7universum.com
UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научный журнал
Издается ежемесячно с декабря 2013 года
Является печатной версией сетевого журнала
Universum: технические науки

Выпуск: 10(127)

Октябрь 2024

Часть 2

Москва
2024

УДК 62/64+66/69
ББК 3
U55

Главный редактор:
Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук;

Члены редакционной коллегии:
Алланиязов Гуломжон Шерниязович, д-р философии техн. наук;
Горбачевский Евгений Викторович, канд. техн. наук;
Демин Анатолий Владимирович, д-р техн. наук;
Дехканов Зульфикахар Киргизбаевич, д-р техн. наук;
Звездина Марина Юрьевна, д-р. физ.-мат. наук;
Ким Алексей Юрьевич, д-р техн. наук;
Козьминых Владислав Олегович, д-р хим. наук;
Ларионов Максим Викторович, д-р биол. наук;
Манасян Сергей Керопович, д-р техн. наук;
Мажидов Кахрамон Халимович, д-р наук, проф;
Мартышкин Алексей Иванович, канд.техн. наук;
Мерганов Аваз Мирсултанович, канд.техн. наук;
Пайзуллаханов Мухаммад-Султанхан Саидвалиханович, д-р техн. наук;
Радкевич Мария Викторовна, д-р техн наук;
Романов Андрей Александрович, спец. по направлению гидрогеология и инженерная геология;
Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;
Старченко Ирина Борисовна, д-р техн. наук;
Усманов Хайрулла Сайдуллаевич, д-р техн. наук;
Юденков Алексей Витальевич, д-р физ.-мат. наук;
Фозилов Садриддин Файзуллаевич, д-р техн. наук;
Tengiz Magradze, PhD in Power Engineering and Electrical Engineering.

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 10(127). Часть 2., М., Изд. «МЦНО», 2024. – 72 с. – Электрон. версия печ. публ. – http://7universum.com/ru/tech/archive/category/10127

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2024.127.10

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2024 г.

Содержание

Статьи на русском языке **5**

Машиностроение и машиноведение **5**

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗРАБОТАННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО - СОЖ НА ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ 5
Негматов Сайибжан Садыкович
Юлчиева Сурайё Бахрамовна
Рахимов Хуршид Юлдашевич
Кучкарова Мунира Хусан кизи

ОБ ОРУЖИИ, ОСНОВАННОМ НА НОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ (ОНФП) 10
Толов Антон Владимирович
Николаев Сергей Евгеньевич

Металлургия и материаловедение **19**

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ТВЕРДОСТИ И СТАНДАРТНОГО ОТКЛОНЕНИЯ ПО ВИККЕРСУ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АМОРФНЫХ ЛЕНТ Fe-Si-C 19
Ахмедов Валик Ибрагим
Мамедов Фархад Шоллан
Шамилов Тебриз Гараджа
Исаева Аида Аждар
Askерова Гюнель Закир
Мусаева Садагат Магеррам

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ВОЛЬФРАМОВЫХ РУД ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОБЫЧИ 24
Хасанов Адхам Аманқулович
Туробов Шахриддин Насриддинович
Боймуродов Нажмиддин Абдукодирович
Хужакулов Амиржон Муродович

ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ФЛОТАЦИИ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ РУД 28
Шакаров Тулкин Исматович
Мухамедбаев Абдували Абдусаттарович
Матмусаев Илхом Курбоналиевич,
Рустамов Шерзод Шухратович

РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ВЫПУСКА СТАЛЬНЫХ МЕЛЮЩИХ ШАРОВ Ø50ММ ПО ГОСТ 7524-2015 НА ЛИНИИ ШПС 80-120 В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ АО «УЗМЕТКОМБИНАТ» 35
Шахобутдинов Рустам Эркинбаевич
Каримова Аноргул Рузимовна
Носиров Тулкин Нарзулла угли

Процессы и машины агроинженерных систем **39**

ОЦЕНКА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ВЫРАЩИВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА 39
Мулдабекова Баян Джаксилыковна
Кахоров Фахриддин Батурбекович

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ФРУКТОВ И ОВОЩЕЙ 42
Мулдабекова Баян Джаксилыковна
Иссаков Шокир Аллаберди угли
Садуллаев Джасур Мансур ўғли
Шингисов Азрет Утебаевич

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ПРОФИЛЯ КОПИРА РОТОРНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ РЕЗКИ МЫЛА АНАЛИТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ 45
Рузиев Исламбай Самандарович

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ РОТОРНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕЗКИ НЕПРЕРЫВНОГО МЫЛЬНОГО БРУСА 49
Рузиев Исламбай Самандарович

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ЦИФРОВИЗАЦИИ И ВНЕДРЕНИЕ УМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕХАНИЗАЦИЮ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА 54
Чимпаизов Фуркат Нахалович
Шингисов Азрет Утебаевич

Строительство и архитектура 57

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ УМНОЕ СЕЛО В АЗЕРБАЙДЖАНЕ 57
Акбарова Самира Мисирхан

СВЯЗЬ МЕЖДУ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ И ТЕРМИЧЕСКИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ПЕСКА И ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА ДАННЫЕ СВОЙСТВА 62
Ала Саид Мохамед Абдулмалек
Аль-Хаддад Ахмед Осман

СТАТЬИ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗРАБОТАННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО - СОЖ НА ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ

Негматов Сайибжан Садыкович
научный руководитель
Государственного унитарного предприятия «Фан ва тараккиёт»
Ташкентский государственный технический университет,
Академик АН РУз, Заслуженный деятель науки Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: amin_109@inbox.ru

Юлчиева Сурайё Бахрамовна
д-р техн. наук, ст. науч. сотр.,
ГУП «Фан ва тараккиёт»,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Рахимов Хуршид Юлдашевич
д-р философии по техническим наукам (PhD),
ст. научный сотрудник, докторант ГУП «Фан ва тараккиёт»,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент.

Кучкарова Мунира Хусан кизи
базовый докторант,
ГУП "Фан ва тараккиёт",
Ташкентский государственный технический университет
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

STUDY OF THE EFFECT OF THE DEVELOPED COMPOSITE - COOLANT ON SURFACE TENSION

Sayibjan Negmatov
Scientific Director
of the State Unitary Enterprise "Fan va tarakkiyot"
Tashkent State Technical University,
Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Honored Scientist The Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Surayo Yulchieva
Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher,
SUE "Fan va Tarakkiyot",
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Библиографическое описание: ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗРАБОТАННОГО КОМПОЗИЦИОННОГО - СОЖ НА ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. Негматов С.С. [и др.]. 2024. 10(127). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18372

Khurshid Rakhimov
Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD),
Senior Researcher, Doctoral student of the SUE "Fan va Tarakkiyot",
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Munira Kuchkarova
Basic doctoral student,
SUE "Fan va Tarakkiyot",
Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье исследованы влияние на поверхностное натяжение разработанных композиционных составов - СОЖ. Для разработки нового состава композиционного смазочно-охлаждающего жидкости, отвечаюшим всем параметрам, факторам и требованием металлургических заводов, нами были проведены исследования нескольких составов. Были получены 4-х видов составов СОЖ. Среды них "К-СОЖ-4" не уступает Германскому СОЖ марки "OSCAR". Разработанными нами композиционные смазочно-охлаждающие жидкости обладает высокими физико-химическими, антикоррозионными свойствами при концентрации 10%-водного раствора полностью защищает смазочно-охлаждающие жидкости от поражения как коррозионными, продлевая тем самым срок их эксплуатации. При выборах ингредиентов отходов производств достигли экономические эффективности и получили эмульгирующие, антикоррозионные, смазочно-охлаждающие жидкости. Хорошее смазывание обеспечивает плавное движение инструмента и уменьшает износ, а охлаждение предотвращает перегрев и деформацию заготовки. Улучшенные противоизносные, противозадирные и проникающие свойства разработанных композиционных СОЖ марки «К-СОЖ-4» увеличивают стойкость режущего инструмента в 1.5-2 раза, а отсутствие масел в составе избавляет от необходимости выполнять мойку деталей после обработки.

ABSTRACT

The article studies the effect of the developed composite compositions - coolants on the surface tension. To develop a new composition of the composite cutting fluid that meets all the parameters, factors and requirements of metallurgical plants, we conducted studies of several compositions. We received 4 types of cutting fluid compositions. Among them, "K-COOL-4" is not inferior to the German cutting fluid of the "OSCAR" brand. The composite cutting fluids developed by us have high physicochemical, anticorrosive properties at a concentration of 10% aqueous solution completely protects cutting fluids from damage by both corrosion, thereby extending their service life. When choosing ingredients of production waste, we achieved economic efficiency and received emulsifying, anticorrosive, cutting fluids. Good lubrication ensures smooth movement of the tool and reduces wear, and cooling prevents overheating and deformation of the workpiece. Improved anti-wear, anti-seize and penetrating properties of the developed composite cutting fluids of the K-SOZH-4 brand increase the durability of the cutting tool by 1.5-2 times, and the absence of oils in the composition eliminates the need to wash the parts after processing.

Ключевые слова: смазочно-охлаждающая жидкость, поверхностное-активное вещество, состав, химический реагент, соапсток, триэтаноламин, поверхностное натяжение, плотность, водородный показатель.

Keywords: cutting fluid, surfactant, composition, chemical reagent, soapstock, triethanolamine, surface tension, density, hydrogen index.

Введение. В настоящее время при всех видах механической обработки металлов в зоне контакта инструмента с заготовкой действуют мощные силы трения и выделяется большое количество тепла. Это приводит к ухудшению качества обработки поверхностей, ускоренному износу инструментальной оснастки и оборудования, изменению свойств и структуры обрабатываемого металла из-за перегрева. Чтобы избежать негативных последствий, при токарной и других видах металлообработки рекомендуется применение СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость). В самом термине заложены основные назначения использования СОЖ - смазывать и охлаждать. Современные технологии обработки материалов, оборудование высокой мощности позволяют проводить интенсивные процессы резания, выдавливания, прокатки, штамповки, сверления, шлифования и другие. Подводимая высокая мощность, высокие статические и динамические нагрузки вызывают разогрев деформируемых материалов, что может приводить к снижению качества обработки, к порче инструмента, оснастки и оборудования [1-2].

Цель исследования является разработки нового состава композиционного смазочно-охлаждающего жидкости, отвечаюшим всем параметрам, факторам и требованием металлургических заводов.

СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость) предназначены для смазки поверхностей трения, охлаждения режущего инструмента и обрабатываемой заготовки, облегчения процессов деформирования металла, своевременного удаления из зоны резания стружки и продуктов износа инструмента, а также для временной защиты изделий и оборудования от коррозии. Благодаря этому СОЖ в значительной

мере определяют экономичность и надежность работы многочисленной и разнообразной металлообрабатывающей техники, а именно: увеличивают стойкость режущего инструмента, улучшают качество изделий, снижают силы резания и потребляемую мощность [3].

В связи с этим нами были разработана эффективные составы композиционные смазочно-охлаждающие жидкости на основе местного и вторичного сырья.

Методика эксперимента. При исследовании поверхностных явлений на границе газ – жидкость наиболее часто используется метод, основанный на измерении поверхностного натяжения этой границы раздела, позволяющий, несмотря на его простоту, получить достаточно надежные данные [4].

Сталагмометрический метод или метод Харкинса (метод счета капель).

Суть метода заключается в том, что определяется вес капельки, которая отрывается от капилляра и удерживается силами поверхностного натяжения. В данном методе используется прибор сталагмометр. Он состоит из калиброванной бюретки, которая завершается толстостенным капилляром с отшлифованным концом. Капилляр – это самый важный элемент, т.к. капилляр должен равномерно смачиваться жидкостью.

Она (рис. 1.) представляет собой капилляр 1 диаметром 1-2 мм, нижний конец которого загнут вверх, а верхний переходит в шар 2 емкостью 1-2 мл, снабженный двумя метками. Выше верхней метки имеется кран 3. Сверху на капилляр надевают резиновый шланг с зажимом 4.

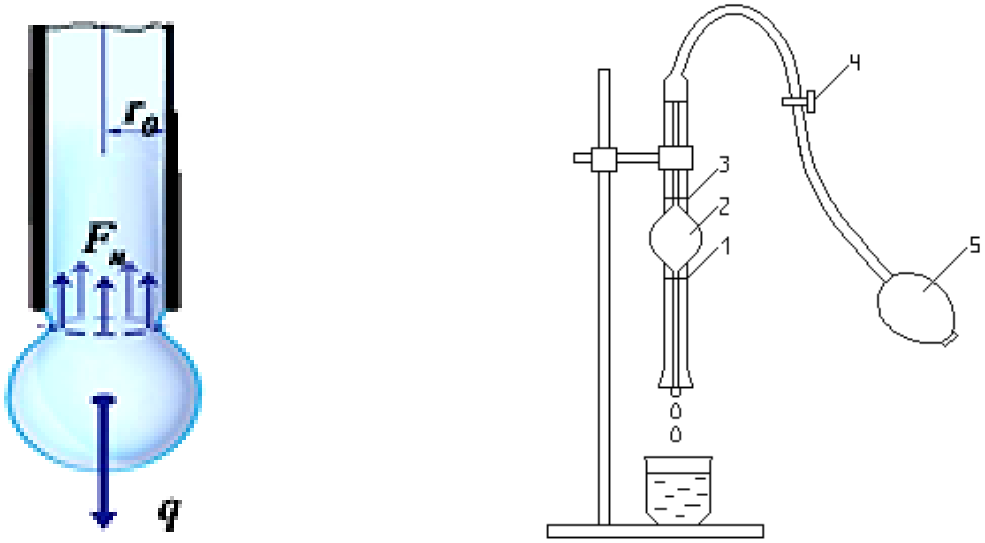


Рисунок 1. Пипетка Доннана

Ход работы. Сталагмометр закрепляем в штативе так, чтобы измеряемый капилляр был строго вертикален. В качестве стандартного раствора используем воду. Устанавливаем с помощью зажима скорость падения капель с интервалом: одна капля за 10–15 с. Набираем исследуемую жидкость в сталагмометр чуть выше верхней метки, после того как уровень жидкости опустится до верхней метки, начинаем счет капель и заканчиваем его после прохождения уровнем жидкости нижней метки. Количество капель, истекающих из капилляра от верхней метки до нижней, собираем в предварительно взвешенный бюкс. После каждого измерения проводим взвешивание бюкса с жидкостью и контролируем правильность измерений по сходимости веса жидкости в бюксе при параллельных измерениях. С каждой жидкостью проводим не менее трех параллельных измерений. По окончании работы сталагмометр промываем дистиллированной водой [5].

Результаты исследований и их обсуждение. Применяли сравнительный метод для определения поверхностного натяжения жидкости. Он заключается в том, что подсчитывают число капель n_0 эталонной жидкости, поверхностное натяжение σ_0 которой известно, и число капель n_x испытуемой жидкости с поверхностным натяжением σ_x. Поверхностное натяжение испытуемой жидкости вычисляют по уравнению [6]:

$$\sigma_x = \sigma_0 \frac{n_0\ \rho_x}{n_x\ \rho_0} \quad \text{или} \quad \sigma_x = 72{,}75\ \frac{n_0\ \rho_x}{n_x\ \rho_0}$$

где ρ_0 и ρ_X – плотность эталонной жидкости и испытуемой жидкости соответственно; 72,75 – поверхностное натяжение воды при 20 ^{0}C, дин/см.

Методы, которые используются в настоящее время, позволяют определить значения поверхностного натяжения с точностью до 0,01 мН/м и в редких случаях до 0,001 мН/м. При выборе метода по определению поверхностного натяжения должно учитываться следующее: точность результатов, нетрудоёмкость при проведении исследования и результаты должны быть пригодны для корреляции.

Основную роль играют: явление адсорбции, смачивания, изменение межфазного поверхностного

натяжения и т.д. Концентрация химического реагента влияет на поверхностное натяжение.

В таблице 1 показаны результаты сравнительного анализа поверхностного натяжения водного раствора разработанного композиционного СОЖ с составами процентными (10%) водными растворами и аналогично Германского производства СОЖ «ОСКАР».

Таблица 1.

Результаты определения поверхностного натяжения сталагмометрическим методом

Разработанные составы	Концентрация, %	Число капель			Среднее значение, n	$\sigma \cdot 10^3$, Н/м
		1	2	3		
1-состав	10	350	348	344	347	30,39
2-состав	10	366	365	363	364	28,98
3-состав	10	346	350	351	349	30,22
4-состав	10	380	380	376	378	27,90
Германский СОЖ «ОСКАР»	10	240	244	246	243	43,41

В лабораторных экспериментах определили поверхностное натяжения разработанных составов смазочно-охлаждающих жидкостей. Из четырёх образцов самым оптимальным составом было выявлено 4-состав. В 4-составе выявлено, что поверхностное натяжения 10% -ного водного раствора СОЖ составляет 27,90 Н/м и были лучшие результаты по сравнению с Германским СОЖ «ОСКАР», которые приведены в таблице 1 и рисунке 2.

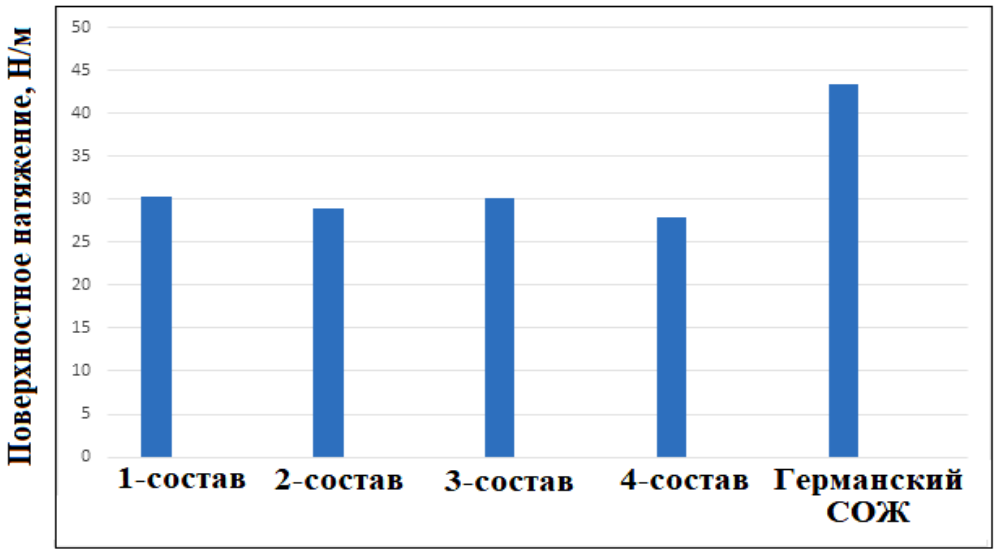


Рисунок 2. Поверхностное натяжение разработанных композиционных составов и аналог Германский СОЖ

Водорастворимые разработанные композиционные СОЖ характеризуются отличными охлаждающими свойствами и поэтому подходят для высокоскоростных режимов обработки металлов. Кроме того, они дают возможность получить рабочий раствор различной концентрации, что расширяет применяемость данного вида эмульгатора в металлообработке [7].

Например, одна и та же марка смазочно-охлаждающей жидкости может использоваться для черновой механической обработки в концентрации 2-5%, а при выполнении особо трудных операций (глубокого зенкования, сверления и пр.) - в повышенных концентрациях до 8%. Синтетические СОЖ с невысокой концентрацией 1,5-2,5% обычно выбирают для шлифовальных операций [8].

Далее нами были определены поверхностное натяжение выбранным 4-составом композиционного СОЖ на разных (5%, 8%, 10% и 12%) концентрациях.

Таблица 2.

Результаты определения поверхностного натяжения сталагмометрическим методом с выбранным оптимальным составом

Разработанные составы	Концентрация, %	Число капель			Среднее значение, n	$\sigma \cdot 10^3$, Н/м
		1	2	3		
4-состав	5	350	348	344	379	27,83
	8	366	365	363	392	26,91
	10	346	350	351	380	26,75
	12	380	380	376	342	30,84

В таблице видно, что из разных концентраций выбрали 10%-ного состава СОЖ (рис. 3), которое поверхностные натяжения показало 26,75 Н/м. Это активно используется в качестве смачивателей.

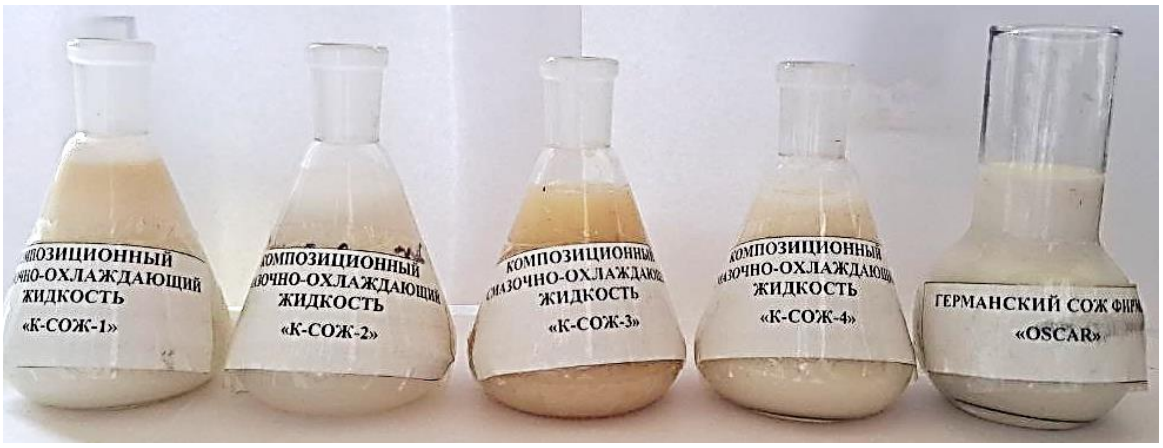


Рисунок 3. Изготовленные 10% ные разработанные композиционные составы СОЖ

Таким образом, разработанный композиционный СОЖ имеет смазочные, охлаждающие, промывочные и антикоррозионные свойства, а также при этом поверхности металла смывает всякие механические примеси и загрязнений.

Заключение. Для холодной обработки металлов давлением разработанные композиционный СОЖ на масляной основе со значительным содержанием различных присадок и смазочных добавок, придающих нужные эксплуатационные свойства - коррозионную устойчивость и износостойкость, хорошие противозадирные качества. Создаваемая защитная масляная пленка снижает трение, уменьшает дефекты и улучшает качество поверхности получаемой детали.

Список литературы:

1. Клушин М.И. Смазочно-охлаждающие жидкости для обработки металлов резанием: Рекомендации по применению // Под ред. М.И. Клушина. М.: НИИМАШ, 1979. 96 с.
2. Глушенков А.П. Прогнозирование технологической эффективности СОЖ по их функциональным свойствам // Известия вузов. Машиностроение. – 1978. – № 3. – С. 176-179.
3. Дубровский Ю.С. Техника применения смазочно-охлаждающих технологических сред в металлообработке // Ю.С. Дубровский, А.К. Маскаев. – Киев: Знание, 1986. – 20 с.
4. Фахрутдинов Б.Р. Изучение поверхностно-активных свойств неионогенных поверхностно-активных веществ / Б.Р. Фахрутдинов, О.А. Варанавская, Л.К. Хватова, Е.А. Лебедев, И.Н. Дияров» // Журнал прикладной химии. - 2001. - Т. Т. 74, Вып.8. - С. 1378-1381.
5. Абрамзон А.А., Гаевой Г.М. Поверхностно-активные вещества. Справочник, Химия, 1979. - 376 с.
6. Плохова С.Е. Саттарова Э.Д. Елпидинский А.А. Изучение поверхностных свойств композиционных реагентов. https://cyberleninka.ru/
7. Яблокова М.А., Бугров В.В., Хасаев Р.А. Современные технологии и оборудование для обезвреживания отработанных смазочноохлаждающих жидкостей // Известия СПбГТИ(ТУ). – 2014 – № 25. – С. 62– 66.
8. Кошенков В.Н., Плитман С.И., Корбакова А.И. Оценка индивидуального канцерогенного риска при контакте со смазочно-охлаждающими технологическими средствами // Медицина труда и промышленная экология. 2004. № 8. С.36-38.

DOI - 10.32743/UniTech.2024.127.10.18472

ОБ ОРУЖИИ, ОСНОВАННОМ НА НОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ (ОНФП)

Толов Антон Владимирович
офицер
отделения научных исследований
в области развития стрелкового оружия, боеприпасов,
приборов наблюдения, разведки и прицеливания
3 научного отдела
(исследования общих направлений и проблем развития вооружения,
автобронетанковой и специальной техники)
центра научно-технических исследований
Главного центра научных исследований Федеральной службы
войск национальной гвардии Российской Федерации,
РФ, г. Москва
E-mail: anton.tolov@mail.ru

Николаев Сергей Евгеньевич
офицер
отделения научных исследований
в области развития бронетанкового вооружения,
бронетанковой, автомобильной и специальной техники
3 научного отдела
(исследования общих направлений и проблем развития вооружения,
автобронетанковой и специальной техники)
центра научно-технических исследований
Главного центра научных исследований Федеральной службы
войск национальной гвардии Российской Федерации,
РФ, г. Москва

ABOUT WEAPONS BASED ON NEW PHISICAL PRINCIPLES

Anton Tolov
Officer of the Department
of Scientific research in the field of development of small arms,
ammunition, surveillance devices,
reconnaissance and aiming 3
of the scientific Department
(research of general directions and problems
of development of weapons,
armored vehicles and special equipment)
of the Center
for Scientific and Technical Research of the Main Center for Scientific Research of the Federal Service
of the National Guard of the Russian Federation,
Russia, Moscow

Sergey Nikolaev
Officer of the Department
of Scientific research in the field of development
of anti-tank weapons, armored, automotive and special equipment of the 3 of the scientific Department
(research of general directions and problems of development of weapons, armored vehicles and special equipment)
of the Center for Scientific and Technical Research of the Main Center for Scientific Research of the Federal Service
of the National Guard of the Russian Federation,
Russia, Moscow

Библиографическое описание: Толов А.В., Николаев С.Е. ОБ ОРУЖИИ, ОСНОВАННОМ НА НОВЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИНЦИПАХ (ОНФП) // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18472*

АННОТАЦИЯ

Цель статьи заключается в рассмотрении особенностей использования электричества для запуска снаряда. Был проведен анализ возможных вариантов электромагнитного оружия, а также стран – потенциальных обладателей данной технологии. Особое внимание уделяется характеристикам данного оружия. Определено, что данная технология требует большого количества энергии, а также снаряд должен обладать хорошей проводимостью, что было подтверждено многочисленными испытаниями.

ABSTRACT

The purpose of the article is to conssider the specifics of using electricity to launch a projectile. An analysis of possible options for electromagnetic weapons, as well as countries that are potential owners of this technology, was carried out. Special attention is paid to the characteristics of this weapon. It was determined that this technology requires a large amount of energy, and the projectile must have good permeability, which has been confirmed by numerouse tests.

Ключевые слова: электромагнитное оружие; пушка Гаусса; рельсотрон; технология; электрическая пушка; заряд; накопитель энергии.

Keywords: electromagnetic weapons, Gauss cannon, railgun, technology, electric cannon, energy storage.

Война – один из самых эффективных двигателей прогресса. Даже в современном мире оружие остается показателем технологических достижений, словно губка впитывая передовые разработки. Одним из таких изобретений является рельсотрон, претендующее на звание самого мощного не ядерного оружия в истории человечества.

Почти всю историю оружие опиралось на мускульную силу человека. Немного позже, с появлением огнестрельного оружия, главенствующее место занял порох, произведя переворот в вооружении. И видимо, очередная революция произойдет с приходом электромагнитного оружия.

Об использовании электричества для запуска снаряда начали задумываться еще в далеком 19 веке. Первым шагом в этом направлении стала «электрическая пушка» Бенингфилда (рисунок 1).

