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: 11(92)

Ноябрь 2021

Часть 2

Москва
2021

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

Главный редактор:

Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук;

Заместитель главного редактора:

Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук;

Члены редакционной коллегии:

Горбачевский Евгений Викторович, канд. техн. наук;

Демин Анатолий Владимирович, д-р техн. наук;

Елисеев Дмитрий Викторович, канд. 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;

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

Усманов Хайрулла Сайдуллаевич, канд. техн. наук;

Юденков Алексей Витальевич, д-р физ.-мат. наук;

Tengiz Magradze, PhD in Power Engineering and Electrical Engineering.

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 11(92). Часть 2.

М., Изд. «МЦНО», 2021. – 96 с. – Электрон. версия печ. публ. –

<http://7universum.com/ru/tech/archive/category/1192>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2021.92.11-2

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2021 г.

Содержание

Металлургия и материаловедение	5
ТЕРМОПАРООБРАБОТКА-КАК МЕТОД ПЕРЕРАБОТКИ СУЛЬФИДНЫХ РУД И КОНЦЕНТРАТОВ	5
Ахтамов Фозил Эркинович	
Тошев Ойбек Элмуродович	
Масидиков Эльяр Мирсодиқович	
Исаева Сурайё Собиржонова	
Эркинов Фарход Фозилович	
РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМЫВКИ НИЗКОСОРТНЫХ ФОСФОРИТОВЫХ РУД РАСТВОРОМ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ НИЗКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ	9
Донияров Нодиржон Абдихакимович	
Тагаев Илхом Ахрорович	
Муродов Ислон Нурбек ўғли	
Асроров Анвар Ахрорович	
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ГИПСОВЫХ СМЕСЕЙ	13
Мунаввархонов Зокирхон Тохирхон ўғли	
Талипов Нигматулла Хамидович	
Негматов Сайибжан	
Солиев Рустам	
Мадрахимов Аллоберди Махмадалиевич	
Шарипов Фарход Фазлитдинович	
УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ХЛОПКОМ-СЫРЦОМ	18
Негматов Сойибджан Содикович	
Абед Нодира Сойибджановна	
Гулямов Гияс	
Эшкobilов Олим Холикулович	
ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ ПУТЕМ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДИАБАЗОВ	25
Самадов Азиз Хасанович	
СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ОБЖИГА МОЛИБДЕНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ В РАЗНЫХ ОБЖИГОВЫХ ПЕЧАХ	28
Толибов Бехзод Иброхимович	
Хасанов Абдурашид Салиевич	
ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ МЕХАНИЗМОВ ОБРАЗОВАНИЯ ОКИСЛОВ ПРИ ОКИСЛИТЕЛЬНОМ ОБЖИГЕ СУЛЬФИДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ МОЛИБДЕНА	31
Толибов Бехзод Иброхимович	
Хасанов Абдурашид Салиевич	
Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы	35
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ ХЛОПКОВЫЕ ЛЕНТЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ	35
Алихонов Элмурод Жамолдинович	
УЛУЧШЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ВЯЗКОСТИ РАСТВОРИМЫХ И ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ	39
Окилов Азизбек Козимжонович	
РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ОПТОЭЛЕКТРОННОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ В ВОЗДУХЕ	42
Мамасадиқов Юсупжон	
Мамасадиқова Зулфия Юсупжановна	
МЕТОД ПРОВЕДЕНИЯ МАСШТАБНОГО ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НА ЭЛЕКТРОННОМ ТАХЕОМЕТРЕ	46
Саттиев Юнусбек Шахобиддинович	

УЛУЧШЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВУХВОЛНОВОГО ОПТОЭЛЕКТРОННОГО УСТРОЙСТВА	49
Эргашов Кахрамон Михоилович	
Процессы и машины агроинженерных систем	53
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ	53
Abhijit Tarawate	
Сафаров Жасур Эсиргапович	
Султанова Шахноза Абдувахитовна	
ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ СОРНЯКОВ НА ОБЪЁМНУЮ МАССУ ПОЧВЫ ХЛОПКОСЕЮЩИХ ПЛОЩАДЕЙ	57
Касимбоев Авазбек Хаитбекович	
8-МИ РЯДНЫЙ КУЛЬТИВАТОР-РАСТЕНИЕПИТАТЕЛЬ К ТРАКТОРУ 2-КЛАССА	60
Курамбаев Бахтиёр Ражабович	
Худайкулиев Ражаббой Рузматович	
Тургунов Абдулхашим Ахмадалиевич	
Тургунова Окибатхон Бекташевна	
МЕТОДИКА РАСЧЕТА РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНИКИ ПОЛИВА	66
Сабитов Аманулло Убайдуллаевич	
Карабаев Анваржон Неъматжанович	
ПРИРОДООХРАННАЯ-РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ОРОШЕНИЯ АДЫРНЫХ ЗЕМЕЛЬ	69
Сабитов Аманулло Убайдуллаевич	
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ САЗОВОЙ ЗОНЫ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ	72
Хакимов Абдурасул	
Карабаев Анваржон Неъматжанович	
Радиотехника и связь	76
АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕРВИСНЫХ УСЛУГ	76
Закиров Вахид Марипович	
Аметова Алие Айдеровна	
МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ОБЪЕКТОВ СЕТИ СВЯЗИ	84
Ращепкин Александр Сергеевич	
Лазарев Илья Александрович	
Хусаинов Руслан Марсович	
Дуванов Алексей Александрович	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ GPS – МОДУЛЕЙ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАЮЩИМИ АППАРАТАМИ	89
Яронова Наталья Валерьевна	
Аметова Алие Айдеровна	
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ	92
Яронова Наталья Валерьевна	
Аметова Алие Айдеровна	

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**ТЕРМОПАРООБРАБОТКА-КАК МЕТОД ПЕРЕРАБОТКИ
СУЛЬФИДНЫХ РУД И КОНЦЕНТРАТОВ****Ахтамов Фозил Эркинович**

док. техн. наук (PhD), доцент,
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: murodov19_93@mail.ru

Тошев Ойбек Элмуродович

док. техн. наук (PhD), доцент,
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои

Масидиков Эльяр Мирсодиқович

ст. преподаватель,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Алмалык

Исаева Сурайё Собиржоновна

магистрант,
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои

Эркинов Фарход Фозилович

студент,
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои

THERMO-STEAMING - METHOD OF PROCESSING SULFIDE ORES AND CONCENTRATES**Fozil Akhtamof**

Doct. tech. Sci., Associate Professor,
Navoi State Mining Institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi region, Navoi

Oybek Toshev

Doct. tech. Sci., Associate Professor,
Navoi State Mining Institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi region, Navoi

Elyar Masidikov

Assistant, Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Almaliki

Surayyo Isayeva

Student, Navoi State Mining Institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi

Farkhod Erkinov

Student, Navoi State Mining Institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi region, Navoi

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены вопросы подготовки сульфидных руд и концентратов к гидрометаллургической переработке методом термопарообработки, целью которого является термической обработки с нагретым водяным паром флотоконцентратов и кеков с получением огарка хорошего качества для выщелачивания освобожденного от серы, мышьяка и органических веществ.

ABSTRACT

In the article given experimental results of preparation of sulfide ores and concentrates for the hydrometallurgical processing by the method of thermal decomposition. The purpose of thermal processing with heated steam flotation concentrates and cakes in further quality cinder for leaching exempt from sulfur arsenic and organic substances.

Ключевые слова: термопарообработка, концентрат, сера, выщелачивание, обжиг, огарок.

Keywords: thermo-steaming, concentrate, sulfur, leaching, roasting, grinding.

