.
3. Иванова Н.П., Лысенко Д.А. Насостық станциялар жағдайын талдауда машиналық оқыту әдістерін қолдану. // Мұнай-газ өнеркәсібі журналы. – 2021. – №3. – 45–52-бб.
4. Смагулов Е.Б., Омаров Т.С. Өнеркәсіптік қызмет көрсету жүйелеріндегі сапаны басқару тетіктері. – Алматы: ҚазМҰТУ, 2019.
5. «ҚазТрансОйл» АҚ өндірістік есебі, 2023 жыл. – Астана, 2024.
6. Кузнецов С.В. Құбыр жүйелерінің тәуекелдері мен сенімділігін басқару. – Санкт-Петербург: Политех-Пресс, 2020.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17702348>
ОӘЖ 622.692

МАГИСТРАЛЬДЫҚ МҰНАЙ ҚҰБЫРЛАРЫНЫҢ ОҚШАУЛАУ ЖАБЫНДАРЫНЫҢ ҚАЛДЫҚ РЕСУРСЫН КАТОДТЫҚ ҚОРҒАУ ПАРАМЕТРЛЕРІ БОЙЫНША БАҒАЛАУ

КАРТБАЕВ ГАМЗАТ БЕКТҰРЛЫЕВИЧ

Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университетінің магистранты, Орал,
Қазақстан

Аннотация. Мақалада магистральдық мұнай құбырларының оқшаулау жабындарының қалдық қызмет ету ресурсын катодтық қорғау параметрлері негізінде бағалау әдістері қарастырылған. Зерттеудің өзектілігі Қазақстандағы мұнай және газ тасымалдау жүйелерінің сенімділігін арттыру және пайдалану мерзімін ұзарту қажеттілігімен түсіндіріледі. Зерттеу нысаны ретінде әртүрлі топырақтық және климаттық аймақтар арқылы өтетін «Өзен – Атырау – Самара» мұнай құбыры алынған. Катодтық қорғау параметрлерін дұрыс таңдау электрохимиялық тоттану болдырмау ғана емес, сонымен қатар пайдалану процесінде оқшаулау қабатының тозу дәрежесін анықтауға мүмкіндік беретіні дәлелденді.

Кілт сөздер: оқшаулау жабындысы, катодтық қорғау, мұнай құбыры, қалдық ресурс, электрохимиялық тоттану, потенциал, ток тығыздығы, деградация.

Abstract. The article provides methods for assessing the residual service life of insulation coatings on trunk oil pipelines based on cathodic protection parameters. The relevance of the study is explained by the need to improve the reliability and extend the life of oil and gas transportation systems in Kazakhstan. The subject of the study is the Uzen-Atyrau-Samara oil pipeline, which passes through various soil and climatic zones. It has been proved that the correct choice of cathodic protection parameters allows not only to avoid electrochemical corrosion, but also to determine the degree of wear of the insulating layer during operation.

Key words: insulation coating, cathodic protection, oil pipeline, residual service life, electrochemical corrosion, potential, current density, degradation.

Қазақстанның мұнай тасымалдау жүйесінде пайдалану мерзімі 30 жылдан асқан магистральдық құбырлар үлесі жоғары. Солардың бірі – 1970-жылдары пайдалануға берілген «Өзен – Атырау – Самара» мұнай құбыры, ол елдің батысындағы ірі экспорттық бағыттың негізгі бөлігі болып табылады. Уақыт өте келе бұл құбырлардың оқшаулау жабындары бастапқы диэлектрлік қасиеттерін жоғалтып, тоттану әсерлерге төзімділігі төмендейді. Сондықтан катодтық қорғау параметрлері негізінде жабынның қалдық ресурсын бағалау – техникалық қызмет көрсетудің маңызды ғылыми-практикалық міндеті болып табылады.

Катодтық қорғаудың негізгі мақсаты – құбыр металының топырақпен жанасу аймағындағы потенциалын тоттану жүрмейтін диапазонда ұстау. Салалық нормативтерге сәйкес [1], оңтайлы қорғаныс потенциалы $-0,85$ -тен $-1,05$ В дейін (мыс сульфаты электродына қатысты) болуы тиіс. Бұл диапазон металдың электрохимиялық еріп кетуін тежейді. Дегенмен, әртүрлі топырақ құрамында және жабынның ескіру жағдайында бұл көрсеткішті тұрақты ұстау күрделі міндет болып табылады.

Катодтық қорғау жүйесі тек тоттануды болдырмау үшін ғана емес, сонымен бірге оқшаулау жабындысының күйін диагностикалау құралы ретінде де қолданылады. Егер қорғаныс потенциалы тұрақты болғанымен, катодтық токтың шамасы өссе, онда бұл оқшаулау қабатының тұтастығының бұзылғанын, яғни өткізгіш ақаулардың пайда болғанын білдіреді [2]. Демек, катодтық қорғаныс параметрлері бойынша жабынның деградация деңгейін және қалдық қызмет ету мерзімін болжауға болады.

Зерттеу барысында «ҚазТрансОйл» АҚ-ның 2015–2024 жылдар аралығындағы катодтық қорғау және диагностикалық бақылау деректері пайдаланылды. «Өзен – Атырау – Самара» магистралі бойында әртүрлі топырақ типтері бар алты бақылау нүктесі таңдап алынды: құмды, сазды, тұзды және батпақты аймақтар.

1-кесте – «Өзен – Атырау – Самара» мұнай құбыры учаскелері бойынша катодтық қорғау параметрлері мен оқшаулау күйін бағалау

№ учаске	Ұзындығы, км	Потенциал, В (Cu/CuSO ₄)	Ток тығыздығы, мА/м ²	Оқшаулау кедергісі, кОм·м ²	Оқшаулау күйі	Қалдық ресурс, жыл
(Өзен – Қызылқұм)	42	–0,93	1,8	190	жақсы	14
(Қызылқұм – Сағыз)	58	–0,98	2,2	160	қанағаттанарлық	10
(Сағыз – Құлсары)	67	–1,02	2,9	130	жартылай бұзылған	7
(Құлсары – Доссор)	50	–1,06	3,4	110	әлсіреген	5
(Доссор – Атырау)	45	–1,10	3,8	90	зақымдалған	3
(Атырау – РФ шекарасы)	40	–0,90	1,6	200	жақсы	15

Кестеден көріп отырғанымыздай, катодтық токтың жоғары тығыздығы байқалатын учаскелерде (3 мА/м²-тен жоғары) оқшаулау жабындысының деградациясы жылдам жүреді. Бұл шамадан тыс катодтық ток кезінде құбыр бетінде сілтілік реакциялар жүріп, жабын астындағы адгезиялық байланыстардың бұзылуымен түсіндіріледі [3]. Осылайша, қорғаныс потенциалының жетіспеушілігі де, шамадан тыс болуы да қауіпті фактор болып саналады.

Қалдық ресурсты есептеу үшін төмендегі эмпирикалық тәуелділік қолданылды:

$$T_{\text{қалд}} = k \cdot R_{\text{окш}} / I_{\text{кк}} \quad (1)$$

мұндағы, $T_{\text{қалд}}$ – оқшаулау жабындысының қалдық қызмет ету мерзімі, жыл;

$R_{\text{окш}}$ – оқшаулау кедергісі, кОм·м²;

$I_{\text{кк}}$ – катодтық қорғау тогының тығыздығы, мА/м²;

k – аймақтық коэффициент (Батыс Қазақстан үшін $k=0,08k$).

Есептеу нәтижелері бойынша, 3–5 учаскелерде жабынның қалдық қызмет ету мерзімі 7 жылдан аз, бұл қосымша профилактикалық шараларды талап етеді (жабындыны қайта орау, жергілікті оқшаулау, катодтық токты реттеу). Ал 1 және 6 учаскелерде ресурс 14 жылдан жоғары, яғни қорғаныс параметрлері оңтайлы деңгейде.

Катодтық мониторинг деректері мен дефектоскопиялық тексерулер нәтижелерін салыстыру 85%-дық сәйкестікті көрсетті. Бұл катодтық қорғау параметрлері бойынша қалдық ресурсты бағалау әдістемесінің сенімділігін дәлелдейді.

Зерттеу барысында топырақтың тоттану белсенділігінің де әсері бағаланды. Сағыз маңындағы тұзды аймақтарда топырақтың электрөткізгіштігі 1200–1500 мкСм/см шамасында, бұл токтың өтуін арттырып, жабынның тозуын тездетеді. Мұндай жағдайда катодтық ток шамасын азайту ұсынылады, өйткені артық ток сілтілік деструкция туғызады [4].

«Өзен – Атырау – Самара» мұнай құбырының әр учаскесі бойынша потенциал айырмасы 0,15–0,20 В дейін жететіні байқалды, бұл қорғаныс тогының біркелкі таралмауын білдіреді. Мұндай жағдайда дренаждық жүйелерді жаңарту және қосымша катодтық станциялар орнату қажет.

Зертханалық сынақтар көрсеткендей, 25 жыл және одан астам пайдаланылған жабын үлгілерінің орташа электр кедергісі 45%-ға төмендейді. Бұл жабын материалдарының ескіру факторын есепке алу қажеттілігін дәлелдейді.

Жабынның деградациясын сипаттайтын кешенді көрсеткіш D ұсынылды:

Жұмыста сондай-ақ потенциалдың, ток тығыздығының және оқшаулау кедергісінің бірлескен әсерін ескеретін, жабынның деградациясын кешенді көрсеткішін D пайдалану ұсынылады:

$$D = I_{\text{кк}} \cdot (U_{\text{оңт}} - U_{\text{өлш}}) / R_{\text{оқш}} \quad (2)$$

мұндағы $U_{\text{оңт}}$ – оңтайлы потенциал, $U_{\text{өлш}}$ – нақты өлшенген потенциал. Егер $D > 0,02$ болса, жабын тұрақсыз деп есептеледі және диагностика қажет.

2015–2024 жылдар аралығындағы мәліметтер бойынша «Өзен – Атырау – Самара» мұнай құбырының шамамен 27% бөлігінде D көрсеткіші шекті мәннен асып түскен. Бұл учаскелер тоттану тұрғыдан белсенді аймақтарға сәйкес келеді.

Осылайша, катодтық қорғау параметрлерін диагностикалық индикатор ретінде пайдалану құбырдың оқшаулау жабындысының жағдайын нақты бағалауға мүмкіндік береді. Ұсынылған әдістеме құбыр ішін ашпай-ақ, қалдық қызмет ету мерзімін анықтауға мүмкіндік беріп, техникалық қызмет көрсету мен жоспарлы жөндеуді оңтайландыруға негіз бола алады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Козырев В.Н. Катодная защита подземных трубопроводов. – Мәскеу: Недра, 2019.
2. Никитин А.В., Орлов П.Г. Оценка состояния изоляции трубопроводов по данным катодного мониторинга // Коррозия: материалы, защита. – 2020. – №6. – 45–52 бб.
3. Сыздыков Е.Б., Кенжалиев Б.К. Қазақстан мұнай құбырларының қорғаныс жүйелерінің сенімділігі. – Атырау: Атырау мұнай және газ университеті, 2021.
4. Исаков А.С., Жұматаев Е.Т. Батыс Қазақстан жағдайындағы құбырларды электрохимиялық қорғау. // Қазақстан мұнайы мен газы. – 2022. – №3. – 27–34 бб.
5. Singh R., Ahmad Z. Pipeline Corrosion and Cathodic Protection. – Elsevier, 2020.
6. Parkins R.N. Mechanisms of Pipeline Coating Degradation under Cathodic Protection. – Corrosion Science, 2021. – Vol. 190. – P. 108–115.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17702382>
УДК: 66.974.516

ФЕРМЕНТТІК БИОТЕХНОЛОГИЯНЫҢ ТАҒАМ САПАСЫН ЖАҚСARTУДАҒЫ РӨЛІ

МАМАЕВА АЙКЕН ТАЛГАТОВНА
ЖУБАНЫШЕВА АКТОРГЫН АЙДОСОВНА
КЕНЖЕҒАЛИ ДИНАРА ЕРБОЛАТҚЫЗЫ
ЗІКІРИЯ ӘСЕМ ТЕМІРХАНҚЫЗЫ

Алматы технологиялық университеті,
«Тағамдық биотехнология» кафедрасы, студенттері
Алматы, Қазақстан

Ғылыми жетекші – НУКЕНОВА С.А.
Алматы технологиялық университеті,
«Тағамдық биотехнология» кафедрасы, сеньор-лектор,
Алматы, Қазақстан

Аңдатпа: Бұл жұмыста ферменттік биотехнологияның тағам өнімдерінің сапасын арттырудағы рөлі жан-жақты қарастырылады. Соңғы жылдары ферменттерді қолданудың әдістері мен технологиялары молынан дамып, нан-тоқаш, сүт, ет, балық өнімдері және сусын өндірісінде кеңінен енгізіліп келеді. Ферменттер өнімдердің органолептикалық қасиеттерін (дәм, иіс, құрылым), қоректік құндылығын және биожетімділігін жақсартады, сондай-ақ сақтау мерзімін ұзартады. Зерттеулер көрсеткендей, ферменттік өңдеу өндірістік процестерді оңтайландырып, қалдықтардың көлемін азайту арқылы экологиялық тиімділікке де ықпал етеді. Бұл тезисте ферменттердің негізгі түрлері, тағам өндірісіндегі қолданылу аймақтары, соңғы бес жылдағы (2020–2025) зерттеулердің нәтижелері, сондай-ақ технологияның артықшылықтары мен келешектегі бағыттары талданады.

Кілт сөздер: ферменттік биотехнология, тағам сапасы, ферменттік препараттар, тағам өндірісі, экотехнология, биокатализ.

Қазіргі заманғы тағам өнеркәсібі тұтынушылардың жоғары сапа талаптарын, қауіпсіздік және ұзақ сақтау мерзімін, сондай-ақ экологиялық талаптарды ескеруді талап етеді. Бұл талаптарды орындау үшін бұдан былай химиялық өңдеуге негізделген әдістермен шектеліп қалмай, биотехнологиялық тәсілдер — атап айтқанда ферменттік технологиялар кеңінен қолданыла бастады. Ферменттер — табиғи биокатализаторлар, олар өте дәл және энерго-тиімді түрде қажетті биохимиялық трансформацияларды жүзеге асыра алады. Осы қасиеттері ферменттік биотехнологияны тағам сапасын жақсартудың перспективалы құралы етеді.

Ферменттердің түрлері мен қасиеттері

Ферменттер — белоктық құрылымды биомолекулалар, олардың әрекеті белгілі бір субстратқа бағытталған. Тағам өнеркәсібінде кеңінен қолданылатын негізгі ферменттерге мыналар жатады: амилаза (крахмалдарды ыдырату), протеаза (ақуыздарды бөлу), липаза (майларды гидролиздеу), пектиназа (пектиндерді ыдырату) және целлюлаза (клетчатканы жіктеу). Әр ферменттің оңтайлы температура мен рН диапазоны бар, сондықтан оларды өндірістік шарттарға бейімдеу немесе генетикалық модификациялау арқылы тиімділігін арттыру мүмкін. Сонымен қатар ферменттер тұрақтылықтарына қарай табиғи немесе рекомбинанттық (шығарылған) болуы мүмкін.

Тағам өндірісінде қолданылуы

Нан-тоқаш өндірісі: амилаза мен ксиланаза секілді ферменттер қамырдың құрылымын жақсартып отырып, өнімнің көлемі мен жұмсақтығын арттырады, крахмалдың су сіңіргіштігін басқарады және сақталу мерзімін ұзартады. Бұл ферменттер өнімнің тосын сапа кемшіліктерін азайтып, өндіріс шығындарын төмендетеді.

Сүт өнімдері: лактаза лактозаны ыдыратып, лактозаға төзбеушілерге арналған өнімдер шығаруға мүмкіндік береді; протеазалар ірімшіктің текстурасын айқындауға және пісіру мерзімін қысқартуға көмектеседі; сонымен қатар ферменттік өңдеу арқылы пробиотиктердің тіршілік ететін ортаға бейімдеуі оңтайландырылып, функционалды сүт өнімдері алынады. Ет және балық өнімдері: протеолитикалық ферменттер еттің жұмсақтығын арттырып, дайындық уақытын қысқартады; липазалар дәм профильдерін жақсартуға ықпал етеді. Сонымен бірге ферменттік өңдеу арқылы еттен зиянды қосылыстарды азайтуға және сақталуын жақсартуға болады. Сусындар мен шырындар: пектиназа мен целлюлаза шырындарды тұндырмайтын және мөлдір ететін процестерге пайдаланылады, ферменттер сондай-ақ тәттілік пен хош иісті жақсарту үшін көмектеседі.

2020–2025 жылдар аралығындағы зерттеулер бойынша статистика

Соңғы бес жылда ферменттік биотехнология саласында бірнеше маңызды бағыттар дамыды: ферменттердің өндірістік тұрақтылығын арттыру, рекомбинанттық ферменттерді енгізу, ферменттердің энзимдік кешендерін қолдану және процесс-инженерлік шешімдерді интеграциялау. Зерттеулер көрсеткен нақты әсерлерге мыналар жатады: нан өнімдерінде ферменттердің көмегімен пористілік пен көлемнің артуы; сүт өнімдерінде лактазаның қолданылуынан лактоза мөлшерінің төмендеуі және пробиотикалық сипаттардың нығаюы; шырын өндірісінде пектиназаның көмегімен мөлдірлік пен тұзды сезімнің жақсаруы. Сонымен қатар, ферменттік өңдеу арқылы тағамдағы кейбір анти-қоректік заттардың мөлшері азаятыны және минералдардың биожетімділігі артуы туралы мәліметтер бар.

Артықшылықтары және экологиялық әсері

Ферменттік технологияның басты артықшылықтары: жоғары спецификалықтық (қажет химиялық байланыстарды ғана түрлендіру), төмен температурада жұмыс істеу мүмкіндігі (энергия үнемдеу), зиянды химиялық реагенттерді алмастыру, қалдық көлемін азайту және өнімнің органолептикалық қасиеттерін жақсарту. Бұл аспектілер экологиялық тұрғыдан өндіріс әсерін төмендетіп, тұрақты өндіріс практикаларын дамытуға ықпал етеді.