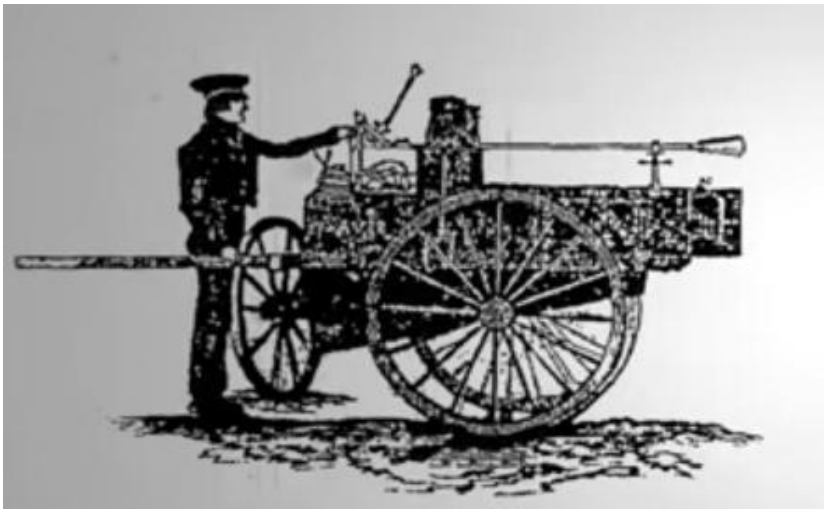


Рисунок 1. «Электрическая пушка» Бенингфилда

Данная пушка, стреляющая металлическими шариками, была способна пробить толстые деревянные доски [1].

Но только лишь в 1917 году, под самый занавес первой мировой войны, французский инженер Андре Виэпли предложил концепцию электрического аппарата для разгона снаряда, представлявший собой два параллельных медных рельса, помещенных внутрь ствола, поверх которого были навешаны катушки из провода, а по сути – первый рельсотрон (рисунок 2).

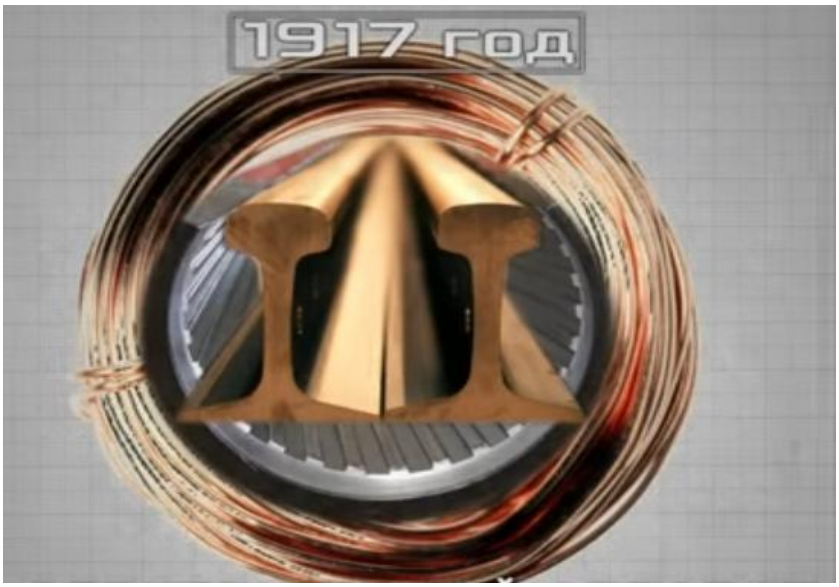


Рисунок 2. Концепция электрического аппарата для разгона снаряда

Тогда же, в 1917 году проводились испытания рабочей модели. Однако, сразу после окончания первой мировой войны, в 1918 году проект был заброшен.

Вместе с тем, ученый подал заявку на патент в США 1 апреля 1919 года и документ был уже выдан в июле 1922 года как патент на электрооборудование для метания снаряда. Проект остался не реализованным, однако, навсегда остался в умах военных.

Рассмотрим чем же так хорош рельсотрон.

Если говорить о его главном преимуществе то это скорость обстрела [6].

Обычный пороховой снаряд, даже в теории, ограничен скоростью в 2,5 километра в секунду, а на практике этот максимум составляет 2 километра в секунду. Стремительность полета снаряда электромагнитной пушки в теории не ограничено ничем. В этом его главное преимущество. Принцип работы рельсотрона состоит из двух параллельных электродов (тех самых направляющих рельсов). Разгоняемый снаряд также является проводником электричества и располагается между ними. Сила Лоуренса превращает электрическую энергию в кинетическую, выталкивая снаряд из пушки с гиперзвуковой скоростью (рисунок 3).

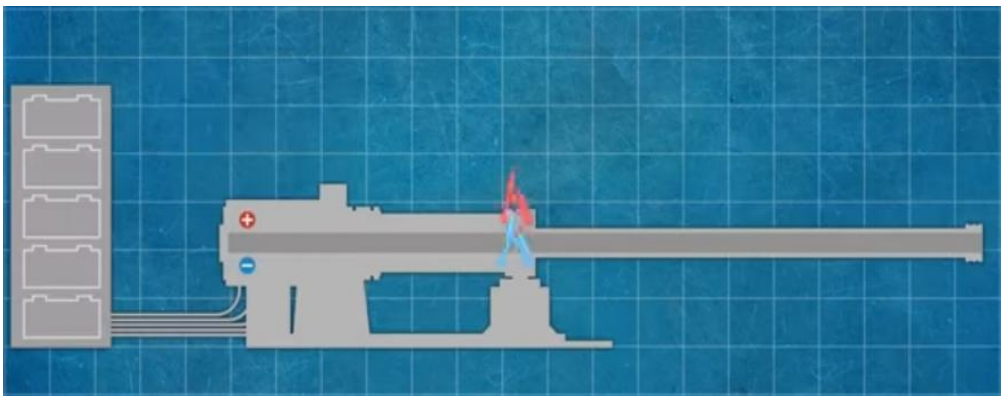


Рисунок 3. Принцип работы рельсотрона

В другом типе рельсотрона используется не проводящий снаряд. В этом случае дает разгон – реактивная струя.

Очень часто рельсотрон путают с пушкой Гаусса (рисунок 4). Многие уверены, что если они используют примерно одинаковые подходы и электрофизические законы для разгона снаряда, то они схожи. Но это не так [2].

Рисунок 4. Пушка Гаусса

В рельсотроне задействованы силы Лоуренса или реактивной струи, а в пушке Гаусса использованы электромагнитные поля [3] (рисунок 5, 6).

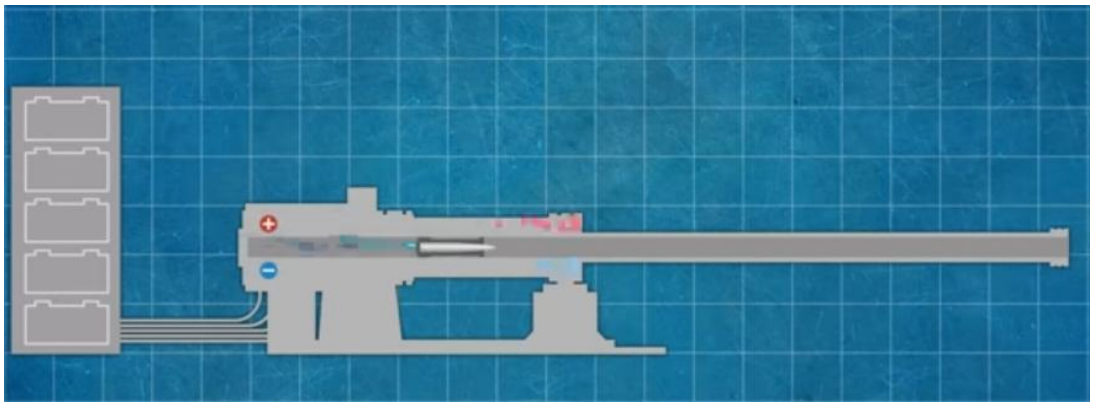


Рисунок 5. Сила Лоуренса в рельсотроне

Рисунок 6. Реактивная струя в рельсотроне

К тому же, у пушки Гаусса коэффициент полезного действия значительно ниже, чем у рельсотрона, примерно 2,5-3 километра в секунду [7]. По этому военными данный принцип для создания оружия не рассматривается. Средняя скорость снаряда рельсотрона сегодня 5-10 километров в секунду. Это в разы быстрее любого оружия с классической компоновкой на базе химического порохового взрыва. Казалось бы – идеальное оружие, что же мешает электромагнитной пушке воцариться на полях сражений?

После первой мировой войны разработки оружия поутихли, но одна страна стала крайне заинтересована в патентах француза Виэпли – это фашистская Германия.

Первые серьезные испытания, в военных целях, проводившиеся под командованием вермахта подтвердили проблемы, замеченные еще в прототипах – чрезмерное потребление электрической энергии [4]. Испытания зенитного рельсотрона, проводившиеся немцем Иохимом Хенслером в железнодорожном тоннеле в Баварии, дали четкое понимание о «прожорливости» этого оружия (рисунок 7).

Рисунок 7. Испытания зенитного рельсотрона

После войны экземпляр был захвачен американцами, которые проведя собственные испытания заявили, что каждому такому оружия нужно столько мощности, сколько потребуется, чтобы осветить половину Чикаго (рисунок 8).

Рисунок 8. Вариант захваченного рельсотрона американцами

Так, почти век спустя, за рельсотроном остаются проблемы.

Для изготовления его снарядов необходим материал с максимально возможной проводимостью. Ведь для создания движущей силы по рельсам пускается очень мощный моментальный разряд тока [8]. Если материал снаряда обладает недостаточной проводимостью – он может испариться в электромагнитной пушке под воздействием силы тока еще до выхода из пушки (рисунок 9).

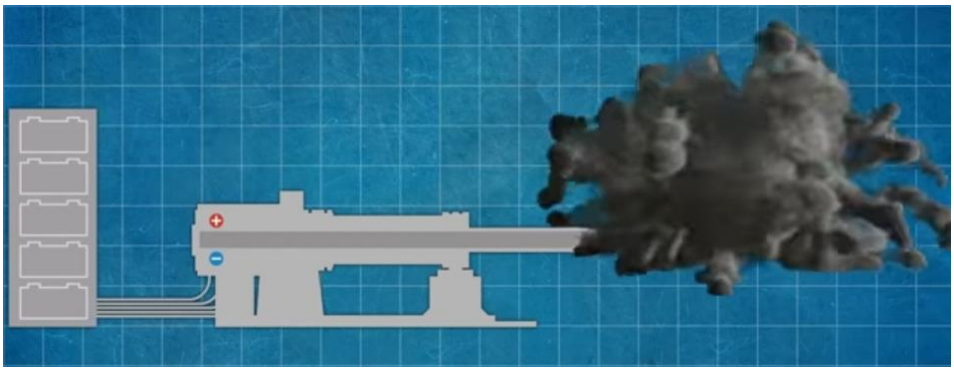


Рисунок 9. Взрыв в канале ствола под воздействием силы тока (недостаточная проводимость материала снаряда)

Но различные страны не оставляют попыток усовершенствовать технологию. Какая же ситуация сегодня?

Пока что пальма первенства в разработке рельсотрона остается за США. Так, компания General Atomics не так давно провела стрельбы из электромагнитного оружия собственной разработки – Blitzer (рисунок 10).

Рисунок 10. Электромагнитное оружие « Blitzer»

Это был первый в истории управляемый рельсотронный заряд [9]. Данный рельсотрон для стрельбы использует электрическую энергию, которая накапливается в специальных батареях сверхбыстрых конденсаторов. Подсчитано, что попадание такого снаряда весом 18-20 килограмм в авианосец произведет эффект ядерного удара. Но пока, на данном этапе снаряды несоизмеримо меньше. Один такой снаряд может пролететь 6,5 километров и пробить лист бронированной стали толщиной 3,2 сантиметра (рисунок 11).

Рисунок 11. Момент пробития бронированной стали

Рельсотроны, в последнее время, рассматриваются как альтернатива артиллерийскому оружию [10]. Так как при такой высокой скорости очень сложно их перехватить и засечь. К тому же, снаряд не нуждается во взрывчатом веществе из за кинетической энергии, достаточной для поражения цели. Сейчас эксперты компании General Atomics работают над накопителем HiEnergy, которые будет обеспечивать энергию выстрела в 10 мегаджоулей (рисунок 12).

Рисунок 12. Накопитель HiEnergy

В перспективе, такое мощное вооружение как рельсотронная артиллерийская система будет установлена на американские эскадренные миноносцы типа Зумволд (рисунок 13).

Рисунок 13. Американский эскадренный миноносец типа Зумволд

Также США ведут активную разработку унифицированного гиперзвукового снаряда HVP (рисунок 14), который уже проходит испытания стрельбой. Унифицированный он, потому что будет использоваться не только в рельсотронах, но и в обычных корабельных пушках разных калибров, которые хотят также оставить на эсминцах Зумволд. Снаряды HVP планируют сделать корректируемыми в полете, для чего их оснастят модулем точного наведения, работающим с системой GPS.

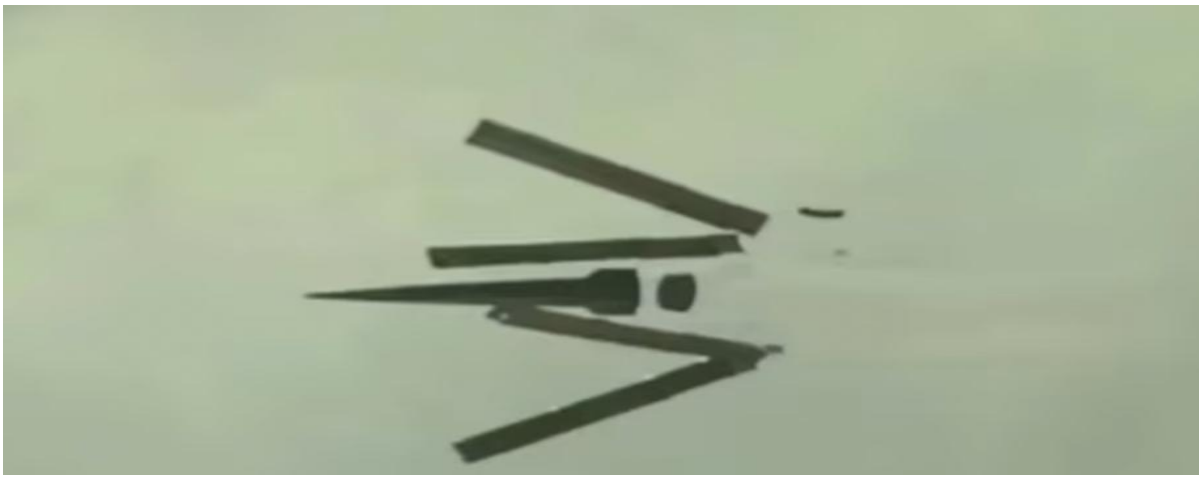


Рисунок 14. Унифицированный гиперзвуковой снаряд HVP

Такая эффективность заставляет другие страны запускать собственные разработки [5]. Например, в России исследователи объединенного института высоких температур РАН смогли создать рельсотрон с длиной ствола 2 метра, стреляющий снарядами массой в десятки граммов (рисунок 15).

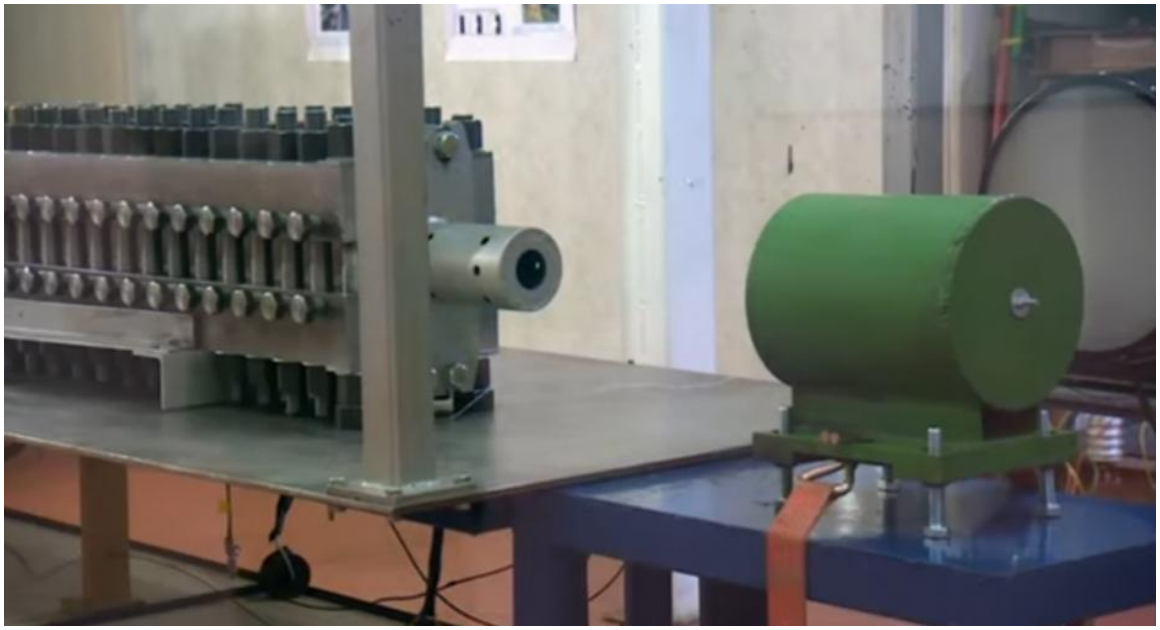


Рисунок 15. Рельсотрон объединенного института высоких температур РАН

В Российском изобретении предварительный разгон снаряда перед подачей в ствол позволяет получать дульную скорость выше чем у американских [11]. Снаряд весом в 3 грамма был разогнан до космической скорости в 6250 метров в секунду и при попадании в металлическую мишень испарил её (рисунок 16).

Рисунок 16. Попадание в металлическую мишень

Еще одним активным пользователем рельсотрона может стать Китай. Однако разработки у них находятся на стадии ранних экспериментов или только проектирования (рисунок 17).

Рисунок 17. Потенциальный обладатель электромагнитного оружия

К счастью, не все готовы использовать электромагнитную пушку в военных целях. В научном сообществе давно ходят идеи использовать его для защиты от астероидов и комет. Ведь мысль направлять такое смертоносное оружие не на друг друга, а на угрозы из вне – звучит более благоразумно.

Список литературы:

1. 1845 год Электрический пулемет. https://vk.com/wall489498153_2042.
2. Выстрел в будущее: пушка Гаусса своими руками. https://www.popmech.ru/diy/7864-vystrel-v-budushchee-pushka-gaussa-svoimi-rukami/.
3. Лабораторное оборудование. Пушка Гаусса. https://www.coilgun.eclipes.co.uk/experiments.html.
4. Андреев А.Н., Бондалетов В.Н. Индукционное ускорение проводников и высокоскоростной привод // Электричество.-1973.-№ 10. – С. 36-40.
5. Бондалетов В.Н., Иванов Е.Н., Калихман С.А., Пичугин Ю.П. Метание проводников в сверхсильном импульсном магнитном поле. Физика. Техника. Применение.- М., 1984 – С. 234-238.
6. Толов А.В., Руденко И.И., Башко А.Ю., Трофименко А.А. Обоснование оснащения войск национальной гвардии Российской Федерации перспективными и современными видами вооружения, военной и специальной техники применительно к определенным климатическим зонам Российской Федерации // Специальное периодическое издание «Альманах Пермского военного института войск национальной гвардии» № 4(12) – Пермь ПВИ ВНГ, 2023 – С. 95-103 – EDN SSAYOO.
7. Толов А.В., Руденко И.И., Жутов В.А. Актуальные вопросы оснащения войск национальной гвардии Российской Федерации, дислоцированных в Арктической зоне, современными видами оружия и боеприпасов к нему, адаптированных к арктическим условиям // Вестник Военной академии воздушно-космической обороны. Выпуск 7. В 2 г. Тверь: ВА ВКО, 2023. Т 2. Раздел 3. Военно-специальные науки. С. 22-25.
8. Толов А.В., Башко А.Ю., Трофименко А.А. Защита расчетов орудий полевой артиллерии от поражающего действия осколочных боеприпасов // Международный сборник научно-практических материалов «Перспективы совершенствования технической подготовки военнослужащих и сотрудников войск национальной гвардии Российской Федерации», Пермь ПВИ ВНГ, 2024 – С. 231-240.
9. Толов А.В., Трофименко А.А. Результаты анализа воздействия противника на объекты войск национальной гвардии Российской Федерации // Журнал «Вестник военной науки» Пермь ПВИ ВНГ, 2024 – С. 150-159.
10. Толов А.В., Леплявкин А.Н., Руденко И.И. Быстроразвертываемый защитный экран // Патент на полезную модель № 222702 от 17.01.2024 г.
11. Толов А.В., Трофименко А.А. Райнес А.А., Николаев С.Е., Леплявкин А.Н., Руденко И.И., Башко А.Ю., Толов В.В., Тимохин А.Э., Вивчарук Р.В. Программа обоснования оснащения вооружением войск национальной гвардии Российской Федерации применительно к климатическим зонам // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024662193 от 24.05.2024 года.

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

DOI - 10.32743/UniTech.2024.127.10.18454

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ТВЕРДОСТИ И СТАНДАРТНОГО ОТКЛОНЕНИЯ ПО ВИККЕРСУ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АМОРФНЫХ ЛЕНТ Fe-Si-C

Ахмедов Валик Ибрагим
доц. кафедры физики и химии
Азербайджанский архитектурно-строительный университет,
Азербайджан, г. Баку

Мамедов Фархад Шолпан
доц. кафедры физики и химии
Азербайджанский архитектурно-строительный университет,
Азербайджан, г. Баку

Шамилов Тебриз Гараджа
доц. кафедры физики и химии
Азербайджанский архитектурно-строительный университет,
Азербайджан, г. Баку

Исаева Аида Аждар
ст. преподаватель кафедры физики и химии
Азербайджанский архитектурно-строительный университет,
Азербайджан, г. Баку

Аскерова Гюнель Закир
преподаватель кафедры физики и химии
Азербайджанский архитектурно-строительный университет,
Азербайджан, г. Баку

Мусаева Садагат Магеррам
зав. лабораторией кафедры физики и химии
Азербайджанский архитектурно-строительный университет,
Азербайджан, г. Баку

THE POSSIBILITIES OF USING VICKERS HARDNESS MEASUREMENTS AND STANDARD DEVIATION FOR QUALITY CONTROL IN THE PRODUCTION OF Fe-Si-C AMORPHOUS RIBBONS

Valik Ahmadov
Associate Professor of the Department of Physics and Chemistry,
Azerbaijan University of Architecture and Construction,
Azerbaijan, Baku

Farhad Mammadov
Associate Professor of the Department of Physics and Chemistry,
Azerbaijan University of Architecture and Construction,
Azerbaijan, Baku

Tabriz Shamilov
Associate Professor of the Department of Physics and Chemistry,
Azerbaijan University of Architecture and Construction,
Azerbaijan, Baku

Библиографическое описание: ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ТВЕРДОСТИ И СТАНДАРТНОГО ОТКЛОНЕНИЯ ПО ВИККЕРСУ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ АМОРФНЫХ ЛЕНТ Fe-Si-C // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Ахмедов В.И. [и др.]. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18454*

Aida Isayeva
Senior Lecturer of the Department of Physics and Chemistry, Azerbaijan University of Architecture and Construction, Azerbaijan, Baku

Gunel Askerova
Lecturer of the Department of Physics and Chemistry, Azerbaijan University of Architecture and Construction, Azerbaijan, Baku

Sadaqat Musayeva
Laboratory Director of the Department of Physics and Chemistry, Azerbaijan University of Architecture and Construction, Azerbaijan, Baku

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются возможности использования измерений твердости по Виккерсу и стандартного отклонения (статистический анализ) для контроля качества при производстве аморфных лент с составом $Fe_{92}Si_6C_2$ и $Fe_{93}Si_6C_1$. Цель исследования — отслеживание микроструктурных изменений, возникающих в процессе производства аморфных лент, и их влияние на механические свойства. Измерения твердости по Виккерсу выбраны в качестве основного метода для определения однородности поверхности лент и качества микроструктуры. Расчет стандартного отклонения позволяет оценить изменения в процессе производства лент и показатели качества продукции. Было установлено, что эти измерения имеют важное значение для совершенствования системы контроля качества.

ABSTRACT

This article examines the possibilities of using Vickers hardness measurements and standard deviation (statistical analysis) for quality control in the production of amorphous ribbons with compositions $Fe_{92}Si_6C_2$ and $Fe_{93}Si_6C_1$. The aim of the study is to monitor the microstructural changes that occur during the production of amorphous ribbons and their impact on mechanical properties. Vickers hardness measurements were chosen as the main method for determining the uniformity of the ribbon surface and the quality of the microstructure. Calculating the standard deviation allows assessing changes in the ribbon production process and product quality indicators. It was established that these measurements are of significant importance for improving the quality control system.

Ключевые слова: Твёрдость по Виккерсу, аморфная лента, предел прочности, Стандартное отклонение.
Keywords: Vickers hardness amorphous ribbon, Strength limit, Standard deviation.

Введение

В проведенных исследованиях выявлены ряд механических свойств аморфных лент на основе Fe-Si-C, подчеркивающих их потенциал для различных применений. Исследования показывают, что предел прочности аморфных лент на основе Fe-Si-C (в среднем 2000 МПа) значительно выше, чем предел прочности традиционного кристаллического материала Fe-Si (400-600 МПа). Твердость аморфных лент на основе Fe-Si-C также особенно высока. В то время как твердость по Виккерсу для кремнистой стали составляет 150-200 HV, твердость аморфных лент на основе Fe-Si-C обычно достигает 900 HV, что значительно выше по сравнению с кристаллическими аналогами [1-5].

Аморфные ленты, включая ленты на основе Fe-Si-C, обладают рядом отличных механических свойств из-за своей некристаллической структуры:

- Аморфные ленты обычно обладают более высоким пределом прочности по сравнению с кристаллическими аналогами. Это связано с отсутствием границ зерен, которые являются слабыми местами в кристаллических материалах [6-10].
- Эти материалы демонстрируют высокую твердость. Отсутствие упорядоченной атомной структуры и наличие сильных межатомных связей увеличивают их твердость.
- Несмотря на высокий предел прочности и твердость, аморфные ленты могут быть относительно хрупкими. Они обладают низкой эластичностью и могут ломаться хрупко при определенных условиях.
- Модуль упругости аморфных лент обычно ниже, чем у кристаллических металлов. Это может влиять на их твердость и способность к эластической деформации.
- Аморфные ленты часто демонстрируют лучшую стойкость к износу благодаря высокой твердости и отсутствию границ зерен, что может быть преимуществом в применениях, где важна износостойкость [10-16].

Материалы и оборудование, используемые в исследовании

Представление экспериментальных данных. Испытание твердости по Виккерсу — это метод определения твердости материалов путем измерения

размера отпечатка, оставленного алмазным наконечником. Процедура включала следующие этапы:

Подготовка образцов- Для исследования были использованы образцы лент толщиной 20-30 микрометров с составом $Fe_{92}Si_6C_2$ и $Fe_{93}Si_6C_1$, синтезированные методом быстрого охлаждения (более 10^5-10^6 K/c), что обеспечило примерно 82% аморфную структуру. Для точных измерений твердости поверхности образцов (ID от S_1 до S_5) были подготовлены гладкие и ровные поверхности. Любые поверхностные дефекты были устранены путем полировки для обеспечения одинаковой испытательной площади.

Испытательное оборудование- Измерения проводились с использованием микротвердомера, оснащенного алмазным индендером Виккерса. Отпечаток был квадратным с углом между противоположными гранями 136 градусов.

Применение нагрузки- Нагрузка 100 грамм-сил (гФ) была приложена к индендеру на 10 секунд. Эта нагрузка подходит для тонких лент и обеспечивает четкий отпечаток без чрезмерной деформации или растрескивания.

Измерение отпечатка- После снятия нагрузки диагонали отпечатка на образце измерялись под микроскопом. Средняя длина диагоналей использовалась для расчета твердости.

Расчет твердости- Твердость по Виккерсу (HV) рассчитывалась по следующей формуле [14]:

$$HV = \frac{1{,}8544 \times F}{d^2}$$

где F – приложенная нагрузка в килограмм-силах (кгФ); d — средняя длина диагоналей в миллиметрах (мм).