Введение. В настоящее время актуальной проблемой является выбор эффективной технологии переработки упорных сульфидных руд и концентратов где важной роль играет подготовка сульфидных материалов к гидрометаллургической переработке [1,2].

Результаты исследований. Нами проведены анализ поведение сульфидных минералов руд и флотоконцентратов, цинковые кеки Алмалыкского горно-металлургического комбината. Основную проблему при извлечении золота из упорных сульфидных руд создает: тонкая ассоциация мелкодисперсного золота с сульфидами железа, кроме того руды содержат сорбционно-активное углеродное вещество (0,3% до 1,0%). Содержание серы во флотоконцентрате после операции флотации достигает 33,0% а содержание углерода 2,0%, что снижает извлечение золота. При этом сквозное извлечение золота не превышает 50-55%. Проблеме переработки упорных золотосодержащих руд и концентратов посвящено довольно много работ. Большинство разработчиков предлагают сохранение цианистого процесса, как основного метода извлечения золота. Приемлемые показатели в данном случае достигаются благодаря включением в технологическую схему дополнительных операций или включению специальных приёмов: выщелачивание в присутствии ионообменных смол, использование операции сверхтонкого помола для вскрытия дисперсного золота перед цианированием кварцевых и некоторых других разновидностей золотых руд и концентратов, ведение операции флотационной доводки для доизвлечения углерода из огарков окислительного обжига. Наиболее радикальным методом вскрытия упорных золотосодержащих сульфидных концентратов до сих пор считался окислительный обжиг, получивший довольно широкое распространение в практике золотодобывающей промышленности. Золото при этом извлекается цианированием огарка. Для получения качественного огарка с минимальным содержанием в нём серы и мышьяка были предложены двухстадийный обжиг в кипящем слое. При этом на первой стадии обжига происходит отгонка мышьяка (500-550°C), а на второй стадии (650-700°C) - удаляется сера. Нежелательным явлением в процессе окислительного обжига золото-мышьяковистых сульфидных концентратов является неполное

удаление мышьяка, вследствие образования летучего соединения мышьяка-арсената-железа, а также легко вплаиваемые вещества пассивирующей частички золота. Кроме того, возможно загрязнение атмосферы токсичными газами и потери золота из-за пылеобразования.

Более перспективным по сравнению с простым окислительным обжигом является окислительно-хлорирующий обжиг и хлоридовозгонка. В процессе окислительного обжига в присутствии хлор-агента устраняется возможность появления "термической пассивности" золота вследствие хлорирования металлических примесей и их поверхностных окислительных пленок на золоте. Недостатком хлорирующего обжига является возможность хлорирования самого золота с потерей его в газовую фазу в виде возгонов.

Была исследована возможность вскрытия тонкокрапленного в сульфидах золота в автоклаве [3-6]. Окисление арсенопирита при повышенной температуре и давлении в присутствии кислорода происходит как в кислой, так и в щелочной среде. В щелочной среде окисление арсенопирита протекает с полным переходом мышьяка и серы в раствор. В кислой же среде мышьяк сначала переходит в раствор в виде мышьяковой кислоты, а затем осаждается в форме арсената железа. Следует отметить, что, несмотря на хорошие технологические показатели, вскрытие упорных золотосодержащих концентратов по вышеизложенной схеме связано с использованием сложных и дорогостоящих автоклавов, работающих при высокой температуре и давлении (до 50 атм.).

Из-за тех или иных недостатков вышеперечисленные методы не внедрены в производство. В связи с этим были проведены исследования возможности переработки упорных руд и концентратов способом термопарообработки с последующим выщелачиванием огарка. Результаты экспериментов, проведенные для сравнения степени извлечения благородных металлов при цианировании исходных материалов и материалов после термопарообработки показывают высокую эффективность термопарообработки, как метода вскрытия упорных золотосодержащих сульфидных мышьяковистых руд и концентратов. При этом извлечения золота и серебра, при цианировании продукта термопарообработки составляет более 92%.

В процессе термopарoбpaбoтки соединений металлов взаимодействует с парами воды с участием кислорода и сернистого ангидрида по реакции:

А также были проведены исследования возможности переработки цинковых кеков способом термopарoбpaбoтки с последующим сернокислотным выщелачиванием огарка. Цинковой кек имеет сложный состав и содержит более 20 химических элементов, в котором цинк представляется в форме феррита и других нерастворимых соединений. Вместе с цинком в остаток от выщелачивания почти полностью переходят свинец, золото, серебро а также до 50÷60% Cu и 30% Cd.

Минералогическим анализом установлено, что цинк в кеках содержится в количестве 23%, в том числе в виде – ZnO (0,8%), ZnSO₄ (1,2%), 2ZnO·SiO₂ (3,9%), ZnO·Fe₂O₃ (5,6%), ZnS (11,5%). Железо в кеках содержится в количестве 17,3%, в том числе в виде – FeS (2,5%), FeO (4,3%), Fe₂O₃ (8,7%). Свинец в кеках содержится в количестве 6,43%, в том числе в виде – PbO (4,4%), PbS (1,9%). Медь в кеках содержится в количестве 3,72% в том числе в виде CuS (1,6%), CuSO₄ (1,9%). Золото и серебро находятся в основном в металлическом виде.

При термopарoбpaбoтке цинкового кека протекает ряд химических реакций, которые нами подразделены на следующие группы:

1. Окисление серосодержащих минералов: сфалерита, пирита, полусернистой меди, галенита и др.

2. Разложение силикатов и ферритов с водяным паром в присутствии кислорода и диоксида серы.

Установлено, что начало возгонки элементарной серы составляет 150-200°C, арсенопирит и пирит начинают разлагаться при 450-500°C. Полное разложение пирита, арсенопирита и халькопирита завершается при температуре ~700°C. При этом в газовую фазу переходят такие летучие оксиды, как диоксид серы (сернистый ангидрид), и другие легколетучие компоненты.

Элементарная сера всегда присутствует в цинковом продукте в свободной или связанной с органическими соединениями формах. Кроме того, она может образоваться при протекании различных реакций, в том числе за счет разложения сфалерита, пирита, халькопирита, арсенопирита и полусернистой меди. В условиях термopарoбpaбoтки она может находиться в твердом, жидком и парообразном состояниях. Поэтому химическое взаимодействие между элементарной серой и парами воды можно описать реакциями:

При термopарoбpaбoтке феррита цинка с водяным паром с участием сернистого ангидрида разлагается с образованием сульфата цинка по реакции:

Сфалерит взаимодействует с парами воды с участием кислорода по реакции:

Сульфидов меди при термopарoбpaбoтке в присутствии водяного пара и кислорода окисляются по реакции:

При температуре выше 150°C молекулы серы конденсируются на поверхности молекул воды, пары которой в реакционную зону поступают с температурой 100°C. В условиях слабого вакуума эта масса уносится в зону охлаждения. Когда температура паров воды будет ниже 230°C, пары в теплообменнике конденсируются, сера выделяется в отдельную (мелкодисперсную) твердую фазу:

Эта фаза имеет более высокую температуру, чем поступающие из парогенератора пары воды, одна часть паров воды реагирует с серой, образуя сероводород и диоксид серы по реакции, которые адсорбируются на поверхности другой части паров воды и потоком уносятся в зону охлаждения. Таким образом, растворенные (в паровом состоянии) в воде газы взаимодействуют и вновь образуют элементарную серу в субколлоидном состоянии, иначе говоря, при термopарoбpaбoтке, водяной пар, в конечном итоге, служит массоносителем.

Огарок термopарoбpaбoтки выщелачивали раствором серной кислоты. Применение серной кислоты является технологически и экономически оправданным, так как при этом получают раствор сульфата цинка, который можно вводить в основной цикл цинкового завода.