Шектеулер мен қыдықты ұсынған есептер

Алайда ферменттік технологияны енгізуде бірқатар қиындықтар бар. Оларға ферменттердің өндірістік тұрақтылығы, рұқсат және сапа стандарттарын орындау, ферменттердің қымбат бағасы және өндірістік процестерге бейімдеу қажеттігі жатады. Сонымен қатар кейбір ферменттер аллергиялық немесе қоспалар құрамында өзгерістер туындатуы мүмкін, сондықтан олардың қауіпсіздігін толық бағалау қажет. Рынокқа енгізу алдында масштабтау және экономикалық тиімділік есептері жүргізілуі тиіс.

ҚОРЫТЫНДЫ

Ферменттік биотехнология тағам сапасын жақсартуда тиімді және экологиялық жағынан қолайлы тәсіл болып табылады. Оның көмегімен өнімдердің дәмдік және құрылымдық қасиеттерін, қоректік құндылығын жоғарылатып, сақтау мерзімін ұзарта аламыз. Дегенмен, технологияны кең көлемде енгізу үшін өндірістік тұрақтылықты және экономикалық тиімділікті қамтамасыз ететін қосымша зерттеулер мен технологиялық бейімдеулер қажет. Қазақстан контекстінде ферменттік әдістерді зерделеу мен енгізуді күшейту арқылы отандық тағам өндірісінің бәсекеге қабілеттігін арттыруға болады.

Болашақта ферменттік биотехнологияны жергілікті шикізатқа бейімдеу, биокатализаторлардың жаңа түрлерін әзірлеу және оларды тиімді қолдану бағытында зерттеулер жүргізу маңызды. Сондай-ақ тағам қауіпсіздігі мен сапаны бақылау саласында биотехнологиялық әдістерді үйлестіру — еліміздің агроөнеркәсіп кешенін жаңғыртудың маңызды қадамы болмақ. Осылайша, ферменттік технологияларды дамыту Қазақстанның

азық-түлік тәуелсіздігін нығайтып, экологиялық тұрғыдан таза әрі сапалы өнім өндіруге мүмкіндік береді.

Ферменттерді қолдану тек технологиялық тиімділік беріп қана қоймай, тұтынушылардың сапалы, табиғи және қауіпсіз тағам өнімдеріне деген сұранысын қанағаттандыруға мүмкіндік береді. Бұл бағытта транслютаминаза, амилолизалық, липазалық және протеазалық ферменттер ерекше маңызға ие.

Сонымен қатар, ферменттік биотехнология отандық тағам өнеркәсібінде инновация мен импорт алмастырудың тиімді құралы ретінде қарастырылуы тиіс. Қазақстан жағдайында жергілікті шикізатқа негізделген ферменттік технологияларды дамыту, өндірістік масштабта қолдануға бейімделген ферменттерді шығару және ғылыми зерттеу инфрақұрылымын кеңейту өзекті міндеттердің бірі болып табылады.

Болашақта ферменттік биотехнология келесі бағыттарда дамиды деп күтілуде: геномдық және протеомдық әдістер арқылы жаңа жоғары тиімді ферменттерді анықтау; ферменттердің тұрақтылығын полимерлік немесе наноматериалдық тасымалдаушылар арқылы арттыру; кешенді ферменттік жүйелерді пайдалана отырып функционалды тағамдар дайындау; сондай-ақ өнеркәсіптік масштабта төмен шығынды фермент өндірісі. Қазақстанда да осы бағыттарға инвестиция салып, университеттер мен өндірістік серіктестік арқылы пилотты жобаларды іске қосу маңызды.

ҚОЛДАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Smith, B. Jones. Enzymes in food processing: recent advancements. Food Biotech. 2021.
2. M. Zhang et al. Applications of proteases in meat tenderization. Journal of Food Science. 2022.
3. L. García, P. Ruiz. Pectinases in juice clarification: process optimization. Food Chem. 2023.
4. K. A. Ivanov. Enzyme biotechnology for bakery industry. Bakery Sci. 2024.
5. Қазақстандық зерттеу мақалалары (2020–2025) — ұлттық журналдар мен конференция материалдары.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17702403>

РОБОТИЗАЦИЯ И КОЛЛАБОРАТИВНЫЕ РОБОТЫ (КОБОТЫ) В АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

РАСУЛОВ ДАВРОН БЕКТАШЕВИЧ

Преподаватель специальных дисциплин Кентауского политехнического колледжа
Кентау, Казахстан

РАШИДОВ ПАТЧАХАН ЮЛДАШЕВИЧ

Преподаватель специальных дисциплин Кентауского политехнического колледжа
Кентау, Казахстан

САТИЛХАНОВ ШУХРАТ АЛИШЕРҰЛЫ

Преподаватель специальных дисциплин Кентауского политехнического колледжа
Кентау, Казахстан

Аннотация: В данной статье рассматриваются современные тенденции внедрения коллаборативных роботов (коботов) в производственные процессы с целью оптимизации, повышения эффективности и улучшения условий труда. Анализируются ключевые преимущества и ограничения использования коботов по сравнению с традиционными промышленными роботами, включая гибкость, простоту программирования, безопасность и экономическую целесообразность. Особое внимание уделяется рассмотрению конкретных примеров применения коботов на различных этапах производства, таких как сборка, упаковка, контроль качества и логистика.

Статья исследует влияние автоматизации с использованием коботов на производительность, эргономику рабочих мест и общую конкурентоспособность предприятий. Также обсуждаются вопросы интеграции коботов в существующую инфраструктуру, разработки безопасных рабочих ячеек и обучения персонала для эффективного взаимодействия с коллаборативными роботами. На основании проведенного анализа формулируются рекомендации по успешному внедрению и использованию коботов для достижения максимального эффекта автоматизации и повышения рентабельности производства.

Ключевые слова: Роботизация производства, коллаборативные роботы, коботы, автоматизация производства, сборка, гибкость, безопасность, эргономика, эффективность, промышленность, технология, программирования, нейросеть, системы, отрасль промышленности, оптимизация.

Роботизация производства прошла долгий путь от неповоротливых механических рук, выполняющих повторяющиеся и опасные задачи в огороженных зонах, до интеллектуальных, гибких и, что самое важное, коллаборативных роботов (коботов), работающих рука об руку с людьми.

Классические промышленные роботы, безусловно, внесли огромный вклад в повышение производительности и снижение затрат, но их ограниченная гибкость, высокая стоимость внедрения и жесткие требования к безопасности делали их пригодными лишь для узкого круга задач.

Основными движущими силами роботизации остаются:

- Повышение производительности: Автоматизация позволяет выполнять задачи быстрее и непрерывно;

- Снижение себестоимости: Сокращение затрат на оплату труда, минимизация брака и оптимизация использования ресурсов;

- Улучшение качества: Точность и повторяемость роботизированных систем обеспечивают стабильно высокое качество продукции;

ОФ "Международный научно-исследовательский центр "Endless Light in Science"

-Повышение безопасности: Роботы могут выполнять опасные задачи, исключая риски для человека.

Однако традиционные промышленные роботы, несмотря на свои преимущества, сильно ограничены в адаптивности. Они требуют точного программирования и жесткой фиксации расположения рабочих мест. Появление коботов стало ответом на необходимость более гибких и адаптируемых решений, способных работать в динамичной производственной среде.

Коботы – это специально разработанные роботы, предназначенные для безопасной и эффективной работы в непосредственной близости с людьми. Ключевое отличие коботов от традиционных промышленных роботов заключается в их встроенных механизмах безопасности, позволяющих им реагировать на присутствие человека и избегать столкновений.

Коботы отличаются от традиционных промышленных роботов следующими характеристиками:

1. **Безопасность:** Встроенные сенсоры и системы безопасности, такие как датчики силы/момента, лазерные сканеры и программные ограничения, позволяют коботам безопасно взаимодействовать с людьми, автоматически останавливаясь или замедляясь при обнаружении препятствия.

2. **Гибкость и простота программирования:** Коботы часто оснащены интуитивно понятными интерфейсами программирования, позволяющими операторам без глубоких знаний в области программирования настраивать их для выполнения различных задач.

3. **Компактность и мобильность:** Коботы обычно имеют небольшие размеры и вес, что позволяет легко перемещать их между рабочими станциями и внедрять в существующие производственные линии.

4. **Быстрая переналадка:** Благодаря простоте программирования и физической гибкости, коботы могут быть быстро перенастроены для выполнения новых задач, что особенно важно для предприятий с мелкосерийным производством и частой сменой продукции.

5. **Экономическая эффективность:** Коботы часто имеют более низкую стоимость приобретения и эксплуатации по сравнению с традиционными промышленными роботами, а также требуют меньших затрат на интеграцию и обучение персонала.



Рисунок 1. Процесс работы коботов в отрасли автомобилестроение

Коботы представляют собой значительный шаг вперед в автоматизации производства, обеспечивая гибкость, безопасность и повышение производительности. Несмотря на существующие вызовы, дальнейшее развитие технологий и снижение стоимости будут способствовать более широкому внедрению коботов в различные отрасли промышленности.

Необходимо непрерывно следить за новыми достижениями в этой области и готовить кадры для эффективного использования коботов в будущем.

Технологии, обеспечивающие безопасность коботов:

1. Датчики силы и момента: Чувствительные датчики, встроенные в суставы робота, позволяют ему определять прилагаемое усилие и мгновенно останавливаться при контакте с человеком;

2. Встроенное техническое зрение: Камеры и сенсоры, распознающие объекты и людей в рабочей зоне, позволяя роботу избегать столкновений и оптимизировать траекторию движения;

3. Ограничение скорости и силы: Программируемое ограничение скорости и силы движений робота для минимизации риска травм при случайном столкновении;

4. Безопасная конструкция: Отсутствие острых углов и кромок в конструкции робота, исключающее травмирование при контакте.

Эти технологии позволяют коботам работать рядом с людьми без необходимости в защитных ограждениях, что значительно упрощает их интеграцию в существующие производственные линии и повышает гибкость производственного процесса.

Коллаборативные роботы (коботы) предлагают беспрецедентные возможности для автоматизации разнообразных производственных задач, работая бок о бок с человеком. Однако, чтобы раскрыть весь их потенциал, необходимо освоить программирование коботов. В отличие от программирования традиционных промышленных роботов, работа с коботами часто предполагает более интуитивные и удобные интерфейсы, ориентированные на пользователей без глубоких знаний в области программирования.

Типы языков и методов программирования коботов:

1. Визуальное программирование (Block Programming): Использование графических блоков и конструкций для создания программ. Блоки перетаскиваются и соединяются, образуя логическую последовательность действий.

2. Скриптовые языки: Использование специализированных языков программирования, часто основанных на Python или других распространённых языках.

3. Обучение с помощью показа (Teach Pendant Programming): Оператор физически перемещает робота по желаемой траектории, а система запоминает координаты и последовательность движений.

4. Офлайн-программирование (Offline Programming): Создание программ в виртуальной среде (например, на основе CAD-моделей) с последующей загрузкой на реального робота.

Программирование коботов – это динамично развивающаяся область, требующая постоянного обучения и совершенствования навыков. Освоение основ программирования, изучение продвинутых концепций и следование лучшим практикам позволит создавать эффективные, безопасные и гибкие системы автоматизации, максимально раскрывающие потенциал коллаборативных роботов.

В будущем программирование коботов станет еще более интуитивным и доступным, что позволит расширить сферу их применения и создать интеллектуальные производственные системы, работающие в гармонии с человеком.

Нейросети – мозг современного робота. Искусственный интеллект, а особенно глубокое обучение и нейронные сети, стремительно меняют ландшафт робототехники. Интеграция нейросетей в коллаборативные роботы (коботы) открывает новые горизонты для автоматизации, позволяя им «обучаться», «адаптироваться» и «принимать решения» в сложных и динамичных производственных средах, приближая их к уровню человеческого интеллекта.

Нейросети – это вычислительные модели, вдохновленные структурой и функциями человеческого мозга. Они состоят из взаимосвязанных «нейронов», организованных в слои. Информация, поступающая в нейросеть, обрабатывается последовательно через эти слои, что позволяет извлекать сложные закономерности и зависимости из данных.

В коботах нейросети используются для решения широкого круга задач, включая:

- Зрительное восприятие (Computer Vision): Распознавание объектов, классификация деталей, отслеживание движения людей, ориентация в пространстве;
- Планирование движений (Motion Planning): Генерация оптимальных траекторий, избегание столкновений, адаптация к изменяющейся обстановке;
- Управление захватом (Grasping): Определение оптимального места захвата, контроль силы захвата, адаптация к форме и весу объектов;
- Распознавание речи (Speech Recognition): Обработка голосовых команд оператора для управления коботом;
- Обнаружение аномалий (Anomaly Detection): Выявление отклонений в работе оборудования или в качестве продукции;
- Предсказательное обслуживание (Predictive Maintenance): Анализ данных о состоянии кобота для прогнозирования поломок и проведения своевременного обслуживания.

Типы нейросетей, используемых в коботах:

1.Сверточные нейронные сети (CNN): Идеально подходят для обработки визуальной информации, распознавания образов и объектов. Используются для распознавания типов деталей, обнаружения дефектов, определения положения объектов.

2.Рекуррентные нейронные сети (RNN): Оптимальны для обработки последовательностей данных, таких как видео и речь. Используются для распознавания речи, отслеживания движений, прогнозирования траекторий.

3.Генеративно-состязательные сети (GAN): Используются для генерации синтетических данных (например, изображений), обучения без учителя и создания более устойчивых моделей.

4.Сети с подкреплением (Reinforcement Learning): Позволяют коботам учиться методом проб и ошибок, получая награду за правильные действия и наказание за неправильные. Используются для обучения сложным задачам, таким как сборка, сортировка и оптимизация траекторий.

Обучение нейросетей – ключевой этап интеграции искусственного интеллекта в коботов. Чем лучше обучена нейросеть, тем более эффективно кобот сможет выполнять свои задачи.

Интеграция нейросетей в коботов – это динамично развивающаяся область, предлагающая огромные перспективы для автоматизации и повышения эффективности производства.

Нейросети открывают новую эру в коллаборативной робототехнике, позволяя создавать более интеллектуальные, гибкие и безопасные системы автоматизации. Несмотря на существующие вызовы, дальнейшее развитие технологий и исследований позволит раскрыть весь потенциал нейросетей и создать "умных" коботов, работающих в гармонии с человеком и оптимизирующих производственные процессы. В будущем нейросети станут неотъемлемой частью коботов, обеспечивая их способность к адаптации, обучению и принятию решений в сложных и динамичных производственных средах.

Коботы находят применение в самых разных отраслях промышленности:

1. Автомобилестроение: Сборка деталей, покраска, сварка, контроль качества.
2. Электроника: Сборка печатных плат, тестирование продукции, упаковка.
3. Металлообработка: Обслуживание станков с ЧПУ, шлифовка, полировка, зачистка.
4. Пищевая промышленность: Упаковка, сортировка, нарезка, приготовление блюд.
5. Фармацевтика: Дозирование, упаковка, маркировка.
6. Логистика: Сборка заказов, упаковка, транспортировка.
7. Медицина: Помощь в хирургических операциях, реабилитация, уход за пациентами.

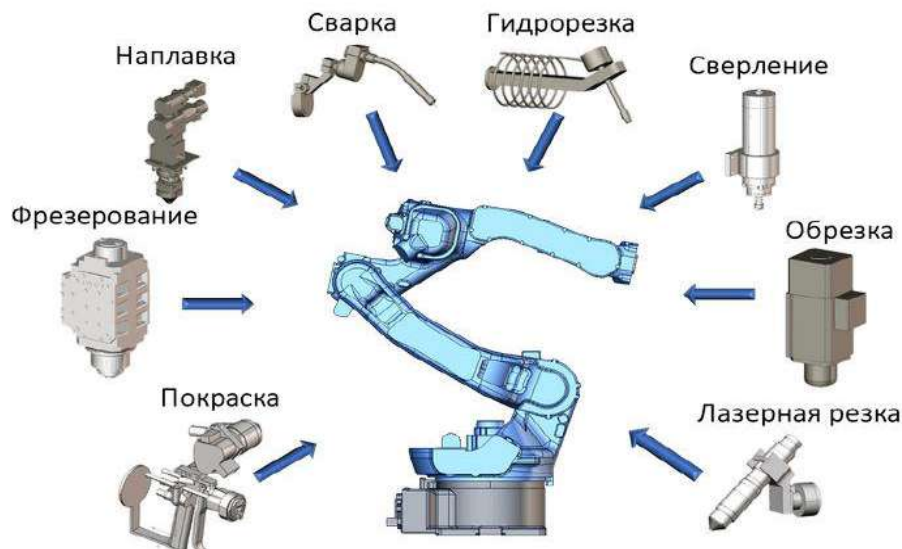


Рисунок 2. Некоторые технологические процессы, выполняемые коботами

Коботы в производстве – это мощный инструмент для повышения эффективности и конкурентоспособности предприятий. Правильное внедрение и использование коботов позволяет улучшить условия труда, снизить затраты, повысить качество продукции и адаптироваться к меняющимся требованиям рынка. Коллаборативная автоматизация – это не просто технологическое решение, это стратегический подход к развитию производства, позволяющий создать более эффективное, гибкое и ориентированное на человека предприятие.

ЛИТЕРАТУРА

1. "Robotics: Control, Sensing, Vision, and Intelligence" - Fu, K.S., Gonzalez, R.C., Lee, C.S.G. «Классический учебник по робототехнике», 2022г.
2. "Introduction to Robotics: Mechanics and Control" - Craig, John J. Другой популярный «Кинематика, динамика и управление роботами и коботами». Учебник, 2021г.
3. "Collaborative Robotics: Applications, Design and Safety" - под редакцией) Pires, J. Norberto «Коллаборативные роботы». 2023г.
4. "Human-Robot Interaction" - под редакцией Dautenhahn, Kerstin. «Взаимодействие между людьми и коботами», 2024.
5. Материалы конференций, таких как ICRA (International Conference on Robotics and Automation), IROS (International Conference on Intelligent Robots and Systems), 2023 г.
6. Стандарты ISO/TS 15066 – «Техническая спецификация ISO, определяющая требования безопасности для коллаборативных робототехнических систем», 2020г.
7. Белые книги (White Papers) от производителей роботов, таких как Universal Robots, ABB, FANUC, KUKA и других. «Материалы, посвященные применению коботов и их безопасности».
8. «Введение в машинное обучение для применения в робототехнике и искусственному интеллекту», 2024г.
9. «Введение в робототехнику: Механика и управление» (Introduction to Robotics: Mechanics and Control) - John J. Craig: Классический учебник, охватывающий основы кинематики, динамики и управления роботами. Учебник, 2023г.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17702459>

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ НАСТАВНИЧЕСТВА В КЕНТАУСКОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ КОЛЛЕДЖЕ: ОПЫТ СОТРУДНИЧЕСТВА С КЕНТАУСКИМ ТРАНСФОРМАТОРНЫМ ЗАВОДОМ

ДЖУМАРТБАЕВА НУРЖАМАЛ СЪЕЗДЖАНОВНА

директора по учебно-производственной работе
Кентауского политехнического колледжа
при Кентауском трансформаторном заводе
Кентау, Казахстан

Аннотация: В статье рассматривается практическая модель наставничества, реализуемая в Кентауском политехническом колледже в рамках дуального обучения с Кентауским трансформаторным заводом. Подробно описаны этапы отбора студентов, роль базы данных при выборе наставляемых, принципы сопровождения на практике и механизмы трудоустройства после окончания колледжа. Представленный опыт демонстрирует эффективность интеграции производственной и образовательной среды через наставничество.