Результаты твердости по Виккерсу для образцов лент с составом $Fe_{92}Si_6C_2$ и $Fe_{93}Si_6C_1$ (ID от S_1 до S_5) обобщены в таблице 1:

Таблица 1.

Результаты твердости по Виккерсу для образцов лент с составом $Fe_{92}Si_6C_2$ и $Fe_{93}Si_6C_1$ (ID от S_1 до S_5)

ID Образца	Твердость по Виккерсу (HV) для лент с составом $Fe_{92}Si_6C_2$	Твердость по Виккерсу (HV) для аморфных лент с составом $Fe_{93}Si_6C_1$
S_1	700 HV	680 HV
S_2	720 HV	700 HV
S_3	710 HV	690 HV
S_4	690 HV	670 HV
S_5	730 HV	710 HV

Анализ результатов

Для аморфных лент с составом $Fe_{92}Si_6C_2$ значения твердости по Виккерсу варьировались от 690 HV до 730 HV, среднее значение составило 710 HV. Для аморфных лент с составом $Fe_{93}Si_6C_1$ значения твердости по Виккерсу варьировались от 670 HV до 710 HV, среднее значение составило 690 HV. Этот относительно узкий диапазон показывает хорошую согласованность свойств материала среди различных образцов.

Аморфные материалы отличаются от кристаллических материалов тем, что атомы в них расположены случайным образом. При изучении этих материалов необходимо учитывать следующие особенности:

- Сильные межатомные связи: В аморфных материалах существуют сильные ковалентные или металлические связи между атомами. Эти связи очень прочно соединяют атомы друг с другом, увеличивая твердость материала. Сильные межатомные связи повышают механическую стойкость аморфного материала, обеспечивая его устойчивость к деформации.
- Отсутствие дислокаций: В кристаллических материалах имеются дислокации, то есть ошибки в упорядочении атомов. Эти дислокации являются слабыми местами материала и приводят к его легкой деформации под механическим воздействием. В аморфных материалах дислокаций нет, так как атомы расположены случайным образом, что обеспечивает их большую устойчивость к механическим воздействиям.
- Отсутствие границ зерен: В кристаллических материалах присутствуют границы зерен, которые являются слабыми местами и могут снижать твердость материала. В аморфных материалах границ зерен нет, они гомогенны и не имеют кристаллической структуры, что делает их более твердыми и устойчивыми.

Измерения твердости по Виккерсу и стандартное отклонение

Для оценки вариабельности свойств образцов было рассчитано стандартное отклонение измерений твердости для каждого образца. Было выявлено, что значения стандартного отклонения низки, что подтверждает однородность твердости среди образцов.

Стандартное отклонение — это статистическая мера, показывающая, насколько значения выборки отклоняются от среднего значения. Рассчитывая стандартное отклонение измерений твердости, можно оценить вариабельность среди образцов.

Низкое стандартное отклонение свидетельствует о том, что образцы были изготовлены при одинаковых условиях, обладают схожими структурными характеристиками и аналогичными механическими свойствами. Низкое стандартное отклонение для

аморфных материалов указывает на то, что атомы расположены случайным образом, но одинаковым образом, и механические свойства материалов близки друг к другу.

Расчет стандартного отклонения- Расчет среднего значения: Среднее значение выборки рассчитывается как сумма всех значений, деленная на их количество:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{x=1}^{n} x_i}{n}.$$

где $\bar{x}$ — среднее значение, x_i— каждое значение выборки, n — количество значений выборки.

Для аморфных лент (по таблице 1):

$$\overline{HV}_{\mathrm{Fe92Si6C2}} = 710, \overline{HV}_{\mathrm{Fe93Si6C1}} = 690$$

2. Каждое значение отклонения от среднего значения рассчитывается: $x_i - \bar{x}$.

Для состава **$Fe_{92}Si_6C_2$**:-10; 10; 0; -20; 20;

Для состава **$Fe_{93}Si_6C_1$**:-10; 10; 0; -20; 20.

3. Каждый квадрат отклонения рассчитывается:: $(x_i - \bar{x})^2$

Для состава **$Fe_{92}Si_6C_2$**:100; 100; 0; 400; 400;

Для состава **$Fe_{93}Si_6C_1$**: 100; 100; 0; 400; 400;

4. Сумма квадратов отклонений рассчитывается: $\sum_{x=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2$

Для состава $Fe_{92}Si_6C_2$:1000 ,

Для состава $Fe_{93}Si_6C_1$: 1000

5. Среднее значение суммы квадратов отклонений (дисперсия) находится:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{x=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n}$$

Для состава **$Fe_{92}Si_6C_2$**: 200 ,

Для состава **$Fe_{93}Si_6C_1$**: 200

6. Квадратный корень из дисперсии, то есть стандартное отклонение, рассчитывается:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{x=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n}}.$$

где σ-- стандартное отклонение, σ^2 -- дисперсия.

Для состава **$Fe_{92}Si_6C_2$**: 14,1 (1,99 %)

Для состава **$Fe_{93}Si_6C_1$**: 14,1 (2,04 %)

Низкое стандартное отклонение указывает на меньшую изменчивость данных и их более тесное сосредоточение вокруг среднего значения. Это означает, что данные более близки к среднему значению. Небольшое значение стандартного отклонения подтверждает однородность и схожесть образцов.

Результаты

1. Образцы аморфных лент с составами $Fe_{92}Si_6C_2$ и $Fe_{93}Si_6C_1$, прошедшие испытание на твёрдость по Виккерсу, продемонстрировали высокие и стабильные значения твёрдости во всех тестируемых образцах. Высокие значения твёрдости по Виккерсу аморфных материалов с составами $Fe_{92}Si_6C_2$ и $Fe_{93}Si_6C_1$ объясняются наличием в этих материалах сильных атомных связей, отсутствием дислокаций и границ зерен.

2. Низкое стандартное отклонение измерений твёрдости подтверждает одинаковую твёрдость образцов. Это указывает на то, что материал обладает однородными механическими свойствами с близкими значениями твёрдости. Темы стандартного отклонения и низкого стандартного отклонения играют важную роль в статистическом анализе и могут быть использованы для оценки различий в лентах. Результаты подтверждают возможность использования стандартного отклонения в процессах контроля качества при производстве аморфных лент.

Список литературы:

1. Abdullayev, A.P., Ahmadov, V.I. and Isayeva, A.A. Magnetic penetration investigation on the bands made of amorphous magnetically soft $(CoFe)_{75}Si_{10}B_{15}$ alloys under the thermal processing // International Journal of Modern Physics B – Sinqapur: – 2021.v.35, № 3.
2. İsayeva, A.A. , Məmmədov F.Ş., Musazadə İ.V., Musayeva S.M., Əhmədov, V.İ. and, Rafiev N.M., Fe-Si-C əsaslı maqnityumşaq amorf lentlərin ənənəvi kristallik Fe-Si (elektrotexniki polad) materiallarını əvəz etmə imkanları Международный научно-практический журнал // Endless Light in Science № 2/2 extra. Астана, Казахстан, 31 июля 2024.
3. Abdullayev, A.P., Ahmadov, V.I. Məmmədov F.Ş., Rafiev N.M., Isayeva A.A., $Fe_{92}Si_6C_2$ və $Fe_{93}Si_6C_1$ tərkibli amorf lent nümunələrinin alınması prosesinin optimallaşdırılması // Международный научно-практический журнал Endless Light in Science № 2/2 extra., Астана, Казахстан, 31 июля 2024.
4. Abdullayev A.P., İsayeva A.Ə., Əsgərova G.Z. Kobalt əsaslı ərintinin müvəqqəti köhnəlməsi Elmi əsərlər, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti, - Bakı: -2024, səh 39-44, № 1.
5. Абдуллаев А.П., Ахмедов В.И., Шамилов Т.Г., Мамедов Ф.Ш., Мусазаде И.В., Рафиев Н.М., Исаева А.А., Мусаева С.М., Аскерова Г.З., Джабирли Р.Д. Разработка технологии получения аморфных лент Fe-Si-C // Universum: технические науки: научный журнал. –Москва.- 2024. № 8(125). с. 56-60.
6. Panakhov T.M., Isaeva A.A., Rafiev N.M., Guseinov A.G. Magnetic Thermocouples Made of Co–Fe and Ni–Fe Permalloys. // Journal Technical Physics, - Moscow, - 2019, № 7, - p. 1053–1055. https://DOI:10.1134/S1063784219070181
7. Rafiyev, N.M. Peculiarities of Surface Crystallization of AMA Crystallization of Amorphous Ribbon from the Contact Side // International Journal of Science Research, - 2016.v.5, p.7.

8. Rafiyev, N.M. Effects of heat treatment on some magnetic properties of amorphous alloys containing $(Fe\text{-}Ni)_{1-x}\ M_x$ (M=Si, B). // Zeitschrift für Naturforschung A ZNA, - 2022. v. 77 iss:08
9. Askeland, D.R., Wright, W.J. (2015). The Science and Engineering of Materials. Cengage Learning. p. 949.
10. Abbaschian, R., Abbaschian, L. Reed-Hill. R.E. (2009). Physical Metallurgy Principles. Cengage Learning.
11. Akihisa Inoue, Koji Hashimoto Amorphous and Nanocrystalline Materials: Preparation, Properties, and Applications January 2001 DOI: 10.1007/978-3-662-04426-1 ISBN: 978-3-642-08664-9
12. Bhadeshia, H.K. D.H. Steels: Microstructure and Properties. Butterworth-Heinemann. (2001).
13. Bresson , L., Harmelin, M. and Calvayrac, Y. Mechanical Properties of the Amorphous Alloy $Fe_{78}B_{13}Si_9$ Zeitschrift für Physikalische Chemie March 30, 1988 https://doi.org/10.1524/zpch.1988.157.Part_1.189.
14. Callister, W.D., & Rethwisch, D.G. Materials Science and Engineering: An Introduction. John Wiley & Sons. (2017). p. 975.
15. Christopher, A.S., Hufnagel, T.C., & Ramamurty, U. (2007). Mechanical behavior of amorphous alloys. Acta Materialia, 55(12), p.4067-4109.
16. Rafiyev N.M, Ahmadov V.I, Isaeva A.Ə. Prospects to use amorphous Fe–Ni–Si–B ribbons in contactor cores // Ukrainian Journal of Physics-2023, T.68, № 3

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Фонда Науки Азербайджана Грант № AEF-MQM-QA-2-2023-3(45)-05/01/1-M-01

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ВОЛЬФРАМОВЫХ РУД ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОБЫЧИ

Хасанов Адхам Аманкулович
доцент, зав. кафедры Горное дело,
Алмалыкский филиал
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: adhamhasanov122@gmail.com

Туробов Шахриддин Насриддинович
доцент,
Навоийский государственный горно-технологический университет,
Республика Узбекистан, г. Навои

Боймуродов Нажмиддин Абдукодирович
ст. преподаватель кафедры Горное дело,
Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши
E-mail: najmiddinboy-94@mail.ru

Хужакулов Амиржон Муродович
доц. кафедры Горное дело,
Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши

MODERN METHODS OF TUNGSTEN ORE ENRICHMENT TO INCREASE MINING EFFICIENCY

Adkham Khasanov
Associate Professor,
Head of the Department of Mining,
Almalyk branch of Tashkent State Technical University,
Uzbekistan, Almalyk

Shahriddin Turobov
Associate Professor,
Navoi State Mining and Technology University,
Navoi, Uzbekistan

Najmiddin Boymurodov
Senior Lecturer, Department of "Mining",
Karshi Engineering-Economic Institute,
Uzbekistan, Karshi

Amirjon Khujakulov
Associate Professor of the Department of "Mining",
Karshi Engineering-Economic Institute,
Uzbekistan, Karshi

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрены современные методы флотационного обогащения вольфрамовых руд, с акцентом на гравитационные и флотационные процессы, используемые для извлечения вольфрамита и шеелита. Описаны результаты применения комбинированных технологий для переработки руд с низким содержанием вольфрама. Проведен анализ существующих методов обогащения, сопровождаемый диаграммами и графиками, демонстрирующими их эффективность. Особое внимание уделено перспективам совершенствования процессов переработки комплексных руд, направленных на извлечение сопутствующих ценных компонентов, таких как молибден, висмут и медь.

Библиографическое описание: СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБОГАЩЕНИЯ ВОЛЬФРАМОВЫХ РУД ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОБЫЧИ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Хасанов А.А. [и др.]. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18317*

ABSTRACT

In this article, modern methods of flotation enrichment of tungsten ores are considered, with an emphasis on the gravity and flotation processes used for extracting wolframite and scheelite. The results of applying combined technologies for processing ores with low tungsten content are described. An analysis of existing enrichment methods is conducted, accompanied by diagrams and graphs demonstrating their effectiveness. Particular attention is paid to the prospects for improving the processing of complex ores aimed at extracting associated valuable components such as molybdenum, bismuth, and copper.

Ключевые слова: вольфрамовые руды, обогащение, гравитация, флотация, вольфрамит, шеелит, молибденит, гидрометаллургия, комбинированные технологии.

Keywords: tungsten ores, concentration, gravity, flotation, wolframite, scheelite, molybdenite, hydrometallurgy, combined technologies.

Введение. Вольфрамовые руды играют ключевую роль в мировой металлургической промышленности благодаря высокому содержанию оксида вольфрама (WO_3) и его уникальным свойствам. Различные виды вольфрамовых руд, такие как вольфрамитовые, шеелитовые и комплексные молибденит-вольфрамитовые руды, требуют применения специализированных технологий обогащения. Основная сложность переработки заключается в высоком содержании примесей и наличии вольфрама в различных минеральных формах (шеелит, вольфрамит, тунгстит и другие). В статье представлены усовершенствованные методы глубокого обогащения вольфрамовых руд, включая современные гравитационные и флотационные технологии, которые обеспечивают более эффективное извлечение вольфрама, даже при низком содержании WO_3.

Анализ литературы:

В мировой практике переработки вольфрамовых руд применяется широкий спектр технологий, среди которых наиболее перспективными считаются гравитационные и флотационные методы. Исследования таких авторов, как Иванов А.В. и Петров П.С., подчеркивают эффективность комбинированного использования этих методов при переработке руд с низким содержанием вольфрама. Их работы показывают, что традиционные гравитационные методы могут приводить к значительным потерям вольфрама, особенно в виде шламов, что ограничивает их применение. В то же время, исследования западных ученых демонстрируют потенциал флотационных технологий для повышения извлечения вольфрама, особенно из шеелитсодержащих руд.

Введение флотационного обогащения позволило перерабатывать тонковкрапленные шеелитовые руды с содержанием WO_3 в пределах 0,05-0,1%, которые ранее считались забалансовыми и не подлежали переработке традиционными методами. Благодаря флотации стало возможным извлечение нескольких видов концентратов из комплексных руд, что увеличило экономическую эффективность переработки. Сегодня шеелитовые руды обрабатываются по комбинированным гравитационно-флотационным схемам или чисто флотационным, в зависимости от состава и характеристик руды.

Особенности переработки трех типов вольфрамовых руд — вольфрамитовых, шеелитовых и комплексных молибденит-вольфрамитовых — представлены в статье. Богатые вольфрамитовые концентраты подвергаются электромагнитной сепарации, однако полученная электромагнитная фракция может содержать примеси, такие как железистая цинковая обманка, висмутсодержащие минералы и арсенопирит. Для их удаления применяется магнетизирующий обжиг, который увеличивает магнитную восприимчивость сульфидов железа и способствует удалению вредных примесей, таких как сера и мышьяк, в виде газообразных оксидов, что улучшает качество вольфрамовых концентратов.

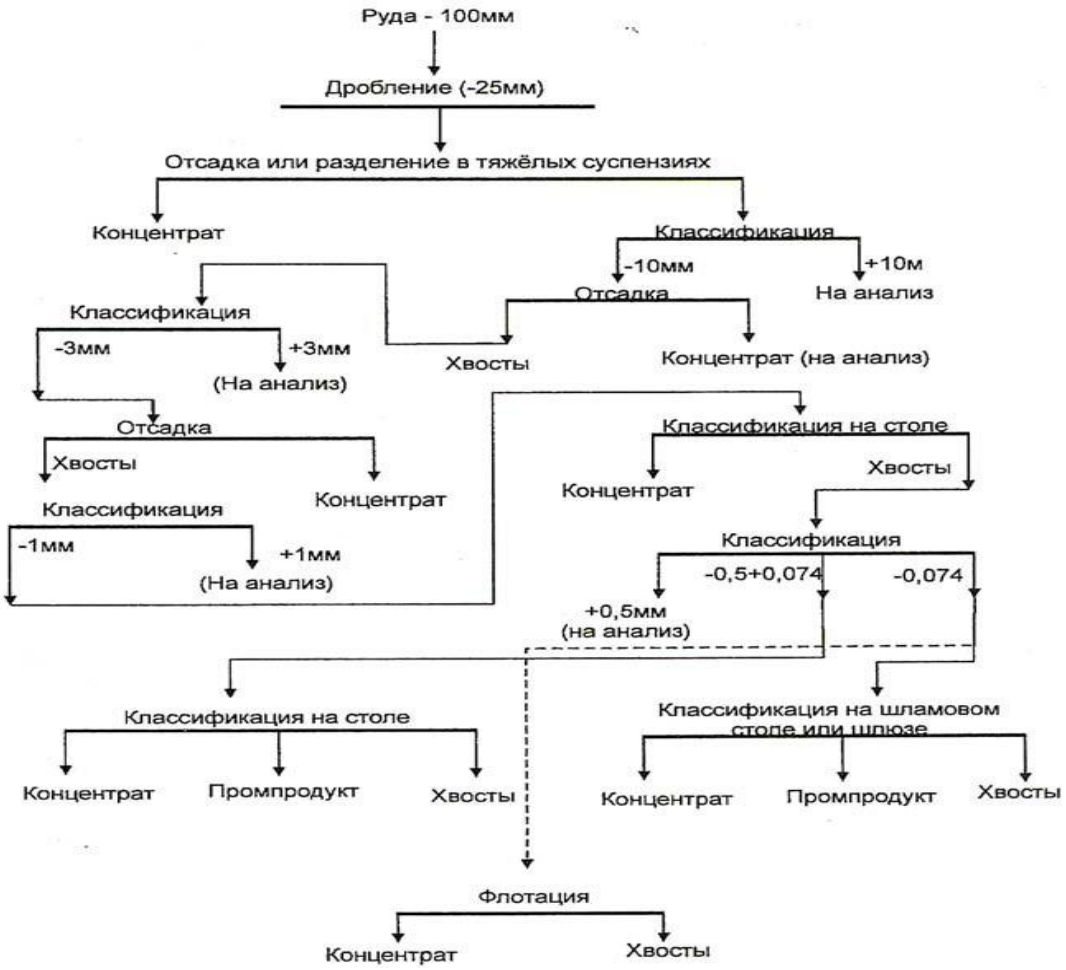


Рисунок 1. Принципиальная схема обогащения вольфрамитовых руд

Методы исследования: В исследовании применялись следующие методы:

1. Гравитационное обогащение на винтовых сепараторах, шлюзах и концентрационных столах.
2. Флотационное обогащение с использованием жирных кислот и ксантогенатов.
3. Магнитная сепарация для удаления примесей.
4. Автоклавное содовое выщелачивание концентратов для повышения извлечения оксида вольфрама [3-4].

Оборудование:

- Винтовые сепараторы Бартлз-Мозли.
- Полиуретановые гидроциклоны диаметром 75 мм.
- Магнитные сепараторы слабого и сильного поля [5-6].

Формулы и расчеты:

Формула для расчета извлечения металла:

$$E = \frac{M_{\text{конц}}}{M_{\text{руда}}} \cdot 100\%$$

где: E – извлечение металла в концентрат, %;

$M_{\text{конц}}$ – масса концентрата, кг;

$M_{\text{руда}}$ – масса исходной руды, кг;

Результаты и обсуждения: На основе проведённых экспериментов и полупромышленных испытаний получены следующие результаты (см. Таблицу 1 и Рис.2):

Тип руды	Метод обогащения	Содержание WO_3 в концентрате, %	Извлечение WO_3, %
Вольфрамитовая руда	Гравитация	18,10	28,90
Шеелитовая руда	Флотация	16,30	18,50
Комплексная молибденовая	Гравитация+Флотация	17,35	47,40

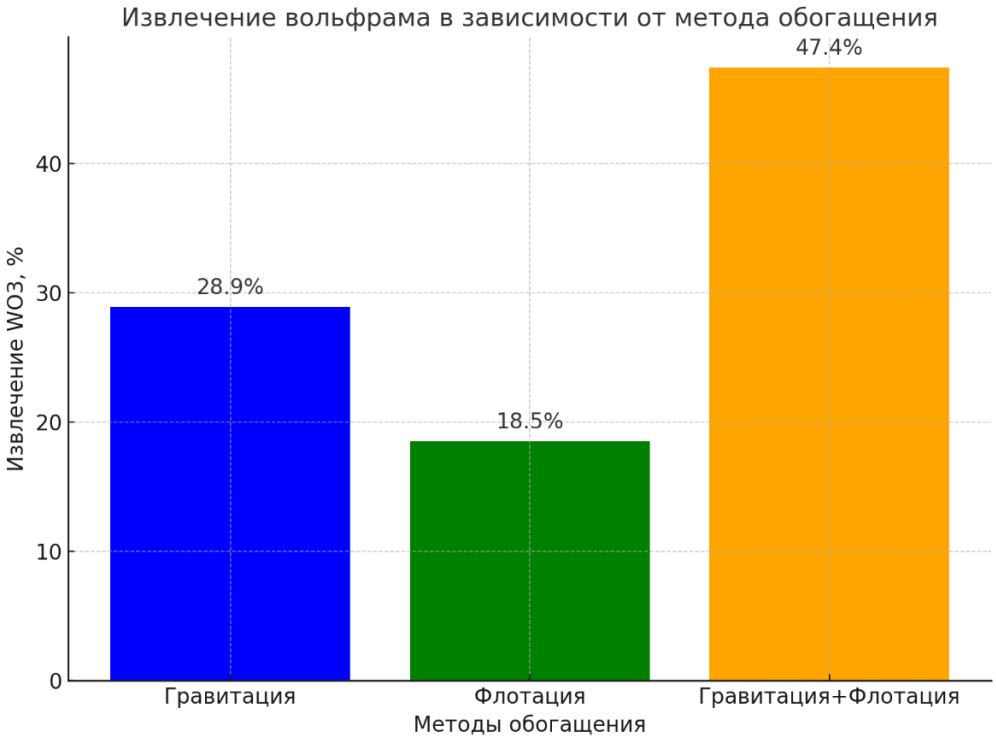


Рисунок 1. Диаграмма извлечения вольфрама в зависимости от метода обогащения

Гравитационные методы обогащения оказываются наиболее эффективными для извлечения крупных частиц вольфрамита, благодаря различиям в плотности минералов. Однако, для тонковкрапленных шеелитовых руд флотационные процессы показывают значительно более высокие результаты, поскольку они позволяют избирательно отделять шеелит от других минералов. Комплексное использование гравитационных и флотационных технологий обеспечивает оптимизацию процесса обогащения, что в конечном итоге ведет к значительному увеличению общего извлечения вольфрама из руд различного состава.

Заключение. На основе представленных данных можно заключить, что комбинированные методы гравитационно-флотационного обогащения вольфрамовых руд являются наиболее перспективными для переработки руд с низким содержанием оксида вольфрама (WO_3). Эти методы обеспечивают более высокое извлечение вольфрама за счет сочетания преимуществ гравитационного разделения крупных частиц и эффективности флотации для тонковкрапленных минералов. Дополнительно, использование магнитной сепарации и автоклавного выщелачивания способствует высокому извлечению сопутствующих ценных компонентов, таких как молибден, висмут и медь, что повышает общую экономическую рентабельность процесса.

Дальнейшие исследования следует направить на оптимизацию существующих технологий для более эффективной переработки комплексных руд, что позволит улучшить извлечение ценных компонентов и повысить экономическую целесообразность таких операций.

Список литературы:

1. Борисенко Л.Ф., Делицын Л.М. Перспективы расширения комплексного использования руд вольфрама. Обзор / М.: «Геоинформмарк», 2000.
2. Harris, D.C., & Senanayake, G. (2017). The chemistry and technology of tungsten: new perspectives. Advances in Materials Science and Engineering, 2017, 1-17.
3. Yuan, S., Liu, Z., & Zhou, Y. (2018). Recent advances in efficient separation and recovery of rare metals. Journal of Cleaner Production, 197, 196-208.
4. Fuerstenau, M.C., Jameson, G.J., & Yoon, R.H. (2007). Froth flotation: A century of innovation. SME.
5. Шодиев, А., Боймуродов, Н., Хужакулов, А., Равшанов, А., & Нарзуллаев, М. (2024). Исследование и обоснование технологии получения полуфабрикатов и вольфрама в металлическом виде из промышленных отходов. Молодые ученые, 2(1), 107-112.
6. Murodovich, X.J. A., & Abduqodirovich, B.N. (2024). O‘ZBEKISTONDA VOLFARAM MINERAL XOM ASHYO BAZASI VA UNING ASOSIY MUAMMOLARI. Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности, 2(1), 40-45.

DOI - 10.32743/UniTech.2024.127.10.18371

ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ФЛОТАЦИИ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ РУД

Шакаров Тулкин Исматович
канд. техн. наук, доц. кафедры «Металлургия»
Филиала Национального исследовательского технологического университета "МИСИС" в г. Алмалык,
Республика Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: shakarovtulkin@gmail.com

Мухамедбаев Абдували Абдусаттарович
канд. техн. наук, доц.,
директор ООО“ANTENN-BRANCH”,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: sciencecemtech@mail.ru

Матмусаев Илхом Курбоналиевич
магистр,
начальник ПТО
медно-обогатительная фабрика №2 АО “Алмалыкский ГМК”,
Республика Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: i.matmusaev@ agmk.uz

Рустамов Шерзод Шухратович
магистр, главный инженер
медно-обогатительная фабрика №2 АО “Алмалыкский ГМК”,
Республика Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: sh.rustamov@agmk.uz

POSSIBILITIES FOR INTEGRATED PROCESSING OF COPPER-MOLYBDENUM ORES FLOTATION WASTES

Tulkin Shakarov
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Metallurgy
Branch of the National University of Science and Technology "MISIS" in Almalyk,
Uzbekistan, Almalyk

Abduvali Mukhamedbaev
Candidate of Technical Sciences,
“ANTENN-BRANCH” LLC,
Uzbekistan, Tashkent,

Ilkhom Matmusaev
Master,
Copper Processing Plant No.2 of Almalyk MMCJSC,
Republic of Uzbekistan, Almalyk

Sherzod Rustamov
Master,
Copper Processing Plant No.2 of Almalyk MMCJSC,
Republic of Uzbekistan, Almalyk

Библиографическое описание: ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ФЛОТАЦИИ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ РУД // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Шакаров Т.И. [и др.]. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18371*

АННОТАЦИЯ

Рассматриваются вопросы извлечения железосодержащих компонентов из флотоотхода медно-молибденовых руд МОФ-2 АО «Алмалыкский ГМК». Показана, что методом магнитной сепарацией можно извлечь магнитную фракцию из отхода флотации медно-молибденовых руди получить на её основе сплав железа с показателем микротвердости равным 280 НВ. Также рассмотрены перспективы применения отхода флотации медно-молибденовых руд в качестве глинистого компонента сырьевой смеси при производстве портландцементного клинкера ив качестве активной минеральной добавки к портландцементу, которые позволят расширению ассортимента используемых техногенных отходов в строительной индустрии и оздоровлению экологической обстановки в зоне промышленных предприятий.

ABSTRACT

The issues of extracting iron-containing components from the flotation waste of copper-molybdenum ore MOF-2 of Almalyk MMC JSC are considered. It has been shown that using the magnetic separation method it is possible to extract the magnetic fraction from the flotation waste of copper-molybdenum ores and obtain on its basis an iron alloy with a microhardness index of 280 HB. The prospects of using copper-molybdenum ore flotation waste as a clay component of the raw material mix turein the production of Portland cement clinker and as an active mineral additive to Portland cement, which will expand the range of man-made waste used in the construction industry and improve the environmental situation in the industrial enterprises area, are also considered.