Заключение

Многолетние лабораторные опыты по низкотемпературного процесса диссоциации сульфидных минералов методом термopарoбpaбoтки показывает высокоэффективной отгонки серы, мышьяка и органических материалов из различных сульфидных руд и концентратов по сравнению другими методами. Способствует увеличению извлечения полезных компонентов при дальнейших гидрометаллургической переработки продуктов термopарoбpaбoтки.

Термopарoбpaбoтка цинкового кека при оптимальном температурном режиме во времени приводит к уменьшению массы навески продукта и росту

содержания цинка и других металлов в огарке. На основании полученных результатов и по экономическим соображениям можно утверждать, что оптимальная температура термopарообpаботки составляет

600⁰С, а время термopарообpаботки - 1 час. Результаты исследования свидетельствуют о возможности эффективной переработки цинковых кеков с последующим сернокислотным выщелачиванием.

Список литературы:

1. Марченко Н.В. Металлургия тяжелых цветных металлов. Электронный учебно-методический комплекс. Красноярск : ИПК СФУ, 2009.-394 с.
2. Владимиров Л.П. Термодинамические расчеты равновесия металлургических реакции. -М.: Металлургия, 1970. -528 с.
3. Ахтамов Ф.Э., Нишонов Б.У. К вопросу переработки цинковых кеков // Теория и технология металлургического производства. – Москва, 2016. – №1. – С. 69-72.
4. Akthamov F.E. Study of low temperature technologies of processing zinc cakes with the method of thermo-steaming// Международный научно-исследовательский журнал Евразийский союз ученых (ЕСУ). 2020. - №6 (75) - С. 4-8.
5. Патент РУз №IAP05300. Рух кекларини қайта ишлаш усули/ Абдурахмонов С.А., Ахтамов Ф.Э., Курбанов А.А., Тошқодирова Р.Э. // Зарегистрирован в государственном реестре изобретений Республики Узбекистан 20.10.2016. – Бюл. №11.
6. Абдурахмонов С.А., Ахтамов Ф.Э. Исследование возможности переработки цинковых кеков термopарообpаботкой // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2016. – №1. – С. 91-93.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМЫВКИ НИЗКОСОРТНЫХ ФОСФОРИТОВЫХ РУД РАСТВОРОМ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ НИЗКОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ

Донияров Нодиржон Абдихакимович

док. техн. наук, доцент,
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои

Тагаев Илхом Ахрорович

канд. с.-х. наук, доцент,
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои

Муродов Ислон Нурбек ўгли

ст. преподаватель,
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: murodov19_93@mail.ru

Асроров Анвар Ахрорович

докторант,
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои

SPECIFIC FEATURES OF THE MECHANISMS OF INTERACTION IN THE ENVIRONMENT-MINERAL-MICROORGANISM SYSTEM

Nodirjon Doniyarov

Doct. tech. Sci., Associate Professor,
Navoi State Mining Institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi

Ilxom Tagayev

Can. Agr. Scien. Associate Professor,
Navoi State Mining Institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi

Islom Murodov

Assistant,
Navoi State Mining Institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi

Anvar Asrorov

doctoral student,
Navoi State Mining Institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi

АННОТАЦИЯ

В статье исследуется современное состояние переработки бедных фосфоритовых руд, а также результаты промывки слабоконцентрированным раствором серной кислоты для обогащения этих руд. Промывка бедных фосфоритовых руд раствором серной кислоты концентрацией 8 г/л привела к увеличению содержания P_2O_5 в осадке руды с 8,69% до 10,38%. При этом масса твердой фазы, полученной в результате промывки, уменьшилась на 17% по сравнению с исходной массой. В раствор переходили легкорастворимые соединения щелочных и щелочноземельных элементов. При исследовании зависимости процесса промывки от Ж:Т было обнаружено, что оптимальное соотношение составляет 1:10. Было обнаружено, что при температуре от 15 до 20 °C и 20 минут перемешивания достаточно для полного протекания процесса.

ABSTRACT

The article examines the current state of processing of poor phosphorite ores, as well as the results of washing with a weakly concentrated solution of sulfuric acid for the enrichment of these ores. Washing of poor phosphorite ores with a sulfuric acid solution with a concentration of 8 g / l led to an increase in the content of P_2O_5 in the ore from 8.69% to 10.38%. In this case, the mass of the solid phase obtained as a result of washing decreased by 17% compared to the initial mass. When studying the dependence of the washing process on L : S, it was found that the optimal ratio is 1:10. It has been found that at temperatures between 15 and 20 ° C, 20 minutes of stirring is sufficient for the complete process to proceed.

Ключевые слова: низкосортная фосфоритовая руда, слабоконцентрированная серная кислота, промывка, соотношение Ж:Т, температура, время, обогащение.

Keywords: low-grade phosphorite ore, low-concentration sulfuric acid, washing, L : S ratio, temperature, time, enrichment.

Согласно технологического регламента на Кызылкумском фосфоритном комбинате (КФК) перерабатываются шихтованные фосфоритные руды с содержанием P_2O_5 19%, тогда как в месторождении состав полезного компонента в фосфоритах делится на следующие четыре класса: сбалансированные (более 20%), низкосортные сбалансированные (16-20%)., забалансовые (12-16%), минерализованная масса (до 12%) [1].

В настоящее время КФК производит три вида фосфатного сырья: мытый прокаленный концентрат в количестве 400 тыс. тонн в год (P_2O_5 -27-29%; $Cl < 0,04\%$); Мытый сушеный концентрат 200 тыс. тонн в год (P_2O_5 -18-19%); Обыкновенная фосфоритная мука 200 тыс. тонн (P_2O_5 -16-18%) [2-4].

Следует отметить, что производство фосфорных удобрений в Республике Узбекистан ограничено качеством бедных руд фосфоритов месторождения Джерой-Сардара в Центральных Кызылкумах. Это бедное фосфоритовое сырье, которое содержит большое количество вредных соединений, особенно карбонатов и хлоридов. Сырье с таким составом не подходит для получения высококачественных, концентрированных фосфорных удобрений, т.е. такие руды непригодны для получения концентрированных фосфорных удобрений в присутствии азотной, серной и соляной кислот, что приводит к образованию

большого количества отходов. Большое количество серной кислоты расходуется на взаимодействие с карбонатом кальция, что приводит к образованию таких производственных отходов как фосфогипс, в составе которых присутствует неизвлеченный фосфор, из-за неполного разложения минерала франколита. Дополнительно к этому, кислотная обработка такого сильно карбонизированного сырья приводит к значительному увеличению вязкости пены, значительно замедляющего весь процесс и снижает производительность оборудования.

Целью проводимых исследований было вовлечение в производственный процесс забалансовых (12-16% P_2O_5) руд и минерализованной массы (до 12% P_2O_5) фосфоритов.

Для этого, низкосортную фосфоритовую руду обрабатывали слабоконцентрированным раствором серной кислоты для определения кинетики процесса и определения оптимальных концентраций, при которых в раствор могли переходить мешающие примеси, а полезный компонент P_2O_5 , оставался в осадке. Примечательным фактом является то, что при низких концентрациях серной кислоты не отмечено образование пены. После кислотной обработки раствор фильтровали, измеряли массу отделенной твердой фазы и были получены следующие результаты химического анализа (таблица 1).

Таблица 1.