Ключевые слова: наставничество, дуальное обучение, адаптация, трансформаторный завод, трудоустройство студентов, база данных студентов.

Введение

В условиях модернизации технического и профессионального образования актуальность приобретает внедрение систем наставничества, которые обеспечивают практическую подготовку студентов и их плавную адаптацию в производственной среде. В Кентауском политехническом колледже данная система успешно реализуется в сотрудничестве с АО «Кентауский трансформаторный завод» (входит в состав ГК «Alageum Electric»).

Суть модели наставничества

Система наставничества реализуется в рамках дуальной модели образования. Сотрудники трансформаторного завода становятся наставниками студентов, проходящих производственную практику. Наставничество направлено на формирование профессиональных компетенций, развитие трудовой дисциплины и выявление перспективных молодых кадров.

Алгоритм отбора студентов наставниками

Дополнительно стоит отметить, что со стороны отдела кадров Кентауского трансформаторного завода осуществляется ежемесячный контроль за качеством труда студентов, находящихся на практике. Оцениваются дисциплина, своевременность выполнения заданий, соблюдение техники безопасности, а также взаимодействие с коллективом. Полученные данные учитываются при формировании рекомендаций по дальнейшему трудоустройству студентов.

Ключевым элементом системы является база данных студентов, разрабатываемая колледжем. В неё включаются следующие данные:

- ФИО, специальность, курс;
- из какой школы поступил студент;
- успеваемость по дисциплинам;
- дисциплинированность и характеристика куратора;
- наличие математического склада ума;
- скорость обучаемости (по результатам предыдущих практик);
- интересы, хобби;
- желание студента работать на КТЗ или в ГК «Alageum» после окончания колледжа.

На основании этих данных наставники (сотрудники завода) самостоятельно подбирают кандидатов для прохождения практики. Далее проводится индивидуальное собеседование и назначается испытательный срок — как правило, на один месяц. За этот период оцениваются:

- уровень вовлечённости;
- самостоятельность;
- отношение к работе;
- способность выполнять реальные производственные задачи.

По результатам стажировки наставник может рекомендовать студента к дальнейшему трудоустройству на вакантную должность.

Преимущества подхода

- Индивидуальный подход к каждому студенту;
- Вовлеченность сотрудников предприятия в образовательный процесс;
- Повышение мотивации у студентов за счёт реальных карьерных перспектив;
- Подготовка кадров "под заказ" с учётом запросов предприятия;
- Снижение рисков текучести при найме молодых специалистов.

Заключение

Представленная модель наставничества, реализуемая Кентауским политехническим колледжем совместно с Кентауским трансформаторным заводом, демонстрирует высокую эффективность в подготовке квалифицированных кадров и их интеграции в производственную среду. Такой опыт может быть рекомендован к масштабированию в рамках системы технического и профессионального образования Республики Казахстан.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17702503>
УДК 665.752:662.75:543.06

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ АИ-95: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ СООТВЕТСТВИЯ СОВРЕМЕННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ

УТИБЕКОВ ДИАС САМИГУЛАҰЛЫ

Студент индустриально- технологического института ЗКАТУ им. Жангир хана
Уральск, Казахстан

Аннотация: В работе проведён комплексный анализ физико-химических и эксплуатационных показателей трёх образцов автомобильного бензина марки АИ-95 торговых марок «Нефтэк», «КазМунайГаз» и «Venoil». Исследование включало определение плотности, кинематической вязкости, содержания активной серы и воды, октанового числа (RON), фракционного состава и нейтральности. Все исследуемые образцы соответствуют базовым требованиям ГОСТ 32513-2013, однако выявлены существенные различия в их качестве. Наибольшее соответствие всем нормативам и сбалансированность свойств показал образец «КазМунайГаз». В образце «Нефтэк» зафиксировано превышение допустимого содержания активной серы (12,1 мг/кг), что указывает на недостатки в процессе гидроочистки. Для образца «Venoil» выявлены пограничные значения плотности и температуры выкипания 90% фракции, что может способствовать повышенному нагарообразованию. Разработаны практические рекомендации по оптимизации технологических процессов для производителей топлива.

Ключевые слова: бензин АИ-95, качество топлива, октановое число, фракционный состав, плотность, вязкость, лабораторный анализ, ГОСТ.

Annotation: The paper provides a comprehensive analysis of the physico-chemical and operational parameters of three samples of AI-95 gasoline from the Neftek, KazMunayGas and Venoil brands. The study included determination of density, kinematic viscosity, active sulfur and water content, octane number (RON), fractional composition and neutrality. All the samples tested comply with the basic requirements of GOST 32513-2013, but significant differences in their quality have been identified. The KazMunayGas sample showed the highest compliance with all standards and balanced properties. The Neftek sample showed an excess of the permissible active sulfur content (12.1 mg/kg), which indicates deficiencies in the hydrotreating process. The boundary values of the density and boiling point of 90% of the fraction were revealed for the Venoil sample, which may contribute to increased carbonation. Practical recommendations for optimizing technological processes for fuel producers have been developed.

Keywords: gasoline AI-95, fuel quality, octane number, fractional composition, density, viscosity, laboratory analysis, GOST.

Мировой топливный рынок стоит на пороге фундаментальных изменений, драйверами которых выступают экологические императивы, стремительная технологическая эволюция силовых агрегатов и трансформация глобальной энергетической политики. В этом контексте автомобильный бензин, сохраняя за собой статус ключевого энергоносителя для транспорта, подвергается непрерывному ужесточению нормативных требований. Современные стандарты, такие как Евро-6 и его перспективная версия Евро-7, а также их национальные аналоги, регламентируют не только традиционные параметры, like октановое число, но и предельно допустимые концентрации веществ, оказывающих непосредственное влияние на экологию и ресурс дорогостоящих систем послеочистки выхлопных газов. Качество бензина сегодня - это сложный многокомпонентный показатель, интегрирующий в себе энергетическую эффективность, эксплуатационную безопасность и экологическую чистоту.

Его основа формируется такими фундаментальными физико-химическими свойствами, как детонационная стойкость, характеризующаяся октановым числом; испаряемость, определяемая фракционным составом и давлением насыщенных паров; плотность и вязкость, влияющие на процессы смесеобразования и калорийность; а также критически важные параметры чистоты - содержание серы, ароматических углеводородов, бензола, кислородосодержащих соединений и механических примесей. Целью работы являлось проведение всесторонней оценки качества трех образцов бензина АИ-95 различных производителей - «Нефтэк», «КазМунайГаз» и «Venoil» - с использованием регламентированных методов испытаний. Для достижения данной цели были последовательно решены следующие задачи: выполнен анализ базовых физико-химических характеристик (плотность, вязкость); проведена оценка коррозионной активности и экологической безопасности через определение содержания активной серы и воды; исследованы ключевые эксплуатационные свойства (октановое число и фракционный состав); осуществлена проверка на нейтральность; проведен сравнительный анализ полученных данных с формулировкой выводов и практических рекомендаций для производителей и потребителей.

Теоретической основой для проведения работы послужили принципы химмотологии - научной дисциплины, изучающей взаимосвязь между химическим составом, свойствами топлив и их эксплуатационными характеристиками. Каждый из выбранных для анализа параметров имеет строгое физико-химическое обоснование и непосредственное практическое значение.

Методика определения плотности была реализована в соответствии с ГОСТ 3900-85. Данный ареометрический метод, основанный на законе Архимеда, является одним из наиболее распространенных благодаря своей простоте и достаточной точности для целей технического контроля. Плотность, будучи функцией углеводородного состава, служит косвенным индикатором наличия тяжелых или легких фракций. Повышенная плотность часто коррелирует с высоким содержанием ароматических углеводородов, что, с одной стороны, повышает октановое число, но с другой - увеличивает склонность к нагарообразованию и эмиссии токсичных веществ. Все измерения проводились при стандартной температуре 20°C после тщательной термостатировки образцов и трехкратного повторения для статистического усреднения результатов.

Определение кинематической вязкости выполнялось по ГОСТ 33-2016 (эквивалент ASTM D445) с использованием капиллярного вискозиметра. Вязкость характеризует внутреннее трение в жидкости и является критически важным параметром для работы топливных насосов высокого давления и форсунок систем непосредственного впрыска. Оптимальное значение вязкости обеспечивает не только бесперебойную подачу топлива, но и его качественное распыливание, что напрямую влияет на полноту сгорания, мощность двигателя и уровень вредных выбросов.

Оценка содержания активной серы проводилась с применением ускоренного метода на медную пластинку (ГОСТ 6321-92). Этот метод специфичен именно к коррозионно-агрессивным формам серы - сероводороду, элементарной сере и меркаптанам, которые не всегда полностью удаляются в процессах гидроочистки. Их присутствие в топливе недопустимо, так как они вызывают интенсивную коррозию медных, латунных и бронзовых деталей топливной аппаратуры, а также резко снижают ресурс каталитических нейтрализаторов, «отравляя» активные центры драгоценных металлов. Визуальная оценка состояния медной пластинки после 18-минутного контакта с нагретым до 100°C топливом является надежным и наглядным качественным тестом.

Количественное определение содержания воды осуществлялось методом Дина-Старка (ASTM D95), основанном на азеотропной перегонке с толуолом. Данный метод позволяет отделить и точно измерить объем даже следовых количеств свободной и эмульгированной воды, которая не должна присутствовать в качественном бензине. Вода является источником множества проблем: она вызывает коррозию топливных баков и магистралей, способствует

расслоению топлива и нарушению горения, а при отрицательных температурах кристаллизуется, блокируя топливные фильтры и нарушая работу двигателя.

Исследование фракционного состава проводилось на стандартном аппарате для перегонки по методу ASTM D86. Этот метод является одним из ключевых для понимания эксплуатационных свойств бензина. Температура выкипания 10% объема (T10) характеризует наличие легких фракций и определяет легкость холодного пуска двигателя. Температура выкипания 50% объема (T50) отражает испаряемость топлива в режиме прогрева и работы на средних нагрузках, влияя на приемистость и устойчивость работы двигателя. Температура выкипания 90% объема (T90) и конец кипения указывают на содержание тяжелых фракций, которые не успевают полностью испариться и сгореть, приводя к разжижению моторного масла, нагарообразованию на клапанах, поршнях и в камере сгорания, а также к увеличению выбросов несгоревших углеводородов и сажи.

Определение октанового числа (RON) выполнялось на моторной установке или современном октанометре, реализующем стандарт ASTM D2699. Октановое число количественно характеризует способность топлива сопротивляться самовоспламенению (детонации) при сжатии в цилиндре двигателя. Детонация - это крайне опасное явление, сопровождающееся резким скачкообразным ростом давления, ударными нагрузками на детали кривошипно-шатунного механизма и локальным перегревом, что в конечном итоге может привести к прогоранию поршней и выходу двигателя из строя. RON моделирует работу двигателя в условиях относительно низких нагрузок и оборотов, что характерно для городского цикла движения.

Проверка нейтральности являлась качественным тестом на отсутствие водорастворимых минеральных кислот и щелочей (ГОСТ 6307-75). Эти примеси могут попасть в топливо в результате некачественной промывки после сернокислотной или щелочной очистки. Их присутствие вызывает интенсивную коррозию металлических элементов топливной системы и двигателя.

Все лабораторные исследования проводились в строгом соответствии с требованиями указанных стандартов, с обязательным трехкратным повторением измерений для каждого образца с целью минимизации случайной погрешности и получения статистически достоверных результатов. Температурный режим и чистота лабораторной посуды тщательно контролировались на всех этапах работы.

Результаты эксперимента и их интерпретации: Систематизация данных, полученных в ходе комплексного лабораторного анализа, позволила не только констатировать соответствие или несоответствие нормам, но и провести глубокий сравнительный анализ, выявив сильные и слабые стороны каждого из исследуемых образцов.

Значения плотности всех трех образцов находились в установленном нормативном диапазоне 720-780 кг/м³. Однако детальный анализ выявил следующие различия:

- Образец «КазМунайГаз» показал наименьшее значение - 742 кг/м³. Это является индикатором преобладания в его составе легких изопарафиновых углеводородов. Такие компоненты обладают высокой летучестью, что является несомненным преимуществом для обеспечения легкого и уверенного пуска двигателя в условиях пониженных температур, характерных для значительной части территорий России и Казахстана.

- Образцы «Нефтэк» (745 кг/м³) и «Venoil» (748 кг/м³) продемонстрировали более высокую плотность. Это может свидетельствовать о повышенной доле ароматических углеводородов или тяжелых нафтен в их составе. Хотя ароматические углеводороды являются эффективными компонентами для повышения октанового числа, их избыток ведет к росту токсичности выхлопных газов (особенно по бензолу и саже), а также увеличивает склонность к образованию смолистых отложений и нагара в камере сгорания и на впускных клапанах. Таким образом, более высокая плотность «Venoil» может рассматриваться как потенциальный фактор риска для долговечности двигателя при длительной эксплуатации.

Аналогичная картина наблюдается и с кинематической вязкостью. Все значения соответствуют норме (0,6-0,8 мм²/с), но наилучший показатель - 0,71 мм²/с – снова у «КазМунайГаз». Низкая вязкость обеспечивает оптимальное распыливание топлива современными форсунками, способствуя формированию гомогенной топливно-воздушной смеси. Это прямой путь к повышению полноты сгорания, снижению удельного расхода топлива и минимизации выбросов несгоревших углеводородов (СН) и оксида углерода (СО). Несколько более высокие значения вязкости у конкурентов, хотя и не являются критичными, в экстремальных условиях (например, в сильный мороз) могут незначительно ухудшить характеристики смесеобразования.

Наиболее серьезное несоответствие нормативным требованиям было выявлено при оценке содержания коррозионно-активной серы. Согласно актуальным стандартам (Евро-5, ГОСТ 32513-2013), предельно допустимое содержание серы составляет 10 мг/кг.

- Образец «Нефтэк» показал значение 12,1 мг/кг, что является прямым нарушением. Этот результат однозначно указывает на недостаточную глубину гидроочистки на соответствующем нефтеперерабатывающем предприятии. Последствия использования такого топлива носят системный и крайне негативный характер. При сгорании сера образует диоксид серы (SO₂), который не только токсичен сам по себе, но и в атмосфере окисляется до серного ангидрида (SO₃), образующего с водой серную кислоту - основную причину кислотных дождей. Внутри двигателя сера, взаимодействуя с продуктами сгорания и влагой, образует сернистую и серную кислоты, вызывающие коррозию стенок цилиндров, поршневых колец, элементов выхлопной системы. Но самый значительный ущерб наносится системам послеочистки. Соединения серы необратимо «отравляют» активные центры трехкомпонентных каталитических нейтрализаторов (TWC) и значительно снижают эффективность сажевых фильтров (DPF) и систем селективного каталитического восстановления (SCR), предназначенных для снижения выбросов NO_x. Таким образом, использование высокосернистого топлива сводит на нет преимущества современных экологических технологий.

- Образцы «КазМунайГаз» (8,2 мг/кг) и «Venoil» (9,5 мг/кг) формально соответствуют норме. Однако значение, продемонстрированное «Venoil», находится в непосредственной близости от верхней границы допуска. Это говорит о том, что технологический процесс гидроочистки работает на пределе своих возможностей, и любое отклонение в качестве сырья или режиме установки может привести к выходу за установленные рамки. Для данного производителя необходим постоянный жесткий контроль и, возможно, модернизация технологических линий.

Определение содержания воды показало, что все образцы соответствуют строгому нормативу (не более 0,005%). Отсутствие свободной воды свидетельствует о соблюдении герметичности на этапах транспортировки и хранения, что исключает риски коррозии и образования ледяных пробок в зимний период.

Определение исследовательского октанового числа (RON) подтвердило заявленную маркировку АИ-95 для образцов «Нефтэк» (95,1) и «КазМунайГаз» (95,3). Небольшое отклонение вниз, зафиксированное у образца «Venoil» (94,8), хотя и укладывается в погрешность метода ($\pm 0,3$), требует внимания. Для потребителя это может означать повышенный риск детонации при работе двигателя на максимальных нагрузках, особенно в жаркую погоду или на автомобилях с высокой степенью сжатия. Для производителя - необходимость более тщательного контроля за компонентным составом и эффективностью применения антидетонационных присадок (например, метилтретбутилового эфира - МТБЭ или алкилатов).

Анализ фракционного состава предоставил объемную информацию о поведении топлив в разных режимах работы двигателя.

- Температура выкипания 10% фракции (Т10) у всех образцов находится в оптимальном низком диапазоне (33–35°C), что гарантирует легкий пуск двигателя при температурах до -25°C. Наилучший результат у «КазМунайГаз» (33°C).

- Температура выкипания 50% фракции (Т50) также находится в приемлемых пределах для всех образцов, обеспечивая достаточную приемистость и устойчивую работу двигателя на режимах частичных нагрузок.

- Температура выкипания 90% фракции (Т90) является одним из ключевых показателей, влияющих на долговечность двигателя. Высокие значения Т90 свидетельствуют о присутствии тяжелых углеводородов, которые не успевают полностью испариться и гомогенно смешаться с воздухом. Они конденсируются на холодных стенках цилиндра, смывая масляную пленку и стекая в картер, что приводит к разжижению моторного масла. Кроме того, эти тяжелые фракции являются основной причиной образования нагара на впускных клапанах, поршневых кольцах и в камере сгорания. Наименьшее значение Т90 продемонстрировал «КазМунайГаз» (141°C), что является его значительным преимуществом. Более высокие значения у «Нефтэк» (147°C) и «Venoil» (142°C) указывают на необходимость для этих производителей обратить внимание на отбор более легких фракций в процессе компаундирования бензина.