Ключевые слова: флотация, медно-молибденовая руда, железосодержащие компоненты, техногенные отходы, портландцементный клинкер.

Keywords: flotation, copper-molybdenum ore, iron-containing components, man-made waste, portland cement clinker.

Введение

Узбекистан располагает крупными запасами полезных ископаемых, в том числе медно-молибденовых руд. Крупные предприятия, как Навоийский и Алмалыкский горно-металлургические комбинаты являются флагманами горнорудной промышленности Узбекистана. Однако, несмотря на используемые передовые технологии, в горно-металлургическом производстве образуются огромное количество отходов, содержащие полезные компоненты.

Накопленные объемы медьсодержащих техногенных минеральных ресурсов практически соответствуют объемам полезных ископаемых, поставленных на баланс месторождений. Отходы горно-металлургических производств содержат ценные компоненты минерального сырья, позволяющие отнести их к техногенным месторождениям как объектамкомплексного использования сырья. Для их повторной переработки не требуются затраты, связанные с добычей руды и рудоподготовкой [1].

К особенностям данного вида сырья можно отнести и его легкодоступность. Хвосты флотации находятся на поверхности, залегают компактно и, соответственно, как было отмечено выше, не требуют больших затрат на добычу, т.е. отпадает трудоемкий и дорогостоящий процесс - извлечение пород из монолитного массива (проходка буровзрывных скважин, заряжание и взрывание, экскавация породы и т.д.). При обогащении полезных ископаемых на подготовительные процессы отводится около половина всех производственных затрат [2].

Нельзя упускать из виду и тот факт, что утилизация отходов производства является реальным шансом общества в сохранении природной среды и ее ресурсов.

Если рассматривать деятельность действующих обогатительных фабрик горно-металлургического комплекса, можно увидеть направленность предприятий на извлечение ценных компонентов, относящихся к цветным металлам. В хвостохранилище предприятий отправляются отходы перерабатываемой руды в огромных количествах, в том числе содержащие металлы и черной металлургии [3, 4]. К таким отходам относятся и рассматриваемые нами отходы флотации медно-молибденовых руд. Особенно этот вопрос актуален для регионов, где отсутствуют источники сырья для черной металлургии.

По данным [5], вовлечение забалансовой окисленной руды в производство меди значительно увеличивают сырьевые базы обогатительных фабрик и медеплавильного завода АГМК. Пробы забалансовых окисленных руд месторождения «Кальмакыр» на более чем 90 % представлены породообразующими минералами. Рудообразующие элементы в пробах исходной руды месторождения представлены железом и серой. Количество железа находится на уровне до 6-7 %. Преобладает железо в окисленной форме. Массовая доля серы составляет 0,74 %. Порядка 30 % серы находится в сульфатной форме. Оставшаяся сера входит в состав сульфидных минералов.

Попутное извлечение железа наряду с металлами цветной металлургии рассмотрены во многих работах. Однако, эти работы посвящены химическому обогащению железных руд с переводом железа в растворимое состояние, его извлечение из раствора с помощью фосфорорганического комплексона, обработку полученного осадка с последующими промывкой, сушкой и прокаливанием [6], извлечению железа из железосодержащих материалов с высоким содержанием железа типа пыли из электродуговой печи путем смешивания железосодержащего материала и углеродного материла, растворение в полимера в гигроскопическом растворителе с добавлением карбоната кальция и алюмосиликатного связующего [7], извлечению алюминия и железа из золошлаковых отходов обработкой раствором серной кислоты с экстракцией алюминий содержащих компонентов

в раствор и выделения магнитной фракции содержащей железо многократной классификацией и магнитной сепарацией [8], извлечению железосодержащих компонентов из техногенного материала тонкого класса с добавлением магнетитовых частиц и полиоакриамида [9], извлечению железа при технологии биоокисления золотосульфидного сырья переводом железа в жидкую фазу пульпы биокека, которое отмывают методом противоточной декантации (ПТД), а потом из слива ПТД получают железа [10,11].

Итак, приведенный обзор показывает сложность извлечения железосодержащих компонентов на предприятиях горно-металлургических производств.

Руды месторождения «Сары-Чеку» и «Кальмакыр», перерабатываемые на МОФ-2 АО «Алмалыкский ГМК», представлены в основном кварц-пирит-халькопиритовой, пирит-халькопиритовой, кварц-молибденовой и молибденовой ассоциациями. Главные рудные минералы месторождения - пирит (среднее содержание его в руде 5,32 %) и халькопирит (1,37 %). Технологический процесс переработки медного сырья включает трех стадийное дробление до крупности 92 % класса – 16 мм, двухстадийное измельчение руды до крупности 60 % класса - 0,071 мм, коллективную медно-молибденовую флотацию руды, включающую основную и контрольную флотацию и две перечистки коллективного медно-молибденового концентрата, сгущение коллективных рудных концентратов и складирование хвостов фабрики на объединенное хвостохранилище.

Процесс флотации осуществляется в механических и пневмомеханических флотомашинах. Пенный продукт основной флотации направляется на 2-х кратную перечистку концентрата, а хвосты ее – на контрольную флотацию, хвосты контрольной флотации являются отвальными при обогащение руды.

В процессе измельчения медно-молибденовых руд в шаровой мельнице образуется железный скрап из-за износа мелющих шаров и бронефутеровки мельниц. Железный скрап представляет собой мелкодисперсное, в значительной степени окисленное железо. Основными компонентами магнитной фракции в перерабатываемых медно-молибденовых рудах являются примесное железо из-за износа оборудования и железо в виде минералов.

Кроме того, в настоящее время возрастает интерес к изысканию новых видов сырья для производства цементов, в частности, способного полностью или частично заменить глинистый компонент в составе сырьевой шихты для получения портландцементного клинкера и доступной, недефицитной минеральной добавки к цементу [12]. Флотационные отходы медно-молибденовых руд так же представляют определенный интерес для производства строительных материалов. По данным химического анализа рассматриваемые отходы флотации медно-молибденовых руд МОФ-2 АО АГМК состоит в основном из оксида кремния (63,0-64,8 мас. %), оксида алюминия (около 16,0 мас. %), оксида железа (3,66-6,27 мас. %), оксида магния (2,12-2,15 мас. %), оксида кальция (1,69-2,47 мас. %), оксида серы (1,48-1,65 мас. %). Содержание щелочных оксидов натрия и калия соответственно 0,90-0,96 мас. % и 7,36-7,56 мас. %. По содержанию основных составляющих оксидов их можно отнести к перспективным источникам вторичного сырья для производства портландцементного клинкера.

Концепция устойчивого развития горно-перерабатывающей промышленности нацелена в первую очередь на решение задач в области охраны окружающей среды. Основой концепции при этом является переход на безотходное производство. Переход на безотходную технологию для любого предприятия должен состоять из двух этапов. На первом этапе перерабатываются ранее образовавшиеся в процессе производства отходы. На втором этапе организуется безотходная, комплексная технология переработки.

Цель данного исследования: оценка возможности комплексной переработки флотоотходов медно-молибденовых руд МОФ-2 АО «Алмалыкский ГМК».

Задачи исследования:

а) оценка возможности извлечения железосодержащих компонентов из отходов флотации методом магнитной сепарации,

б) оценка возможности применения отходов флотации при производстве портландцемента в качестве глинистого компонента сырьевой смеси клинкера и активной минеральной добавки для улучшения свойств.

Оценка возможности извлечения железосодержащих компонентов из отходов флотации методом магнитной сепарации

Методы исследования

Химический анализ флотоотхода и полученного на основе концентрата железного сплава, проводили по общепринятой методике.

Магнитную сепарацию проводили в лабораторных условиях с применением постоянного магнита напряженностью в 0,1 Тс.

Полученную магнитную фракцию расплавили в лабораторной печи. Образец полученного железного сплава подвергали химическому анализу.

Микротвердость полученного металла определяли в трех точках на приборе ИТР 60/150 – АМ (твердомер Роквелла, шкала В).

Микроструктуру железного сплава исследовали на металлографическом микроскопе LABO-MET 1 и исследовательской программе TOUP-VEW на образцах, полученных с применением ручного шлифовально-полировального станка МоРао–Ев металлографической лаборатории АФ НИТУ «МИСИС».

Величину зерен кристаллов определяли по ГОСТ 5639.

Результаты и обсуждение

Химический состав хвостов флотации медно-молибденовых руд и продуктов магнитной сепарации отходов флотации приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Химический состав хвостов флотации медно-молибденовых руд и продукта магнитной сепарации

Компоненты	Содержание, мас. %	
	Хвосты флотации	Магнитная фракция
SiO_2	67,24	33,89
TiO_2	0,32	0,46
Al_2O_3	13,75	9,43
$Fe_2O_{3общ.}$	3,90	44,21
$Fe_{металл.}$	0,02	4,00
Cr_2O_3	0,02	0,06
CaO	2,13	1,39
MgO	2,12	2,11
MnO	0,07	0,06
Na_2O	0,75	0,75
K_2O	5,62	2,80
P_2O_5	0,14	0,08
$S_{общ}$	0,62	0,56
V	0,02	0,09
Co	<0,05	<0,05
Cu	0,09	0,15
Zn	<0,02	0,02
Rb	0,02	0,01
Sr	0,01	<0,01
Zr	<0,01	<0,01
Mo	<0,01	<0,01
Sb	<0,05	<0,05
Ba	0,05	<0,05
Pb	<0,01	<0,01
CO_2	1,50	-
Сумма	**98,39**	**100,07**

Из приведенных данных видно, что при содержании в флотоотходе трехвалентного железа 3,90 мас. %, его содержание в полученном магнитном концентрате достигает 44,21 мас. %, а содержание металлического железа соответственно 0,02 и 4,0 мас. %.

Следует отметить, что магнитную сепарацию проводили в лабораторных условиях с применением постоянного магнита напряженностью в 0,1 Тс.

Полученную магнитную фракцию расплавили в лабораторной печи. Образец полученного железного сплава подвергали химическому анализу (табл. 2).

Таблица 2.

Химический состав образца железосодержащего сплава

Наименование элемента	C	Mn	Si	S	P	V	W	Cr	N	Mo	Ni	Fe
Массовая доля %	>1,5	0,035	0,105	>0,1	0,025	0,119	0,064	0,031	0,084	0,03	0,024	97,8

Примечание. Элементы с массовой долей меньше 0,02 % не указаны.

Микроструктура железного сплава (рис. 1) представлена мелкозернистым перлитом. По границам перлитных зерен видны кристаллы цементита средней длины 0,009 ÷ 0,01 мм и средней ширины 0,005 мм. Величина зерна 7-8мм по ГОСТ 5639.

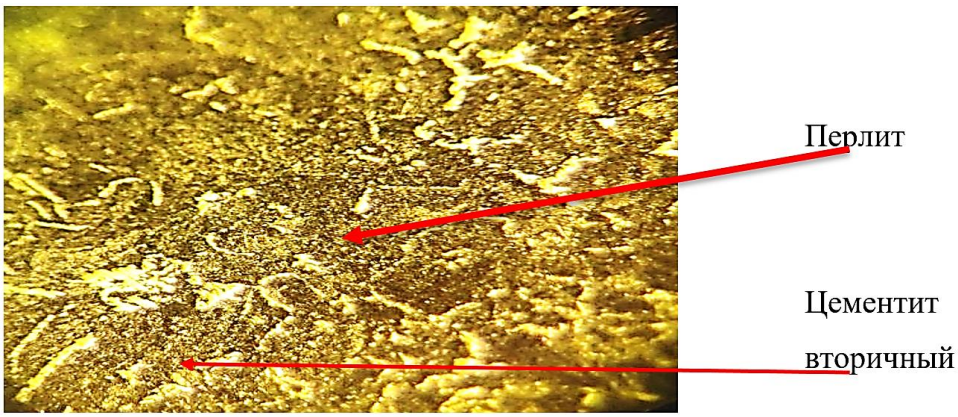


Рисунок 1. Перлит с цементитом, х200

Микротвердость металла соответствует 280 НВ.

Оценка возможности применения отходов флотации при производстве портландцемента в качестве глинистого компонента сырьевой смеси клинкера и активной минеральной добавки для улучшения свойств

Материалы и методы

Техническое решение возможности использования в качестве минеральной добавки не только различных природных пуццолановых пород, но и техногенных отходов металлургических производств, накопленных в отвалах, занимающих тысячи гектар земли и загрязняющих окружающую среду, создавая значительную экологическую проблему, приведены в работах авторов [13 - 15].

Учитывая то что, эффективным способом повышения активности минеральной добавки считается её термоактивация [16], нами была проведена термоактивация отхода флотации медно-молибденовых руд МОФ-2 в температурном интервале 700-900°С с изотермической выдержкой при конечной температуре в течении 3 ч.

Пуццоланическую активность термоактивированной добавки определяли по количеству поглощенного CaO из насыщенного раствора гидроксида кальция $Ca(OH)_2$ с добавлением одного грамма при нагревании по методике ГОСТ 25592-2019.

Расчеты состава трех- и четырехкомпонентной сырьевой смеси портландцементного клинкера проводили по общепринятой методике [17].

Сырьевые смеси были обожжены при температурном интервале 1300 – 1420 °С с выдержкой при конечных температурах в течение 30 мин. Определение содержания несвязанной извести ($CaO_{св}$) в обожженных продуктах сырьевых смесей проводили спиртово-глицератным методом [18].

Результаты и обсуждение

Расчеты состава трех- и четырехкомпонентной сырьевой смеси портландцементного клинкера (табл. 3 и 4), показали возможность получения клинкера с содержанием основных минералов в нижеприведенных приделах (мас. %): трехкальциевый силикат (C_3S) от 51,8 до 65,2; двухкальциевый силикат (C_2S) от 13,1 до 25,1; трехкальциевый алюминат (C_3A) от 7,5 до 7,9 и четырехкальциевый алюмоферрит (C_4AF) от 13,7 до 15,4.

Такому химическому и минералогическому составу сырьевой смеси и клинкера можно прийти при содержании в сырьевой шихте известнякаот 78,5 до 79,5 мас. %, отхода флотации медно-молибденовых руд от 16,6 до 17,4 мас. % и железосодержащей добавки от 3,9 до 4,1 мас. %.

Сырьевые смеси были обожжены при температурном интервале 1300 – 1420 °С с выдержкой при конечных температурах в течение 30 мин. На продуктах обжига определяли содержание несвязанной извести ($CaO_{св}$), полученные анализы дали возможность определения оптимальной температуры обжига сырьевых смесей, т.е. по содержанию $CaO_{св}$ менее 2 мас. % (табл. 5). В зависимости от состава сырьевой шихты оптимальная температура обжига сырьевых смесей составила 1380-1420 °С.

Таблица 3.

Расчетный вещественный и химический состав сырьевой смеси

№ п/п	Состав шихты, мас.%				кН	Модули		Расчетный химический состав сырьевой смеси, мас.%						
	известняк	флото отход	лесс	ж.с.д.		n	p	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	п.п.п.
1	78,5	17,4	-	4,1	0,87	2,0	1,2	14,4	4,0	3,3	42,8	1,0	0,6	33,9
2	78,8	17,1	-	4,1	0,89	2,0	1,2	14,2	3,9	3,2	43,0	1,0	0,6	34,1
3	79,2	16,9	-	3,9	0,91	2,0	1,2	14,0	3,9	3,2	43,2	1,0	0,6	34,2
4	79,5	16,6	-	3,9	0,93	2,0	1,2	13,8	3,8	3,1	43,4	1,0	0,6	34,4
5	78,9	13,6	4,2	3,3	0,93	2,1	1,3	13,9	3,7	2,9	43,4	1,0	0,5	34,6

Таблица 4.

Расчетный химический и минералогический состав клинкера

№ п/п	Расчетный химический состав клинкера, мас.%						кН	Модули		Расчетный минералогический состав клинкера, мас.%			
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3		n	p	C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF
1	21,8	6,0	4,9	64,8	1,5	0,9	0,87	2,0	1,2	51,8	25,1	7,6	15,4
2	21,8	5,9	4,9	65,2	1,5	0,9	0,89	2,0	1,2	56,2	21,0	7,6	15,2
3	21,3	5,9	4,8	65,6	1,5	0,9	0,91	2,0	1,2	60,5	17,0	7,5	14,9
4	21,1	5,8	4,7	66,1	1,5	0,9	0,93	2,0	1,2	64,6	13,1	7,5	14,7
5	21,2	5,7	4,4	66,3	1,5	0,8	0,93	2,1	1,3	65,2	13,2	7,9	13,7

Таблица 5.

Степень усвоения извести

Номера смесей	Содержание $CaO_{св.}$ в обожженных пробах, мас. %			
	1300 °C	1350 °C	1380 °C	1420 °C
1	5,8	2,2	1,9	1,1
2	11,1	1,9	1,5	1,2
3	15,5	2,7	1,8	1,3
4	18,2	3,7	1,0	0,8
5	12,6	2,9	1,5	1,1
АО «Бекабадцемент»	8,8	5,0	3,7	2,2

Рисунок 2. Пуццоланическая активность термоактивированной добавки

Результаты исследований пуццоланической активности (рис.2) термоактивированной добавки показали, что максимальная пуццоланическая активность отхода флотации медно-молибденовых руд достигается при температуре 800 °C. Увеличивающая пуццоланическая активность отхода флотации до 800 °C имеет пик и к 900 °C плавно снижается. Следовательно, температура равным 800 °C является оптимальным для термоактивации флотоотхода. Кроме того, t-критерия такой добавки, определенная по прочности на сжатие равна 54 и согласно ГОСТ 25094 считается активной минеральной добавкой к цементам.

Заключение

Исследованиями установлено, что магнитной сепарацией отхода флотации медно-молибденовых руд МОФ-2 АГМК можно извлечь магнитную фракцию, содержащую железосодержащие компоненты и получить железосодержащий сплав с показателем микротвердости равным 280 НВ. Технологическая схема извлечения железосодержащих компонентов из флотоотхода медно-молибденовых руд относительно простая, не требующей дополнительных подготовительных операций.

Применение отхода флотации медно-молибденовых руд МОФ-2 АГМК в качестве глинистого компонента сырьевой смеси позволяет расширить ассортимент используемых техногенных отходов при производстве портландцементного клинкера и позволит оздоровлению экологической обстановки в зоне промышленных предприятий.

Термоактивацией отхода флотации медно-молибденовых руд МОФ-2 АГМК при температуре 800 °С с изотермической выдержкой при конечной температуре в течение 3 часа можно повысить его пуццоланическую активность в 8-10 раз. Применение флотационных отходов медно-молибденовых руд в качестве минеральной добавки позволяет расширить ассортимент используемых добавок к портландцементу.

Список литературы:

1. Ванюков А.В., Зайцев В.Я. Шлаки и штейны цветной металлургии. – М.: Металлургия, 1969. – 406 с.
2. Справочник по обогащению руд. Т. Основные процессы. Разд. II «Магнитное обогащение». – М.: Недра, 1983. – С. 132–208.
3. Патент 2255127RU. Способ извлечения меди и золота из окисленных руд и техногенных отходов / Заболоцкий А.И., Савеня Н.В., Агалаков И.П., Левин В.В., Кравцов В.А.-Опуб. 27.06.2005. – Бюл. № 18.
4. Патент 2258752RU. Способ комплексной переработки металлургических отходов / Кудрявский Ю.П., Зильберман М.В., Шенфельд Б.Е., Черный С.А., Рахимова О.В. - Опуб. 20.08.2005. – Бюл. № 23.
5. Рахманов И.Ю., Абдурахмонов С.А., Шакаров Т.И. Исследование физико-химических свойств забалансовых окисленных руд месторождения «Кальмакыр» // Горный вестник Узбекистана. – 2022. – №1 (88). – С. 74- 76.
6. Патент 2022037RU. Способ химического обогащения железных руд и технологическая схема для его осуществления / Коваленко А.И., Лебедев О.Ф., Помазан С.А.-Опуб. 30.01.1994.
7. Патент 2147617RU. Способ извлечения железа из железосодержащих материалов / Форд Джордж У., Ламберт Ричард С., Мэдсен Рассел Г. (US).-Опуб. 20.04.2000. – Бюл. № 11.
8. Патент 2436855 RU. Способ извлечения алюминия и железа из золошлаковых отходов / Александрова Т.Н., Прохоров К.В.-Опуб. 20.12.2011. – Бюл. № 35.
9. Патент 2486012 RU. Способ извлечения железосодержащих компонентов из техногенного материала тонкого класса / Прохоров К.В.,Александрова Т.Н., Богомяков Р.В.-Опуб. 27.06.2013. – Бюл. № 18.
10. Патент полезной модели FAP 01329UZ. Способ переработки кислых сбросных растворов процесса биоокисления сульфидных флотоконцентратов / Санакулов У.К., Тажибаев Д.Ю.- Опуб. 30.10.2018. – Бюл. № 10.
11. Эргашев У.А., Санакулов У.К. Попутное извлечение железа при бактериальном окислении золотосодержащих сульфидов // Горный вестник Узбекистана.. – 2023. – №1 (92). – С. 46- 48.
12. Зарипов Б.К. Состояние и перспективы развития цементной промышленности Республики Узбекистан. Материалы XIII Международной Центрально-Азиатской конференции Цементная промышленность и Рынок». Ташкент. – 2017. – С. 22–25.
13. Газиев У.А., Акрамов Х.А. Отходы промышленности в производстве строительных материалов. - Учебное пособие: Изд-во ТАСИ. – 2003. – 112 с.
14. Патент WO2009084984A2. C044B28/04. RU(1) WO(1). Способ производства цемента с минеральной добавкой / Marsel Yanovich Bickbau, Jan Marselyevich Bickbau // 09.11.2009 WO2009084984A3.
15. Рашидов Х.К. Перспективы промышленного применения метакаолина в качестве активной минеральной добавки на цементных заводах Узбекистана. Материалы конференции XIII Международной Центрально-Азиатской конференции Цементная промышленность и Рынок. Ташкент. – 2017. – С. 58–59 .
16. Патент № IAP 05948 UZ. Способ приготовления добавки к цементу / Мухамедбаев Аг.А., Камилов Х.Х., Мухамедбаев А.А., Пиримов Т.Ж. - Опуб. 06.08.2019. – Бюл. № 9.
17. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов: Учебник для вузов / Под ред. Тимашева В.В. – М.: Высш. школа, 1980. – 472 с.
18. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Практикум по химической технологии вяжущих материалов. Учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов. – М.: Высш. школа, 1973. – 504 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ВЫПУСКА СТАЛЬНЫХ МЕЛЮЩИХ ШАРОВ Ø50ММ ПО ГОСТ 7524-2015 НА ЛИНИИ ШПС 80-120 В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ АО «УЗМЕТКОМБИНАТ»

Шахобутдинов Рустам Эркинбаевич
доцент (PhD),
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: rus-0373@mail.ru

Каримова Аноргул Рузимовна
ст. преподаватель,
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г Ташкент
E-mail: rus-0373@mail.ru

Носиров Тулкин Нарзулла угли
зам. начальника шаропрокатного отделения
АО «Узметкомбинат»,
Республика Узбекистан, г Бекабад
E-mail: rus-0373@mail.ru

RESULTS OF MASTERING THE PRODUCTION OF STEEL GRINDING BALLS Ø50MM ACCORDING TO SS 7524-2015 ON THE BRM 80-120 LINE UNDER PRODUCTION CONDITIONS OF UZMETKOMBINAT JSC

Rustam Shakhobutdinov
Associate Professor (PhD),
TSTU named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent

Anorgul Karimova
Senior lecturer,
TSTU named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent

Tulkin Nosirov
Deputy head of the ball rolling department
JSC "Uzmetkombinat",
Uzbekistan, Bekabad

АННОТАЦИЯ

Основной целью данной научно-экспериментальной работы является освоение и локализация выпуска импортозамещающей продукции стальных помольных шаров диаметром 50мм по ГОСТ 7524-2015, которые являются основным продуктом проката стали, применяемый в качестве основного элемента шаровых мельниц для переработки горной, цементной или угольной продукции. Кроме этого, стальные помольные шары имеют широкую сферу применения, в которую также включён процесс обогащения металлургической руды, производства стекла и строительных материалов. Для прокатки стальных помольных шаров на металлургических комбинатах применяются специальные шаропрокатные станы и оборудования.

Сегодняшнее требование развития металлургической отрасли включает в себя изучение существующих на сегодняшний день технологий и внедрения в производство научных разработок по модернизации и усовершенствованию этих технологий.

По данному направлению были выполнены ряд научных работ. Результаты внедрённых научных исследований дали возможность освоить выпуск стальных мелющих шаров диаметром 50мм в производственных условиях АО «Узметкомбинат»

Библиографическое описание: Шахобутдинов Р.Э., Каримова А.Р., Носиров Т.Н. РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ВЫПУСКА СТАЛЬНЫХ МЕЛЮЩИХ ШАРОВ Ø50мм ПО ГОСТ 7524-2015 НА ЛИНИИ ШПС 80-120 В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ АО «УЗМЕТКОМБИНАТ» // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18453*

ABSTRACT

The main goal of this scientific and experimental work is the development and localization of the production of import-substituting steel grinding balls with a diameter of 50mm in accordance with SS 7524-2015, which are the main product of rolled steel, used as the main element of ball mills for processing mining, cement or coal products. In addition, steel grinding balls have a wide range of applications, which also includes the process of beneficiation of metallurgical ore, glass production and building materials. For rolling steel grinding balls at metallurgical plants, special ball rolling mills and equipment are used.

Today's requirement for the development of the metallurgical industry includes the study of currently existing technologies and the introduction into production of scientific developments to modernize and improve these technologies.

A number of scientific works have been carried out in this area. The results of implemented scientific research made it possible to master the production of steel grinding balls with a diameter of 50mm in the production conditions of Uzmetkombinat JSC

Ключевые слова: стальные помольные шары, шаропрокатный стан, обогащение, винтовой калибр, винтовая реборда, направляющая линейка.

Keywords: steel grinding balls, ball rolling mill, beneficiation, screw gauge, screw flange, guide ruler.

Введение

Во исполнение пункта №33 протокола №56 визита Президента Республики Узбекистан г. Алмалык от 22.12.2021г. по обеспечению потребности в стальных мелющих шарах строящихся медно-обогатительных фабрик №3, №4, №5 в г. Алмалык а также приняв во внимание общий прогноз потребности АО «АГМК», АО «НГМК», АО «Узпромстройматериалы» в стальных мелющих шарах диаметром 40÷50мм в объёме 250,0 тысяч тонн в год, на кафедре «Теоретическая механика и теория механизмов и машин» Ташкентского государственного университета имени Ислама Каримова ведутся научно-исследовательские работы по кинематике и динамике кулачковых механизмов, шаропрокатных станов а также разработке калибровок шаропрокатных валков для прокатки стальных помольных шаров произвольного диаметра. На сегодняшний день измельчение сырья в самых различных отраслях промышленности нашей независимой республики недопустимо без специального металлургического оборудования, а также компонентов, правильно подобранных по габариту и объёму. Основным продуктом для измельчения горной, цементной или угольной продукции, а также для обогащения металлургической руды являются стальные помольные шары.

Стальные помольные шары выпускаются на специальных шаропрокатных станах горячекатаным методом. Основными рабочими элементами шаропрокатного стана являются шаропрокатные валки с винтовыми калибрами со смещённым центром ручьёв и направляющие линейки.

Формообразование металла при прокатке в винтовых калибрах осуществляется за счёт изменения геометрии винтового калибра, а также удержании нагретой заготовки на оси прокатки направляющими линейками.

Прокатка стальных помольных шаров на шаропрокатном комплексе

Шаропрокатный комплекс для прокатки стальных мелющих шаров состоит из электродвигателя, редуктора, промежуточного вала, шпинделей, шаропрокатного стана, нагревательной печи, заготовительного стана, вспомогательных устройств и толкателя. Электродвигатель служит для обеспечения вращательного движения, редуктор служит для обеспечения требуемого передаточного отношения, а также вращения шаропрокатных валков в одном направлении, промежуточный вал служит для обеспечения плавного вращения между двигателем и шаропрокатными валками, шпиндели служат для соединения редуктором и шаропрокатным станом, нагревательная печь шагового типа служит для нагрева заготовки в виде слитков прямоугольной формы, заготовительный стан выполняет функцию прокатки круглой заготовки требуемого диаметра из нагретых слитков прямоугольной формы, вспомогательные оборудования обеспечивают транспортировку круглой заготовки определённой длины к рабочему столу шаропрокатного стана и толкатель служащий для внедрения силовым методом круглой заготовки в очаг деформации создаваемой винтовыми ребордами двух валков шаропрокатного стана.