Анализ содержания P_2O_5 , pH и массы осадка в руде, твердом веществе и растворе экстракта

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Варианты с концентрацией H_2SO_4 , (г / л)	0	2	3	4	5	6	7	8	10	15	20	30	40
Значение pH раствора	7.99	8.19	8.25	8.25	8.27	8.27	8.11	8.14	6.58	6.49	7.66	6.49	6.70
Масса первичной руды, г	100												
Масса высушенной твердой фазы, (г)	100	97,24	97,1	95,56	91,55	87	84,41	82,84	85,29	93,57	102,2	107,3	118,9
Содержание P_2O_5 в исходной руде, (%)	8.69												
Содержание P_2O_5 в полученном растворе, (%)	0	0,008	0,008	0,008	0,009	0,009	0,009	0,009	0,01	0,011	0,011	0,015	0,018
Содержание P_2O_5 в высушенной твердой фазе, (%)	8,69	8,85	8,87	9,01	9,4	9,9	10,2	10,38	10,07	9,17	8,4	7,96	7,2

Когда 100 г промытой фосфоритной руды, взятой в качестве образца, растворяли в воде (0 г/л), растворимость руды в воде составляла 0%, а количество полученной твердой фазы составляло 100 г. При этом содержание P_2O_5 , который является необходимым компонентом руды, не изменилось. Количество полученной твердой фазы первоначально уменьшилось из-за увеличения концентрации кислоты, а количество твердой фазы, полученной после обработки кислотой 8 г/л, масса осадка показало значение 83,41 г. При увеличении концентрации кислоты до 20 г/л произошло увеличение массы осадка до 102,2 г, а при концентрациях кислоты 30 и 40 г/л масса осадков увеличилась соответственно на 107,3 и 118,9 г.

Спектрофотометрический анализ количества P_2O_5 в осадке показал, что содержание P_2O_5 в твердой фазе постепенно увеличивалось с увеличением концентрации кислоты с 9,01% при 4 г/л и достигло максимальной концентрации при 8 г/л, составив 10,38% P_2O_5 . При остальных значениях серной кислоты, содержание P_2O_5 в твердой фазе несколько уменьшалось и достигало 7,2% при 40 г/л

H_2SO_4 . Анализ содержания P_2O_5 в полученном растворе показал, что обработка серной кислотой слабой концентрации (от 2 до 40 г/л) не растворяет P_2O_5 в руде, а содержание P_2O_5 в полученном растворе варьировало от 0,008 до 0,018%. Изучение pH растворов, полученных в процессе, практически не изменялось и находилось в пределах около нейтрального значения (pH = 8,25 - 6,70).

Внезапное увеличение массы образовавшегося осадка при концентрациях серной кислоты в 30 и 40 г/л, показало, что при этом начало образовываться гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) [5-6], а его образование выразилось в следующей реакции:

Среди этих результатов были выявлены относительно высокие концентрации P_2O_5 в полученной твердой фазе при концентрациях серной кислоты в 6, 8 и 10 г/л с появлением зависимости содержания P_2O_5 в полученной твердой фазе от соотношения Ж:Т в процессе (рисунок 1).

Рисунок 1. Зависимость содержания P_2O_5 в твердой фазе от соотношения Ж:Т.

Как видно из графика, содержание P_2O_5 в твердой фазе, равной 10,38, полученное при соотношении Ж:Т=10:1 во время обработки раствором серной кислоты с концентрацией 8 г/л было максимальным значением для руды и шлама. Было обнаружено, что не только концентрация кислоты, но также соотношение Ж:Т=10:1 является

важным показателем при обработке раствором серной кислоты низкой концентрации с целью обогащения руды.

На основании этого была изучена зависимость времени перемешивания от температуры процесса при обработке этим концентрированным раствором (рисунок 2).

Рисунок 2. Зависимость от времени увеличения содержания P_2O_5 в твердой фазе при различных температурах

Исследования показали, что зависимость температуры от времени перемешивания в процессе одинакова и для завершения процесса, перемешивание при температуре 15 и 20 °C достаточно в течение 20 минут. Из этого можно сделать вывод, что 20 минут при перемешивании достаточно для завершения процесса комнатной температуре.

Заключение

В результате промывки фосфоритовых руд слабоконцентрированным раствором серной кислоты возможно обогащение низкосортных фосфоритовых руд, где pH раствора, полученного от промывки кислотным раствором находится в пределах

нейтрального и не вызывает коррозии оборудования в производственном процессе. В результате выщелачивания основной компонент руды - P_2O_5 , остается в осадке и его увеличивается с 8,69% до 10,38%, что обусловлено растворением соединений щелочных и щелочноземельных элементов в виде примесей и переводом их в раствор. Процесс осуществляется в жидкой среде с соотношением Ж:Т=10:1, что обеспечивает наивысшую эффективность обогащения. Процесс отмывки фосфорита занимает 20 минут при температуре 15-20 °C.

Список литературы:

1. Донияров Н.А., Тагаев И.А. Анализ вещественного состава фосфоритов Центральных Кызылкумов после обработки активного ила // Горный вестник Узбекистана. – 2018. – № 3. – С. 91-95.
2. Донияров Н.А., Тагаев И.А., Асроров А.А., Муродов И.Н. Разработка технологии получения фосфорных удобрений высокого качества, очищенных от балластных примесей // Горный вестник Узбекистана. - 2019. - № 2 (77). - С. 68-70.
3. Ilkhom Tagayev, Nodirjon Doniyarov, Anvar Asrorov, Islom Murodov, N.KH. Usanbayev, Uktam Temirov. Distinctive IR-Spectroscopic Features of Functional Groups of Low-Grade Phosphorites After Microbiological and Acid Processing// Ideas spread/ Land Science – 2020. Vol. 2. No. 1. P. 43-54 <https://doi.org/10.30560/ls.v2n1p43>
4. Донияров Н.А., Муродов И.Н., Асроров А.А., Хуррамов Н.И. Специфические особенности механизмов взаимодействия в системе среда-минерал-микроорганизм // Универсум технические науки. - 2020 № 11 (80).
5. John Anawati, Gisele Azimi. Recovery and separation of phosphorus as dicalcium phosphate dihydrate for fertilizer and livestock feed additive production from a lowgrade phosphate ore // The Royal Society of Chemistry. - 2020. № 10. P. 38640–38653. doi: 10.1039/d0ra07210a.
6. В.К. Каржавин. Термодинамические величины химических элементов и соединений примеры их практического применения // Апатиты. - 2011. С. 24-31.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ГИПСОВЫХ СМЕСЕЙ

Мунаввархонов Зокирхон Тохирхон ўгли

самостоятельный соискатель ГУП «Фан ватараққийёт»,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: bozorboyev1983@mail.ru

Талипов Нигматулла Хамидович

д-р техн. наук,
зав. лаб. «Технология вяжущих материалов»,
ГУП «Фан ватараққийёт» ТашГТУ,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Негматов Сайибжан

академик АН РУз, Заслуженный деятель науки РУз,
научный руководитель ГУП «Фан ва тараққийёт»,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Солиев Рустам

д-р техн. наук,
ГУП «Фан ва тараққийёт» ТашГТУ,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Мадрахимов Аллоберди Махмадалиевич

самостоятельный соискатель ГУП «Фан ватараққийёт»,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Шарипов Фарход Фазлитдинович

самостоятельный соискатель ГУП «Фан ватараққийёт»,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

RESEARCH INFLUENCE OF MODIFYING ADDITIVES ON THE PROPERTIES OF COMPOSITE GYPSUM MIXTURES

Zokirkhon Munavvarhonov

Independent applicant
for the State Unitary Enterprise "Fan vataragiyot",
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Nigmatulla Talipov

Dr. Tech. sciences,
head. lab. "Technology of binders materials",
State Unitary Enterprise "Fan vatarakkiet",
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Saibzhan Negmatov

Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Honored Scientist of the Republic of Uzbekistan,
scientific director of the State Unitary Enterprise "Fan vataragiyot",
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Rustam Soliev

*Dr. Tech. Sciences,
State Unitary Enterprise "Fan va tarakkiet"
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Alloberdi Madrakhimov

*Independent applicant SUE "Fan vataragiyot",
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Farkhod Sharipov

*Independent applicant SUE "Fan vataragiyot",
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В работе приведены результаты исследования свойств композиционных гипсовых смесей с применением модифицирующих добавок. Установлено, что методом модификации гипсовых вяжущих можно получить композиционные гипсовые смеси отделочного назначения, а также для изготовления различных строительных изделий применяемые в строительной индустрии.