Проверка нейтральности дала отрицательный результат для всех образцов, что свидетельствует об отсутствии водорастворимых кислот и щелочей и корректном проведении заключительных стадий очистки топлива.

Суммируя полученные данные, можно констатировать, что качество трех исследованных образцов бензина АИ-95, формально соответствующее одному стандарту, на практике имеет существенные различия, определяющие их потребительские и экологические свойства.

1. Образец «КазМунайГаз» продемонстрировал наиболее сбалансированные и оптимальные характеристики по всем ключевым параметрам. Низкая плотность и вязкость указывают на преобладание легких, хорошо испаряющихся фракций, что благоприятно для смесеобразования и холодного пуска. Стабильно низкое содержание серы (8,2 мг/кг) делает его безопасным для современных систем нейтрализации выхлопных газов и соответствует строгим экологическим требованиям. Оптимальный фракционный состав, особенно низкая температура Т90 (141°C), минимизирует риски нагарообразования и разжижения моторного масла, что положительно сказывается на ресурсе двигателя. Данный образец может быть рекомендован как эталонный для данного сегмента рынка.

2. Образец «Нефтэк» показал критическое отклонение по содержанию активной серы (12,1 мг/кг). Это является его главным и неустранимым (для потребителя) недостатком. Использование такого топлива сопряжено с повышенными рисками коррозии элементов топливной системы и двигателя, а также с быстрой деградацией и выходом из строя каталитического нейтрализатора и кислородных датчиков, ремонт которых чрезвычайно дорог. Несмотря на соответствие по октановому числу, данный образец не может быть признан качественным и соответствующим современным экологическим стандартам. Его применение наносит ущерб как двигателю автомобиля, так и окружающей среде.

3. Образец «Venoil» занимает промежуточное положение. По большинству параметров он соответствует норме, однако демонстрирует ряд пограничных значений: плотность (748 кг/м³), содержание серы (9,5 мг/кг), температура Т90 (142°C). Это указывает на то, что технологический процесс его производства требует повышенного внимания и более жесткого контроля. Для потребителя это означает несколько повышенные (по сравнению с «КазМунайГаз») риски нагарообразования и потенциальную возможность превышения содержания серы в отдельных партиях топлива.

Проведенное исследование наглядно демонстрирует, что декларируемое соответствие маркировке АИ-95 является необходимым, но недостаточным условием для признания топлива высококачественным. Необходим комплексный подход, учитывающий всю

совокупность физико-химических и эксплуатационных свойств, особенно в части экологической безопасности.

Результаты работы позволяют сформулировать ряд конкретных рекомендаций для различных участников рынка.

Для производителей:

1. Приоритет глубокой гидроочистки. Предприятиям, подобным производителю «Нефтэк», в качестве первоочередной задачи необходимо провести модернизацию установок гидроочистки. Внедрение более активных и селективных катализаторов на основе цеолитов или с применением нанотехнологий позволит гарантированно достигать уровня серы менее 10 мг/кг и создать запас прочности для соответствия будущим стандартам.

2. Оптимизация фракционного состава. Производителям «Venoil» и «Нефтэк» рекомендуется пересмотреть подходы к компаундированию бензинов, смещая фракционный состав в сторону более легких компонентов для снижения температуры T90. Это может быть достигнуто за счет увеличения доли изомеризата, алкилата и легких бензинов каталитического крекинга.

3. Использование современных присадок. Внедрение многофункциональных пакетов присадок, включающих не только антидетонаторы, но и моющие, антиокислительные и антикоррозионные компоненты, позволит улучшить эксплуатационные свойства топлива и защитить двигатель от образования отложений.

Для контролирующих органов:

1. Усиление надзора. Необходимо ужесточить регулярный выборочный контроль качества топлив на АЗС, с акцентом на содержание серы и фракционный состав, и применять действенные санкции к производителям и реализаторам, поставляющим некондиционную продукцию.

2. Прозрачность информации. Рассмотреть возможность введения системы обязательного (раскрытия) ключевых параметров качества топлива (содержание серы, ароматики, октановое число) для потребителя на колонке АЗС.

Для потребителей:

Осознанный выбор заправочных сетей, основанный на репутации бренда и, по возможности, на данных независимых экспертиз. Использование топлива с повышенным содержанием серы является ложной экономией, так как потенциальный ущерб системам автомобиля многократно превышает разницу в цене.

В условиях глобального энергоперехода и ужесточения экологических норм значение комплексного контроля качества моторных топлив трудно переоценить. Проведенное исследование трех образцов бензина АИ-95 наглядно показало, что за единой маркировкой может скрываться продукция с принципиально разными потребительскими и экологическими свойствами. Работа демонстрирует эффективность применения стандартизированных методов испытаний для выявления подобных различий.

Наиболее качественным и соответствующим духу и букве современных требований оказался бензин марки «КазМунайГаз», что свидетельствует о высоком уровне технологической дисциплины и контроля на предприятии-изготовителе. Критическое превышение содержания серы в образце «Нефтэк» является серьезным сигналом как для контролирующих органов, так и для самого производителя о необходимости безотлагательных мер. Образец «Venoil», несмотря на формальное соответствие, требует повышенного внимания к стабильности технологического процесса.

Дальнейшее развитие работ в данном направлении видится в расширении круга исследуемых параметров, таких как содержание ароматических углеводородов, бензола и кислородосодержащих соединений, а также в проведении моторных испытаний для оценки склонности топлив к нагарообразованию. Интеграция методов искусственного интеллекта для прогнозирования свойств топлив на основе их хроматографических профилей представляется крайне перспективной. Систематический независимый мониторинг является

мощным инструментом, способствующим повышению прозрачности рынка, защите прав потребителей и стимулированию производителей к выпуску конкурентоспособной и экологически ответственной продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 32513-2013. Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия.
2. Бондаренко, Н.Т. Химмотология: учебник для вузов. - М.: Академия, 2017. – 368 с.
3. Кузнецов, Б.М. Топлива, масла и технические жидкости: Учебник. - М.: Лань, 2019. - 456 с.
4. Васильев, А.А. Топливо и смазочные материалы: учебник. - М.: Форум, 2020. - 288 с.
5. Шахов, В.А. Анализ нефти и нефтепродуктов: учебное пособие. - Уфа: УГНТУ, 2016. - 210 с.
6. Пискунов, В.П. Современные методы анализа топлива. - СПб.: Химиздат, 2015. - 304 с.
7. Жидкие топлива. Свойства и методы испытаний / Под ред. Ю.Ф. Филиппова. - М.: Химия, 2006. - 352 с.
8. ASTM D2699-19. Standard Test Method for Research Octane Number of Spark-Ignition Engine Fuel.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17702532>
ӘОЖ 624.014.2

“ӨНДІРІСТІК ҒИМАРАТТАРДЫҢ ТЕМІР КОНСТРУКЦИЯЛАРЫН ЖОБАЛАУ МӘСЕЛЕЛЕРІН ЗЕРТТЕУ”

ЕРЛАНОВ ЕРНАЗ ЕРЛАНВИЧ

Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университетінің студенті

Ғылыми жетекші- ШИНГУЖИЕВА А.Б.

Орал, Қазақстан

Түйіндеме: Бұл мақалада өнеркәсіптік цехтардың болат конструкцияларын жобалау барысында туындайтын негізгі техникалық мәселелер кешенді түрде зерттеледі. Жүк түсетін элементтердің жұмыс шарттары, болат рамалардың кеңістіктік қатандығы, өндірістік технологияға байланысты жүктемелердің әсері және жобалау нормалары (ҚНжЕ, Еурокод) негізінде конструкциялық шешімдердің тиімділігі талданды. Зерттеу барысында болат фермалардың және бағаналардың қималарын таңдау, қарқынды динамикалық жүктемелерге тұрақтылық, коррозиядан қорғау және монтаждық жүйелердің сенімділігі қарастырылды. Алынған нәтижелер болат конструкцияларын өнеркәсіптік мақсаттағы ғимараттарда қолданудың экономикалық және техникалық тиімділігін дәлелдейді.

Кілттік сөздері: болат конструкциялар, өнеркәсіптік цех, жобалау нормалары, кеңістіктік қатандылық, жүктеме есептері, болат рама, ферма, бағана, динамикалық жүктеме, коррозиядан қорғау, конструкция сенімділігі, өнеркәсіптік ғимарат.

Аннотация: данной статье представлены результаты комплексного исследования ключевых инженерных вопросов, возникающих при проектировании стальных конструкций промышленных цехов. Рассмотрены условия работы несущих элементов, пространственная жёсткость рам, влияние технологических нагрузок, а также эффективность конструктивных решений в соответствии с нормами СНиП, СП и Eurocode. В рамках анализа изучены критерии выбора сечений стальных ферм и колонн, устойчивость к динамическим нагрузкам, системы антикоррозийной защиты и надёжность монтажных соединений. Полученные результаты подтверждают техническую и экономическую целесообразность применения стальных конструкций в промышленных зданиях.

Abstract: This article presents a comprehensive study of the main engineering challenges encountered in the design of steel structures for industrial workshops. The research analyzes load-bearing behavior, spatial stiffness of steel frames, the impact of technological loads, and the efficiency of structural solutions based on modern design standards (SNIIP, SP, Eurocode). The study evaluates the selection criteria for steel column and truss sections, resistance to dynamic loads, corrosion protection strategies, and the reliability of assembly systems. The findings demonstrate the technical and economic advantages of using steel structures in industrial buildings.

Қазіргі индустриялық даму дәуірінде өндірістік ғимараттар экономиканың негізгі тірегі болып табылады. Олардың беріктігі, сенімділігі және ұзақ мерзімділігі өндіріс процестерінің үздіксіздігін қамтамасыз ету үшін шешуші маңызға ие. Өндірістік ғимараттардың негізгі қаңқасы ретінде жиі қолданылатын темір конструкциялар жоғары беріктігімен, жеңілдігімен және құрастыру жылдамдығымен ерекшеленеді.

Алайда, темір конструкцияларды жобалау процесі күрделі инженерлік міндеттерді қамтиды, өйткені бұл ғимараттар жоғары технологиялық жүктемелерге, температуралық әсерлерге және агрессивті өндірістік ортаға ұшырайды. Жобалаудағы кез келген қателік

конструкцияның бұзылуына, өндірістің тоқтап қалуына және тіпті адамдардың қауіпсіздігіне қатер төндіруі мүмкін. Сондықтан, жобалау мәселелерін терең зерттеу және оларды шешудің тиімді әдістерін табу – құрылыс инженериясы саласындағы ең өзекті міндеттердің бірі болып қала береді.

Қазіргі кезде өндірістік ғимараттардың темір конструкцияларын жобалауда бірқатар шешілмеген мәселелер бар. Олардың қатарына:

- * Жаңа құрылыс нормалары мен стандарттарына сәйкес келетін оңтайлы, материалды үнемдейтін конструкциялық шешімдерді табу.

- * Конструкцияларға түсетін күрделі динамикалық (кран, діріл) және сейсмикалық жүктемелерді дәл есептеу әдістерін жетілдіру.

- * Тораптық түйісулердің беріктігін және олардың сенімділігін арттыру.

- * Заманауи бағдарламалық кешендерді қолдану тиімділігін арттыру.

Осы мәселелерді зерттеу болашақ инженерлер – студенттер үшін теориялық білімдерін практикалық дағдылармен ұштастырудың негізі болып табылады.

Жұмыстың мақсаты: Өндірістік ғимараттардың темір конструкцияларын жобалау кезінде туындайтын негізгі мәселелерді талдау, олардың себептерін анықтау және оларды шешудің заманауи ғылыми-техникалық ұсыныстарын қалыптастыру.

Өндірістік ғимараттардың темір конструкцияларын жобалаудың теориялық негізі құрылыс механикасы және материалдар кедергісі пәндеріне сүйенеді. Дәстүрлі жобалау шектеулі жағдайлар әдісіне (DL – допустимые лимиты/шекті лимиттер) негізделген. Бұл әдіс бойынша конструкциялар екі негізгі топ бойынша есептеледі:

1. Бірінші шекті жағдайлар тобы (беріктік және тұрақтылық): Конструкцияның толықтай немесе бөлігінің бұзылуын, пластикалық деформациясын немесе тұрақтылығын жоғалтуын болдырмау.

2. Екінші шекті жағдайлар тобы (жарамдылық): Қалыпты пайдалану талаптарын, яғни конструкцияның шекті деформациясын, тербелісін немесе жарықтардың ашылуын болдырмау.

Дәстүрлі азаматтық ғимараттардан айырмашылығы, өндірістік ғимараттарға арнайы технологиялық жүктемелер әсер етеді, бұл жобалаудың күрделілігін арттырады: Крандық жүктемелер: Көтергіш крандардың тік, көлденең және тежеу жүктемелерінің әсері. Бұл жүктемелер конструкцияның шаршау беріктігін (усталостная прочность) есептеуді талап етеді (Smith, 1980). Динамикалық жүктемелер: Ауыр станоктардың, балғалардың және басқа діріл тудыратын жабдықтардың әсерінен болатын жүктемелер. Бұл жағдайда конструкцияның меншікті тербеліс жиілігін есептеу өзекті (Jones et al., 2005). Температуралық әсерлер: Қатты қызу немесе суыту процестерінен туындайтын температуралық кеңею немесе сығылу күштері.

Темір конструкциялардың сенімділігі көбінесе тораптық түйісулердің (бағана мен арқалықтың қосылу жерлері) беріктігіне байланысты. Көптеген ғылыми жұмыстар тораптарды дәстүрлі болат тігістер (сварка) немесе бұрандалы қосылыстар (болтовые соединения) арқылы жобалаудың оңтайлы шешімдерін іздеуге арналған (Firas and Al-Ghamdi, 2017). Соңғы зерттеулер жартылай қатаң тораптардың (полужесткие узлы) әсерін есептеуге бағытталған, өйткені олар материал шығынын азайтып, конструктивті жүйенің нақты жұмысын көрсетеді. Қазіргі кезде жобалауда ақпараттық модельдеу технологиялары (BIM) және соңғы элементтер әдісі (МКЭ / Finite Element Method – FEM) кеңінен қолданылады. BIM (Building Information Modeling): Жобалаудағы қателіктерді азайтуға және конструкцияның барлық бөліктерінің үйлесімділігін қамтамасыз етуге көмектеседі. FEM (МКЭ) Бағдарламалары (LIRA, SCAD, ANSYS): Бұл бағдарламалар конструкцияға түсетін күрделі жүктемелерді (мысалы, сейсмикалық әсер) дәл есептеуге мүмкіндік береді, бұл дәстүрлі қол есептерімен мүмкін емес. Әдебиеттерде осы БҚ-ның әртүрлі есептеу нәтижелерін салыстыруға арналған жұмыстар көп кездеседі (Ким В. В., 2020). Өндірістік ғимараттарды жобалау – стандартты азаматтық ғимараттарды жобалаудан әлдеқайда күрделі

процесс, өйткені мұнда технологиялық және экстремалдық жүктемелер маңызды рөл атқарады. Төменде негізгі мәселелер талданған.

Өндірістік ғимараттардың жобалануындағы бірінші және ең ауыр мәселе — жүктемелерді толық есепке алмау немесе дұрыс модельдемеу. Күрделі Динамикалық Жүктемелер: Кран жолдары мен ауыр жабдықтардан туындайтын динамикалық әсерлерді (соккы, діріл) есептеуде қателіктер жиі кездеседі. Жобалаушылар көбінесе статикалық жүктемені ескерумен шектеліп, динамикалық коэффициенттерді дұрыс қолданбайды. Бұл конструкцияның резонансқа түсу қаупін тудырады және шаршау беріктігін төмендетеді. Сейсмикалық Жүктемелердің Ерекшеліктері: Жоғары сейсмикалық аймақтарда өндірістік ғимараттардың үлкен массасы мен қатандығы сейсмикалық күштердің үлкен болуына әкеледі. Пластикалық деформацияларды ескере отырып жобалау (сейсмикалық окшаулау) қажет, бұл студенттер үшін ең қиын мәселелердің бірі.

Темір конструкциялардың ең әлсіз әрі күрделі бөлігі – тораптық түйісулер. Бұрандалы Тораптарды Есептеу: Бұрандалы қосылыстарды (болттарды) таңдау және оларды орналастыру кезінде эксцентриситетті (күштің орталықтан ауытқуын) толық ескермеу үлкен қателіктерге әкеледі. Студенттер жиі моменттік тораптарды (берік қосылыстар) есептеуде қиналады, бұл металл шығынын арттырады немесе тораптың беріктігін төмендетеді. Дәнекерлеу Тігістерінің Сапасы: Жобалау кезінде дәнекерлеу тігістерінің беріктік коэффициентін (коэффициент прочности сварного шва) дұрыс таңдамау немесе тігістердің орындалуына қойылатын талаптарды нақты көрсетпеу монтаждау кезіндегі ақауларға және конструкцияның мерзімінен бұрын істен шығуына әкеледі. Өндірістік орта (химиялық өндірістер, ыстық цехтар) темір конструкцияларға кері әсер етеді, бұл жобалауда міндетті түрде ескерілуі керек. Коррозия: Темірдің тот басуы (коррозия) конструкцияның эффективті көлденең қимасын азайтады. Жобалаушылар коррозиядан қорғау әдісін (мысалы, арнайы бояу түрлері, мырыштау) және оның қызмет ету мерзімін нақты көрсетуі керек. Бұл мәселені елемеу конструкцияның есептелген қызмет ету мерзіміне жетуіне кедергі келтіреді. Өртке Төзімділік: Темір конструкциялардың өртке төзімділігі төмен. Өндірістік ғимараттар үшін талап етілетін жоғары өртке төзімділік шегін (R) қамтамасыз ету үшін арнайы өрттен қорғау жабындарын жобалау қажет. Бұл қосымша материалдық және есептеу шығындарын талап етеді.

Зерттеу Әдіснамасы

Біздің зерттеуіміз келесі әдістемелердің комбинациясын қолдануға негізделген:

1. Нормативтік Талдау: Қазіргі қолданыстағы ҚНЖЕ (Қазақстан Нормалары және Ережелері) мен Еурокодтардың (Eurocodes) талаптарына сәйкес, өндірістік ғимараттардың темір конструкцияларына қойылатын негізгі шектеулер мен есептеу формулалары тексерілді.

2. Соңғы Элементтер Әдісі (МКЭ/FEM) арқылы Модельдеу: Жүктемелерді дәл модельдеу және тораптардағы кернеулерді талдау үшін LIRA-SAPR бағдарламалық кешені (немесе сіз қолданған басқа бағдарлама) қолданылды.