Шаропрокатные валки имеют винтовые канавки с переменным шагом, при помощи которых захват заготовки валками выполняется за счёт установки их под определённым углом относительно оси прокатки.

Проведённые научно-исследовательские работы внедрены в производственное объединение АО «Узметкомбинат» результаты которых приводятся ниже.

Результаты проведение квалификационных испытаний

На квалификационные испытания для подтверждения стандартным требованиям ГОСТ 7524-2015 предъявлены стальные мелющие шары диаметром 50 мм из литой заготовки сечением 120х120 мм с плавки №24L0733

1. Результаты оценки технического уровня продукции

1.1. Химический состав плавки приведен в табл. 1.

Таблица 1.

Химический состав стали

Содержание элементов%								
C	**Mn**	**Si**	**P**	**S**	**Cr**	**Ni**	**Cu**	**$C_э$**
0,61	0,61	0,23	0,028	0,019	0,41	0,16	0,24	0,81

1.2. Химический состав стального мелющего шара приведен в табл. 2.

Таблица 2.

Химический состав стального мелющего шара

Диаметр шара, мм	**Группа твёрдости шаров**	**Массовая доля углерода**	**Углеродный эквивалент**
		%, не менее	
50	3	0,60	0,70
		0,61	0,81

Такие свойства стали, как прочность, пластичность, свариваемость, стойкость к коррозии, улучшаются легированием. Твердость же в сталях с ≥0,4% углерода можно нарастить закалкой – то есть нагревом выше критической температуры, выдержкой и быстрым охлаждением. Со сталями с углеродом менее 0,4% так не выйдет, но их можно подкалить или цементировать.

2. Оценка соответствия размеров и предельных отклонений по ГОСТ 7524-2015 приведены в табл. 3.

Таблица 3.

Оценка соответствия размеров и предельных отклонений

Номер шара из партии	**Номинальный диаметр, мм**	**Предельные отклонения по номинальному диаметру, мм**
-	По ГОСТ 7524-2015 52,0	По ГОСТ 7524-2015 3,0
1	49,0/52,5	-3,0/0,5
2	49,0/52,5	-3,0/0,5
3	49,0/52,0	-3,0/0
4	51,0/50,0	-1,0/-2,0
5	51,0/50,0	-1,0/-2,0
6	51,0/52,0	-1,0/0
7	51,0/52,0	-1,0/0
8	51,0/52,0	-1,0/0
9	51,0/52,0	-1,0/0
10	52,0/52,0	0/0

Механические свойства стали играют большую роль в определении сферы применения той или иной марки. Корректный расчет предела прочности и грамотное использование ведут к длительной и безопасной эксплуатации изделий. Основными механическими свойствами стали являются твердость, пластичность, ударная вязкость. Они связаны с химическим составом стали и теми воздействиями, которые применяли по отношению к изделию: закалка, отжиг и отпуск.

3. Механические свойства стальных мелющих шаров диаметром 50мм приведены в табл. 4.

Таблица 4.

Механические свойства стальных мелющих шаров диаметром 50мм

Номер шара из партии	Группа твёрдости шаров		Макроструктура шаров
	3		
	Твёрдость, НВ не менее		
-	По ГОСТ 7524-2015 514		Без трещин
1	627	601	Без трещин
2	601	534	
3	578	601	
4	578	653	
5	601	627	
6	627	601	
7	331	311	
8	653	653	
9	578	627	
10	601	578	
Средне-плавочная твёрдость	578,5		

4. Качество поверхности шаров

На поверхности шаров отсутствуют трещины и дефекты, выводящие размеры шаров за предельные отклонения.

Заключение

На основании результатов испытаний стальных мелющих шаров диаметром 50мм можно сделать следующие выводы:

1. Содержание углерода стального мелющего шара соответствует требованиям ГОСТ 7524-2015;

2. Геометрические размеры стальных мелющих шаров диаметром 50мм соответствуют требованиям ГОСТ 7524-2015;

3. Механические свойства стальных мелющих шаров диаметром 50мм соответствуют требованиям по ГОСТ 7524-2015;

4. Освоение производства стальных мелющих шаров для шаровых мельниц диаметром 50мм на шаропрокатных станах №1 и №2 в ШПП считать законченным;

5. Существующая технология производства обеспечивает поставку заказчику стальных мелющих шаров 3 группы твёрдости диаметром 50 мм для шаровых мельниц по ГОСТ 7524-2015.

Список литературы:

1. Национальная база данных законодательства Республики Узбекистан // Постановление Президента Республики Узбекистан, от 06.07.2022 г. № ПП-307 https://lex.uz/uz/docs/6102468.
2. Целиков А.И., Барбарич М.В., Васильчиков М.В., Грановский С.П., Жукевич-Стоша Е.А. Специальные прокатные станы. // –М.: Металлургия, 1971. –336 с.
3. Tofil, A. Overview of the research on roll forging process / A. Tofil, Z. Pater // Advances in Science and Technology Research Journal. - June 2017. - Volume 11. - Issue 2. - pp. 72-86.
4. Шевченко О.И., Трекин Г.Е., Рубцов В.Ю. Термическая обработка мелющих шаров в условиях нового шаропрокатного стана // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2019. – Т.21, №3. – С. 110-117.
5. Рубцов В.Ю. Характер интенсивности износа шаропрокатных валков и критерии отбраковки // Труды XII Конгресса прокатчиков: сборник статей (Выкса, 08-10 октября 2019 г.). — Москва: ООО «Грин Принт», 2019. — Том I. — С. 187-191.

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

ОЦЕНКА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ВЫРАЩИВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Мулдабекова Баян Джаксилыковна
профессор,
Алматинский технологический университет,
Республика Казахстан, г. Алматы
E-mail: f392990@gmail.com

Кахоров Фахриддин Батурбекович
ассистент,
Джизакский политехнический институт
Республика Узбекистан, г. Джизак

EVALUATION OF AGROECOLOGICAL METHODS OF GROWING GRAIN CROPS AND THEIR IMPACT ON SUSTAINABLE AGRICULTURAL DEVELOPMENT

Bayan Muldabekova
Professor,
Almaty Technological University,
Republic of Kazakhstan, Almaty

Fakhriddin Kakhorov
Assistant,
Jizzakh Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Jizzakh

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассматривается оценка агроэкологических методов выращивания зерновых культур и их влияние на устойчивое развитие сельского хозяйства. Анализируются различные агроэкологические практики, такие как севооборот, использование органических удобрений и межкультурные посевы, которые способствуют улучшению урожайности и качества зерна. Предоставляется комплексная методика оценки, включающая полевые испытания и анкетирование фермеров, что позволяет глубже понять влияние этих методов на продуктивность и состояние почвы. В статье выделяются ключевые аспекты, такие как повышение урожайности на 25%, улучшение качества зерна и восстановление плодородия почвы. Результаты исследования демонстрируют высокий уровень удовлетворенности фермеров и подчеркивают значимость агроэкологических подходов для обеспечения устойчивого сельского хозяйства.

ABSTRACT

This paper examines the impact of agroecological practices on sustainable agricultural development in cereal crop production. It analyses various agroecological practices, such as crop rotation, organic fertilizer use, and intercropping, that contribute to improved grain yields and quality. A comprehensive assessment methodology is provided, including field trials and farmer questionnaires, to gain a deeper understanding of the impact of these practices on productivity and soil health. Key findings include a 25% increase in yield, improved grain quality, and restoration of soil fertility. The results demonstrate high levels of farmer satisfaction and highlight the importance of agroecological approaches for sustainable agriculture.

Ключевые слова: агроэкологические, методы, устойчивое, развитие, урожайность, качество, почва, фермеры, практика, исследования.

Keywords: agroecological, methods, sustainable, development, productivity, quality, soil, farmers, practice, research.

Библиографическое описание: Мулдабекова Б.Д., Кахоров Ф.Б. ОЦЕНКА АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ВЫРАЩИВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР И ИХ ВЛИЯНИЕ НА УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18478*

Введение. Агроэкологические методы выращивания зерновых культур играют ключевую роль в обеспечении устойчивого развития сельского хозяйства. В условиях глобальных изменений климата и роста населения, необходимо находить новые подходы к сельскохозяйственному производству, которые бы минимизировали негативное воздействие на окружающую среду. Данные методы направлены на оптимизацию использования ресурсов, сохранение биологического разнообразия и снижение химического воздействия на почву и экосистемы. Одной из основных проблем, с которой сталкивается сельское хозяйство, является снижение плодородия почвы и деградация экосистем из-за интенсивного применения химических удобрений и пестицидов. Эти практики ведут к ухудшению качества зерновых культур, снижению их устойчивости к болезням и вредителям, а также к ухудшению состояния окружающей среды. Для решения этой проблемы можно внедрить агроэкологические методы, такие как севооборот, использование органических удобрений и внедрение культур, способствующих улучшению структуры почвы. Эти подходы позволяют восстановить природное равновесие, повысить устойчивость культур к внешним стрессам и снизить зависимость от химических веществ.

Методология. Комплексная оценка агроэкологических методов на основе мультидисциплинарного подхода. Эта методика направлена на систематическую оценку агроэкологических методов выращивания зерновых культур с учетом экологических, экономических и социальных аспектов. В рамках данной методики осуществляется сбор данных о различных агроэкологических практиках, таких как севооборот, использование органических удобрений и межкультурные посевы. Проводится оценка влияния этих практик на урожайность, качество зерна и состояние почвы. Основной этап методики включает в себя полевые исследования, где выбираются несколько сельскохозяйственных участков, применяющих различные агроэкологические методы. В течение вегетационного периода осуществляются регулярные замеры показателей урожайности и анализа качества почвы. Дополнительно, важно проводить анкетирование фермеров для сбора информации о их опыте и восприятии агроэкологических практик. Это позволит выявить ключевые проблемы и преимущества, с которыми сталкиваются сельхозпроизводители. Полученные данные подлежат статистическому анализу, что позволит сформулировать рекомендации по оптимизации агроэкологических методов и улучшению устойчивости сельского хозяйства в целом.

Результат. Результаты проведенного исследования по методике «Комплексная оценка агроэкологических методов на основе мультидисциплинарного подхода» показали значительное влияние агроэкологических практик на урожайность и качество зерновых культур. В ходе полевых испытаний на различных участках, применяющих агроэкологические методы, удалось достичь следующих результатов: Урожайность зерновых культур, выращенных с применением севооборота и органических удобрений, увеличилась в среднем на 25% по сравнению с участками, где использовались традиционные методы. Качество зерна, измеренное по содержанию питательных веществ и уровню загрязненности пестицидами, продемонстрировало улучшение: 80% образцов, полученных с использованием агроэкологических методов, соответствовали высоким стандартам качества, в то время как лишь 45% образцов из традиционных участков удовлетворяли тем же требованиям. Анализ состояния почвы показал, что на участках с агроэкологическими методами уровень органического углерода увеличился на 15%, что свидетельствует о восстановлении ее плодородия и улучшении структуры. Также, результаты анкетирования фермеров продемонстрировали высокую степень удовлетворенности агроэкологическими практиками: 78% респондентов отметили положительное влияние на устойчивость их хозяйств и увеличение прибыли. Проведенное исследование подтвердило эффективность агроэкологических методов в повышении продуктивности и качества зерновых культур, а также в улучшении состояния экосистем и почвы.

Таблица 1.

Оценка агроэкологических методов выращивания зерновых культур

Параметры	Показатели	Проценты	Плюсы	Минусы
Урожайность	Увеличение урожайности	25%	Повышение объемов производства	Возможные колебания цен
Качество зерна	Соответствие высоким стандартам	80%	Улучшение питательной ценности зерна	Необходимость контроля
Уровень загрязненности пестицида	Соответствие стандартам	45%	Снижение воздействия на здоровье	Требуется больше ресурсов

Заключение: Внедрение агроэкологических методов выращивания зерновых культур представляет собой эффективное решение для достижения устойчивого развития сельского хозяйства. Эти методы не только способствуют повышению урожайности и улучшению качества продукции, но и защищают окружающую среду, обеспечивая долгосрочную жизнеспособность аграрного сектора. Необходимы дальнейшие исследования и поддержка со стороны государства и научного сообщества для оптимизации и распространения этих практик среди сельхозпроизводителей.

Список литературы:

1. Khudoyar A., Shokir I., Azizbek K. Analysis of research on production of optimal and enriched fatty acid oils // Universum: технические науки. – 2023. – №. 1-4 (106). – С. 65-67.
2. Shokir I. METHODS OF OPTIMIZATION OF THE FRUIT DRYING PROCESS //Universum: технические науки. – 2022. – №. 6-7 (99). – С. 62-63.
3. Иссаков Ш.А.У., Бобёрова Ш.Р. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФИЗИЧЕСКОГО МЕТОДА ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И РАФИНИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ //Universum: технические науки. – 2024. – Т. 5. – №. 2 (119). – С. 24-26.
4. Иссаков Ш.А.У. и др. ХРАНЕНИЕ ЗЕРНА, МУКИ, КРУП И КОМБИКОРМОВ РЕЖИМЫ И МЕТОДЫ // Universum: технические науки. – 2024. – Т. 2. – №. 1 (118). – С. 49-51.
5. Khudoyar A., Shokir I., Azizbek K. Analysis of research on production of optimal and enriched fatty acid oils // Universum: технические науки. – 2023. – №. 1-4 (106). – С. 65-67.
6. Shokir I. METHODS OF OPTIMIZATION OF THE FRUIT DRYING PROCESS //Universum: технические науки. – 2022. – №. 6-7 (99). – С. 62-63.
7. Иссаков Ш.А.У., Бобёрова Ш.Р. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФИЗИЧЕСКОГО МЕТОДА ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И РАФИНИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ //Universum: технические науки. – 2024. – Т. 5. – №. 2 (119). – С. 24-26.
8. Иссаков Ш.А.У. и др. ХРАНЕНИЕ ЗЕРНА, МУКИ, КРУП И КОМБИКОРМОВ РЕЖИМЫ И МЕТОДЫ // Universum: технические науки. – 2024. – Т. 2. – №. 1 (118). – С. 49-51.
9. Baturbekovich Q.F. et al. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ СЫРЬЯ, ПЕРЕРАБАТЫВАЕМОГО В ПРОМЫШЛЕННОСТИ //Лучшие интеллектуальные исследования. – 2024. – Т. 18. – №. 3. – С. 205-208.
10. Baturbekovich Q.F. et al. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ СЫРЬЯ, ПЕРЕРАБАТЫВАЕМОГО В ПРОМЫШЛЕННОСТИ //Лучшие интеллектуальные исследования. – 2024. – Т. 18. – №. 3. – С. 205-208.
11. Baturbekovich Q.F. et al. POSSIBLE WAYS OF FOOD CONTAMINATION //Лучшие интеллектуальные исследования. – 2024. – Т. 18. – №. 4. – С. 3-7.
12. Аралов Х.М., Иссаков Ш.А., Мулдабекова Б.Д. Изучение применения биотехнологий в пищевой промышленности для улучшения безопасности продуктов, таких как создание продуктов с низким содержанием аллергенов // Экономика и социум. – 2024. – №. 4-2 (119). – С. 588-591.
13. Аралов Х.М., Иссаков Ш.А., Мулдабекова Б.Д. Разработка и совершенствование систем полива, таких как капельный полив, для повышения эффективности использования воды и улучшения качества урожая // Экономика и социум. – 2024. – №. 4-2 (119). – С. 584-587.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ФРУКТОВ И ОВОЩЕЙ

Мулдабекова Баян Джаксилыковна
профессор,
Алматинский технологический университет,
Республика Казахстан, г. Алматы
E-mail: f392990@gmail.com

Иссаков Шокир Аллаберди угли
ассистент,
Джизакский политехнический институт
Республика Узбекистан, г. Джизак
E-mail: issaqovshokir93@gmail.com

Садуллаев Джасур Мансур ўғли
ассистент,
Джизакский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Джизак
E-mail: jasur21121995@gmail.com

Шингисов Азрет Утебаевич
профессор,
Южно-Казахстанский государственный университет
имени Мухтара Ауэзова,
Республика Казахстан, г. Шымкент

ECOLOGICAL AND ECONOMIC ASPECTS OF USING FREEZE-DRYING FOR PROCESSING FRUITS AND VEGETABLES

Bayan Muldabekova
Professor,
Almaty University of Technology,
Republic of Kazakhstan, Almaty

Shokir Issakov
Assistant
Jizzakh Polytechnic Institute
Republic of Uzbekistan, Jizzakh

Jasur Sadullaev
Assistant
Jizzakh Polytechnic Institute
Republic of Uzbekistan, Jizzakh

Azret Shingisov
Professor,
South Kazakhstan State University named after Mukhtar Auezov,
Republic of Kazakhstan, Shymkent

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассматривается метод оптимизации энергоэффективности сублимационной сушки фруктов и овощей через предварительное обезвоживание. Анализируются ключевые аспекты, связанные с энергозатратами, временем сушки и качеством конечного продукта. Исследование демонстрирует, что применение предварительной обработки позволяет значительно сократить содержание влаги, что, в свою очередь, приводит к уменьшению времени сублимации и снижению энергозатрат. В результате предлагается, что данная методика обеспечивает высокую степень сохранения витаминов и минералов, а также положительно влияет на органолептические

Библиографическое описание: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ФРУКТОВ И ОВОЩЕЙ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Мулдабекова Б.Д. [и др.]. 2024. 10(127). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18477

характеристики продуктов. Предоставляется таблица с результатами исследования, где отражены преимущества и недостатки предложенного метода, что позволяет глубже понять его экономическую целесообразность и экологическую устойчивость.

ABSTRACT

This paper discusses a method to optimize the energy efficiency of freeze-drying fruits and vegetables through pre-dehydration. Key aspects related to energy consumption, drying time, and final product quality are analyzed. The study demonstrates that the use of pre-treatment can significantly reduce moisture content, which in turn leads to a decrease in sublimation time and energy consumption. As a result, it is suggested that this technique ensures a high degree of preservation of vitamins and minerals, and also has a positive effect on the organoleptic characteristics of products. A table with the results of the study is provided, which reflects the advantages and disadvantages of the proposed method, which allows a deeper understanding of its economic feasibility and environmental sustainability.

Ключевые слова: сублимация, обезвоживание, энергоэффективность, фрукты, овощи, качество, затраты, автоматизация, сохранение, сушка.

Keywords: sublimation, dehydration, energy efficiency, fruits, vegetables, quality, costs, automation, preservation, drying.

Введение. Сублимационная сушка, также известная как лиофилизация, представляет собой процесс удаления влаги из фруктов и овощей путем замораживания и последующего сублимирования льда в водяной пар. Эта технология позволяет сохранить полезные свойства, вкус и текстуру продуктов, что делает её популярной в пищевой промышленности. Однако применение сублимационной сушки требует внимательного анализа с точки зрения её экологических и экономических аспектов. Основной экологической проблемой при использовании сублимационной сушки является высокая энергоемкость процесса. Поддержание низких температур и создание вакуума требуют значительных затрат электроэнергии, что увеличивает углеродный след производства. Это поможет сократить выбросы углерода и сделает процесс более устойчивым.

Методология. Оптимизация энергоэффективности сублимационной сушки через предварительное обезвоживание. В этой методике основной акцент делается на снижении энергозатрат путем уменьшения объема воды, который необходимо удалить в процессе сублимации. Для этого перед основным этапом лиофилизации используется предварительная обработка фруктов и овощей.

Прежде чем подвергать продукты сублимационной сушке, их частично обезвоживают при помощи таких методов, как осмотическая дегидратация или вакуумная сушка. Это позволяет удалить значительное количество влаги, что сокращает время и энергию, необходимую для полного высушивания продуктов в процессе сублимации. Кроме того, автоматизация процесса контроля температуры и вакуума в камерах сушки может дополнительно повысить энергоэффективность. Оптимизация параметров позволяет снизить энергопотребление без ущерба для качества конечного продукта.

Результат. Применение предварительной обработки для обезвоживания фруктов и овощей позволило сократить начальное содержание влаги на 30-40% перед процессом сублимации. Это значительно снизило время, необходимое для достижения желаемого уровня сушки. В результате время сублимационной сушки уменьшилось на 25%, что напрямую повлияло на снижение энергозатрат.

Также исследования показали, что качество конечного продукта осталось на высоком уровне: сохранились 95% витаминов и минералов, а органолептические характеристики (вкус, запах и текстура) оценивались экспертами на уровне 4,5 из 5. Это подтверждает, что предварительное обезвоживание в сочетании с сублимацией не только экономически эффективно, но и обеспечивает высокое качество обработанных фруктов и овощей.

Таблица 1.

Анализ эффективности методики предварительного обезвоживания при сублимационной сушке

Показатель	Значение (%)	Преимущества	Недостатки
Снижение содержания влаги	30-40%	Сокращение времени сушки	Требуется дополнительная обработка
Уменьшение времени сублимации	25%	Снижение энергозатрат	Возможно изменение текстуры
Снижение затрат электроэнергии	20%	Экономия ресурсов	Зависимость от автоматизации
Сохранение витаминов и минералов	95%	Высокое качество продукта	Затраты на поддержание качества

Заключение. Сублимационная сушка является эффективным методом сохранения фруктов и овощей, но её высокая энергоемкость вызывает экологические и экономические вопросы. Переход на возобновляемые источники энергии и внедрение энергоэффективных технологий помогут уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и сделать этот метод более доступным с экономической точки зрения.

Список литературы:

1. Sadullayev J. STORAGE OF FRUITS TECHNOLOGY //Universum: технические науки. – 2023. – №. 11-7 (116). – С. 25-27.
2. Садуллаев Д.М.Ў., Шингисов А.У. Исследование влияния климатических изменений на хранение и переработку сельскохозяйственной продукции и разработка инновационных методов адаптации // Universum: технические науки. – 2024. – Т. 5. – №. 5 (122). – С. 54-55.
3. Dodayev Q.C. et al. Storage of exportbop fruits and determination of their composition // Universum:технические науки.–2023.– №. 9-5 (114). – С.31-33
4. Иссаков Ш.А.У. и др. ХРАНЕНИЕ ЗЕРНА, МУКИ, КРУП И КОМБИКОРМОВ РЕЖИМЫ И МЕТОДЫ // Universum: технические науки. – 2024. – Т. 2. – №. 1 (118). – С. 49-51.
5. Shokir I., Azizbek K. Method of accelerating drying process by initially working in impulse-pause mode // Universum: технические науки. – 2022. – №. 11-7 (104). – С. 34-37.
6. Jaksilykovna M.B. et al. FOOD QUALITY AND SAFETY //Лучшие интеллектуальные исследования. – 2024. – Т. 18. – №. 3. – С. 209-214.
7. Khudoyar A., Shokir I., Azizbek K. Analysis of research on production of optimal and enriched fatty acid oils //Universum: технические науки. – 2023. – №. 1-4 (106). – С. 65-67.
8. Shokir I. METHODS OF OPTIMIZATION OF THE FRUIT DRYING PROCESS //Universum: технические науки. – 2022. – №. 6-7 (99). – С. 62-63.
9. Иссаков Ш.А.У., Бобёрова Ш.Р. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФИЗИЧЕСКОГО МЕТОДА ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И РАФИНИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ //Universum: технические науки. – 2024. – Т. 5. – №. 2 (119). – С. 24-26.
10. Иссаков Ш.А.У. и др. ХРАНЕНИЕ ЗЕРНА, МУКИ, КРУП И КОМБИКОРМОВ РЕЖИМЫ И МЕТОДЫ // Universum: технические науки. – 2024. – Т. 2. – №. 1 (118). – С. 49-51.
11. Baturbekovich Q.F. et al. Требования к качеству сырья, перерабатываемого в промышленности //Лучшие интеллектуальные исследования. – 2024. – Т. 18. – №. 3. – С. 205-208.
12. Baturbekovich Q.F. et al. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ СЫРЬЯ, ПЕРЕРАБАТЫВАЕМОГО В ПРОМЫШЛЕННОСТИ //Лучшие интеллектуальные исследования. – 2024. – Т. 18. – №. 3. – С. 205-208.
13. Baturbekovich Q.F. et al. Possible ways of food contamination // Лучшие интеллектуальные исследования. – 2024. – Т. 18. – №. 4. – С. 3-7.
14. Аралов Х.М., Иссаков Ш.А., Мулдабекова Б.Д. Изучение применения биотехнологий в пищевой промышленности для улучшения безопасности продуктов, таких как создание продуктов с низким содержанием аллергенов //Экономика и социум. – 2024. – №. 4-2 (119). – С. 588-591.
15. Аралов Х.М., Иссаков Ш.А., Мулдабекова Б.Д. Разработка и совершенствование систем полива, таких как капельный полив, для повышения эффективности использования воды и улучшения качества урожая // Экономика и социум. – 2024. – №. 4-2 (119). – С. 584-587.
16. Мулдабекова Б.Д. и др. Изучение природных составляющих пищевых ресурсов: анализ, свойства и перспективы применения // Universum: технические науки. – 2024. – Т. 6. – №. 4 (121). – С. 28-30.

DOI - 10.32743/UniTech.2024.127.10.18324

МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ПРОФИЛЯ КОПИРА РОТОРНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ РЕЗКИ МЫЛА АНАЛИТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Рузиев Исламбай Самандарович
канд. техн. наук
Ургенчский государственный университет
Республика Узбекистан, г. Ургенч
E-mail: islambay68@mail.ru

THE TECHNIQUE OF CONSTRUCTING A COPIER PROFILE OF ROTARY SOAP CUTTING DEVICES IN AN ANALYTICAL WAY

Ruziev Islambay Samandarovich
Candidate of Technical Sciences,
Urgench State University ,
Uzbekistan, Urgench

АННОТАЦИЯ

Предложена методика построения профиля копира роторных устройств для резки мыла аналитическим способом. Копир в резательном автомате ротационного типа, является одной из важнейших деталей от расчета и изготовления которой зависят формы и размеры отрезаемых изделий. Анализ и расчет профиля копира относится к числу основных задач при проектировании резательного автомата. Для того чтобы линия резания мыла была прямой, необходимо выполнение условия, заключающегося в том, что в любой момент времени периода резки, горизонтальная составляющая скорости ножа должна быть равна скорости мыльного бруса. В результате проведенных расчетов было определено координаты практического профиля копира. Определена необходимость приравнения к нулю дифференциала функции семейства окружностей, для того чтобы найти уравнение касательной к крайним, экстремальным точкам окружностей, т.е. к точкам касания с практическим профилем копира.

ABSTRACT

A technique for constructing a copier profile of rotary soap cutting devices by an analytical method is proposed. A copier in a rotary type cutting machine is one of the most important parts on the calculation and manufacture of which the shapes and sizes of the products to be cut depend. The analysis and calculation of the copier profile is one of the main tasks in the design of a cutting machine. In order for the soap cutting line to be straight, it is necessary to fulfill the condition that at any given time of the cutting period, the horizontal component of the knife speed must be equal to the speed of the soap bar. As a result of the calculations, the coordinates of the practical profile of the copier were determined. The necessity of equating the differential of the circle family function to zero is determined in order to find the equation of the tangent to the extreme, extreme points of the circles, that is, to the points of contact with the practical profile of the copier.

Ключевые слова: режущий элемент, рычаг, барабан, копир, профиль копира, угол реза, радиус барабана, точность резки, перпендикулярность реза.

Keywords: a cutting element, lever, drum, copir, structure copir, corner cutting, radius of a drum, factor of overlapping of knives, perpendicular cutting.

Введение. Одним из лимитирующих участков, снижающих производительность линии производства мыла, а также качество конечного продукта, является участок его резки. Недостаточное качество резки, обеспечиваемое автоматом резки мыла, приводит к частым простоям линии и высокому выходу брака.