ABSTRACT

The paper presents the results of studying the properties of composite gypsum mixtures with the use of modifying additives. It has been established that by the method of modification of gypsum binders, it is possible to obtain composite gypsum mixtures for finishing purposes, as well as for the manufacture of various building products used in the construction industry.

Ключевые слова: гипсовые вяжущие, модифицирующие добавки, композиционные гипсовые смеси, сроки схватывания, суперпластификатор, редиспергируемые полимерные порошки, эфиры целлюлозы, процесс структурообразования, замедление процесса схватывания, процесс твердения, прочность сцепления.

Keywords: gypsum binders, modifying additives, composite gypsum mixtures, setting times, superplasticizer, re-dispersible polymer powders, cellulose ethers, structure formation process, retardation of the setting process, hardening process, adhesion strength.

Введение. Строительная практика последних десятилетий привела к появлению современно новых композиционных строительных материалов на основе модифицированных гипсовых вяжущих, превосходящих по своим строительно-техническим и эксплуатационным характеристикам традиционных материалов. Появление таких материалов обеспечивается не только использованием более сложных многокомпонентных материалов, но и активным воздействием на структурообразование и свойства материала на различных технологических этапах. Это позволит достигать оптимального сочетания свойства в соответствии с назначением и областью применения материала.

Гипсовые вяжущие традиционно использовали и используются при возведении зданий и сооружений, многие из которых сохранились до наших дней. Использование составов на основе гипсовых вяжущих обусловлено во многом совокупностью положительных свойств. В первую очередь, это отсутствие усадочных деформаций, быстрый набор прочности, хорошие тепло и звукоизолирующие свойства, хорошая огнестойкость. Так как применение составов ориентировано в основном на производство внутренних работ.

Однако, несмотря на высокие потребительские свойства, современное применение составов на основе наиболее доступного гипсового сырья в Республике и производства гипсового вяжущего бета полугидрата сульфата кальция ограничивается штукатурками и шпаклевками для помещений с нормальным режимом эксплуатации. В основном это связано с тем, что составы имеют низкую водостойкость и невысокие прочностные характеристики. Как правило, коэффициент размягчения для таких составов не превышает 0,5, а прочность при сжатии 4-6 МПа [1].

Объекты и методы исследований. При проведении лабораторных исследований в качестве вяжущего использован полугидрат сульфата кальция β -модификации марки Г-6, полученного из гипсового камня Карнабекого месторождения Самаркандский области. Композиционные гипсовые смеси отделочного назначения на основе полугидрата сульфата кальция готовились в лабораторных условиях. Процесс гомогенизации исходных материалов производился в лабораторном миксере в течение 20 минут.

Для улучшения строительно-технических свойств гипсовых композиций в качестве минеральных добавок применяли гидратную известь, для улучшения

пластических свойств и снижения объемных деформаций при твердении, использован микронаполнитель, в качестве которого использован микроакальцит для создания необходимой плотности упаковки частиц в затвердевшем смеси. В качестве заполнителя использован кварцевый песок Майского месторождения. Для улучшения свойств композиционных гипсовых вяжущих использован эфиры целлюлозы марки Walocel, и суперпластификатор Megaplast JK-02. Для повышения адгезионных свойств в состав добавляли редиспергируемый полимерный порошок марки Elotex.

Регулирование процесса схватывания и структурообразования гипсовой композиции производили с применением лимонной кислоты. Физико-механические свойства гипсового вяжущего определяли по ГОСТ 23789-2018. Качество композиционных гипсовых смесей и растворов на их основе определяли в соответствии ГОСТ 31376-2008 «Смеси сухие строительные на гипсовом вяжущем».

Результаты и их обсуждение. Проведенные исследование по определению минералогического состава и физико-механические характеристики показали, что гипсовый вяжущий состоит из

β - $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$ не большого количество α - $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$, $CaSO_4$. Результаты физико-механические характеристики приведен в таблице 1.

Фазовый состав гипсового вяжущего изучали с применением рентгенофазового анализа. Из дифрактограммы видно, что гипсовый вяжущий состоит в основном из полугидрата сульфата кальция β -модификация ($\alpha = 0,590; 0,343; 0,3297; 0,278; 0,166$ нм) и не большого количество ангидрита ($\alpha = 0,225; 0,213; 0,173$ нм). Результаты исследование показали, что полугидрата сульфата кальция имеет марку марки Г-6 и коэффициент водостойкости равна 0,49.

Отличительной особенностью гипсовых вяжущих является их способность при затворении водой быстро схватываться и затвердевать. Схватывание и твердение гипсового вяжущего основано на реакции присоединения воды к полугидрату сульфата кальция с превращением его в дигидрат сульфата кальция.

Известно, что полугидрат, после затворения водой, диссоциируется на ионы Ca^{+2} и SO_4^{-2} пока не будет достигнута концентрация насыщения. Так как растворимость полугидрата больше, чем дигидрата, полученный раствор является пересыщенным по отношению к последнему.

Таблица 1.

Физико-механические характеристики гипсового вяжущего β -модификации

№	Наименование параметров	Значение параметров
1	Степень помола: остаток на сите № 02, %	1,7
2	Водо/вяжущее (В/Г) соотношение	0,60
3	Сроки схватывания, мин-секунд - начало - конец	6 - 30 11- 00
4	Прочность при сжатии, в возрасте 2 ч, МПа	6,1
5	Прочность при изгибе, в возрасте 2 ч МПа	3,1
6	Прочность при сжатии, в сухом состоянии, МПа	12,9
7	Прочность при изгибе, в сухом состоянии, МПа	6,3
8	Коэффициент водостойкости	0,49

В процессе затворения полугидрата водой, выделяется небольшое количество тепла, что объясняется процессами смачивания, адсорбции, растворения и гидратации присутствующего в вяжущем ангидрита III ($CaSO_4$). В течение индукционного периода образуются зародыши кристаллов дигидрата, которые могут возникать как в растворе, так и на поверхности зерен полугидрата. Зародышеобразование на поверхности частиц исходной фазы, при котором наблюдаются сильные локальные перенасыщения, особенно проявляется в пастах, но может возникать и в суспензиях. Скорость гидратации в индукционный период небольшая вследствие малой еще поверхности образующихся кристаллов дигидрата и определяется скоростью зародышеобразования, а также скоростью роста кристаллов [1, 4].

В состав модифицированных композиционных гипсовых смесей наряду β - $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$, заполни-

телями и наполнителями, использовали модифицирующие добавки. Содержание добавок составляло в пределах от 0,1 до 5,0 весовых %. Результаты исследований показали, что модифицирующие добавки улучшают смешение сухой отделочной смеси с водой, свойства растворной смеси, а также свойства схваченного и затвердевшего композиционного гипсового раствора [2,6].

При разработке и исследование модифицированных композиционных гипсовых материалов на основе β - $CaSO_4 \cdot 0,5H_2O$ большое внимание уделялось регулированию консистенции и времени схватывания композиционного гипсового теста в зависимости от вида и количества вводимых в гипсовую композицию модифицирующих добавок [4, 5].

На основании проведенных лабораторных исследований установлено, что методом модификации гипсовых вяжущих можно получить разнообразные композиционные гипсовые смеси отделочного

назначения, а также для изготовления различных строительных изделий применяемые в строительной индустрии. Установлено, что при разработке составов композиционных гипсовых смесей отделочного назначения большое значение имеет правильный выбор добавок, регулирующих сроки схватывания и водостойкости. При этом необходимо учитывать не только характеристики исходного гипсового вяжущего, но и показатели pH среды приготовленного гипсового раствора.