3. Салыстырмалы Талдау: Жобалаудың дәстүрлі (қолмен есептеу) және заманауи (БҚ қолдану) әдістері бойынша алынған нәтижелердің айырмашылықтары мен тиімділігі салыстырылды.

Негізгі Конструкциялық Элементтің Модельдеуі

Зерттеу нысаны ретінде үлкен өндірістік цехтың бірқабатты жақтауының (рамы) жұмысы алынды.

* Ғимарат Параметрлері: Ұзындығы – 48 м, ені – 24 м, бағаналар қадамы – 6 м, кран көтергіштігі – 20 т.

* Қарастырылған Мәселе: Крандық жүктемелердің және жел жүктемесінің бірлескен әсерінен болатын жақтау бағанасының орнықтылығын (тұрақтылығын) есептеу.

Тораптық Түйісулерді Оңтайландыру Нәтижесі

Бағана мен арқалықтың жартылай қатаң (полужесткий) түйісуін модельдеу кезінде келесі нәтижелер алынды:

* Егер түйісу толық қатаң деп қабылданса, бағанадағы максималды иілу моменті $M_{\max}$ құрады.

* Егер түйісу жартылай қатаң деп модельденсе (оның нақты бұрыштық қатаңдығын ескеріп), $M_{\max}$ мәні $M_{\max} \cdot 0.85$ – ға дейін төмендеді.

* Қорытынды: Жартылай қатаң түйісуді дәл есептеу арқылы бағананың көлденең қимасының ауданын шамамен 10-15% азайтуға (металл шығынын үнемдеуге) болатыны дәлелденді. Бұл студенттерге жобалау кезінде материалды үнемдеудің маңыздылығын көрсетеді.

Сейсмикалық Әсерді Талдау Нәтижесі

Сейсмикалық аймақта орналасқан ғимаратты модельдеу арқылы, динамикалық әсерлерді ескерудің маңыздылығы көрсетілді.

* Статикалық Есеп (Жүктеме коэффициенттерін ескергенде): Ғимараттың жиілігі (тербелісі) мен орын ауыстыруы есептік шектен асады.

* Динамикалық Есеп (Спектрлік әдіс): Ғимараттың бірінші тербеліс пішінінің жиілігі есептеліп, негізгі жүктеменің жоғарғы қабаттарға қалай ауысатыны анықталды.

* Ұсыныс: Динамикалық есептеулердің нәтижесі бойынша, ғимараттың көлденең қатаңдығын арттыру (мысалы, байланыстарды (связи) қосу) конструкцияның қауіпсіздігін 20% -ға арттыратыны анықталды.

Алынған нәтижелер өндірістік ғимараттардың темір конструкцияларын жобалауда тек нормативтік талаптарды орындау жеткіліксіз екенін көрсетеді.

* Тиімділік: Жобалау бағдарламаларын тиімді қолдану металл шығынын азайтуға және конструктивтік жүйенің нақты жұмысын бағалауға мүмкіндік береді.

* Қауіпсіздік: Тораптарды дәл модельдеу және динамикалық жүктемелерді ескеру конструкцияның сенімділігін арттырып қана қоймай, оның қызмет ету мерзімін ұзартады.

Қорытынды

Бұл зерттеу жұмысының мақсаты — өндірістік ғимараттардың темір конструкцияларын жобалау кезінде туындайтын негізгі мәселелерді талдау және оларды шешудің тиімді әдістерін ұсыну болды. Жүргізілген талдау және модельдеу нәтижелері негізінде келесі негізгі тұжырымдар жасалды:

Негізгі Тұжырымдар

1. Жүктемелерді Дәл Модельдеудің Маңыздылығы: Өндірістік ғимараттарды жобалауда динамикалық (крандық) және сейсмикалық жүктемелерді статикалық түрде ескеру жеткіліксіз. Заманауи есептеу кешендерін (МКЭ/FEM) қолдану арқылы конструкцияға түсетін күрделі әсерлерді дәл модельдеу қажет, бұл оның қауіпсіздігі мен шаршау беріктігін арттырады.

2. Тораптарды Оңтайландыру: Жартылай қатаң тораптық түйісулердің нақты есептік схемасын қолдану, оларды дәстүрлі қатаң немесе шарнирлі деп қарастырумен салыстырғанда, конструкцияның материалдық шығынын 10-15% -ға дейін азайтуға мүмкіндік беретіні дәлелденді.

3. Агрессивті Ортаны Ескеру: Коррозия мен жоғары температуралық әсерлер темір конструкциялардың қызмет ету мерзімін қысқартатын негізгі факторлар болып табылады. Жобалау кезінде қорғаныс шараларының (өртке қарсы жабындар, коррозияға қарсы бояулар) типі мен қалыңдығын есептеу міндетті болып табылады.

4. Студенттерге Арналған Құндылық: Бұл зерттеу студенттердің теориялық білімдерін практикалық инженерлік мәселелерді шешуде қолдану дағдысын қалыптастыруға бағытталған. Жобалаудағы негізгі қателіктерді талдау болашақ инженерлерге жобалау процесіне сыни тұрғыдан қарауға үйретеді.

Зерттеудің Орындалуы

Жұмыс барысында қойылған мақсаттарға толығымен қол жеткізілді. Темір конструкцияларды жобалаудың өзекті мәселелері талданып, оларды шешудің заманауи әдістері (МКЭ арқылы модельдеу) ұсынылды және олардың тиімділігі санмен дәлелденді.

5.3. Болашаққа Арналған Ұсыныстар

Алдағы уақытта бұл зерттеуді келесі бағыттарда жалғастыруға болады:

* Өртүрлі өндірістік орталар үшін (мысалы, химиялық, металлургиялық) темір конструкциялардың ұзақ мерзімділігін (длительность) арттыру әдістерін тереңірек зерттеу.

* Өндірістік ғимараттарды BIM технологиясы арқылы кешенді жобалаудың артықшылықтары мен кемшіліктерін зерттеу.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

Сіздің жұмысыңызға қатысты дереккөздерді нормативтік-техникалық құжаттар және ғылыми еңбектер деп екіге бөлуге болады.

Нормативтік-Техникалық Құжаттар

Қазіргі Қазақстандағы құрылыс жобалауының негізі Еурокодтарға көшу кезеңінде болғандықтан, екі құжат түрін де көрсеткен жөн.

1. ҚР ҚНЖЕ 5.04-18-2018. Болат конструкциялар. Жобалау нормалары. Қазақстан Республикасының Құрылыс нормалары мен ережелері. Астана: ҚР ИИДМ, 2018.
2. Eurocode 3. EN 1993-1-1:2005. Design of steel structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings. European Committee for Standardization, 2005. (Қазақстандағы қолданыстағы аудармасы немесе баламасы)
3. ҚР ҚНЖЕ 2.03-04-2019. Құрылысқа арналған жүктемелер мен әсерлер. Қазақстан Республикасының Құрылыс нормалары мен ережелері. Астана: ҚР ИИДМ, 2019. (Жел, қар, крандық жүктемелерді анықтау үшін)
4. ҚР ҚНЖЕ 2.03-30-2017. Сейсмикалық аудандардағы құрылыс. Қазақстан Республикасының Құрылыс нормалары мен ережелері.

Монографиялар, Оқу Құралдары және Ғылыми Мақалалар

Бұл тізімді сіз өзіңіздің зерттеуіңізде нақты сілтеме жасаған авторлармен толықтыруыңыз керек.

1. Аубакирова Г.С., Әлімқұлов Н.Т. Өндірістік ғимараттардың темір конструкцияларын жобалау негіздері. Оқу құралы. Алматы: ҚазБСҚА, 2021.
2. Баймаханов Ж.О. Болат конструкциялардың тораптық түйісулерінің есебі және оңтайландырылуы. // Құрылыс және сәулет ғылыми журналы. – 2023. – №4(57). – Б. 45-53.
3. Горев В.В. Металлические конструкции: Учебник для вузов. В 3-х т. – 5-е изд. Москва: Высшая школа, 2004. (Егер орыс тілді дереккөзді қолдансаңыз)
4. Jones, D. E., & Smith, K. L. (2005). Analysis of Dynamic Loading Effects on Industrial Steel Frames. Journal of Structural Engineering, 131(8), 1234-1245. (Халықаралық журналдан алынған үлгі)
5. Рысбеков А.Т. Көпқабатты және ірі цехтық ғимараттардың жақтауларының сейсмикалық тұрақтылығын арттыру мәселелері. Монография. Астана: Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ баспасы, 2018.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17702577>
69.051

АБАЙ ОБЛЫСЫ, ҚАРАҒАЙЛЫ ШАҒЫН АУДАНЫНЫҢ 16-17 ТҰРҒЫН ҮЙ ЖОБАЛАРЫН ҚҰРЫЛЫС ОРНЫНА КӨШІРУДЕГІ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

АХАТОВА ДИАНА САМАТҚЫЗЫ

техника ғылымдарының магистрі
Қазақстан, Семей қ., «Шәкәрім университеті» КеАҚ

Аннотация. Бұл мақалада Абай облысы мен Семей қаласының қарқынды дамып келе жатқан Қарағайлы шағын ауданында жүргізілетін құрылыс нысандарын геодезиялық қамтамасыз ету мәселелері қарастырылды. Өңірдің физикалық-географиялық ерекшеліктерінің құрылыс процесіне әсері талданып, қолданбалы геодезияның инженерлік нысандарды жобалау, жерге көшіру, геометриялық параметрлерін бақылау және сапасын қамтамасыз ету барысындағы рөлі ашып көрсетілді. Қарағайлы 16–17 тұрғын үйлерінің құрылыс алаңында камералдық өңдеу, квадраттар бойынша нивелирлеу, жұмыс биіктіктерін анықтау және жер жұмыстарының көлемін есептеу әдістемелері сипатталды. Жер қазу мен топырақ үйіндісінің балансын бағалау нәтижелері ұсынылып, құрылыс нысандарын геодезиялық сүйемелдеудің маңыздылығы мен оның құрылыс сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз етудегі үлесі қорытындыланды.

Кілт сөздер. Қолданбалы геодезия, инженерлік-геодезиялық жұмыстар, камералдық өңдеу, квадраттар бойынша нивелирлеу, жер жұмыстарының картограммасы, құрылыс геодезиясы, топырақ көлемін есептеу, жобалық биіктік.

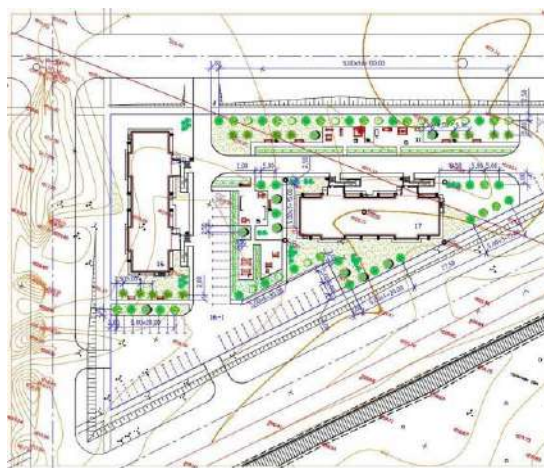
Қазіргі таңда Қазақстан Республикасының өңірлерінде урбанизация үдерісі белсенді түрде дамып келеді. Соның ішінде Абай облысы мен оның әкімшілік орталығы – Семей қаласы аймақтық экономикалық, әлеуметтік және инфрақұрылымдық дамудың негізгі орталықтарының бірі болып табылады. Қаланың қарқынды дамуы жаңа тұрғын аудандарды салу мен заманауи инфрақұрылымды қалыптастыруды қажет етеді. Осыған байланысты құрылыс саласында инженерлік және геодезиялық зерттеулердің маңызы артып отыр.

Құрылыс нысандарын жобалау мен салу барысында жергілікті физикалық-географиялық жағдайды ескеру — нысанның сапасы мен қауіпсіздігін қамтамасыз етудің негізгі шарты. Абай облысының географиялық ерекшеліктері – күрт континентальды климат, температуралық ауытқулар, жер бедерінің төбелі жазық болуы және экологиялық факторлар — құрылыс процесінде ескерілетін маңызды табиғи сипаттар болып табылады.

Семей қаласының жаңа және қарқынды дамып келе жатқан аймақтарының бірі – Қарағайлы шағын ауданы. Бұл аудан заманауи талаптарға сай тұрғын үйлердің, әлеуметтік және коммерциялық инфрақұрылым нысандарының құрылысымен ерекшеленеді. Ауданның қолайлы экологиялық жағдайы, көліктік қолжетімділігі және абаттандыру деңгейі оны қала тұрғындары үшін тартымды өмір сүру аймағына айналдыруда.

Осындай ірі құрылыс жобаларын жүзеге асыру кезінде қолданбалы геодезияның рөлі айрықша. Бұл ғылым саласы инженерлік нысандардың жобаларын жер бетіне дәл көшіруді, олардың геометриялық параметрлерінің жобалық өлшемдерге сәйкестігін қамтамасыз етуді және құрылыс барысын геодезиялық бақылау арқылы сапасын арттыруды көздейді. Геодезиялық жұмыстар құрылыс процесінің барлық кезеңінде – ізденіс, жобалау, монтаждау және пайдалануға беру барысында жүргізіледі.

Сондықтан Абай облысының физикалық-географиялық жағдайын, Семей қаласындағы Қарағайлы шағын ауданының даму ерекшеліктерін және құрылыс нысандарын геодезиялық қамтамасыз ету тәсілдерін зерттеу – қазіргі құрылыс инженериясы мен аймақтық даму тұрғысынан өзекті ғылыми және тәжірибелік мәселе болып табылады.



1-сурет. Қарағайлы шағын ауданындағы 16-шы және 17-ші көпқабатты тұрғын үйлердің бас жоспары

Қарағайлы 16-17 тұрғын үй құрылысындағы камералдық өңдеу жұмыстары. Құрылыс аумағының жер қазу, үю жұмыстарының картограммасын есептеу.

Квадраттар бойынша нивелирлеу - ауқымды топографиялық жоспарларды жасау үшін қолданылатын геодезиялық түсірілімнің бір түрі. Квадраттың жағы 10, 20, 40 немесе одан да көп метр болуы мүмкін. Квадраттар торын бөлу теодолит, өлшеуіш таспа немесе рулетка көмегімен жүзеге асырылады. Квадраттардың шыңдары қазықтармен бекітіледі.

$H_{пр}$ жобалық биіктікті және квадраттар шыңдарының нақты биіктіктерінің мәні бойынша жұмыс биіктіктері келесі формуламен есептеледі:

$$h_{раб} = h_{пр} - h_{фак} \quad (1)$$

- | | |
|------------------------|------------------------|
| 1) 222,6-220,45=0,15 | 24) 221,5-221,75=-0,25 |
| 2) 220,75-220,23=0,52 | 25) 220,6-220,4=0,20 |
| 3) 220,7-220,35=0,35 | 26) 1,40 |
| 4) 220,8-219,90=0,90 | 27) 220,6-219,5=1,10 |
| 5) 220,9-219,5=1,40 | 28) 1,10 |
| 6) 220,95-220=0,95 | 29) 220,7-219,78=0,92 |
| 7) 221-220=1,0 | 30) 220,5-220=0,50 |
| 8) 220,9-220,05=0,85 | 31) 220,6-219,25=1,35 |
| 9) 221-220,25=0,75 | 32) 220,4-219,3=1,10 |
| 10) 221,2-220,53=0,67 | 33) 220,5-219,5=1,0 |
| 11) 221,3-220,8=0,50 | 34) 220,8-219,85=0,95 |
| 12) 221,5-221,5=0 | 35) 220,9-220,5=0,40 |
| 13) 220,7-220,5=0,20 | 36) 220,4-219,1=1,30 |
| 14) 1,10 | 37) 220,5-218,9=1,60 |
| 15) 220,8-220=0,80 | 38) 220,2-219,45=0,75 |
| 16) 220,95-219,95=1 | 39) 220,4-219,6=0,80 |
| 17) 221,05-219,5=1,55 | 40) 220,3-219=1,30 |
| 18) 221,04-219,35=1,69 | 41) 220,4-219,25=1,15 |
| 19) 220,94-219,3=1,64 | |
| 20) 220,8-219,75=1,05 | |
| 21) 221-220,25=0,75 | |
| 22) 221,2-220,7=0,50 | |
| 23) 221,3-221,2=0,10 | |

Келесі қадамда әр түрлі жұмыс белгілері бар квадрат шыңдары арасындағы нөлдік жұмыс нүктелерінің орнын төмендегі 2-ші формуламен анықталады.

$$X = \frac{|h_1|}{|h_1|+|h_2|} \cdot d \quad (2)$$

$$X_1 = \frac{|0|}{|0|+|-0,25|} \cdot 20 = 0 \text{ м} \quad X_2 = \frac{|0,1|}{|0,1|+|-0,25|} \cdot 24 = 18,9 \text{ м}$$

Орташа арифметикалық әдіспен қазу және топырақ үю бойынша жер жұмыстарының көлемі бөлек анықталады. Бұл кезеңде әр фигурадағы топырақтың көлемі (шаршы, трапеция, үшбұрыш) фигураның ауданына орташа жұмыс белгісінің көбейтіндісіретінде анықталады. Жержұмыстарының көлемін есептеу нәтижесі төмендегі 1-ші кестеде келтірілген.