При производстве мыла и некоторых видов специальной продукции, используется метод непрерывно формируемого пластичного бруса.

При автоматизации резки непрерывно движущегося пластичного бруса мыла возникает проблема, заключающаяся в обеспечении измерения длины отрезаемого куска и непосредственно процесса резания мыльного бруса в состоянии его непрерывного движения.

При резке непрерывно подаваемых в виде бруса материалов, одними из наиболее перспективных устройств являются ротационные режущие устройства. В ротационных устройствах без цепи закон движения режущей кромки задается с помощью копира, по которому обкатываются ролики рычагов, несущих режущий элемент [1, С. 23–27, 3,С.131,4,С.115-116,5, С. 203-210].

Копир в резательном автомате ротационного типа, является одной из важнейших деталей от расчета

Библиографическое описание: Рузиев И.С. МЕТОДИКА ПОСТРОЕНИЯ ПРОФИЛЯ КОПИРА РОТОРНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ РЕЗКИ МЫЛА АНАЛИТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18324*

и изготовления которой зависят формы и размеры отрезаемых изделий. Анализ и расчет профиля копира относится к числу основных задач при проектировании резательного автомата. Получить профиль копира можно либо аналитическим, либо графоаналитическим способами.

Объекты и методы исследования. Рассмотрим расчет профиля копира аналитическим способом [2, С. 33-36] (рис. 1).

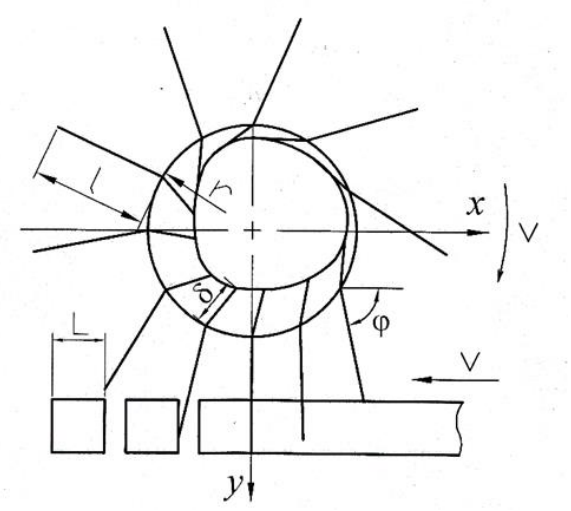


Рисунок 1. Схема для расчета профиля копира резательного автомата

Для расчета примем следующие обозначения:

x, y – координаты режущей кромки режущего элемента;

x_1, y_1 – координаты теоретического профиля копира;

x_n, y_n – координаты практического профиля копира;

v – скорость мыльного бруса;

v_r – горизонтальная составляющая скорости режущего ножа;

v_k – касательная скорость ротора;

r – радиус ротора;

α_0 – угол барабана между осями качания рычагов;

α – угол поворота ротора;

b – плечо рычага, скользящее по копиру;

l – плечо рычага, на котором укреплены режущие ножи;

γ – угол между плечами рычага;

ω – угловая скорость вращения ротора;

n – число рычагов на роторе;

L – длина отрезаемого куска мыла;

R – радиус ролика.

Проектируя на оси координат положение режущей кромки ножа, получим закон перемещения ее в параметрическом виде[18]:

$$\begin{cases} x = r\cos\alpha + l\cos\varphi \\ y = r\sin\alpha + l\sin\varphi \end{cases} \quad (1)$$

где φ - угол между осью *x* и плечом *l*, меняющийся в зависимости от угла поворота ротора и профиля копира.

Координаты профиля копира для каждого момента времени получаются аналогично по формулам:

$$\begin{cases} x_1 = r\cos\alpha + b(\cos\gamma - \varphi) \\ y_1 = r\sin\alpha - b(\sin\gamma - \varphi) \end{cases} \quad (2)$$

Следовательно, если известен закон изменения угла φ, то по формулам (2) можно получить координаты профиля копира каждого значения угла α.

Для того чтобы линия резания мыла была прямой, необходимо выполнение условия, заключающегося в том, что в любой момент времени периода резки, горизонтальная составляющая скорости ножа должна быть равна скорости мыльного бруса, т.е.

$$v_r = v$$

так как движение мыльного бруса и вращение ротора синхронизированы, то можно записать такое соотношение:

$$v = kv_k$$

где $k = const$

Известно, что

$$v_k = \omega r$$

тогда

$$v = k\omega r \quad (3)$$

Если t – время реза, а $x = A$ – координата, соответствующая моменту начала реза, то можно записать

$$x = A - \int_0^t v\,dt \quad (4)$$

Исходя из (3)

$$x = A - \int_0^t k\omega r\,dt \quad (5)$$

Так как

$$\int_0^t \omega\,dt = \alpha - \alpha_н$$

то

$$x = A - k\,r(\alpha - \alpha_н) \quad (6)$$

где $\alpha_н$ и α - углы поворота ротора соответственно для момента начала реза и текущего положения линии реза.

Согласно начальных условий, при

$$\alpha = \frac{\pi}{2};\ x = 0; \tag{7}$$

тогда

$$A = \kappa r\left(\frac{\pi}{2} - \alpha_{\text{Н}}\right) \tag{8}$$

Отсюда следует, координату, соответствующую моменту начала реза можно записать

$$x = kr\left(\frac{\pi}{2} - \alpha_{\text{Н}}\right) \tag{9}$$

Сопоставляя полученное из условий соблюдения прямолинейности реза с (4.1) получим:

$$kr\left(\frac{\pi}{2} - \alpha_{\text{Н}}\right) = r\cos\alpha + l\cos\varphi \tag{10}$$

Таким образом, искомый угол η определяется по формуле

$$\varphi = \arccos\left\{\frac{r}{l}\left[k\left(\frac{\pi}{2} - \alpha\right) - \cos\alpha\right]\right\} \tag{11}$$

где $\alpha \in \left(0;\frac{\pi}{2}\right)$

Для получения теоретического профиля копира по формуле (1) и (11) необходимо также соблюдение условий

$$\left|\left(\kappa\frac{\pi}{2} - 1\right)\frac{r}{l}\right| \le 1 \tag{12}$$

Определим координаты практического профиля копира. Уравнения семейства окружностей радиусом *R* – радиусом ролика, выглядят следующим образом:

$$\left(x_n - x_1\right)^2 + \left(y_n - y_1\right)^2 - R^2 = 0 \tag{13}$$

Если продифференцировать данные уравнения по переменному параметру семейства – углу α, - то получим уравнение семейства касательных к точкам окружностей радиусом *R*. Для того чтобы найти уравнение касательной к крайним, экстремальным точкам окружностей, т.е. к точкам касания с практическим профилем копира, необходимо дифференциал функции семейства окружностей приравнять к нулю. В таком случае получим:

$$\left(x_n - x_1\right)x'_1 + \left(y_n - y_1\right)y'_1 = 0 \tag{14}$$

Результаты. Решая совместно уравнения (3) и (4) получим координаты практического профиля копира:

$$\begin{cases} x_n = x_1 \pm \dfrac{RY_1'}{\sqrt{\left(x_1'\right)^2 + \left(y_1{}^2\right)^2}} \\ y_n = y_1 \pm \dfrac{RX_1'}{\sqrt{\left(x_1'\right)^2 + \left(y_1'\right)^2}} \end{cases} \tag{15}$$

где

$$x_1^{/} = r\cos\alpha - \frac{r\left(\kappa + \sin\alpha\right)\sin\left(\gamma - \varphi\right)}{\sin\varphi} \tag{16}$$

$$y_1^{/} = r\cos\alpha - \frac{r\left(\kappa + \sin\alpha\right)\cos\left(\gamma - \varphi\right)}{\sin\varphi} \tag{17}$$

Так как угол находится в пределах $\left(0;\frac{\pi}{2}\right)$, то усилие резания будет прижимать рычаг к нижней огибающей. В таком случае рабочей будет линия, огибающая профиль копира. В таком случае, при вычислении координат следует в формулах (7) принимать знаки минус при $\frac{y_1}{x_1} < 0$. При $\frac{y_1}{x_1} > 0$ в формуле x_n следует принимать знак плюс.

Заключение. Полученный таким способом профиль копира, возможно точно обработать лишь на станках с числовым программным управлением. В условиях предприятий масложировой промышленности, такая возможность имеется не всегда, поэтому для создания возможности обработки профиля копира на универсальном металлорежущем оборудовании, преимущественно используемом в механических цехах масложировой промышленности, необходимо задание профиля копира простыми линиями – прямыми, окружностями. Получающиеся погрешности можно свести к минимуму, производя аппроксимацию сложного профиля простыми линиями по небольшим участкам. В таком случае отпадает необходимость и в сложных расчетах по выведенным формулам, которые возможно выполнить лишь на ЭВМ. Определенную точность, при введении аппроксимации кривых, может дать и графоаналитический способ расчета профиля копира.

Список литературы:

1. Желтоухова Е.Ю., Кравченко А.Н., Кондрашина Е.Д. Оптимизация процесса производства твердого хозяйственного мыла // Вестник ВГУИТ. 2019. Т. 81. № 3. С. 23–27.
2. Искалиев К.З. Рабиль М.А. Терво Н.Б. К вопросу исследования элементов резательного автомата ротационного типа // Труды ВНИИстроммаша. - Гатчина ,1970. - № 9. - С. 33-46.
3. Сабиров Б.А. Рузиев И.С. Устройство для резки непрерывного пластичного бруса // Жараён-2000: Республиканская научная конференция. - Бухара, 2000. - С. 131.

4. Сабиров Б.А., Рузиев И.С. К вопросу определения профиля копира барабанного устройства для резки // ФарПИ - Фергана, 2000. -№ 3/4. - С. 115-116.
5. Сабиров Б., Рузиев И.С., Герасимов М.Д. Исключение отрицательного влияния профиля копира на динамические характеристики устройства для резки мыла // Энергоресурсоберегающие машины, оборудование и экологические чистые технологии в дорожной и строительной отрасли. Международная научно-практическая конференция. Белгород, 2018. С. 203-210.

DOI - 10.32743/UniTech.2024.127.10.18325

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ РОТОРНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕЗКИ НЕПРЕРЫВНОГО МЫЛЬНОГО БРУСА

Рузиев Исламбай Самандарович
канд. техн. наук
Ургенчский государственный университет
Республика Узбекистан, г. Ургенч
E-mail: islambay68@mail.ru

EVALUATION OF THE ACCURACY OF THE ROTARY CUTTING DEVICE CONTINUOUS SOAP BAR

Islambay Ruziev
Candidate of Technical Sciences
Urgench State University ,
Uzbekistan, Urgench

АННОТАЦИЯ

Для обеспечения перпендикулярности плоскости реза направлению перемещения мыльного бруса необходимо, чтобы режущие элементы устройства перемещались в горизонтальном направлении синхронно с брусом, и в то же время постоянно сохраняли вертикальное положение. Указанное требование, оказалось возможным совместить в разработанной конструкции устройства резки непрерывного пластичного бруса мыла, имеющей два барабана с рычагами. Результаты проведенного испытания дали возможность сопоставления точностных характеристик предлагаемой конструкции автомата для резки мыла с аналогичными характеристиками известных резательных автоматов, для получение этих показателей были построены гистограммы распределения погрешностей длины отрезаемых кусков, перпендикулярности и плоскостности поверхности. После анализа построенных гистограмм получено преимущественные точностные показатели новой конструкции с известными аналогическими конструкциями.

ABSTRACT

To ensure that the cutting plane is perpendicular to the direction of movement of the soap bar, it is necessary that the cutting elements of the device move horizontally synchronously with the bar, and at the same time constantly maintain a vertical position. The results of the test made it possible to compare the accuracy characteristics of the proposed design of a soap cutting machine with similar characteristics of known cutting machines. To obtain these indicators, histograms of the distribution of errors in the length of the cut pieces, perpendicularity and flatness of the surface were constructed. After analyzing the constructed histograms, the predominant accuracy indicators of the new design with known analogical constuctions were obtained.

Ключевые слова: режущий элемент, рычаг, барабан, шнекпресс, мыло, синхронизация, точность резки, перпендикулярность реза.

Keywords: cutting element, lever, drum, screw press, soap, synchronization, cutting accuracy, cutting perpendicularity.

Введение. Одним из хорошо зарекомендовавших себя в мыловаренном производстве устройств резки непрерывного действия, является автомат для накатки и резки мыла системы Пронина [1, С. 29-31]. Как известно узел накатки данного устройства, одновременно служит для передачи энергии мыльного бруса режущему барабану. Однако при резке большинства изделий, например, туалетного мыла, кирпича и др. необходимость в накатке трафарета на отрезаемые куски отсутствует. В таких случаях, накатная часть устройства может быть удалена. Но при этом следует обеспечить передачу энергии разрезаемого мыльного бруса, режущим элементам устройства.

Энергия пластичного мыльного бруса может передаваться непосредственно режущим элементам, если они будут иметь вид не струн, а пластин.

При этом для сохранения постоянной длины отрезаемых изделий, а также для обеспечения перпендикулярности плоскости реза направлению перемещения мыльного бруса необходимо, чтобы режущие элементы устройства перемещались в горизонтальном направлении синхронно с брусом, и в то же время постоянно сохраняли вертикальное положение [2, С. 115-116].

Указанное требование, оказалось возможным совместить в разработанной конструкции устройства

Библиографическое описание: Рузиев И.С. ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ РОТОРНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ РЕЗКИ НЕПРЕРЫВНОГО МЫЛЬНОГО БРУСА // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18325*

резки непрерывного пластичного бруса мыла, имеющей два барабана с рычагами, показанной схематично на рис. 1-5. [6, С. 43-46]

Объекты и методы исследование. Устройство включает установленные на основании 1 стойки 2. На коленчатой оси 3, закрепленной в отверстиях стоек 2, неподвижно закреплен копир 4 и барабаны 5 и 6, имеющие возможность вращения. На барабане 5 шарнирно закреплены рычаги 7. На одном плече рычагов 7 закреплены ролики 8, обкатывающиеся по поверхности копира 4, а на втором плече шарнирно закреплены режущие элементы 9, выполненные в виде рамок с пластинчатыми ножами 10. На барабане 6, также шарнирно закреплены одноплечие рычаги 11, второй конец которых, шарнирно соединен с режущими элементами 9. Разрезаемый пластичный брус 12 подается по рольгангу 13 из шнекпресса. Вращение барабанов 5 и 6 синхронизовано с помощью кривошипов 14, шарнирно соединенных с осями рычагов 7 и 11. (рис. 1 - 5)

Устройство работает следующим образом: при подаче пластичного бруса 17 из шнекпресса, конец бруса оказывает давление на нож 10 режущего элемента 9. Режущий элемент 9 начинает перемещаться в горизонтальном направлении синхронно с разрезами брусом.

Давление бруса через нож 10 и рычаги 7 и 11 передается на барабаны 5 и 6 , вследствие чего они приводятся во вращение.

При этом рычаги 7 и 11 от проворачивания вокруг осей шарнирных соединений с барабанами в направлении перемещения бруса сверх определенных пределов, удерживаются роликами 8. упирающимися в поверхность копира 4. После прохождения первым режущим элементом расстояния, равного определенной части длины отрезаемого куска мыла, следующий режущий элемент начинает врезаться в брус 12, одновременно синхронно перемещаясь в горизонтальном направлении, совместно с разрезаемым брусом, также, как и предыдущий режущий элемент. Так последовательно вступают в работу и последующие режущие элементы.

Профиль копира 4 выполняется из условия обеспечения синхронности горизонтальной скорости режущих элементов 9 и пластичного бруса 12. При повороте барабанов на угол равный углу между осями двух пар рычагов отрезается один кусок мыла.

После того, как первый режущий элемент заканчивает резку, он выходит из рабочей зоны с повышенной горизонтальной скоростью, а дальнейшее вращение барабанов 5 и 6, осуществляется последующими режущими элементами, находящимся в рабочем состоянии т.е. занимающее положение между верхней и нижней плоскостями пластичного бруса.

Рычаги 7, и барабаны 5 и 6, с режущими элементами 9, образуют шарнирный параллелограмм. Так как эксцентриситет коленчатой оси 3 имеет вертикальное направление, то и режущие элементы 9 постоянно сохраняют свое вертикальное положение, что обеспечивает перпендикулярность плоскости реза к опорной поверхности пластичного бруса. Заданная длина отрезаемого куска обеспечивается системой состоящей из двуплечих рычагов 7, роликов 8 и копира 4.

Указанные условия позволяют обеспечивать высокую точность, как в отношении прямолинейности и перпендикулярности линии реза, так и в отношении длины отрезаемых кусков мыла[4, С. 362-366].

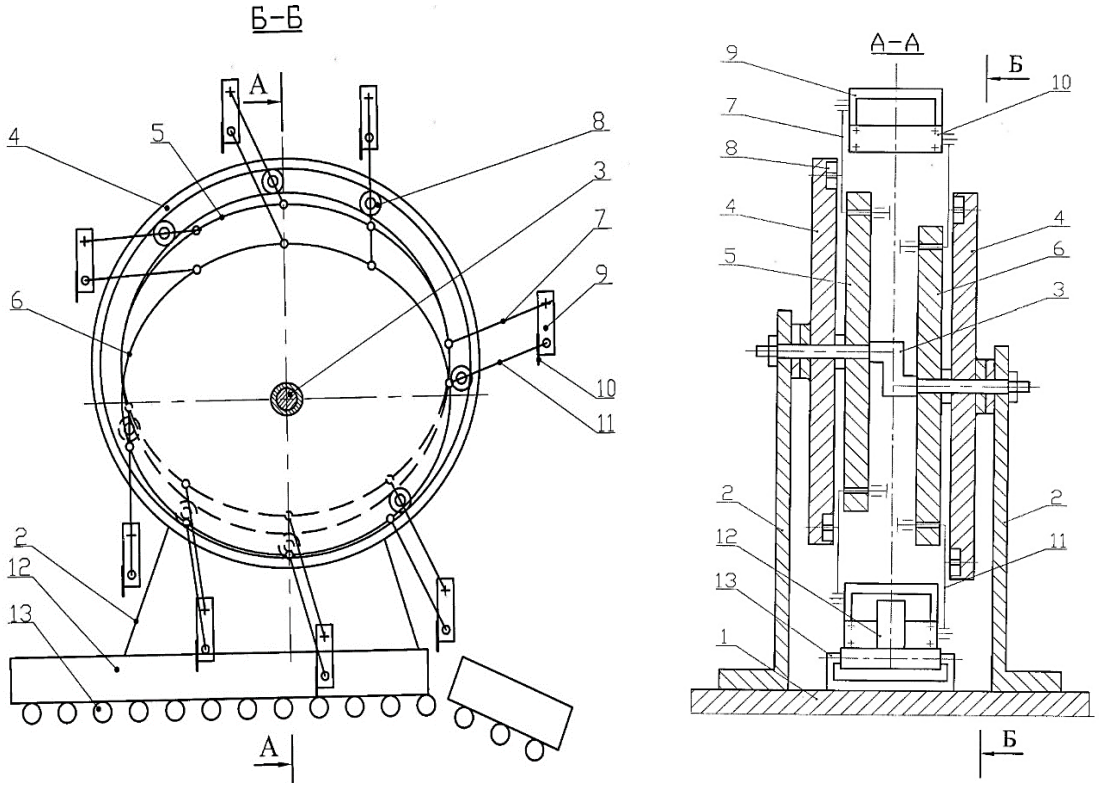


Рисунок 1. Новая конструкция устройства для резки непрерывного пластичного бруса

Рисунок 2. Опытный образец новой универсальной конструкции устройства для резки непрерывного пластичного бруса мыла

Конструкция устройства существенно упрощается за счёт исключения узла накатки и всех механических передач, поглощающих значительную часть энергии разрезаемого бруса (рис.3.).

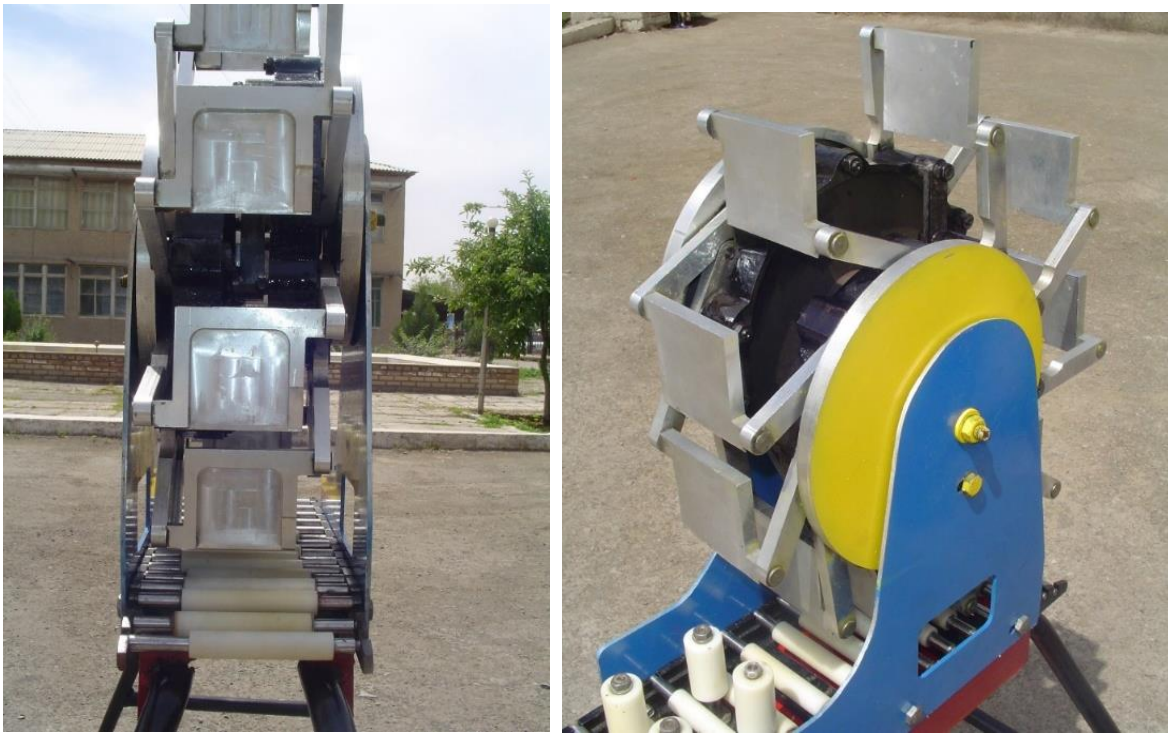
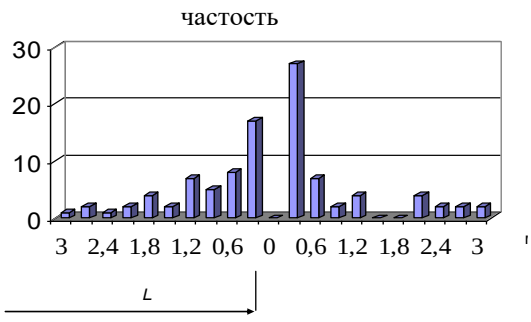


Рисунок 3. Опытный образец новой универсальной конструкции устройства для резки непрерывного пластичного бруса мыла

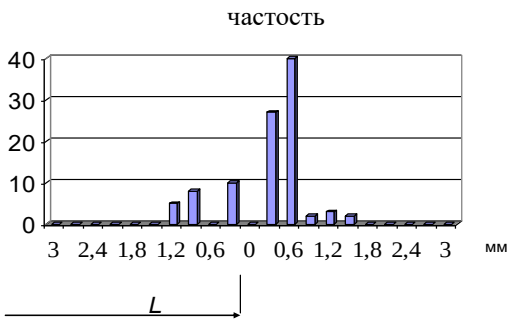
Результаты. По результатам проведенного испытание для сопоставления точностных характеристик нового автомата для резки мыла с аналогичными характеристиками известных резательных автоматов, были построены гистограммы распределения погрешностей длины отрезаемых кусков, перпендикулярности и плоскостности поверхности реза (рис. 4.а,б,в).

а) распределение погрешностей длины отрезаемого куска

известного устройства

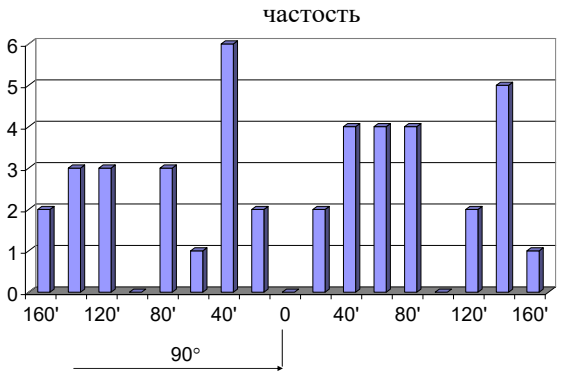


предлагаемого устройства

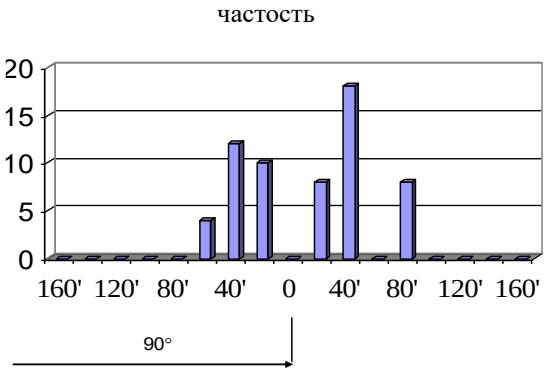


б) распределение погрешностей перпендикулярности реза

известного устройства

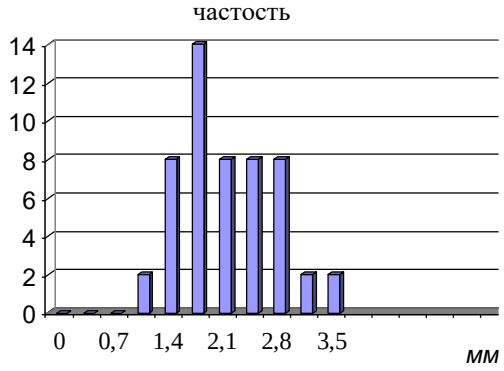


предлагаемого устройства



в) распределение погрешностей формы плоскости реза

известного устройства



предлагаемого устройства

Рисунок 3.15. Гистограммы точностных показателей известного и предлагаемого устройств

Заключение. При испытании опытный образец автомата для резки мыла показал нижеследующие преимущества:

а) повысилась надежность устройства, за счет исключения промежуточных механизмов, масса устройства снизилась на 20% ;

в) точность длины отрезаемых кусков мыла повысилась до ± 1,3 мм или более чем в 2 раза по отношению к известному устройству;

г) повысилась перпендикулярность поверхности реза до ± 60 мин или более чем в 2 раза по отношению к известному устройству;

д) повысилась плоскостность поверхности реза до 0,2 мм или более чем в 12 раз по отношению к известному устройству.