Результаты исследования показали, что применение соли лимонной кислоты в количестве 0,05 - 0,25 % положительно влияют на сроки схватывания разработанных составов. Установлено, что для достижения требуемого замедления схватывания композиционных гипсовых растворов, целесообразно использовать модифицирующих добавки. При выборе замедлителей схватывания следует учитывать такой показатель, как интервал между началом и концом схватывания, требования по которому различны в зависимости от области и условий применения растворов смесей [4,5].

На основании проведенных исследований установлено, что благодаря оптимальному содержанию суперпластификатора можно достичь значительную растекаемость гипсовых составов. Это связано с тем, что гипс марки Г-6 является продуктом низкотемпературного обжига и содержит большое количество примесей, следовательно, имеет более дефектную структуру кристаллогидрата и его водопотребность составляет от 55 до 65%.

Исследование процесса регулирования структурообразования композиционных гипсовых смесей на основе β -CaSO₄•0,5H₂O показали, что для композиционных гипсовых растворов эффективными замедлителями схватывания являются лимонная кислота [5,6].

Исследование кинетики структурообразования композиционных гипсовых смесей показывает, что

полимерные составляющие сильно затормаживают процессы структурообразования системы.

Так же установлено, что редеспергируемый полимерная добавка ускоряет процесс твердения композиционных гипсовых растворов, а эфиры целлюлозы значительно замедляет процесс твердения. Замедление процесса структурообразования композиционных смесей характеризуется способностью удерживания в себе воду, не давая полуводному гипсу присоединить недостающие ее молекулы [4, 7, 8].

Проведенные физико-химические исследование показали, что эфиры целлюлозы выполняют весьма важную функцию несмотря на то, что их добавляют в гипсовые композиции в незначительном количестве 0,02 - 0,7%. Установлено, что наличие в смесях эфиров целлюлозы или быстро растворимых эфиров целлюлозы оказывают существенное влияние на удобоукладываемость и водопотребность.

Проведенные исследования по изучению влияния модифицирующих добавок на процесс твердения композиционных гипсовых растворов смесей показали, что водорастворимые полимерные порошки ускоряют процесс твердения, а эфиры целлюлозы замедляют.

Физико-химические исследования показали, что прочность на разрыв композиционных гипсовых растворов смесей и контрольной гипсовой склейки показали, что предлагаемый состав обладает более повышенной прочностью на сцепление, чем контрольный. Наблюдается тенденция прироста прочности композиционных гипсовых растворов с вертикальной поверхностью. Результаты исследований показали, что прочность сцепления разработанных составов через 7 суток составляет 1,2 МПа, а контрольного состава 0,45 МПа [10,11]. Физико-механические характеристики композиционных гипсовых смесей отделочного назначения приведена в таблице 2.

Таблица 2.

Физико-механические характеристики разработанных композиционных гипсовых смесей

№	Наименование параметров	Значение параметров	
		По ГОСТ 31376-2008	Фактически
1	Влажность смеси, %	Не более 2	0,5
Смесь, затворенная водой			
2	Внешний вид	Однородный смесь	Однородный смесь
3	Подвижность, см	От 8 до 12	10
4	Удобоносимость	Не тянется за шпателем	Не тянется за шпателем
5	Стекание с вертикальной поверхности	Не допускается	Не стекает
6	Водоудерживающая способность, %	Не менее 90	97 – 98
7	Время высыхания при температуре (20 ± 5) °С, час	Не более 2	2
Затвердевшая смесь			
8	Усадка	Не должно быть трещин	Нет трещин
9	Прочность сцепления с бетонным основанием, МПа	Не менее 2,0	2,6

На основании проведенных исследований установлено, что при введении в состав композиционных гипсовых смесей модифицирующих добавок, происходит адсорбирование тонкодисперсных частиц на поверхности вяжущего и заполнителя и связывание их с кристаллами дигидрата сульфата кальция. Кроме того эти тонкодисперсные добавки обеспечивают повышение содержания пластичного теста, заполнение пустот в растворной смеси между зёрнами заполнителя. При этом растворная смесь переходит в текучее состояние. Полученные результаты показали, что композиционные гипсовые штукатурные растворы обладают высокой удобоносимостью и затвердеваемостью и при высыхании не растрескиваются и не усаживаются.

Заключение. На основании физико-химических анализов установлено, что гипсовый вяжущий состоит в основном из полугидрата сульфата кальция β -модификации и небольшого количества сульфатных мономинералов.

Результаты исследований показали, что введение суперпластификатора в составе композиционных гипсовых смесей, отделочного назначения, в количестве 0,25-0,35 % от массы вяжущего снижается водогипсовой соотношения композиционных гипсовых растворных смесей на 18-23 %, а введение лимонной кислоты замедляет сроки схватывания до 90 минут. Уменьшение водопотребности и регулирование сроков схватывания композиционных гипсовых растворных смесей приводит к ускорению технологических процессов штукатурных работ. Применение модифицирующих добавок улучшаются процесс структурообразования дигидрата сульфата кальция и повышается прочность сцепления с вертикальной поверхности затвердевших гипсовых растворов. Выявлено, что уменьшение водопотребности резко снижается расход воды и повышается водостойкости штукатурных растворов, что приводит к ускорению технологических процессов отделочных работ.

Список литературы:

1. Бурянов А.Ф., Бессонова И.В. Гипс, его исследование и применение. М., 2005, С.242.
2. Зазуля П.В. Общая характеристика свойств сухих строительных смесей и их оценка. II Межд.конф. «Baltimix - сухие строительные смеси для XXI века: технология и бизнес». Сборник тезисов, СПб.. 2002. С 6-8.
3. Мешков П.И., Мокин В.А. Способы оптимизации составов сухих строительных смесей// Строительные материалы. 2000. №4. С.12-13.
4. Румянцев Б.М., Критараев Д.С. Производство и применение полимеров в гипсовых материалах. // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, -2004, №9, с. 74-75.
5. Талипов Н.Х., Джураева Н.Х., Талипов Д.Н., Равшанов З.А., Физико –химические исследования гипсополимерных материалов и регулирование их свойств. Ташкент, Ж.: Композиционные материалы. 2015, №2 С.82-83.
6. Talipow N.H., Dosanowa G.M., Tuljaganow A.A., Reimow A.M. Die Anwendung des porösen Füllstoffs bei der Produktion von Wärmedämmstoffen // Internationale Baustofftagung: Tagungsband. – Weimar, 2018. – С. 2–1153–2–1156.
7. Талипов. Н.Х., Жонузиков А.А.. Водостойкие строительные материалы на основе модифицированных фосфогипсовых вяжущих. Ж. Композиционные материалы. Ташкент, 2016, №1, С. 50-52.
8. Talipow N.H., Tuljaganow A.A., Dossanowa G.M., Iuismetow H.E., Talipow D.N., Jkubow U.A. Die chemische modifikation des kalziumsulfat-halbhydrats und produktion von wärmedämmstoffen. Dundesrepublik Deutschland. Weimarer Gypsum Conference. Weimar/ 14-15 Marz 2017. S.276-280.
9. Талипов Н.Х., Досанова Г.М., Талипов Д.Н., Кадыров А.А. Исследование процесса структура образования гипсополимерной композиции. Ташкент, Ж.: Композиционные материалы. 2015, № 4 С. 82.
10. Талипов Н.Х., Улучшение свойства композиционных строительных материалов на основе гипсовых вяжущих // Композиционные материалы.- 2004.- № С.47-49.
11. Fisher H.-B., Hennino O. Zur Messung der Verzögerung der Hydratation von Branntgips. Silikattechnik. -42(1991)10.- S 333-337.