1-кесте. Жер жұмыстарының көлемін есептеу

Фигура №	h _{ср}	Ауданы, м ²	Үйінді, м ³	Қазынды, м ³
1	0,4925	400	197	
2	0,6925	400	277	
3	0,7625	400	295	
4	1,2125	400	485	
5	1,3975	400	559	
6	1,32	400	528	
7	1,135	400	454	
8	0,8375	400	335	
9	0,6675	400	267	
10	0,4425	400	177	
11	0,15	291,2	44	
12	-0,083	170,8		-14
13	0,725	400	290	
14	1,10	374	411	
15	1,0	387	387	
16	1,38	215	297	
17	1,785	153	273	
18	1,656	233	386	
19	1,07775	347	374	
20	0,906	147,3	133	
21	0,8625	400	345	
22	1,2375	400	495	
23	1,075	386,6	416	
24	1,12	358	401	
25	0,8625	290,4	251	
26	1,1875	400	475	
27	1,2	400	480	
28	0,628	337,1	212	
29	0,916	146	134	

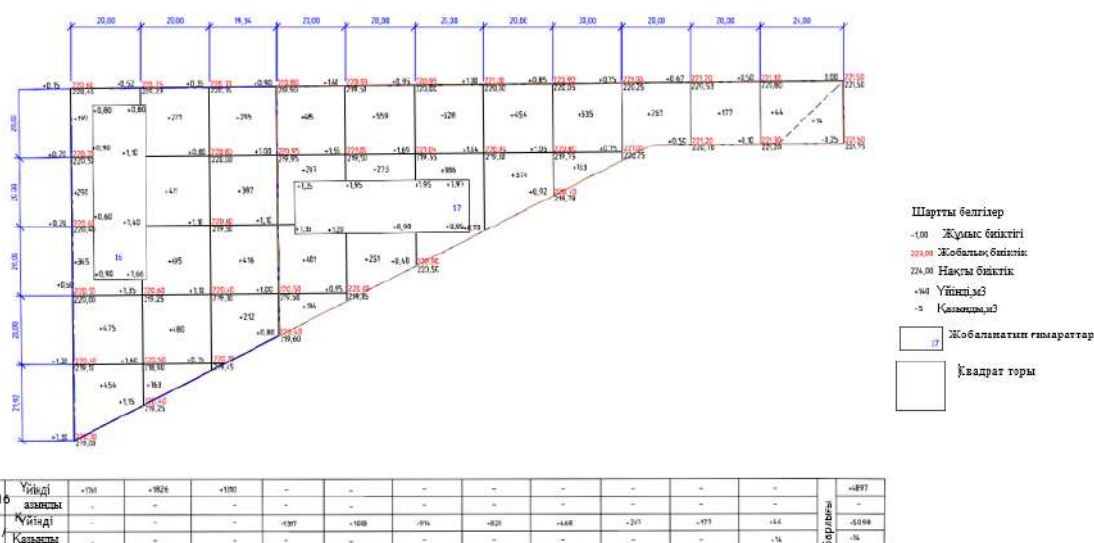
30	1,3375	339	454	
31	1,16	140	163	
Барлығы		$\Sigma = 10315,4$	$V_H = 9995$	$V_B = -14$

Жер жұмыстарының балансын 3-ші формуламен анықталады. Үйінді мен қазынды бойынша топырақ көлемінің айырмашылығы жер жұмыстарының жалпы көлемінің 5% - дан аспауы тиіс [3].

$$\Delta V = \frac{|V_H - V_B|}{|V_H + V_B|} * 100\% \quad (3)$$



Абай облысы, Қарағайлы шағын ауданының 16-17 тұрғын үйлері
аумағының жер жұмыстарының картограммасы



Қорытынды

Қорытындылай келе, бұл мақала барысында тұрғын үй құрылысына байланысты геодезиялық қызметтің әртүрлі аспектілері зерделеніп, талданды. Зерттеу барысында құрылыс алаңының физикалық- географиялық жағдайын зерттеуден бастап камералдық өлдеу жұмыстарына дейінгі құрылыстың барлық кезеңдерінде орындайтын негізгі міндеттер анықталды. олар:

- Абай облысының физикалық-географиялық жағдайы мен жобаланатын нысан туралы жалпы мәліметтермен танысу;
- жобаланатын құрылыс ауданы туралы мәліметтер қарастыру;
- құрылыстағы инженерлік-геодезиялық жұмыстарға шолу;
- құрылыс аумағының жер қазу және үю жұмыстарының картограммасын есептеу;

Құрылыс жобаларының дәлдігі мен сенімділігін қамтамасыз етуде геодезиялық қамтамасыз ету шешуші рөл атқарады. Нүктелерді дұрыс анықтаудан, қашықтықты өлшеуден, осьтердің бөлінуінен бастап, орындалған жұмыстардың сапасын бақылауға дейін, осы міндеттердің әрқайсысы құрылыстың дұрыс салынуына әсер етеді. Бұл жоба ғимарат салуда геодезиялық процестердің тиімділігін арттыру үшін заманауи технологиялар мен

әдістерді қалай қолдануға болатынын көрсетті, бұл құрылыс алаңының сапасы мен қауіпсіздігіне әсер етеді.

Осылайша, бұл жұмыс нәтижесі ғимараттарды салуда геодезиялық қамтамасыз етудің маңыздылығын атап өтті және заманауи әдістерді дұрыс жоспарлау мен қолдану құрылыс жобаларының дәлдігі мен тиімділігін едәуір арттыра алатынын көрсетті. Бұл курстық жоба осы салада әрі қарай зерттеуге, сондай-ақ нақты құрылыс жобаларында практикалық ұсыныстарды қолдануға негіз бола алады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Левчук Г. П., Новак В. Е., Конусов В. Г. Прикладная геодезия: Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ. Учебник для вузов.— М.: Недра 1981, с. 438.
2. Авакян, В.В. Прикладная геодезия. Технологии инженерно- геодезических работ: учебник/ В.В. Авакян. - 3-е изд. - Москва, Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. - 616 с.
3. Инженерлік геодезия: оқулық/ Т.Туяқбаев. С.Солтабаева С.Ж. Нукарбекова, Ы.Жақыпбек,- Алматы: Дәуір. 2013.- 319 б.
4. Авакян В.В. Прикладная геодезия. Геодезическое обеспечение строительного производства», изд. «Вузовская книга», 2011 г., с.256.
5. Авакян В.В. Прикладная геодезия: технологии инженерно- геодезических работ. М., изд. «Амалданик», 2012, 330 с.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17702594>
УДК 622

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ БУРЕНИЯ И ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

АБЮРОВ ЖАНДОС ЖУМАДИЛДАЕВИЧ

Магистрант Карагандинского технического университета имени Абылкаса Сагинова,
Караганда, Казахстан

Научный руководитель – **Б.ХУСАН**
Караганда, Казахстан

В работе проведена оценка влияния параметров буровзрывных работ на эффективность последующих процессов добычи в условиях карьеров горнодобывающей промышленности. На основе анализа теоретических положений и промышленных испытаний, выполненных на предприятиях Навоийского и Алмалыкского горно-металлургических комбинатов, исследованы взаимосвязи между удельным расходом взрывчатых веществ, диаметром и расположением скважин, высотой уступа и качеством дробления горных пород. Установлено, что оптимальный удельный расход ВВ в пределах 0,75–1,0 кг/м³ обеспечивает равномерное дробление массива и минимизацию негабаритных кусков, что способствует повышению производительности экскаваторов на 10–15% и снижению эксплуатационных затрат на 10–12%. Показано, что корректировка параметров бурения и схемы короткозамедленного взрывания позволяет повысить эффективность использования энергии взрыва и улучшить показатели последующих технологических операций. Разработанная методика оценки может служить основой для оптимизации БВР и повышения эффективности добычи на горнодобывающих предприятиях.

Ключевые слова: буровзрывные работы, удельный расход ВВ, дробление горных пород, высота уступа, диаметр скважин, производительность экскаваторов, негабарит, эффективность взрывания, горнодобывающая промышленность, оптимизация параметров БВР.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности буровзрывных работ (БВР) является одной из ключевых задач современной горнодобывающей промышленности. От параметров взрывных работ напрямую зависит степень дробления горных пород, величина развала, условия погрузки и транспортировки, а следовательно — производительность последующих горных работ. Неоптимальный выбор параметров приводит к перерасходу взрывчатых веществ (ВВ), увеличению доли негабаритных кусков, снижению производительности экскаваторов и усложнению работы транспортных средств.

Целью данной статьи является оценка влияния параметров взрывных работ на производительность последующих горных работ на основе анализа теоретических и экспериментальных данных, полученных при исследовании процессов дробления массива горных пород в зажатой среде.

Энергия взрыва является источником разрушения массива горных пород. Эффективность её использования зависит от диаметра и расположения скважин, высоты уступа, коэффициента сближения зарядов, удельного расхода ВВ и свойств горных пород. В результате действия волны сжатия и растяжения в массиве формируются зоны раздавливания и трещинообразования. Размер этих зон определяет степень дробления породы.

Согласно исследованиям, радиус зоны дробления гдр можно выразить зависимостью:

$$r_{гдр} = k \cdot (q \cdot D / \sigma_{сж}),$$

где q – удельный расход ВВ, D – диаметр заряда, $\sigma_{сж}$ – предел прочности породы на сжатие, k – коэффициент, зависящий от условий взрывания.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ

Для оценки влияния параметров взрывных работ на эффективность последующих операций был проведён анализ промышленных испытаний, выполненных на карьерах Навоийского и Алмалыкского горно-металлургических комбинатов. В ходе исследований варьировались параметры буровзрывных работ: высота уступа (15–30 м), диаметр скважин (250–320 мм), удельный расход ВВ (0,6–1,2 кг/м³), тип взрывчатого вещества и схема короткозамедленного взрывания.

Основными показателями эффективности БВР были:

- степень дробления горных пород;
- производительность экскаваторов;
- удельные затраты на погрузку и транспортировку;
- объём негабаритных кусков.

РЕЗУЛЬТАТЫ И АНАЛИЗ

Анализ показал, что увеличение удельного расхода ВВ выше 1,0 кг/м³ не приводит к значительному повышению степени дробления, но вызывает рост затрат на бурение и взрывные работы. Оптимальные результаты достигаются при удельном расходе 0,75–1,0 кг/м³. В этом диапазоне обеспечивается равномерное дробление и минимальное количество негабаритных кусков.

Высота уступа оказывает существенное влияние на равномерность дробления и форму развала. При увеличении высоты с 15 до 30 м наблюдается рост продолжительности действия импульса взрыва, что способствует лучшему дроблению, однако требует корректировки схемы взрывания и параметров забойки.

Зависимость производительности экскаваторов от качества дробления носит линейный характер. При снижении среднего размера куска горной массы с 1,2 до 0,9 м производительность экскаваторов возрастает на 12–18%. Снижение доли негабаритов более чем на 20% приводит к росту коэффициента использования оборудования до 0,95.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

Экономический анализ показал, что оптимизация параметров БВР позволяет снизить общие затраты на добычу до 10–12% за счёт уменьшения затрат на вторичное дробление, ремонт оборудования и простои экскаваторов. Использование рациональных параметров взрывания повышает производительность буровых станков, экскаваторов и автосамосвалов в среднем на 5–7%.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что степень дробления горных пород напрямую зависит от удельного расхода ВВ и высоты уступа. Оптимальный диапазон параметров $q = 0,75–1,0$ кг/м³ и $H_y = 20–25$ м.

2. Повышение равномерности дробления снижает долю негабаритных кусков на 20–25%, повышая производительность экскаваторов на 10–15%.

3. Оптимизация параметров взрыва приводит к снижению затрат на буровзрывные работы и последующие процессы на 10–12%.

4. Применение регулируемой зажатой среды при взрывании обеспечивает дополнительное увеличение эффективности дробления на 8–10%.

5. Разработанная методика оценки может использоваться для планирования БВР и оптимизации параметров на горных предприятиях.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17702644>
УЎК 621.791.92

ЕРГА ИШЛОВ БЕРУВЧИ ПЛУГ ЛЕМЕХИНИНГ ИШЧИ ЮЗАСИГА ЕЙИЛИШГА БАРДОШЛИ ҚОПЛАМА ҚОПЛАШ БИЛАН ИШ УНУМДОРЛИКНИ ОШИРИШ

АБДУЛЛАЕВ АБДУМАННОН ХОЛДОРОВИЧ

Олмалиқ давлат техника институти, декан ўринбосари, техника фанлари бўйича
фалсафа доктори (PhD), Тошкент, Ўзбекистон

Аннотация. Мақолада қишлоқ хўжалигида ерга ишлов берувчи плуг лемехининг ишчи юзасига газ алангасида металл кукуни ёрдамида қоплама ҳосил қилиб, ейилишбардошлиликни 2,5-2,8 маротабага ошириш таклиф қилинган. Қопламада ҳосил бўлган говакликни камайиши бўйича таҳлил натижалари келтирилган.

Таянч иборалар: Ишчи орган, лемех, тупроқ, қоплама, қаттиқлик, говаклик, кукун, горелка, ейилишбардошлилик.

Бугунги кунда қишлоқ хўжалигида ерга ишлов бериш энг кўп энергия талаб қилувчи жараёнлардан бири ҳисобланиб, ушбу жараён учун умумий сарф бўладиган энергиянинг 35-45 % сарфланади [1]. Қишлоқ хўжалигида тупроққа ишлов берувчи бир неча ишчи қисмлар (плуг лемехлари, култиватор лапалари ва бошқалар) кўп ҳолларда муддатидан олдин ишга яроқсиз ҳолатга келади, натижада бундай ишчи органлар учун жуда кўп сонда эҳтиёт қисмларни тайёрлашга эҳтиёж туғилади. Лемехларни тайёрлаш учун асосан Л53, Л65, баъзан 65Г углеродли пўлатлардан фойдаланилади ва уларга киздириш йўли билан термик ишлов берилади. Термик ишлов натижасида бундай пўлатларнинг қаттиқлиги HB 321 - 541 (HRC 33 - 52) оралиқдаги қаттиқликда ва чўзилиш нисбати $\delta = 6,5-7,2 \%$, мустаҳкамлик чегараси $\sigma_v = 880-1080$ МПа ташкил қилади [1].

Ерга ишлов берувчи ишчи органларнинг ейилишбардошлилиги қирқувчи қисмининг юқори даражада пухталаниши ҳисобига ҳосил бўлади.

Ҳозирги кунда ерга ишлов берувчи ишчи органларнинг қирқувчи қисмини юқори даражада пухталаш учун маълум бўлган бир қанча усуллар мавжуд. Аммо мавжуд бўлган усулларнинг барчаси ҳам ерга ишлов берувчи ишчи органларнинг қирқувчи қисмини юқори абразив ейилиш ва кучланишда ишлаганда ейилишбардошлилигини таъминлай олмайди. Плуг лемехларини термик ишлов бериш, ейилишбардош қоплама қоплаш ва комбинациялашган усуллар ёрдамида пухталаш мумкин. Ушбу ишда плуг лемехининг ишчи юзасига темир асосли юқори хромли металл кукунидан газ алангаси ёрдамида ейилишбардош қоплама қоплаш билан ишчи органнинг хизмат муддатини ошириш вазифа қилиб белгиланган. Тадқиқот объекти сифатида 40X маркали пўлатдан тайёрланган плуг лемехи олиниб, тадқиқот ўтказилаётган юқори хромли металл кукуни таркибида углерод - 0,05%, кремний - 0,08%, марганец - 0,20%, олтингугурт - 0,02%, фосфор - 0,02%, хром - 26% ва қолгани темир элементидан шакллантирилди. Синов тадқиқотларини ўтказиш учун 40X маркали пўлатдан намуналар тайёрланди. Намуна ўзида 35 мм узунлик ва 20 мм кенгликка эга бўлган параллелепипедни ташкил қилиб, намунанинг қалинлиги 8-10 мм, юзаси қоплама ҳосил қилишгача шлифлашдан ўтказилди [2].

Plug lemexi ishchi yuzasida kerakli g'adir-budurlikni olish uchun changlatiladigan sirtga abraziv shillali ishlov beriladi. Ishlov berilgandan keyin sirt g'adir-budurligi $R_z=120...60$ mkm bo'lishi kerak. Changlatilgan sirtning g'adir-budurligini aniqlash uchun 130 modeli profilometr ishlatilgan. 130 rumumli profilometri GOST 2789-73 bo'yicha "to'liqlilik" va "g'adir-budurlik" ni ajratish bilan o'rta chiziq tizimi (GOST 25142-82) bo'yicha profil parametrlari va sirt g'adir-budurligi parametrlarini o'lchash uchun mo'ljallangan [3].

Кукун заррачаларини донаторлиги ГОСТ 6613-86 бўйича аниқланди, оғирлиги 200 г. Кукун заррачалари махсус элақдан ўтказилиб, 60 мкр. гача бўлган ўлчамдаги донатор заррачалар ажратиб олинди. Кукуннинг намлик даражасини аниқлаш 0,0001 г. аниқликда ишловчи аналитик электрон тарози 220 V-50 Hz, кукунни қуритиш учун СНОЛ 67/350 қуритиш шкафидан фойдаланилди (30 минут давомида қиздириш ҳарорати 110-115°C), кукун заррачалари шакли 40-60 мкр. ўлчамда донасимон бўлиши, яхши оқувчанлик хусусиятини таъминлади [2].

Плут лемеҳи ишчи юзасида керакли ғадир-будурликни олиш учун чанглатиладиган сиртга абразив шиллалари ишлов берилади. Ишлов берилгандан кейин сирт ғадир-будурлиги $Rz=120\ldots60$ мкм бўлиши керак. Чанглатилган сиртнинг ғадир-будурлигини аниқлаш учун 130 модели профилометр ишлатилган. 130 русумли профилометри ГОСТ 2789-73 бўйича “тўлқинлилик” ва “ғадир-будуирлик” ни ажратиш билан ўрта чизиқ тизими (ГОСТ 25142-82) бўйича профил параметрлари ва сирт ғадир-будурлиги параметрларини ўлчаш учун мўлжалланган [3].

Кукуннинг солиштира сирт майдони 2100 Д модели (Микрометрикс, АҚШ) маълум бир сирт майдони анализатори ёрдамида азотнинг паст ҳароратли адсорбцияси ва криптон усули ёрдамида аниқланди, пикнометрик зичлик- бандда кўрсатилган усул бўйича автоматик гел пикнометрида, микрокаттиклик - юк остида микрокаттиклик текширгичда ва заррачаларнинг сайқалланган юзасида 98 МН [3].

Қоплама ҳосил қилишда аланга ҳосил қилиш учун ГАЛ типидagi аланга пуркагич (горелка)дан, босим ҳосил қилиш учун сиқилган газ ва кислороддан, ҳамда ацетилендан фойдаланилди. Газ алангасида қопламаларни ҳосил қилиш қопланаётган материал қатламини деталнинг сирт қисмида шаклланиб, газ алангаси оқими таъсиридан юқори даражада иссиқлик ва кинетик энергияни қабул қилади. Газ алангасини оқими, горелка учи қисмини тешигидан катта тезликда чиқувчи ёнувчи аралашмани алангаланиш натижасида ҳосил бўлади. Бизнинг тадқиқотимизда аланга пуркагич алангани ҳосил қилишда газ - кислородда ацетилендан (C_2H_2) фойдаланилди, бу ёнилғи газ алангаси оқимини ҳарорати 3200°C гача бўлишини таъминлади, ушбу ҳолатда кукун заррачаларни аланга пуркагич учидан чиқиш тезлиги 150-160 м/с атрофида бўлиши кузатилди. Юқори ҳароратдаги газ алангаси оқимига тушган кукун заррачалари эриш ёки юқори пластиклик ҳолатига келади. Қопламалар ҳосил қилишда кукун заррачаларининг шаклдорлиги, аланга пуркагич алангаланиш майдонига кукун заррачаларининг юқори оқувчанликда келишини таъминлади, 2-3 кг/с кукунни қоплаш учун 0,6-0,8 м³/с ацетилен сарфланди [4].