Список литературы:

1. Пронин О.Я. Станок для маркировки и резки мыла // Маслобойная промышленность. – М.: 1962. - № 12.- С. 29-31.
2. Сабиров Б.А., Рузиев И.С. Устройство для резки непрерывного пластичного бруса // Жараён-2000: Республиканская научная конференция. – Бухара , 2000. - С. 131.
3. Сабиров Б.А., Рузиев И.С. К вопросу определения профиля копира барабанного устройства для резки // ФарПИ - Фергана, 2000. -№ 3/4. - С. 115-116.
4. Сабиров Б., Рузиев И.С., Самандаров Г.И. Расчет конструктивных параметров устройства для резки непрерывного пластичного бруса //Энерго-ресурсоберегающие машины, оборудование и экологические чистые технологии в дорожной и строительной отрасли. Международная конференция. Белгород, 2020. С. 362-366.
5. Патент РУз №02377 2003. Устройство для резки непрерывного пластичного бруса / Сабиров Б.А., Рузиев И.С // Патентное Ведомство Республики Узбекистан. 2003.
6. Sabirov B., Ruziev I., Radjapov M., Samandarov A., Radjapov J. The device for gutting the unbroken plastic bars // Europen journal of Advances in Engijneerihg and Technologi, 2016, 3(1): P. 43-46.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ЦИФРОВИЗАЦИИ И ВНЕДРЕНИЕ УМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕХАНИЗАЦИЮ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Чимпаизов Фуркат Нахалович
ассистент,
Джизакский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Джизак

Шингисов Азрет Утебаевич
доктор философии, профессор,
Южно-Казахстанский государственный университет имени Мухтара Ауэзова
Республика Казахстан, г. Шымкент
E-mail: azretutebai@mail. ru

RESEARCH INTO THE PROSPECTS OF DIGITALIZATION AND THE INTRODUCTION OF SMART TECHNOLOGIES IN AGRICULTURAL MECHANIZATION

Furkat Chimpaizov
Assistant,
Jizzakh Polytechnic Institute
Republic of Uzbekistan, Jizzakh

Azret Shingisov
Doctor of Philosophy, Professor,
South Kazakhstan State University named after Mukhtar Auezov
Republic of Kazakhstan, Shymkent

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассматривается исследование методики "АгроТек-Обучение: Цифровизация в Сельском Хозяйстве", направленной на повышение уровня цифровой грамотности работников аграрного сектора. Анализируется процесс внедрения данной методики, а также её влияние на профессиональные навыки участников и продуктивность сельского хозяйства. В статье предоставляются данные о результатах обучения, включая процентное соотношение улучшения навыков и повышения уверенности в использовании цифровых технологий. Обсуждаются ключевые аспекты, такие как формирование сообщества профессионалов, готовность к дальнейшему обучению и влияние на урожайность. Работа подчеркивает важность цифровизации в аграрном секторе и необходимость повышения квалификации работников для достижения устойчивого развития отрасли.

ABSTRACT

This paper examines the study of the AgroTek-Training: Digitalization in Agriculture methodology aimed at increasing the level of digital literacy of workers in the agricultural sector. The process of implementing this methodology, as well as its impact on the professional skills of participants and agricultural productivity, is analyzed. The article provides data on the training results, including the percentage of skill improvement and increased confidence in the use of digital technologies. Key aspects such as the formation of a community of professionals, readiness for further training, and the impact on crop yields are discussed. The work emphasizes the importance of digitalization in the agricultural sector and the need to improve the skills of workers to achieve sustainable development of the industry.

Ключевые слова: цифровизация, аграрный, обучение, технологии, продуктивность, навыки, устойчивость, сообщество, методика, исследования.

Keywords: digitalization, agricultural, training, technology, productivity, skills, sustainability, community, methodology, research.

Введение. Цифровизация и внедрение умных технологий в механизацию сельского хозяйства становятся ключевыми факторами, определяющими будущее аграрного сектора. В условиях растущего мирового населения и необходимости повышения продуктивности сельского хозяйства, технологии, такие как Интернет вещей (IoT), большие данные и искусственный интеллект, открывают новые горизонты для оптимизации процессов. Эти технологии позволяют фермерам принимать более обоснованные решения, сокращать затраты и повышать урожайность.

Библиографическое описание: Чимпаизов Ф.Н., Шингисов А.У. ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВ ЦИФРОВИЗАЦИИ И ВНЕДРЕНИЕ УМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МЕХАНИЗАЦИЮ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18476

Методология. Методика АгроТек-Обучение: Цифровизация в Сельском Хозяйстве направлена на повышение уровня цифровой грамотности среди работников сельского хозяйства и включает несколько ключевых компонентов. В первую очередь, методика основывается на создании модульной образовательной программы, которая охватывает различные аспекты использования цифровых технологий в аграрном секторе. Каждый модуль будет посвящен конкретной теме, такой как работа с данными, использование датчиков IoT, анализ урожайности и управление ресурсами. Важным элементом «АгроТек-Обучения» является интерактивный подход к обучению. Участники будут вовлечены в практические занятия, где они смогут применять полученные знания на реальных примерах и задачах, что способствует лучшему усвоению материала. В рамках программы также предусмотрено создание учебных лабораторий, оснащенных необходимыми цифровыми технологиями, чтобы обучаемые могли непосредственно взаимодействовать с оборудованием и программным обеспечением. Кроме того, методика включает в себя систему наставничества, где опытные специалисты из аграрного сектора будут делиться своими знаниями и практическим опытом с новичками. Это поможет создать сообщества практиков, которые смогут поддерживать друг друга и обмениваться опытом. В результате применения данной методики предполагается, что работники сельского хозяйства получат необходимые знания и навыки для эффективного использования цифровых технологий, что повысит производительность и конкурентоспособность аграрного сектора.

Результат. В результате проведенного исследования по методике «АгроТек-Обучение: Цифровизация в Сельском Хозяйстве» были получены обнадеживающие результаты, которые подтверждают эффективность данного подхода. В исследовании приняло участие 150 работников различных сельскохозяйственных предприятий, прошедших курс обучения по разработанной методике. После завершения программы было проведено анкетирование, которое показало, что 85% участников отметили улучшение своих навыков в области цифровых технологий. Из них 72% заявили о повышении уверенности в использовании новых технологий в своей повседневной работе. В ходе исследования был зафиксирован рост продуктивности на предприятиях, где прошли обучение 60% работников. В частности, средний урожайность основных культур увеличилась на 15% по сравнению с предыдущими годами. Кроме того, 78% участников выразили готовность продолжать обучение и делиться полученными знаниями с коллегами, что указывает на формирование устойчивого сообщества профессионалов, заинтересованных в внедрении цифровых решений в сельское хозяйство. Результаты исследования подтверждают, что методика «АгроТек-Обучение» способствовала значительному повышению уровня цифровой грамотности и эффективности работы работников сельского хозяйства, что в свою очередь положительно сказалось на производительности отрасли в целом.

Таблица 1.

Результаты исследования методики «АгроТек-Обучение: Цифровизация в Сельском Хозяйстве»

Показатель	Значение	Плюсы	Минусы
Количество участников	150	Широкий охват	Возможны различия в начальном уровне знаний
Улучшение навыков	85%	Высокая степень освоения	Требуется больше времени для полного усвоения
Повышение уверенности	72%	Увеличение уверенности в применении	Не все участники смогли адаптироваться к изменениям
Рост продуктивности	15%	Значительное улучшение урожайности	Не все предприятия показали положительные результаты
Готовность к обучению	78%	Формирование сообщества профессионалов	Возможны различия в мотивации участников
Уровень вовлеченности	Высокий	Активное участие в процессе обучения	Необходимость поддержки со стороны руководства

Заключение. Цифровизация и внедрение умных технологий в механизацию сельского хозяйства представляют собой значительную возможность для повышения эффективности аграрного сектора. Однако для достижения желаемых результатов необходимо преодолеть существующие барьеры, такие как недостаток квалифицированных кадров и отсутствие инфраструктуры. Систематическое обучение работников и внедрение образовательных инициатив станут важными шагами на пути

к успешной цифровизации сельского хозяйства, что в свою очередь будет способствовать устойчивому развитию данной отрасли.

Список литературы:

1. Khudoyar A., Shokir I., Azizbek K. Analysis of research on production of optimal and enriched fatty acid oils // Universum: технические науки. – 2023. – №. 1-4 (106). – С. 65-67.
2. Shokir I. Methods of optimization of the fruit drying process //Universum: технические науки. – 2022. – №. 6-7 (99). – С. 62-63.
3. Иссаков Ш.А.У., Бобёрова Ш.Р. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФИЗИЧЕСКОГО МЕТОДА ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И РАФИНИРОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ АКТИВНЫХ КОМПОНЕНТОВ // Universum: технические науки. – 2024. – Т. 5. – №. 2 (119). – С. 24-26.
4. Иссаков Ш.А.У. и др. Хранение зерна, муки, круп и комбикормов режимы и методы //Universum: технические науки. – 2024. – Т. 2. – №. 1 (118). – С. 49-51.
5. Baturbekovich Q.F. et al. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ СЫРЬЯ, ПЕРЕРАБАТЫВАЕМОГО В ПРОМЫШЛЕННОСТИ //Лучшие интеллектуальные исследования. – 2024. – Т. 18. – №. 3. – С. 205-208.
6. Baturbekovich Q.F. et al. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ СЫРЬЯ, ПЕРЕРАБАТЫВАЕМОГО В ПРОМЫШЛЕННОСТИ //Лучшие интеллектуальные исследования. – 2024. – Т. 18. – №. 3. – С. 205-208
7. Khudoyar A., Shokir I., Azizbek K. Analysis of research on production of optimal and enriched fatty acid oils // Universum: технические науки. – 2023. – №. 1-4 (106). – С. 65-67.
8. Shokir I. Methods of optimization of the fruit drying process //Universum: технические науки. – 2022. – №. 6-7 (99). – С. 62-63.
9. Иссаков Ш.А.У., Бобёрова Ш.Р. Эффективность физического метода технологии извлечения и рафинирования биологических активных компонентов // Universum: технические науки. – 2024. – Т. 5. – №. 2 (119). – С. 24-26.
10. Иссаков Ш.А.У. и др. ХРАНЕНИЕ ЗЕРНА, МУКИ, КРУП И КОМБИКОРМОВ РЕЖИМЫ И МЕТОДЫ // Universum: технические науки. – 2024. – Т. 2. – №. 1 (118). – С. 49-51.
11. Baturbekovich Q.F. et al. Требования к качеству сырья, перерабатываемого в промышленности //Лучшие интеллектуальные исследования. – 2024. – Т. 18. – №. 3. – С. 205-208.
12. Baturbekovich Q.F. et al. Требования к качеству сырья, перерабатываемого в промышленности //Лучшие интеллектуальные исследования. – 2024. – Т. 18. – №. 3. – С. 205-208.
13. Baturbekovich Q.F. et al. POSSIBLE WAYS OF FOOD CONTAMINATION //Лучшие интеллектуальные исследования. – 2024. – Т. 18. – №. 4. – С. 3-7.
14. Аралов Х.М., Иссаков Ш.А., Мулдабекова Б.Д. Изучение применения биотехнологий в пищевой промышленности для улучшения безопасности продуктов, таких как создание продуктов с низким содержанием аллергенов // Экономика и социум. – 2024. – №. 4-2 (119). – С. 588-591.
15. Аралов Х.М., Иссаков Ш.А., Мулдабекова Б.Д. Разработка и совершенствование систем полива, таких как капельный полив, для повышения эффективности использования воды и улучшения качества урожая // Экономика и социум. – 2024. – №. 4-2 (119). – С. 584-587.
16. Мулдабекова Б.Д. и др. Изучение природных составляющих пищевых ресурсов: анализ, свойства и перспективы применения //Universum: технические науки. – 2024. – Т. 6. – №. 4 (121). – С. 28-30.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

DOI - 10.32743/UniTech.2024.127.10.18291

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ УМНОЕ СЕЛО В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Акбарова Самира Мисирхан
канд. техн. наук, доцент,
Азербайджанский Архитектурно-Строительный Университет,
Азербайджан, г. Баку
E-mail: samira.akbarova@azmiu.edu.az

PRACTICAL RECOMMENDATIONS FOR THE IMPLEMENTATION OF THE SMART VILLAGE CONCEPT IN AZERBAIJAN

Samira Akbarova
Ph.D. (Eng.), Associate Professor,
Azerbaijan University of Architecture and Civil Engineering,
Azerbaijan, Baku

АННОТАЦИЯ

Предметом исследования является совокупность теоретических и практических аспектов реализации концепции умное село. Обоснована эффективность применяемых инновационных технологий в реализованном пилотном проекте умное село Агалы в Карабахском регионе Азербайджана. Методологический основой исследования является сравнительный, статистический и логичный анализ зарубежных научных исследований по проблемам развития умного села. Описаны основные концептуальные компоненты азербайджанской модели умного села, обоснована эффективность применяемых инновационных строительных технологий, разработаны научно-практические рекомендации по дальнейшей реализации концепции умного села в социально-экономических реалиях Азербайджана. Предлагается создать: каталог энергосберегающих и энергоэффективных инновационных технологий адаптивных для рассматриваемого региона; карту компетенций с указанием экономической специализации села; концепцию комплексного развития села с использованием современных информационных технологий и экологически чистых источников энергии с учетом ресурсной обеспеченности, специфических особенностей и исторического пути развития села.

ABSTRACT

The research subject is the theoretical and practical aspects of implementing the smart village concept. The effectiveness of the applied innovative construction technologies in the implemented pilot project of the smart village Agali in the Karabakh region of Azerbaijan is substantiated. The methodological basis of the study is a comparative, statistical, and logical analysis of the scientific research on the problems of smart village development. The main conceptual components of the Azerbaijani model of a smart village are described, the effectiveness of the applied innovative construction technologies is substantiated, and scientific and practical recommendations for further implementation of the smart village concept in the socio-economic realities of Azerbaijan are developed. It is proposed to create: a catalog of energy-saving and energy-efficient innovative technologies adaptive to the region under consideration; a competence map indicating the economic specialization of the village; a concept of integrated rural development using modern information technologies and environmentally friendly energy sources, taking into account resource availability, specific features and the historical path of rural development. A summary, reflecting the subject matter of the article.

Ключевые слова: строительство, умное село, инновации, Азербайджан, энергетические ресурсы.
Keywords: construction, smart village, innovation, Azerbaijan, energy resources.

Введение. Термин «умное село» трактуется по-разному, но ключевая роль отводится информационно-телекоммуникационным технологиям, инновациям, в том числе строительным, и зеленому энергоснабжению, которые позволяют решать проблемы сельских поселений в рамках многостороннего партнерства граждан, бизнеса и власти. Такое понимание сформировалось в 1993 году в Кремниевой долине, США, где зародилась концепция «умного сообщества» [4]. Сегодня концепция «умное село» дополняется обязательным требованием обеспечения устойчивого развития сельской местности,

Библиографическое описание: Акбарова С.М. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РЕАЛИЗАЦИИ КОНЦЕПЦИИ УМНОЕ СЕЛО В АЗЕРБАЙДЖАНЕ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18291*

т.е. более актуальна концепция «умное устойчивое село», где комплексные интеллектуальные и инновационные решения применяются во всех сферах жизни в режиме реального времени за счет формирования единой экологически чистой системы технологий и услуг [5]. В настоящее время не существует единого перечня технологий и инноваций, однозначно характеризующих село как «умное и устойчивое» [6]. Но можно выделить наиболее характерные для умного села цифровые преобразования и технологические усовершенствования в управлении инфраструктурой: использование интеллектуальных систем учета и удаленного управления сетями для систем энергоснабжения, теплоснабжения, водораспределения и электроснабжения; использование инновационных систем управления позволяет в режиме реального времени осуществлять мониторинг зданий, объектов, сооружений и инфраструктуры, оперативно выявлять и предотвращать аварии и чрезвычайные ситуации, повышать эффективность использования ресурсов и оптимизировать их потребление (табл. 1). Также концепция умное село подразумевает ориентацию на стимулирование сельской экономики за счет высокоскоростного доступа к Интернету, внедрения зеленых технологий и перевода государственных услуг в цифровой формат [7, 8].

Таблица 1.

Основные приоритеты развития умного села [10]

Умная природная среда (природные ресурсы): • энергоэффективность • возобновляемые энергоресурсы • сохранение местного биоразнообразия • экономия природных и всех видов материальных ресурсов	Качество жизни: • разумное потребление • удобная планировка • социальный взаимодействие • здоровый образ жизни
Умный социальный и человеческий капитал: • высококвалифицированные пользователи информационно-коммуникационных технологий • доступность всех видов образования и обучения • предпринимательство и активное участие граждан в общественной жизни села	Конкурентоспособность- умная экономика: • высокая производительность и продуктивность производства • новые продукты, услуги, бизнес модели • международный сотрудничество • гибкость экономики
Умный транспорт-мобильность и информационно-коммуникационные технологии • интегрированный транспорт • экологичность всех видов транспорта	Умный менеджмент: • вовлечение граждан в процесс принятия решений • удобный услуги, сервисы • доступность информации

В данном исследовании описаны основные концептуальные компоненты модели «умное село» в Азербайджане, перечень внедренных инновационных технологий в домах и зданиях в первом умном селе Агалы; обоснована энергоэффективность применяемых инновационных строительных технологий и инженерных систем; разработаны научно-практические рекомендации по вопросам адаптации стратегий концепции умное село в контексте социально-экономических реалий Азербайджана.

Методы и материалы. Несмотря на значительное количество публикаций и реализованных проектов умных сел теоретико-методологическая основа данной концепции недостаточно исследована и научно обоснована [2, 3]. Целью данной статьи является исследование концепции умное село в условиях цифровой экономики на примере села Агалы Карабахского региона (рис. 1). Предметом исследования является совокупность теоретических и практических аспектов реализации концепции умное село в Карабахе для обоснования эффективности инновационных строительных технологий [1, 11, 12].

Рисунок 1. Умное село Агалы, 2023 г. (https://caliber.az/print/179595)

Методологической основой статьи стал сравнительный, статистический и логический анализ. Коморовский Л. помещает концепцию умное село в теорию регионального развития как «центр-периферия» [9, 15]. Крамп Дж. рассматривает связь между умными технологиями, политическими стратегиями и жизнеспособностью сельской местности в контексте Интернета вещей (IoT) [13]. Другой подход, когда концепция умного села рассматривается как альтернативная стратегия для устойчивого развития сельских территорий предложен в [16]. Подобный подход подразумевает улучшение качества жизни сельских жителей за счет экономических выгод и обеспечения охраны природы и ландшафта, т.е. поддержания экологии [15].

Результаты. Ключевым моментом стратегии создания умных деревень является их самодостаточность за счет использование инновационных технологий на основе местных ресурсов в следующих сферах развития [16, 17]:

- зеленая энергетика;
- умная инфраструктура и услуги;
- энергоэффективность строительных объектов;
- полная занятость местных жителей.

Все строительные конструкции и здания-социальные объекты, жилые дома, административные здания, предприятия общественного питания, здания по переработке и производству сельскохозяйственной продукции- обеспечены альтернативными источниками энергии, оборудованы экологичной системой отопления, интеллектуальным наружным и внутренним освещением, имеют интеллектуальную систему управления отходами [18, 19, 20]. Инновационные технологии охватывают пять составляющих сельской жизни: энергоснабжение, жилищный сектор, производство, социальные услуги и сельское хозяйство. Инженерные коммуникации и системы создаются на основе интеллектуальных технологий. В планах дальнейшего развития села- формирование туристической инфраструктуры. Вторым селом, на очереди реализации концепции умного села, является Довлетярлы в Физулинском районе, третьим –- Баш Гарванд в Агдамском районе [13,14].

Инновационный технологии адаптированные в Агалы:

1. Основным источником электроэнергии для села является малая гидроэлектростанция, построенная на искусственном водохранилище, где электроэнергия вырабатывается гидродинамической турбиной, имеющей сертификат по минимизации выбросов CO_2. Другим способом получения электроэнергии является использование солнечных фотоэлектрических панелей.
2. Источником горячего водоснабжения являются солнечные вакуумные коллектора и геотермальные скважины.
3. Для энергоснабжения общественных и административных зданий используются ветровые турбины общей мощностью 212 кВт.
4. Применяемые датчики экологического мониторинга свидетельствуют о снижении выбросов CO_2 до 70–80% по сравнению с исходным уровнем.
5. Для отопления домов используются электродные водогрейные котлы и анодированные радиаторы.
6. Все здания и дома оснащены Smart счетчиками расхода воды, тепла и электроэнергии, работающими с использованием беспроводных технологий.
7. Все дома и строения спроектированы в соответствии с экологическими стандартами строительства с использованием инновационной внешней теплоизоляции, такой как базальтовая вата.
8. Энергосберегающие окна с металлопластиковой рамой имеют двухкамерные стеклопакеты с внутренним серебряным покрытием.
9. Для нежилых зданий применяется механическая вентиляция с рекуперацией тепла и рекуперацией тепла канализационных вод.

10. В архитектурно- строительное проектирование внедряются цифровые технологии информационного моделирования зданий (BIM).

11. Используется интеллектуальная система сбора отходов: мусорные контейнеры оснащаются ультразвуковыми датчиками «SmartBin», подающими сигнал при заполненности контейнера.

12. Применяется интеллектуальная система переработки отходов и выбросов.

13. Переработанные отходы и выбросы используются в качестве ценного топлива для выработки энергии.

14. Все энергоэффективные мероприятия обеспечивают КПД 80% по сравнению с базовым уровнем.

15. Существует интеллектуальная автоматизированная система уличного освещения с локальными и централизованными датчиками.

16. Используются интеллектуальные камеры видеонаблюдения за транспортными, велосипедными и пешеходными дорожками. На транспортных магистралях устанавливаются автоматические ворота на основе видеоаналитики для распознавания государственных номеров транспортных средств.

17. Система умного школьного образования объединяет дистанционное и интерактивное обучение.

18. Умная медицина использует удаленную диагностику и онлайн-консультации.

19. Умное сельское хозяйство использует дроны, инновационные системы орошения, очищенные сточные воды, экологический мониторинг и станции по борьбе с сельскохозяйственными вредителями.

20. Осуществляется утилизация бытовых и промышленных отходов. Отходы с буйволиной фермы используются в качестве сырья для производства биогаза и удобрений.

Обсуждение. Стратегия устойчивого развития сельских территорий и проведения восстановительных работ в селах Карабаха заключается в их адаптации к мировым тенденциям, в частности, концепции умное село. На основе результатов данного исследования предложен следующий набор научно-практических рекомендаций по дальнейшему развитию умных сел [21, 23]. Предлагается разработать:

1. каталог энергосберегающих и энергоэффективных инновационных технологий, адаптивных для рассматриваемого региона, на основе формирования более расширенных агломераций вокруг сельского центра, т.е. «деловой центр- жилые кварталы». Согласно [24] села с большей плотностью населения имеют более высокие темпы и возможности внедрения инноваций и предпринимательства. Концентрация человеческих, творческих, деловых и материальных ресурсов позволит повысить синергетический эффект и создать дополнительные импульсы развития сел за счет формирования единого экономического пространства [22].

2. карту компетенций села с указанием экономической специализации. «Умная» специализация сельских территорий является перспективным подходом к их устойчивому развитию. Необходимо исходить из имеющихся ресурсов, потенциала сельских территорий и потребностей экономики [20]. Первые попытки выделить перспективные экономические специализации были сделаны в Агалы:

- полностью автоматизированное предприятие по производству бетона;
- буйволиная ферма, отходы которой используются для производства удобрений и биогаза [21].

Также важно создать базу данных по специализациям сел, что позволит оптимизировать механизмы поддержки со стороны государства. Регулярный мониторинг и оценка эффективности применяемых инноваций повысит инвестиционную привлекательность региона [23].

3. модельная концепция комплексного развития деревни с использованием современных информационных технологий на основе ресурсной обеспеченности и особенностей, с учетом исторического пути развития конкретного села при активном вовлечении местных жителей как основного ресурса развития. Для любого региона, особенно сельского, необходимо развитие инженерных систем и информационно-коммуникационной инфраструктуры [24]. Для эффективной интеграции современных цифровых технологий в управление социально-экономическими процессами в сельской местности необходимо использовать высокоскоростного широкополосного Интернета, что особенно актуально в эпоху быстрого развития технологий и перехода к цифровой экономике [25, 26].

Выводы. В исследовании предпринята попытка конкретизировать принципы реализации концепции умное село для устойчивого развития сельских территорий посредством внедрения инновационных технологий, в том числе строительных, на примере опыта села Агалы в Карабахском регионе Азербайджана. Использование ИКТ, высокоскоростного интернета и зеленой энергетики являются примерами стратегических направлений развития сел [27]. Невозможно создавать и реализовывать программы развития села по шаблону или универсальному методу. Изучение опыта Агалы показывает, что попытки решать вопросы социально-экономического развития села игнорируя его уникальные особенности в конечном итоге приводят к отказу от инноваций [14]. Местные жители должны играть активную роль в восстановлении и развитии умного села, чтобы создать комфортную среду проживания, удовлетворяющую запросам молодого поколения, сохраняя при этом самобытность местного ландшафта.

Список литературы:

1. Akbarova S., Mammadov N., Rustamov V.: Evaluation of thermal energy production by solar panels for karabakh "green" energy zone. Reliability: Theory and Applications. 2022. 4(70), 200-206.
2. Adamowicz M., Zwolinska-Ligaj M. The “smart village” as a way to achieve sustainable development in rural areas of Poland. Sustainability. 2020. 12(16), 6503.

3. Bell D., Jayne M. The creative countryside: policy and practice in the UK rural cultural economy. Journal of Rural Studies. 2010. 26(3), 209–218.
4. Bijker R., Haartsen T., Strijker, D.: Migration to less-popular rural areas in the Nether- lands: Exploring the motivations. Journal of Rural Studies. 2012. 24 (8), 490–498.
5. Kneafsey M. Rural cultural economy: tourism and social relations. Annals of Tourism Research. 2001. 28 (3), 762–783.
6. Deller S., Tsai T., Marcouiller D. The role of amenities and quality of life in rural eco- nomic growth. American Journal of Agricultural Economics. 2001. 83(2), 352–365.
7. Guzal-Dec D. Intelligent development of the countryside- the concept of smart villages: assumptions, possibilities and implementation limitations. Economic and regional studies. 2018. 3, 32–49.
8. Haider M., Siddique A., Alam S.: An approach to implement frees space optical technol- ogy for smart village energy autonomous systems. Far East Journal of Electronics and Communication. 2018. 18, 439-456.
9. Komorowski L., Stanny M.: 2020. Smart villages: where can they happen? Land 9(5), 151-169 (2020).
10. Meyn M. Digitalization and its impact on life in rural areas: exploring the two sides of the atlantic: USA and Germany. Smart Village Technology. 2020. 17, 99–116.
11. Mammadova G., Akbarova S.: Experimental study of air cavity thermal performance of opaque ventilated facades under extreme wind conditions: case study Baku. Informes De La Construccion. 2021. 73(561), e376.
12. Mammadov N., Akbarova S.: Multi-disciplinary Energy Auditing of Educational Build- ings in Azerbaijan: Case Study at a University Campus. IFAC, International Federation of Automation. 2018. https://www.sciencedirect.com/journal/ifac-papersonline , 51(30), 311–315.
13. Mammadova G., Akbarova S. Certification methods as a mechanism for estimation of building sustainability. E3S Web of Conferences. 2023. 458, 07017.12 p.
14. Mammadova G., Akbarova S. Building certification methods applied in Azerbaijan. Urbanism. Arhitectură. Construcţii • Vol. 15 • Nr. 3 • 2024, pp.281-294
15. Komorowski L. Smart village laboratory: a visit to Finnish smart villages. 2023. http://ksow.pl/news/entry/15075-laboratoriumsmart-villages- wizyta-w-finskich.html, last accessed 2024/09/09.
16. Crump J.: Finding a place in the country: exurban and suburban development in Sonoma County California. Environment and Behavior. 2003. 35, 187–202.
17. Merino F., Prats M.: Why do some areas depopulate? The role of economic factors and local governments. Cities 2020. 97, 102506.
18. Zwolinska-Ligaj M., Guzal-Dec D., Adamowicz, M. The concept of smart development of local territorial units in peripheral rural areas: the case of Lublin Voivodeship. 2018. Wie´s I Rol 179, 247–280.
19. Mammadov N., Akbarova S., Rzayeva N.: Building energy auditing is a tool to improve their energy efficiency. Ingenieurtag. Brandenburq Technical University, Germany. 2018. 210-226. https://opus4.kobv.de/opus4btu/frontdoor/deliver/index/docId/4724/file/4_Ingenieurta g_2018.pdf last accessed 2023/11/16.
20. Nelson, L., Nelson, P. The global rural: entrification and linked migration in the rural USA. Progress in Human Geography. 2011. 35(4), 441–459.
21. Paniagua A.: Counter urbanisation and new social class in rural Spain: the environmental and rural dimension revisited. Scottish Geographical Journal 118, 1–18 (2002).
22. Paniagua A. The environmental dimension in the constitution of new social groups in an extremely depopulated rural area of Spain. Land Use Policy. 2008. 25(1), 17–29.
23. Stolojescu-Crisan C., Calin C., Bogdan-Petru B. An IoT-Based Smart Home Automation System. Sensors. 2021. 21(11), 3784.
24. Paniagua A.: Urban–rural migration, tourism c and rural restructuring in Spain. Tourism Geographies. 2002. 4, 349–371.
25. Philip L., Williams F. Healthy ageing in smart villages? Observations from the field. Eu- ropean Countryside. 2019. 11, 616–633.
26. Stockdale A.: The diverse geographies of rural gentrification in Scotland. Journal of Rural Study. 2010. 26(1), 31–40.
27. Wolski O. Smart villages in EU Policy: how to match innovativeness and pragmatism? Wies Roln 181, 163–179 (2018).
28. Lichman V. Classification of apartment buildings by energy efficiency // Energy saving. 2019. Vol. 5. P. 8-12. https://www.abok.ru/for_spec/articles/36/7287/7287.pdf.
29. Menezes A., Cripps A., Bouchlaghem, D., Buswell R. Predicted vs. actual energy performance of non-domestic buildings: using post-occupancy evaluation data to reduce the performance gap // Applied Energy. 2012. Vol. 97. P. 355–364. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2011.11.075.