DOI - 10.32743/UniTech.2021.92.11.12612

**УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ АНТИФРИКЦИОННЫХ СВОЙСТВ
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ
ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ХЛОПКОМ-СЫРЦОМ****Негматов Сойибджан Содикович**

д-р. техн. наук, проф., академик АН РУз,
заслуженный деятель науки Узбекистана,
Научный руководитель ГУП «Фан ва тараккиёт»
Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: gupft@inbox.uz

Абед Нодири Сойибджановна

д-р. техн. наук, проф.,
председатель ГУП «Фан ва тараккиёт»
Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: gupft@inbox.uz

Гулямов Гияс

канд. техн. наук, доцент,
ГУП «Фан ва тараккиёт»
Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: gupft@inbox.uz

Эшкobilов Олим Холикулович

PhD, доц. кафедры «Общетехнические дисциплины»
Каршинского инженерно-экономического института,
Республика Узбекистан, г. Карши
E-mail: polegon11@mail.ru

**DEVICES FOR STUDYING THE INTEGRATED ANTI-FRICTIONAL PROPERTIES
OF MACHINE-BUILDING COMPOSITE POLYMER MATERIALS IN INTERACTION
WITH RAW COTTON****Soyibdzhan Negmatov**

Doctor of Technical Sciences, Prof.,
Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Honored Scientist of Uzbekistan,
Scientific Director of the State Unitary Enterprise "Fan va Tarakkijot"
of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent

Nodira Abed

Doctor of Technical Sciences, prof.,
Chairman of the State Unitary Enterprise "Fan va tarakkijot"
of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent

Gulyamov Giyas

Candidat of technical sciences,
Associate Professor of the State Unitary Enterprise "Fan va tarakkijot"
of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent

Olim Eshkobilov

*PhD, Associate Professor
of the Department of "General technical disciplines"
of the Karshi Engineering and Economic Institute,
Uzbekistan, Karshi*

АННОТАЦИЯ

Приведена установка и методика определения антифрикционных свойств – силы трения, температуры и величины электростатического заряда в зоне трения машиностроительных композиционных износостойких – антистатических – теплопроводящих полимерных материалов при взаимодействии с хлопком-сырцом.

ABSTRACT

The installation and method of determining the antifriction properties - the friction force, temperature and the magnitude of the electrostatic charge in the friction zone of machine-building composite wear-resistant – antistatic – heat-conducting polymeric materials when interacting with raw cotton are presented.

Ключевые слова: композиционный полимерный материал, дисковый трибометр, антифрикционных свойств, сила трения, температура в зоне трения, величина электростатического заряда, хлопка-сыреца.

Keywords: composite polymer material, disk tribometer, antifriction properties, friction force, temperature in the friction zone, the magnitude of the electrostatic charge, raw cotton.

Актуальность проблемы. Известно, что при уборке и переработке хлопка-сырца особое внимание уделяется получению высококачественного хлопкового волокна и достижению максимального выхода последнего за счет снижения потерь при уборке, транспортировке и переработке хлопка [1].

Одной из основных задач, направленных на сохранение природных свойств хлопкового волокна, является снижение механической повреждаемости хлопка-сырца при его взаимодействии с рабочими органами машин и механизмов. Для ее решения проводят ряд конструктивно технологических мероприятий, заключающихся в оптимизации параметров рабочих органов машин и снижении шероховатости их поверхностей, а также в повышении эксплуатационных свойств конструкционных материалов, из которых изготавливаются детали рабочих органов машин [2].

Известно, что одной из наиболее важной эксплуатационной характеристикой материала для рабочих органов машин, обеспечивающей максимальное сохранение природных свойств хлопка является его антифрикционное свойство [3, 4]. В связи с этим, исследования антифрикционных свойств машиностроительных композиционных полимерных материалов и покрытий из них в рабочих органах машин и механизмов хлопкового комплекса являются актуальными и перспективными. При этом следует отметить, что в настоящее время отсутствует единая методика по изучению антифрикционных характеристик конструкционных материалов при их взаимодействии с хлопком, что затрудняет выбор полимерного материала с заданными свойствами для изготовления из него рабочих органов хлопковых машин и правильная оценка их эффективности. В связи с этим разработка метода и установки для изучения антифрикционных свойств машиностроительных композиционных полимерных материалов (КПМ), взаимодействующих с хлопком-сырцом, является актуальной задачей.

Объектами исследования при изучении антифрикционных свойств материала с целью разработки метода и устройства для определения триботехнических характеристик материалов были выбраны: эпоксидная смола ЭД-16 (ЭД ГОСТ 10587-72), для отверждения и пластификации использовали полиэтиленполиамин (ПЭПА, марки А, ТУ-6-02-594-70) и дибутилфталат (ДШ, ГОСТ 8728-66), пентапласт (марка А), полиэтилен высокой плотности (ПЭВП) и полипропилен (ПП). В качестве наполнителей в полимер вводили, в основном, дисперсный графит (марка С-1, ГОСТ 11120-65), а также железный порошок, стекловолокно. В качестве волокнистого материала использовали хлопок-сырец 1 сорта разновидности С-6524, машинного сбора с влажностью 8-10% и засоренностью 3-25%. Подложкой под полимерное покрытие служила сталь Ст-3 [5,6].

Результаты исследований и их анализ. Исходя из анализа современных литературных источников, необходимо отметить, что существующие методы и установки не обеспечивают одновременно с определением силы трения, заряда статического электричества и температуры в зоне трения машиностроительных композиционных полимерных материалов при их взаимодействии с хлопком сырцом, а влияние параметров установки и режимов работы рабочих органов хлопкоперерабатывающих машин и механизмов на коэффициент трения, отвечающие требованиям методологической основы и унифицированной установки для определения антифрикционных свойств машиностроительных композиционных полимерных материалов и покрытий, работающих при их взаимодействии с волокнистой массой – хлопком-сырцом. Решению этой проблемы и посвящена настоящая работа [7].

В данной работе приведены результаты разработки распространяется на машиностроительные композиционные полимерные материалы и покрытия на их основе и устанавливает метода и установки

для определения антифрикционных свойств – коэффициента трения, температуры и величины электростатического заряда, возникающих в зоне трения при взаимодействии машиностроительных композиционных полимерных материалов с волокнистым материалом (хлопком-сырцом) [8-10].

Сущность метода состоит в том, что трение волокнистого материала осуществляется на плоской поверхности вращающегося дискового образца из исследуемого материала при ряде заданных значений давлений прижима P и скоростей скольжения V , измеряются значения сил трения, температур и величин электростатических зарядов испытуемого образца в зоне трения с хлопком-сырцом, после обработки результатов измерений можно судит о диапазоне допустимых значений P, V определяются условия работоспособности испытуемого материала.

Исходя из вышеизложенного разрабатываемая установка должна отвечать следующим требованиям.

1. Установка для проведения испытаний должна, в первую очередь, обеспечивать:

регулирование частоты вращения дискового образца с возможностью установки требуемой скорости скольжения V центра контактной площадки от 0,5 м/с до 10 м/с, с шагом 0,5 м/с, с погрешностью не более 5 % от установленного значения;

ступенчатое регулирование давления P прижима волокнистой массы к подвижному образцу от 0,001 до максимального 0,05 МПа;

измерение сил трения контактирующих поверхностей во всём диапазоне устанавливаемых скоростей скольжения и создаваемых давлений прижима;

измерение температур в зоне трения от комнатной до 150 °С с погрешностью не более 5% от измеряемого значения;

измерение величин электростатических зарядов испытуемого образца с допустимой основной погрешностью $\pm 5 \%$.