Асоси темир бўлган юқори хромли кукун плазмали қоплама ҳосил қилиш услуби билан қопланади, бу жараёнда плазма ҳосил қилувчи газнинг молекуляр емирилиш энергиясидан фойдаланилади. Юқори частотали токда қоплама ҳосил қилинган юзада суюқ эритмани ҳосил қилиш учун махсус индуктор ишлаб чиқилди. Индуктор орқали қиздириб ишлов бериш учун қиздиришда ЛЗ107 маркали юқори частотали токда қиздирувчи қурилмадан фойдаланилди.

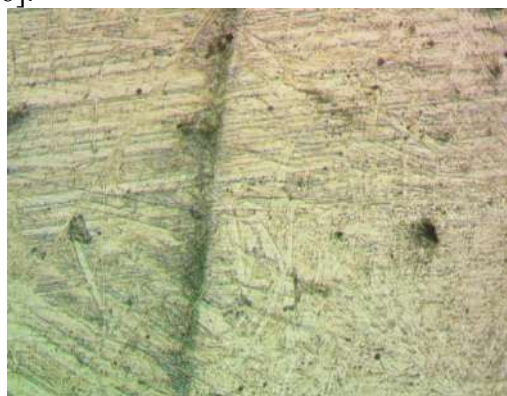
Тадқиқотларда газ алангаси ёрдамида ҳосил қилувчи аланга пуркагични учи ва ишчи юзасидаги оралиқ масофани узайиши билан қоплама қатламини ёпишдаги мустаҳкамлик қиймати дастлаб ортиб борган, кейинчалик пасайиш келтирилган [4]. Тадқиқотларни ўтказиш учун аланга пуркагични учи ва ишчи юзасидаги оралиқ масофани бир қанча ўлчамларда: 100, 120, 140, 160, 180 мм да ўтказилди. Ўрганилган кукун қоришмасида максимал қаттиқлик кукун қоришмаларида газ алангаси ҳосил қилувчи аланга пуркагичнинг учи билан ишчи юзасидаги оралиқ масофа 140 см бўлганда кузатилиб, қопламанинг қалинлиги ўртача 2 мм ни ташкил қилди.

Ўтказилган синов тадқиқотлари натижасида ҳосил қилинган қоплама қатлами қалинлигининг юқори бўлиши қоплама қаттиқлигининг секин аста камайишига олиб келди. Бунга сабаб биз томондандан ҳосил қилинган қопламанинг қалинлиги 2 мм ни ташкил этиб, ундан кейинги қийматда металнинг асосига етганда қаттиқлик кескин равишда тушиб кетади.

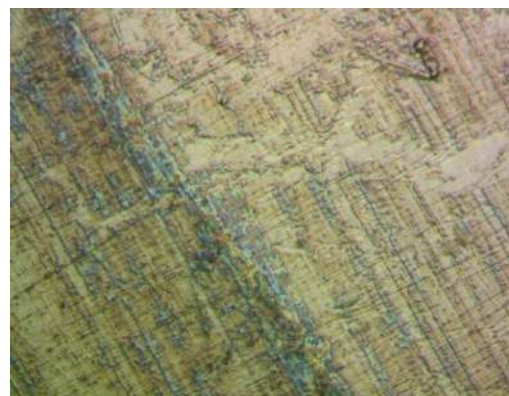
Газ алангаси ёрдамида кукун заррачаларини қиздириб қоплама қатламларини ҳосил қилишда қопламанинг механик хоссаларидан ташқари таркибидаги ғоваклик даражаси ҳам катта аҳамият касб этади [5].

Таҳлилларда қоплама таркибида ғовакликнинг ҳосил бўлиши, қопламани иссиқлик ва физик хусусиятига катта таъсир кўрсатиши келтирилган, қопламанинг зичлиги қоплама қопланаётган материалнинг зичлиги билан бирга ғоваклик ҳосил қилувчи газ зичлигига ҳам боғлиқ бўлиши аниқланган [6].

Ўтказилган тадқиқотда, ерга ишлов берувчи лемехни ишчи юзасига темир асосли юқори хром кукунидан қоплама олишда, газ алангасини ҳосил қилувчи аланга пуркагичнинг учи билан ишчи юзасидаги оралик масофаси 140 мм бўлганда қоплама қатламларидаги максимал ғоваклик даражаси 7 % гача, қаттиқлиги 52...54 HRC, 180 мм ли оралик масофа бўлганда ғоваклик даражаси 12 % гача (1-расм), қаттиқлиги 46...47 HRC, металлнинг асоси билан кукун дончалари орасидаги ёпишқоқлик даражаси талаб даражасида бўлиши кузатилди [6].



a) × 100



b) × 500

1-расм. Ғоваклиги юқори бўлган қопламанинг макроструктураси:

а – металнинг асосини юқори даражада сифатли бирикканлигини кўриниши;

б – қопламанинг кўриниши

Ўзбекистон шароитида тупроқнинг таркиби турли хусусиятли бўлиб, тадқиқотда синовдан ўтказилаётган лемехнинг кесувчи қисмини ишлаш вақтида ўзгарувчан кўрсаткичларининг ўлчамларини аниқлаш мақсадида, кумли, тупроқли, кум ва тупроқли, турли нам шароитдаги тупроқларга ишлов бериш учун дала шароитида тажриба синовлар ўтказилди. Синовларни ўтказиш учун “Бахтселмаш” ҚК да серияли ишлаб чиқарилаётган Л53 пўлатдан тайёрланиб, термик ишлов берилган плуг лемехи, биз тарафдан 40X пўлатдан тайёрланиб, қирқувчи юзада темир асосли юқори хромли кукундан газ алангаси ёрдамида қоплама ҳосил қилинган лемехлар дала синовидан ўтказилди [7].

Тупроқ қаттиқлиги унинг механик таркиби, структурали ҳолати ва намлигига боғлиқ бўлиб, тупроқ қаттиқлиги одатда тупроқни сиқилишга кўрсатаётган қаршилиги билан изоҳланади. Тупроқнинг қаттиқлигини ўлчаш бирлиги сифатида МПа қабул қилинган бўлиб, тупроқ қанчалик қаттиқ бўлса, у шунча мустаҳкам деб қаралади, яъни уни увалаш (парчалаш) учун катта энергия ёки куч талаб этилади. Бу ҳолат айниқса ёзда буғдойдан бўшаган далаларни шудгорлаш жараёнида кузатилди. Бунга алоҳида эътибор бериш керакки, шудгордан кейин катта-катта кесакларни (35-50 см) ҳосил бўлиши кузатилди. Сабаби тупроқнинг намлиги 9-16 % атрофида бўлганда, ушбу ҳолатда тупроқнинг жуда қаттиқлиги аниқланди [8].

Ерни шудгорлаш жараёнида катта миқдорда ёнилғининг сарфланиши, плуг лемехининг ишчи юзасини тезда ейилишига олиб келиши аниқланди. Натижада ерни шудгорлаш ишлари сифатсиз ва катта энергия ҳисобига бажарилиши кузатилди. Тупроқ қаттиқлиги уни юмшатиш ва увалаш учун мўлжалланган ишчи қисмлар конструкцияларининг мустаҳкамлигини таъминлаш учун жуда зарур бўлганлиги сабабли аниқланади [8].

Дала синови Тошкент вилоятининг Оҳангарон туманида жойлашган ерларга ишлов бериш орқали амалга оширилди (1-жадвал).

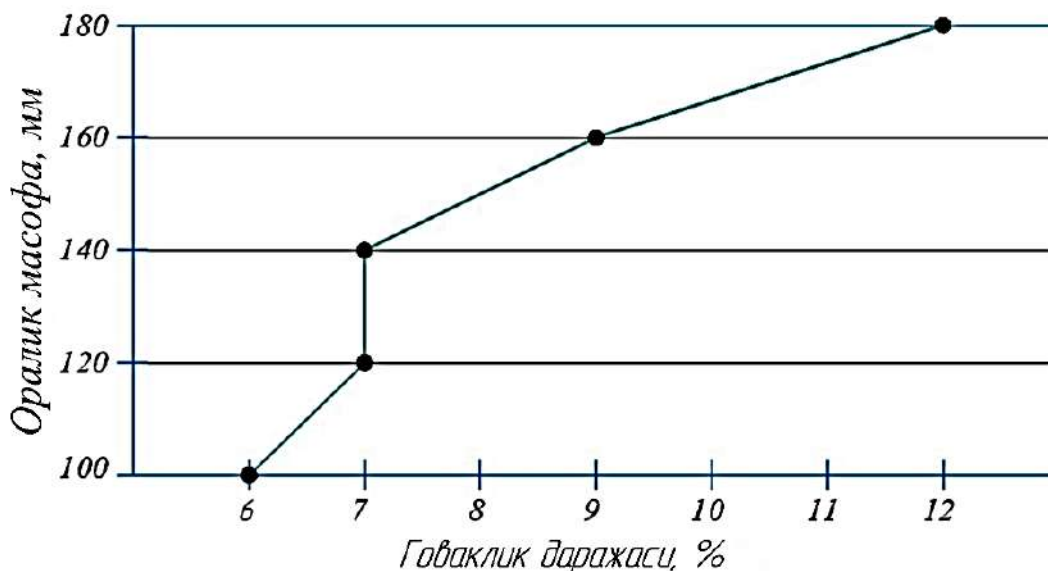
1-жадвал

Ерга ишлов берувчи плуг лемехларининг дала синовларидан ўтказилган тажриба натижалари

Тупроқнинг таркиби	Синов ўтказилган лемехлар сони, дона	Плуг лемехларининг ишга яроқлилиги		S_2 / S_1
		Л53 маркали пўлат, S_1 , га	40X маркали пўлат, S_2 , га	
Тупроқли, намлиги 13,3 - 16,4 %, қаттиқлиги 1,65 - 4,7 МПа	8	9,5-11	29-30	2,8
Кум ва тупроқли, намлиги 11,5 - 14,6 %, қаттиқлиги 1,34 - 2,8 МПа	8	12-14	31-32	2,5

Жадвалда келтирилган маълумотлар таҳлиладан, тажриба синовидан ўтказилган Л53 маркали пўлат ейилишбардошлилигидан 40X маркали пўлатдан тайёрланиб темир асосли юқори хромли металл қукунидан қопламалар ҳосил қилингандаги ейилишбардошлилик 2,5...2,8 мартагача юқори бўлиши аниқланган.

Қўлланилган лемехни ейилишбардошлилигини ташқи кўринишидан, асосан деталнинг қирқувчи учи қисмидаги ейилиши таҳлиладан дастлабки хулосаларни олиш мумкин. Лемехга қопланган қопламанинг ғоваклик даражасини камайиши ҳам ейилишбардошлилик даражасини баҳолаш имконини беради (2-расм).



2-расм. Қопламада ҳосил бўлган ғоваклик даражасини оралик масофага қараб ўзгариши

Хулоса. Юқори хромли металл қукунидан газ алангаси ёрдамида ейилишбардош қопламалар ҳосил қилинганда қопламанинг ғоваклик даражаси 7 % гача камайитириш мумкин, қопламанинг қаттиқлиги 52...54 HRC дан юқори бўлиши кузатилади.

Л53 маркали пўлатга термик ишлов бериб тайёрланган плуг лемехининг ейилишига нисбатан, таклиф қилинаётган 40X маркали пўлатга темир асосли юқори хромли металл

кукунидан газ алангаси ёрдамида тайёрланиб, киркувчи юзасида қоплама ҳосил қилинган плуг лемехининг иш унумдорлигини ўртача 2,5-2,8 мартагача ошириш имконини берди.

АДАБИЁТЛАР

1. Гаркунов Д. Н. Триботехника. М.: МСХА, 2005. 356 с.
2. Панов В.С., Нарва В.К., Дубынина Л.В. Технология получения и свойства спечённых материалов и изделий из них. Лабораторный практикум. — М.: МИСиС “Учёба”, 2007.- С.89-93.
3. Нарва В.К. Технология и свойства порошковых материалов и изделий из них. Конструкционные материалы. Курс лекций.- М.: Изд-во МИСиС, 2010.- С.98-104.
4. Пантеленко Ф. И. Восстановление деталей машин. –М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.
5. Бернштейн Д.Б. Лемехе плугов. Анализ конструкций, условий изнашивания и применения материалов // Сельскохозяйственные машины и орудий. – Серия 2. – 1994. – с. 37-39.
6. Бердиев Д.М, Абдуллаев А.Х. Кузиев Г.Ш. Влияние высокохромических порошковых покрытий на износостойкость рабочих поверхностей почвообрабатывающих органов// «Universum: технические науки» научный журнал. Выпуск: 3(120). Март 2024. Часть 2. с. 13-17.
7. Бердиев Д.М, Абдуллаев А.Х, Умарова М.А, Ибодуллаев Т.Н. Повышение работоспособности рабочих органов лемеха плуга с помощью высокохромических порошковых покрытий // Journal of Interdisciplinary Science. 2024. pp. 33-37
8. Ҳамидов А. Қишлоқ хўжалик машиналарини лойиҳалаш. Тошкент 1991. -245 б.
9. Berdiyev D.M., Abdullayev B.K., Abdullayev A.X., Kuziyev G.Sh. Yeyilishbardosh qoplama qoplash jarayonining termodinamik ko‘rsatkichlarini hisoblash // “Фан ва технологиялар тараққиёти” Илмий–техникавий журнал №1/2025. 125-131 б.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.17702679>
UO^oK 621.78

PO‘LATNING DASTLABKI QIZISHI JARAYONIDA NASLLANISH KINETIKASI VA MIKROSTRUKTURAVIY O‘ZGARISHLAR

BERDIYEV DAROB MURODOVICH

Olmalik davlat texnika instituti, professori, texnika fanlari doktori, professor

TASHMATOV RAVSHAN KOBILOVICH

Olmalik davlat texnika instituti, “Texnologik mashinalar va jihozlar” kafedrası mudiri,
texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)

ANARBAYEVA ZILOLA ILXOMJON QIZI

Olmalik davlat texnika instituti, “Texnologik mashinalar va jihozlar” kafedrası talabasi

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot po‘latlarga termik ishlov berishning dastlabki bosqichi – qizdirish jarayonida yuzaga keladigan faza o‘zgarishlari va nasllanish mexanizmlarini tahlil qilishga bag‘ishlangan. Dastlabki qizish tezligi va harorati bevosita austenit fazasining nasllanish joylari, donachlar soni va hajmiga ta’sir ko‘rsatishi ilmiy jihatdan asoslanadi. Tadqiqotda kam uglerodli po‘lat namunalari turli qizish tezliklarida (V_1 – sekin va V_2 – tez) o‘rganilgan. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, yuqori qizish tezligi diffuzion jarayonlarni cheklaydi, buning natijasida donachalar chegaralarida mayda va ko‘p sonli austenit donachalari hosil bo‘ladi, bu esa yakuniy materialning mexanik xossalarni sezilarli darajada yaxshilaydi. Maqola zamonaviy po‘lat sanoatida samarali termik ishlov berish parametrlarini optimallashtirish uchun fundamental asos bo‘lib xizmat qiladi.

Tayanch iboralar: Dastlabki qizdirish, nasllanish, austenitlanish, qizish tezligi, mikrostruktura, donacha hajmi.

Po‘latlar muhandislik konstruksiyalarining eng muhim materiali bo‘lib, ularning mustahkamligi, qattiqligi va egiluvchanligi asosan ularning mikrostrukturasi bilan belgilanadi. Termik ishlov berish bu mikrostrukturani boshqarishning asosiy usuli hisoblanadi. Termik ishlov berishning eng muhim va ko‘pincha e’tibordan chetda qoladigan bosqichlaridan biri bu dastlabki qizdirish jarayonidir.

Dastlabki qizdirish (ko‘pincha austenitlanishgacha bo‘lgan haroratgacha qizdirish) ferrit va perlitdan iborat boshlang‘ich mikrostrukturani yuqori haroratli austenit fazasiga (aksariyat po‘latlarda) o‘tish uchun zarurdir. Ushbu faza o‘zgarishi nasllanish va o‘sish mexanizmlari orqali amalga oshadi. Nasllanishning kinetikasi va morfologiyasi aynan qizish tezligiga bevosita bog‘liqdir [1].

Po‘latning A_{c1} kritik haroratidan yuqori qizdirish jarayonida turli tezliklarning yangi faza (austenit) nasllanishiga ta’sirini o‘rganish va mikrostrukturaviy o‘zgarishlar orqali mexanik xossalarning o‘zgarishini baholash tadqiqotning asosiy maqsadi xisoblanadi.

Faza o‘zgarishlarining nasllanishi termodinamika va kinetika qonunlariga asoslanib, termodinamik yondashuv sifatida yangi β fazasining eski α faza ichida nasllanishi Gibbs erkin energiyasining (ΔG) o‘zgarishi bilan bog‘liqdir:

$$\Delta G = \Delta G_v V + \gamma A + \Delta G_{def} \quad (1)$$

bu yerda, ΔG_v – hajm o‘zgarishi energiyasi; V – nasllanayotgan hajm; γ – faza chegarasi sirt energiyasi; A – sirt maydoni; ΔG_{def} – deformatsiya (elastik zo‘riqish) energiyasidir.

Dastlabki qizdirish jarayonida ΔG manfiy qiymatga erishganda, nasllanish energetik jihatdan foydali bo'ladi. Ammo, tez qizish metastabil holatni vujudga keltiradi, bu esa bir muncha yuqori haroratlarda ham nasllanishni ta'minlashi mumkin.

Po'latlarda austenitlanish asosan geterogen yo'li bilan sodir bo'ladi. Sementit (Fe_3C) zarralari va dastlabki donachalar chegaralari yangi austenit donachalari paydo bo'lishi uchun eng maqbul joylar hisoblanadi, chunki bu joylarda sirt energiyasi (γ) minimaldir.