СВЯЗЬ МЕЖДУ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ И ТЕРМИЧЕСКИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ПЕСКА И ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА ДАННЫЕ СВОЙСТВА

Ала Саид Мохамед Абдулмалек
д-р техн. наук, доцент, университет Адена,
Республика Йемен, г. Аден
E-mail : dr.alasaeed2003@gmail.com

Аль-Хаддад Ахмед Осман
д-р техн. наук, университет Адена,
Республика Йемен, г. Аден
Emil: alhaddad220@yahoo.com

THE RELATIONSHIP BETWEEN THERMAL CONDUCTIVITY AND THERMAL RESISTANCE OF SAND AND THE EFFECT OF HUMIDITY ON THESE PROPERTIES

Mohamed Ala Said
Doctor of Technical Sciences, Associate Prof, University of Aden
Republic of Yemen, Aden

Ahmed Al-Haddad
Doctor of Technical Sciences, University of Aden
Republic of Yemen, Aden

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается метод исследования физических свойств песка, в результате чего получен материал со следующими характеристиками: влажность W˚ = 2,5 %, и теплопроводность не менее λ 1,3 Вт/м К (Ватт на Метр Кельвин) – единица измерения теплопроводности (λ), с целью использования их в тепловые характеристики подземных трубопроводов и наземных тепловых насосов.

Образцы песка были привезены из двух разных районов на окраине Адена . Испытание проводилось при добавлении воды от 2 % и 4,5 % , а некоторые результаты превышали допустимое значение 1,5 Вт/мк. Образцы испытывались согласно американский код IEEE 442 и ASTM-D-5334. Существует множество методов прогнозирования теплопроводности, основанных на эмпирических сопоставлениях с базами данных теплопроводности. В этом исследовании будет разработана аналитическая модель, основанная на тепловом потоке.

ABASTRACT

The method of studying the physical properties of sand is considered. The resulting material has the following characteristics: moisture content W˚ = 2.5 %, humidity and thermal conductivity of at least λ 1.3 W / m K (Watt per meter Kelvin) – a unit of measurement of thermal conductivity (λ), for the purpose of using them in the thermal characteristics of underground pipelines and ground source heat pumps.

Sand samples were brought from two different areas on the outskirts of Aden. The test was carried out with the addition of only 2 % and 4.5 % water, and some results exceeded the permissible value of 1.5 W / μK. Samples were tested according to IEEE 442 and ASTM-D-5334. There are many methods for predicting thermal conductivity based on empirical comparisons with thermal conductivity databases. In this study, an analytical model based on heat flow will be developed.

Ключевые слова: теплопроводность песка, влажность, термическое сопротивление песка.
Keywords: thermal conductivity, humidity, thermal resistance.

Введение

Рассмотрим теплопроводность (λ), которая измеряет количество теплоты, проходящее в 1 с через 1 м площади, толщиной 1 м при разнице температур 1 К (1 С) [1]. Теплопроводность характеризует процесс кондективного теплопереноса вследствие движения частиц твердого тела. Тепловые свойства стали более важными, чем ранее, и их важность проявляется посредством проектирования инфраструктуры [4; 7]. На теплопроводность песка существенно влияет размер зерна, однако совокупное влияние плотности и размера частиц на свойства теплопередачи песка систематически не исследовалось. На теплопроводность (λ), гранулированных материалов влияют различные факторы, такие как коэффициент пустотности (или пористость), содержание

Библиографическое описание: Ала С.М., Аль-Хаддад А.О. СВЯЗЬ МЕЖДУ ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬЮ И ТЕРМИЧЕСКИМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ ПЕСКА И ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ НА ДАННЫЕ СВОЙСТВА // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2024. 10(127). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/18378*

влаги, минералогия, объемная доля и распределение частиц по размерам, и они могут быть полезны при прогнозировании физических и механических свойств почвы [3; 5]. Коэффициент пустот влияет на более высокое значение π для молекул в более плотных покрытиях [8], что увеличивает количество каналов теплопередачи. Многие исследователи подтвердили, что пустоты внутри исследуемых частиц и частиц песка, которые приводят к необычно высоким значениям коэффициента пустот по сравнению с обычным кварцевым аналогом, влияют на его механические и физические свойства, улучшая теплопередачу [6; 10].

Цели исследования: проведение комплексного изучения двух типов песка – из района Аль-Вахт, расположенного к северо-западу от пригорода Адена, и района Аль-Алам, находящегося в восточной части города Адена, для получения высококачественной глины. Для получения результатов необходимо решить следующие проблемы:

- -Выбрать оптимальную пропорцию добавляемой воды, чтобы обеспечить максимальную теплопроводность и снизить термическое сопротивление песка.
- -Определить и доказать влияние влажности на увеличение теплопроводности для обслуживания наземного оборудования, такого как удлинение электрических кабельных устройств и насосы для подземных и сточных вод.

Материалы и методы исследования: несколько образцов песка были привезены из разных районов, расположенных вокруг и на окраинах города Адена. Большинство из них оказались некачественными, за исключением двух образцов, близких к техническим характеристикам, для проведения на них испытаний с целью улучшения и повышения эффективности их теплопроводности. Следует отметить, что результаты, приведенные в таблице, приняты для проб песка в исходном виде, при этом необходимо обратить внимание на:

A) Проведение испытания при нормальных условиях комнатной температуры при испытании образцов, указанных в таблице ниже, в сухом состоянии с увеличением процентного содержания воды в каждом образце или наоборот, определяя при этом процентное содержание воды в песке после его сушки в печи. Б) Выбор образца песка, подходящего для жарких и сухих климатических условий.

C) Испытание ряда образцов песка согласно американский код IEEE 442 1981 года и ASTM-D-5334.

Тест был реализован путем добавления процента воды 2 % и всего 4,5 %, из чего следует, что некоторые из результатов выше, чем разрешенное значение 1,5 Вт/МК и результаты оживления в пределах допустимых значений показаны в таблице ниже согласно IEEE 442 и ASTM-D-5334.

Рисунок 1. Образец песка: взятый из района Аль-Алам.

Таблица1.

Образец песка, взятый из района Аль-Алам

№	Влажность W˚	Термическое сопротивление *(R)*.К/Вт	Темп. C°	Дата
Л.1-1	2%	2.54	26.9	21/10/2023
Л.2-2	2,5%	1.664	24.8	21/10/2023
Л.3-3	3%	1.52	25.9	21/10/2023
Л.4-4	3,5%	1.435	26.15	22/10/2023
Л.5-5	4%	1.384	25.91	22/10/2023
Л.6-6	4,5%	1.24	26.45	22/10/2023

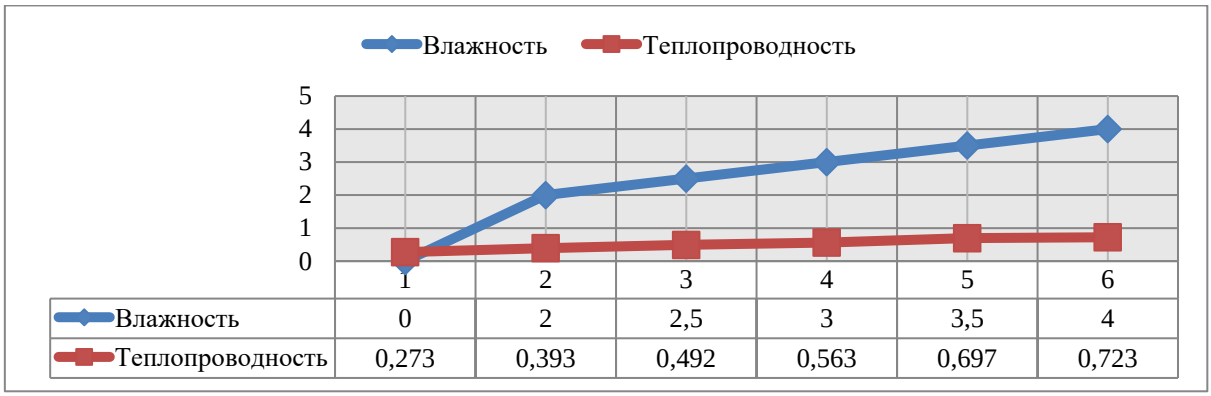


Рисунок 2. Влияние влажности на термическое сопротивление песка из Аль-Алам

Необходимо отметить, что мы опираемся на приведенные выше результаты для образцов песка в их естественном состоянии, и следует подчеркнуть, что:

- Испытания проводились в обычных комнатных условиях. Опытному воздействию подвергались образцы, указанные в таблице выше, в сухом состоянии с увеличением процентного содержания воды в каждом образце или наоборот, с определением процентного содержания воды в песке после его сушки в печи.
- Выбор образца песка, подходящий для жарких и сухих климатических условий. Испытание ряда образцов песка согласно IEEE 442 1981 г. и ASTM-D-5334, выбор наиболее подходящего образца (образец песка: взятый из долины), используемое устройство: ThermtestProtableTLS – 100. Испытательная площадка: Исследования проводились на месте при нормальных комнатных условиях.

Образец песка из низинной местности испытывался без добавления воды, т.е. с процентным содержанием воды 0 %. Образцы того же песка из района Вахат были протестированы с добавлением 2,5 % воды.

Результаты испытаний представлены в таблице ниже, где образцы тестировались по стандартам IEEE 442-2017 и ASTM-D-5334.

Таблица 2.

Образец песка: взяти из района Аль-Вахат

№	Влажность W˚	Термическое сопротивление *(R)* .К/Вт	Темп. C°	Дата
B1-1	0 %	3.858	27.74	26/10/2023
B2-2	2%	1.391	26.52	26/10/2023
B3-3	2.5%	1.463	27.72	26/10/2023

Тестирование образцов песка после их сушки в электрической печи. Плотность в сухом состоянии = 1,76 г/см^3. Плотность во влажном состоянии = 1,84 г/см^3.

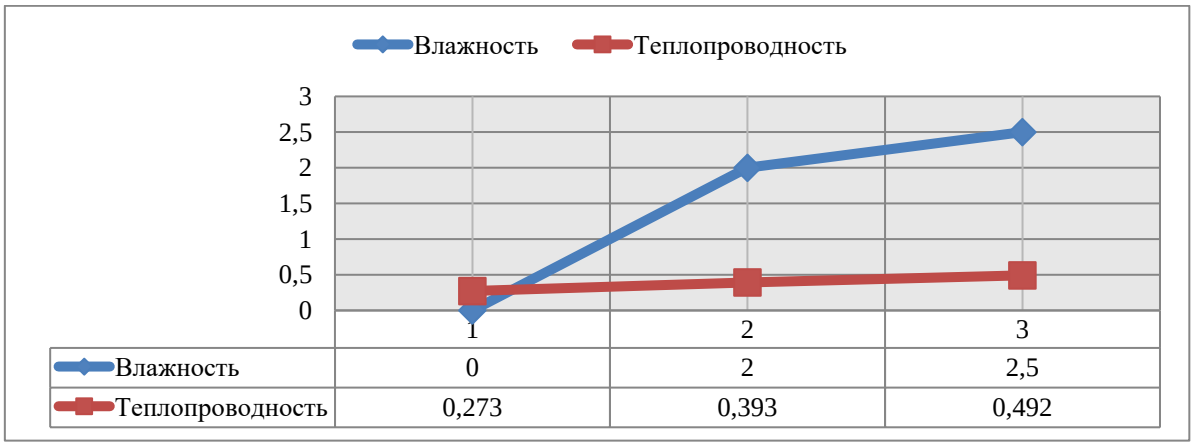


Рисунок 3. Влияние влажности на термическое сопротивление песка из района Аль-Вахат

На основании испытаний и результатов, указанных в таблицах и графиках, мы пришли к выводу о том, что образец песка из района Аль-Алам не соответствует требованиям американского кодекса, так как процент добавленной воды высок для получения термостойкости менее 1,5. Что касается образца песка из низинной местности, то для получения термического сопротивления менее 1,5 требуется иное процентное содержание воды.

Тестирование образцов песка после их сушки в электрической печи. Плотность в сухом состоянии = 1,76 г/см^3. Плотность во влажном состоянии = 1,84 г/см^3.

Таблица 3.

Результаты испытаний проб, взятых в районе Аль-Алама

№	Влажность W˚	Термическое сопротивление К/Вт *R*	Теплопроводность w/m.k (λ)	T C°	Дата
Л.0	0 %	3.661	0.273	30.72	21/10/2023
Плотность в сухом состоянии = 1232гм /cm^3					
Л.1	2 %	2.540	0.393	26.9	21/10/2023
Плотность во влажном состоянии = 1. 383гм /cm^3					
Л.2	2,5 %	1.664	0.492	24.8	21/10/2023
Плотность во влажном состоянии = 1.405гм /cm^3					
Л,3	3 %	1.52	0,563	25.9	21/10/2023
Плотность во влажном состоянии = 1.440гм /cm^3					
Л.4	3.5 %	1.435	0.697	26.15	22/10/2023
Плотность во влажном состоянии = 1.480гм /cm^3					
Л.5	4 %	1.384	0.723	25.91	22/10/2023
Плотность во влажном состоянии = 1.501гм /cm^3					
Л.6	4.5 %	1.24	0.806	26.45	22/10/2023
Плотность во влажном состоянии = 1.543гм /cm^3					

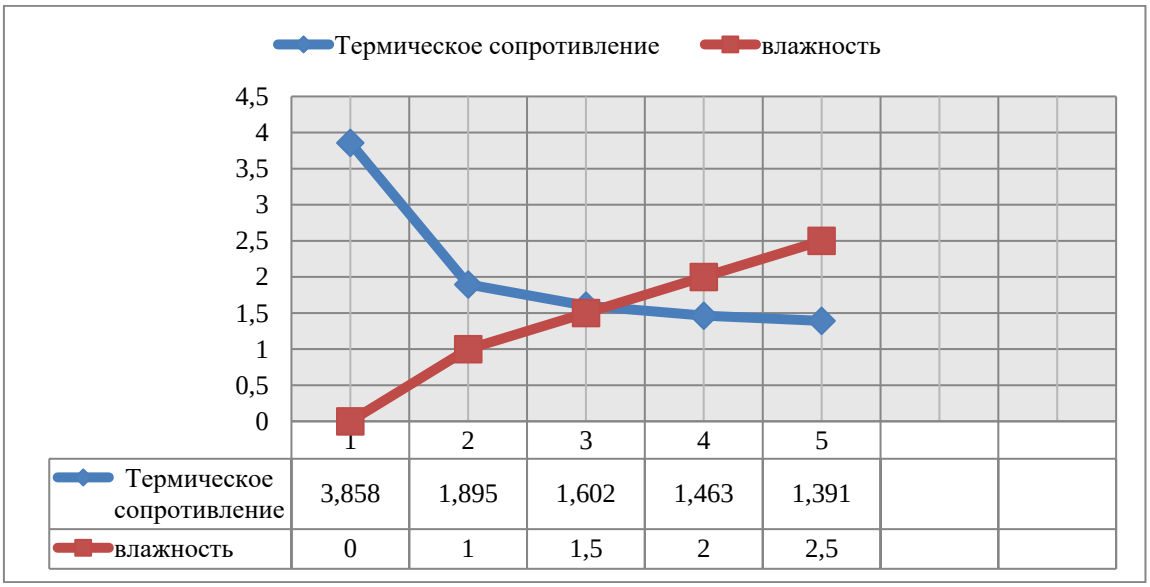
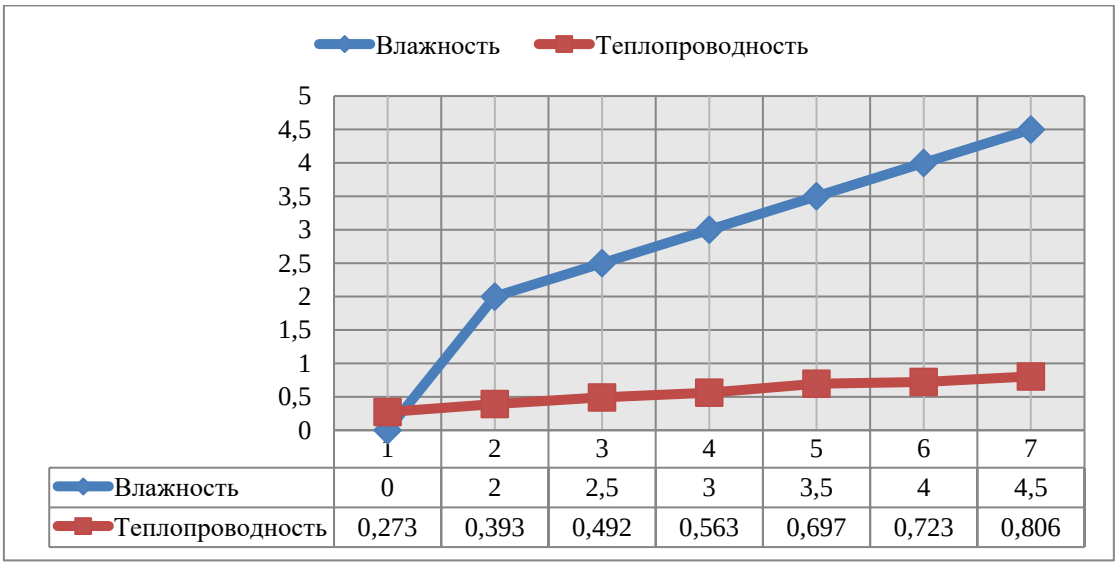


Рисунок 4. Влияние влажности на термическое сопротивление песка из района Аль-Алама



	1	2	3	4	5	6	7
Влажность	0	2	2,5	3	3,5	4	4,5
Теплопроводность	0,273	0,393	0,492	0,563	0,697	0,723	0,806

Рисунок 5. Влияние влажности на теплопроводность песка из района Аль-Алама

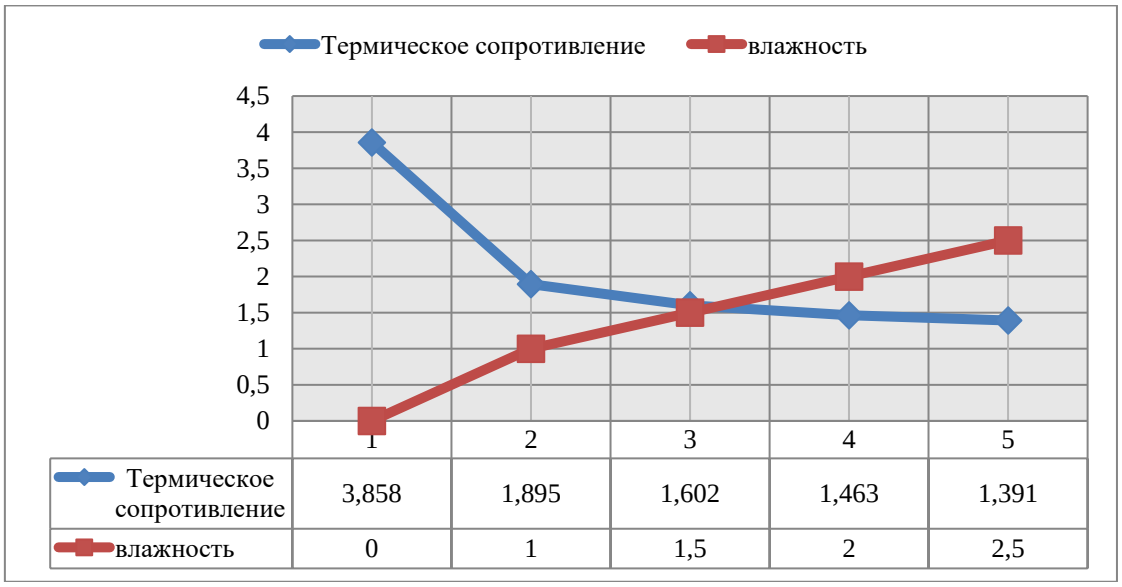
По результатам исследования, добавление процентного содержания воды начинается от 2 % до 4,5 %. При таком процентном добавлении к образцу песка из Аль-Алама процент термического сопротивления падает до самого низкого уровня, а теплопроводность повышается до высокого уровня, но процентное содержание воды начинается от 2 % до 4,5 %. 4,5 % добавленной воды считается относительно высоким.

Требуется, чтобы теплопроводность песка увеличилась, а термическое сопротивление уменьшилось при наименьшем проценте добавленной воды. В результате этот образец считается не соответствующим спецификации кода и не соответствует требованиям.

Таблица 4.

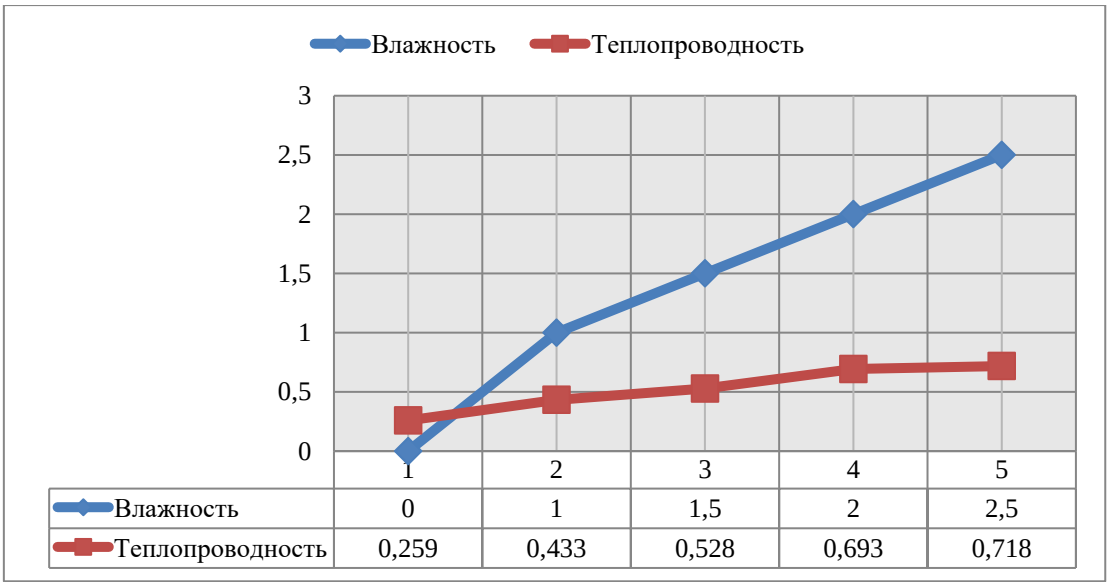
Результаты испытаний проб, взятых в районе Аль-Вахат

№	Влажность W˚	Термическое сопротивление К/Вт *R*	Теплопровоность w/m.k (λ)	T C°	Date
B.1	0 %	3.858	0.259	27.74	26/10/2023
Плотность во влажном состоянии = 1,645 гм /cm^3					
B.2	1 %	1.895	0.433	25.79	26/10/2023
Плотность во влажном состоянии = 1,602 гм /cm^3					
B.3	1,5 %	1.602	0.528	25.79	26/10/2023
Плотность во влажном состоянии = 1,576 гм /cm^3					
B.4	2 %	1.463	0.693	26.52	26/10/2023
Плотность во влажном состоянии = 1,513 гм /cm^3					
B.5	2.5 %	1.391	0.718	27.72	26/10/2023
Плотность во влажном состоянии = 1,498 гм /cm^3					



	1	2	3	4	5
Термическое сопротивление	3,858	1,895	1,602	1,463	1,391
влажность	0	1	1,5	2	2,5

Рисунок 6. Влияние влажности на термическое сопротивление песка из района Аль-Вахат



	1	2	3	4	5
Влажность	0	1	1,5	2	2,5
Теплопроводность	0,259	0,433	0,528	0,693	0,718

Рисунок 7. Влияние влажности на Теплопроводность пескаиз района Аль-Вахат

По результатам, указанным в таблице № 4, и по графикам № 5–6, можно увидеть следующее. Ясно, что процент воды, добавляемой в песок, достигает 2,5 %, что позволяет получить меньшее термическое сопротивление и более высокую теплопроводность согласно нормам.

Заключение

Соблюдение стандартов по американскому кодексу (IEEE 442 и ASTM-D-5334) и проведение необходимых испытаний образцов песка перед их использованием, независимо от их происхождения, с целью сохранности труб, кабелей связи, электрических удлинителей, насосов и всех видов подземного оборудования показывают, что необходимо добавление наименьшего количества воды. Оно не должно превышать 2,5 %. При этом проценте теплопроводность используемого песка должна увеличиться, а термическое сопротивление уменьшиться. Таким образом, согласно американскому стандарту (IEEE 442 и ASTM-, D-5334), считается, что песок имеет достаточно хорошие физические свойства.

Не следует проводить никаких работ по расширению инфраструктуры под землей, если не подтверждается соотношение основных значений физико-механических свойств песка, а также то, что теплопроводность составляет не менее 1,3 Вт/мК, а влажность не более 2,5 %.

Список литературы:

1. Bowles J.E. Foundation Analysis and Design. – New York: MC Graw Hill publications, 1988.

2. Chen S.X. Thermal conductivity of sands // Heat and Mass Transfer. – 2008. – № 44. – P. 1241–1246.
3. Choo J., Kim, Y.J., Lee, J.H., Yun, T.S., Lee J., Kim, Y.S. Stress-induced evolution of anisotropic thermal conductivity of dry granular materials // ActaGeotech. – 2013. – № 8. – P. 91–106.
4. Geophys J. Thermal conductivity of rock-forming minerals // Thermal conductivity of soils // Cold RegionsResearch and Engineering Laboratory Report. – Vol. 637. – 2007. – Res.76. – No 5. – P. 1278–1308.
5. Macaulay D.B., Bouazza A., Singh R.M., Wang B., Ranjith P.G. Thermal conductivity of soils and rocks from the Melbourne (Australia) region // Engineering Geology. – 2013. – № 13. – P. 131–138.
6. McInnes K. An improved model forpredicting soil thermal conductivity from water content at room temperature // Soil Science Society of America Journal. – Vol. 71. – 1981. – № 1. – P. 8–14.
7. Mickley A.S. Thermal conductivities of soils from drylandwheat regions in Eastern Washington // American Institute of Electrical Engineers. – Vol. 70. – 1951. – № 2. – P. 1789–1797.
8. Mitchell J.K. & Kao T.C. Measurement of soil resistivity // Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering – ASCE. – Vol.104. – 1978. – № 10. – P. 1307–1322.
9. Preene M., Powrie, W. Ground energy systems: From analysis to geotechnical design // Géotechnique. – 2009. – 59. P. 261–271.
10. Smits K.M., Sakaki T., Limsuwat A., Illangasekare T.H. Thermal conductivity of sands under varying moisture and porosity in drainage–wetting cycles // Vadose Zone Journal. – 2010. – Vol. 9. – Pp. 172–180.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

№ 10(127)
Октябрь 2024

Часть 2

Свидетельство о регистрации СМИ: ЭЛ № ФС 77 – 54434 от 17.06.2013

Издательство «МЦНО»
123098, г. Москва, улица Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74
E-mail: *mail@7universum.com*
www.7universum.com

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного оригинал-макета в типографии «Allprint»
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 1
16+