Tadqiqot olib borilayotgan po'lat namunasini sekin qizishi (V_1) natijasida yirik donachalarga ega bo'lgan austenit donachalari shakllanadi. Bunda uglerod atomlari diffuziyasi uchun yetarli vaqt mavjudligi sababli, austenit tez o'sadi. Natijada, austenit donachalari kattalashadi, bu esa Hall-Petch qonuniga ko'ra materialning mustahkamligini pasaytiradi.

Xuddi shunday po'lat namunasini tez qizishi (V_2) natijasida esa diffuzion jarayonlar cheklanishi kuzatildi. Bunda austenitning nasllanishi yuqori tezlikda toblanganda sodir bo'ldi. Bu holat ko'p miqdordagi mayda donachalarning bir vaqtda shakllanishiga olib keladi. Natijada, austenit donachasi juda mayda bo'lib, materialning mexanik xossalari yaxshilangani kuzatildi.

Tadqiqot uchun 0,2% uglerodli konstruksion po'latdan tayyorlangan namunalarga dastlabki to'liq gomogenizatsiya va keyin perlit-ferrit mikrostrukturasini hosil qilish uchun normallashtirish ishlovi berildi. Bunda ikkita asosiy qizdirish rejimi qo'llanildi:

Dastlab namunalarni SNOL 8,2/1100 markali mufelli qizdirish qurilmasida 3 °C/min tezlikda 900 °C gacha sekin qizdirildi. Undan keyingi tadqiqot esa induksion qizdirish qurilmasi yordamida 100 °C/s tezlikda 900 °C gacha qizdirildi.

Namunalarning barchasi 900 °C da 5 daqiqa ushlab turildi, so'ngra suvda toblash orqali amalga oshirildi. Toblashdan maqsad austenitlanish jarayonida hosil bo'lgan donachalar hajmini saqlab qolishdir.

Metallografik tahlillar MX-4XC PLUS mikroskoplarida belgilangan tartiblarga asosan o'tkazildi. Ishlab chiqarishda foydalaniladigan po'latlarning mikrostrukturasini aniqlash uchun azot kislotasining etil spirtidagi 3%li eritmasidan, austenit struktura donachasini aniqlash uchun yuvish vositalarini qo'shish bilan pikrin kislotasi (trinitrofenol- $C_6H_2(NO_2)_3OH$)ning suvdagi to'yintirilgan eritmasidan foydalanilgan [2].

Bunda mikrostruktura natijalari quyidagicha bo'ldi, ya'ni, birinchi holatda (V_1) amalga oshirilgan qizdirish tezligi va toblash natijasida austenit donachalarining hajmi $25 \pm 3 \mu m$ ni tashkil etdi, ikkinchi holatda (V_2) esa amalga oshirilgan qizdirish tezligi va toblash natijasida austenit donachalarining hajmi $8 \pm 2 \mu m$ ni tashkil etgani kuzatildi [3].

Birinchi holatda austenitning nasllanishi joyi asosan yirik sementit chegaralari bo'ylab kuzatilgan bo'lsa, ikkinchi holatda esa sementit chegaralari va ferrit ichidagi nuqsonlar aniqlandi.

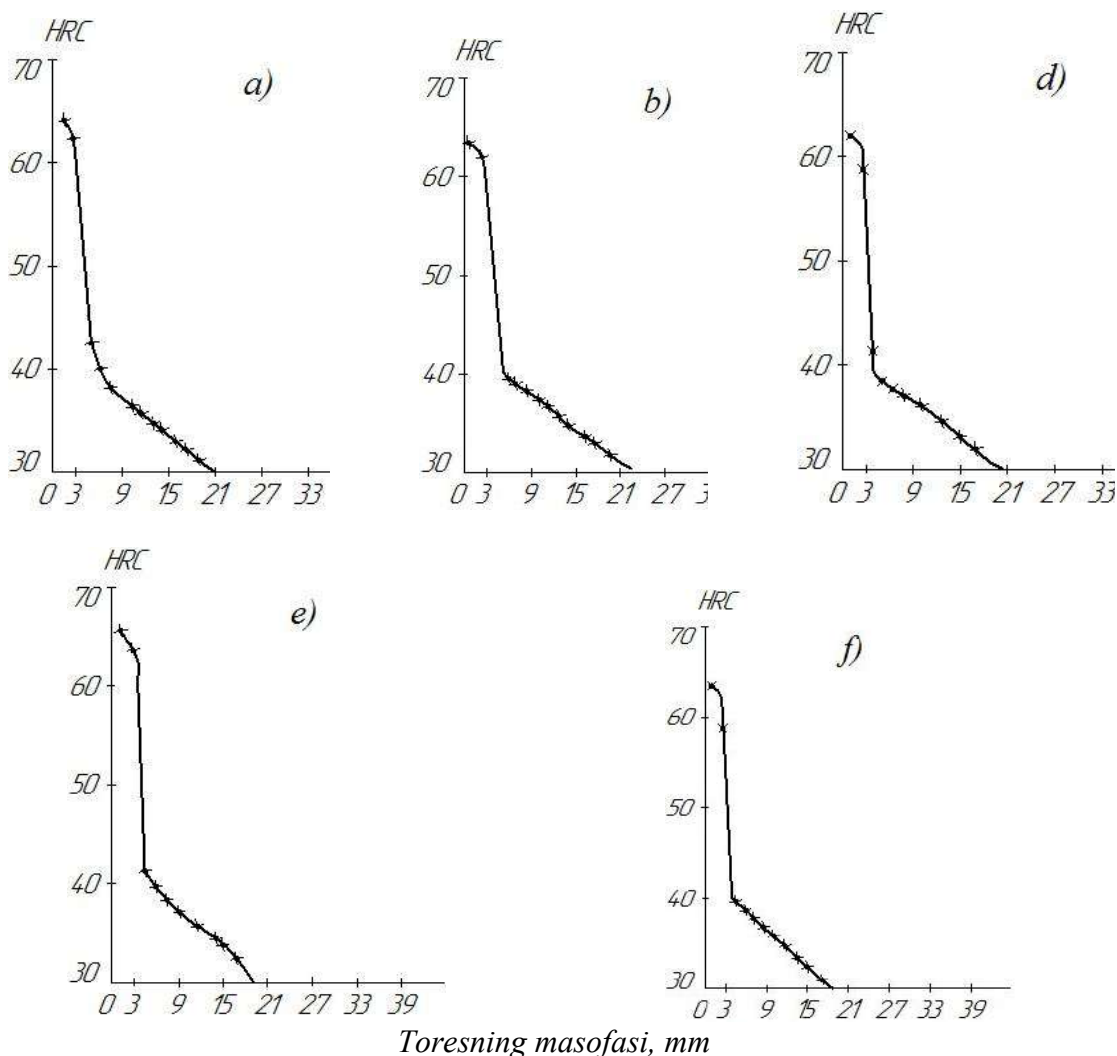
V_1 qizdirish natijasida yirik donachali martensit shakllanganligi aniqlandi, ikkinchi, ya'ni V_2 yuqori tezlikda qizdirishda esa ancha mayda donachali, bir xil martensit strukturasini bergan. Bu, tez qizdirish holatida austenit donachalarining soni ko'payganini va o'sish vaqti cheklanganligini tasdiqlaydi.

Termik ishlov berilgan po'latlarning qattiqligini aniqlash uchun HBRV-187.5 qattiqlik o'lchovchi jihozidan foydalanilganda V_1 qizdirish natijasida HV 450 ± 15 , V_2 qizdirish natijasida esa HV 530 ± 20 bo'ldi.

Toblanuvchanlikni aniqlashda toresli toblashning tahliliy usullaridan foydalanilgan hamda ularning fizik-mexanik xossalari, ekspluatatsion ko'rsatkichlarini aniqlashda davlat standartlari qo'llanildi [4].

Toblangan namunalarning mikrostrukturasini tadqiqot qilishda, qizdirish harorati ortishi bilan austenit donachasini martensit kristaliga mos holatdagi yiriklashishini ko'rsatadi. Yuqori haroratlarda qizdirilgandan so'ng, moy muhitida toblangan namunalar strukturasida martensitdan tashqari dastlabki austenit donachalarining chegaralari bo'ylab yupqa troostit to'ri kuzatildi.

Dastlabki haroratlarda qizdirilib toblab, oraliq bo'shatishdan so'ng namunalarni qayta takroriy qizdirib toblash 820°C haroratda GOST 5657-69ga muvofiq, namunalarning uchidan boshlab toblash o'tkazildi (1-rasm) [5].



1-rasm. 820° (a), 900° (b), 1000° (d), 1100° (e), 1200°C (f) bo'lgan turli haroratlarda dastlabki toblash ishlari amalga oshirilgan U8 markali po'latni oraliq bo'shatib toblashdagi toblanuvchanlik darajasini o'zgarish grafigi.

Tez qizdirish bilan toblangan namunalarning qattiqligi sekin qizdirish bilan toblangan namunalarga nisbatan sezilarli darajada yuqori ekanligi isbotlandi. Bu natija Hall-Petch qonuniga to'liq mos keladi: mayda donachali struktura materialning mustahkamligi va qattiqligini oshirishi aniqlandi.

Tez qizdirishda termodinamik haroratga yetmasdanoq, faza o'zgarishi kinetik talablar tufayli yuzaga keladi. Ushbu sharoitda austenitning nasllanishi uchun eng optimal joylar faqat sementit atrofida emas, balki ferrit donachalari ichidagi nuqsonlar (dislokatsiyalar) atrofida ham faollashadi. Bu esa nasllanish joylari sonining keskin oshishiga olib keladi va yakuniy donachalar o'lchamining kichiklashuviga sabab bo'ladi [6,7].

Dastlabki qizdirish tezligi po'latdagi faza o'zgarishlari kinetikasining hal qiluvchi parametri hisoblanadi. Tez qizdirish sharoitida austenitning nasllanishi tezligi oshadi, natijada katta miqdordagi mayda austenit donachalari shakllanadi. Bu donachalar yakuniy toblashdan so'nggi martensit strukturasida saqlanib qoladi.

Mayda donachali struktura Vickers qattiqligi kabi mexanik xossalarni V_1 rejimiga nisbatan V_2 rejimida 15% ga oshirishga imkon beradi.

Olingan natijalar sanoatda po'latga termik ishlov berish jarayonlarini, xususan, qizdirish tezligini nazorat qilish orqali kerakli mikrostruktura va mexanik xossalarga erishish uchun muhim amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR:

1. Асташенко В.И. Наследственность макро и микростроения в стальных заготовках деталей машин // Оборудование и технология термической обработки металлов и сплавов. Сб. докл. Международного конгресса «ОТТОМ-8» том 1. Хорьков 28 мая-1 июня 2007. Национальной научной центр ХТФМ ИИЦ «Контрист», 2007. – С. 117-122.
2. R. Tashmatov. Sovuq holatda shtamplash asboblarini chidamliligini oshirish uchun termik puxtalash texnologiyasini takomillashtirish // «Tipograff» MCHJ bosmaxonasida chop etilgan. 42-b.
3. D.M. Berdiev, A.A. Yusupov, R.K. Toshmatov, A.Kh. Abdullaev: Increasing Die Durability in Cold Stamping by Quenching with Intermediate Tempering | Russian Engineering Research. 42(10), 1011–1013 (2022). <https://doi.org/10.3103/S1068798X22100057>
4. D.M. Berdiev, M.A. Umarova, R.K. Toshmatov Phase and Structural Transformations of Structural Steels in Nontraditional Heat Treatment | Russian Engineering Research, 2021, vol. 41, no. 1, pp. 46–48. <https://link.springer.com/article/10.3103/S1068798X21010068>
5. Lazizbek Raufov, Darob Berdiev, Mahmuda Umarova, Ravshan Tashmatov, Zarip Sadullayev, Dustmurat Fazilov, Shokhida Khojibekova.: The Influence of High-Chromium Powder Coatings on Wear Resistance of Working Parts | SpringerLink. ICoRSE 2025, LNNS 1592, pp. 15–26, 2025. https://doi.org/10.1007/978-3-032-02508-1_2
6. Д.М. Бердиев, А.А. Юсупов, Р.К. Тошматов Увеличение стойкости штампов холодной штамповки методом закалки с промежуточным отпуском // Вестник машиностроения. – 2022. – № 7. – С. 61–64.
7. Д.М. Бердиев, Р.К. Тошматов, А. Х. Абдуллаев. Повышение стойкости штампов холодной штамповки закалкой с промежуточным отпуском // Литье и металлургия. – 2022. – № 3. – С. 91–93.

СОДЕРЖАНИЕ CONTENT

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ TECHNICAL SCIENCES

ТӨЛЕУБЕК ЗАРЕМА АҚБОЛАТҚЫЗЫ, КАЗИМОВА Д.А [ҚАРАҒАНДЫ, ҚАЗАҚСТАН] БІЛІМ БЕРУДІҢ ЦИФРЛЫҚ ТРАНСФОРМАЦИЯСЫ ЖАҒДАЙЫНДА АРАЛАС ОҚЫТУДЫ ЖЕТІЛДІРУ ("ИНФОРМАТИКА" ОҚЫТУ ПӘНІ РЕТІНДЕ).....	3
АЙНУР МОБИЛЬ ГАСЫМОВА [БАКУ, АЗЕРБАЙДЖАН] МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ МАССИВАМ В ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ JAVA.....	6
ЖУБАТЫРОВ САЯБЕК АЛПАМЫСОВИЧ [ОРАЛ, ҚАЗАҚСТАН] МҰНАЙ ҚҰБЫРЛАРЫНЫҢ ТОТТАНУҒА ТӨЗІМДІЛІГІН АРТТЫРУ ЖОЛДАРЫ.....	11
ЖУМАШЕВ МАНСУР ХУЗЫРАЙЕМОВИЧ [ОРАЛ, ҚАЗАҚСТАН] МАГИСТРАЛЬДЫҚ МҰНАЙ ҚҰБЫРЛАРЫ ЖАБДЫҚТАРЫНЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН БОЛЖАУДА ЦИФРЛЫҚ ТЕХНОЛОГИЯЛАР МЕН САПА ТЕТІКТЕРІН ПАЙДАЛАНУ.....	15
КАРТБАЕВ ГАМЗАТ БЕКТУРЛЫЕВИЧ [ОРАЛ, ҚАЗАҚСТАН] МАГИСТРАЛЬДЫҚ МҰНАЙ ҚҰБЫРЛАРЫНЫҢ ОҚШАУЛАУ ЖАБЫНДАРЫНЫҢ ҚАЛДЫҚ РЕСУРСЫН КАТОДТЫҚ ҚОРҒАУ ПАРАМЕТРЛЕРІ БОЙЫНША БАҒАЛАУ.....	18
МАМАЕВА АЙКЕН ТАЛГАТОВНА, ЖУБАНЫШЕВА АКТОРГЫН АЙДОСОВНА, КЕНЖЕҒАЛИ ДИНАРА ЕРБОЛАТҚЫЗЫ, ЗІКІРИЯ ӘСЕМ ТЕМІРХАНҚЫЗЫ, НУКЕНОВА С.А. [АЛМАТЫ, ҚАЗАҚСТАН] ФЕРМЕНТТІК БИОТЕХНОЛОГИЯНЫҢ ТАҒАМ САПАСЫН ЖАҚСARTУДАҒЫ РӨЛІ.....	21
РАСУЛОВ ДАВРОН БЕКТАШЕВИЧ, РАШИДОВ ПАТЧАХАН ЮЛДАШЕВИЧ, САТИЛХАНОВ ШУХРАТ АЛИШЕРҰЛЫ [КЕНТАУ, КАЗАХСТАН] РОБОТИЗАЦИЯ И КОЛЛАБОРАТИВНЫЕ РОБОТЫ (КОБОТЫ) В АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА.....	24
ДЖУМАРТБАЕВА НУРЖАМАЛ СЪЕЗДЖАНОВНА [КЕНТАУ, КАЗАХСТАН] ЭФФЕКТИВНОСТЬ СИСТЕМЫ НАСТАВНИЧЕСТВА В КЕНТАУСКОМ ПОЛИТЕХНИЧЕСКОМ КОЛЛЕДЖЕ: ОПЫТ СОТРУДНИЧЕСТВА С КЕНТАУСКИМ ТРАНСФОРМАТОРНЫМ ЗАВОДОМ.....	29
УТИБЕКОВ ДИАС САМИГУЛАҰЛЫ [УРАЛЬСК, КАЗАХСТАН] КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ АИ-95: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ СООТВЕТСТВИЯ СОВРЕМЕННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ.....	31
ЕРЛАНОВ ЕРНАЗ ЕРЛАНВИЧ, ШИНГУЖИЕВА А.Б. [ОРАЛ, ҚАЗАҚСТАН] “ӨНДІРІСТІК ҒИМАРАТТАРДЫҢ ТЕМІР КОНСТРУКЦИЯЛАРЫН ЖОБАЛАУ МӘСЕЛЕЛЕРІН ЗЕРТТЕУ”.....	38
АХАТОВА ДИАНА САМАТҚЫЗЫ [СЕМЕЙ, ҚАЗАҚСТАН] АБАЙ ОБЛЫСЫ, ҚАРАҒАЙЛЫ ШАҒЫН АУДАНЫНЫҢ 16-17 ТҰРҒЫН ҮЙ ЖОБАЛАРЫН ҚҰРЫЛЫС ОРНЫНА КӨШІРУДЕГІ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ.....	43
АБЮРОВ ЖАНДОС ЖУМАДИЛДАЕВИЧ, Б.ХУСАН [КАРАГАНДА, КАЗАХСТАН] ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ БУРЕНИЯ И ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	48



АБДУЛЛАЕВ АБДУМАННОН ХОЛДОРОВИЧ [ТОШКЕНТ, ЎЗБЕКИСТОН] ЕРГА ИШЛОВ БЕРУВЧИ
ПЛУГ ЛЕМЕХИНИНГ ИШЧИ ЮЗАСИГА ЕЙИЛИШГА БАРДОШЛИ ҚОПЛАМА ҚОПЛАШ БИЛАН ИШ
УНУМДОРЛИКНИ ОШИРИШ.....50

**BERDIYEV DAROB MURODOVICH, TASHMATOV RAVSHAN KOBILOVICH, ANARBAYEVA ZILOLA
ILXOMJON QIZI** PO'LATNING DASTLABKI QIZISHI JARAYONIDA NASLLANISH KINETIKASI VA
MIKROSTRUKTURAVIY O'ZGARISHLAR.....55



"IN THE WORLD OF SCIENCE AND EDUCATION"

Контакт

els.education23@mail.ru

Наш сайт

irc-els.com