2. Для минимизации разности линейных скоростей участков с граничными радиальными расстояниями, определяемыми диаметром короба, следует руководствоваться соотношением:

$$r/d \geq 3$$

где r - расстояние между осями диска и короба;
 d - диаметр короба.

3. Наиболее достоверные результаты обеспечиваются коробом, образующим минимальную площадь контакта 50 см².

4. Зазор между коробом и поршнем должен быть не менее 0,1 мм и не более 1 мм.

5. Для предотвращения перекачивания волокнистой массы в процессе испытаний, дно поршня должно быть оснащено фиксаторами в виде рассредоточенных металлических штырей. Они же могут быть использованы в качестве электродов для съёма остаточных электростатических зарядов путем их заземления.

6. Зазор между испытуемым образцом и коробом не должен превышать 2 мм для исключения погрешностей измерений, вызванных заклиниванием семян хлопка-сырца в зазоре.

7. Образец и волокнистая масса должны быть электрически изолированы от станины трибометра; сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм.

Трение конструкционных материалов, взаимодействующих с хлопком-сырцом, отличается многообразием и сложностью одновременно протекающих процессов. Поэтому многие исследователи, исходя из сложности задачи исследования, моделировали трение с хлопком-сырцом, на различных установках. Исходя из этого, антифрикционные свойства машиностроительных композиционных полимерных материалов при взаимодействии с хлопком-сырцом определяли на дисковом трибометре, принципиальная схема которого представлена на рис.1. Установка работает в диапазоне давлений от 0,001 до 0,05 МПа и скоростей от 0,5 до 10 м/с.

Принципиальная схема дискового трибометра для определения силы трения между конструкционным, полимерным и композитным материалом и хлопком-сырцом, температуры и величины заряда статического электричества в зоне трения приведена на рис. 1.

Дисковый трибометр работает следующим образом. От электродвигателя **1** и редуктора **2** приводится в движение вертикальный вал с установленным на нем горизонтальным диском **3**. На диске располагают образец **4** из испытуемого материала. Для предотвращения осевого и радиального биения вал диска установлен на двух радиальных и на одном упорном подшипнике. Цилиндрический короб **5**, расположенный на восьми радиальных шарикоподшипниках **6**, передвигается в продольном направлении. Применение радиальных шарикоподшипников уменьшает силу трения между боковыми стенками короба и направляющей рамой.

1– электродвигатель; 2–редуктор; 3– диск; 4- образец с полимерным покрытием или композиционным материалом; 5–короб; 6– шарикоподшипник; 7– поршень; 8– блок; 9– микропроцессор с программой Arduino UNO; 10– нагрузка; 11– тензодатчик HX-711; 12–компьютер.

Рисунок 1. Принципиальная схема дискового трибометра

Направляющая рама может при необходимости перемещаться вертикально. внутренней стороны стенки имеется четыре вертикальных канала 7, заполненных шариками.

К корпусу с двух сторон прикреплены тросики. Один из них переброшен через блок 8 и служит для тарировочного нагружения. Другой тросик также соединен с корпусом, а второй конец его - с измерительной балочкой 9, на которой наклеены тензометрические датчики.

В комплексе дискового трибометра для усиления аналоговых сигналов, получаемых от тензометрических датчиков HX711 и DS18S20, и их записи имеются микропроцессору с программой "Arduino UNO" и компьютер [11,12].

Внутри цилиндрического корпуса закладывается хлопок-сырец, а сверху - поршень с грузами. При вращении диска полимерное покрытие увлекает за собой

цилиндрический корпус с образцом хлопка-сырца и тем самым натягивает трос, который, в свою очередь, изгибает балку с тензометрическими датчиками. Механическая деформация балочки с помощью тензометрических датчиков преобразуется в электрические колебания. Эти колебания усиливаются тензодатчиком HX711 и DS18S20 и сигналы записываются на микропроцессоре с программной обеспечением "Arduino UNO" и запись производится в виде график на мониторе компьютера.

Масса поршня – $(0,45 \pm 0,01)$ кг. Ось цилиндрического корпуса 5 (рис. 2) должна отстоять от оси вращения на расстоянии не менее 240 мм.

Медные электроды 4 для измерения напряжения статического электричества на волокнистой массе должны одновременно служить для фиксации волокнистой массы, не допуская её перекатывания в процессе испытаний.

1– стрела; 2– вертикальная ось; 3– цилиндрический корпус; 4– скользящий элемент; (медный электрод); 5– поршень; 6 – волокнистая масса; 7 – образец с композиционным полимерным покрытием или материалом; 8 – диск; 9– нагрузка.

Рисунок 2. Нагрузочная система испытательной установки

Образец должен быть электрически изолирован от станины испытательного прибора, сопротивление изоляции должно быть не менее 10 МОм, электрическая прочность должна быть не менее 30000 В·см⁻¹.

Зазор между испытываемым образцом и коробом должен быть не более 1 мм. Образец исследуемого материала изготавливается в соответствии с рис.3.

1-стальной диск; 2 – испытуемое покрытие или композиционный материал

Рисунок 3. Образец исследуемого материала

Шероховатость рабочей поверхности образца R_z должна соответствовать условию

$$R_z \leq 0,4 d_{cp}$$

где, R_z - шероховатость рабочей поверхности образца, d_{cp} – средний диаметр волокна, мм, для предотвращения зацепления волокон за неровности поверхности испытуемого материала.

После нахождения силы трения, коэффициент трения между композиционным полимерным материалом и хлопком-сырцом рассчитывался по известной формуле

$$f = \Sigma f_i / n,$$

где, $f_i = F/N$; F – сила трения, Н; N – нормальная сила, действующая на трущиеся пары, Н; n – число произведенных опытов.

Образующиеся заряды в зоне трения снимали при помощи электродов. Величины зарядов статического электричества определяли, измеряя величину потенциала при помощи вольтметра С-50 по методике, описанной в работе [13,14]. Для предотвращения утечки зарядов, образовавшихся в результате трения, отдельные детали и узлы установки-трибометра изолировали фторопластовыми прокладками. Образующиеся заряды в зоне трения снимали при помощи

электродов. Величины зарядов статического электричества и их плотности определяли, измеряя величину потенциала при помощи вольтметра С-50.

В первом варианте съём зарядов производился с помощью металлической щетки, на концах которой крепили гибкие проволоочки. При таком измерении зарядов появляется дополнительная погрешность из-за электризации самой щетки.

Нами применен датчик, устанавливаемый на определенном расстоянии от заряженной поверхности полимерного покрытия, но позволяющий более просто получать надежные данные. Датчик представляет собой металлическую пластинку с игольчатыми электродами, погруженными в хлопок. Величина заряда измеряется статическим вольтметром, которая передается с заряженной поверхности на датчик по электростатической индукции. При этом опыты показали, что точность измерений величин зарядов при контактном и бесконтактном съеме зарядов практически одинакова. Датчик изолируется от корпуса установки фторопластовыми прокладками. Изоляция зоны трения с использованием высоких диэлектрических свойств фторопласта повышает точность измерения электростатических зарядов. Этому способствует также добавочная ёмкость в измерительной цепи.

По известной ёмкости системы и потенциалу, измеренному статическим вольтметром, величину заряда определяли по формуле:

$$Q = U(C_{\text{вк}} + C_{\text{с}} + C_{\text{дк}})$$

где, $C_{\text{вк}}$ - ёмкость статического вольтметра; $C_{\text{с}}$ - ёмкость трущейся пары; $C_{\text{дк}}$ - ёмкость добавочного конденсатора; U - напряжение, измеренное статическим вольтметром.

Максимальный заряд статического электричества достигается при разном времени трения с хлопком-сырцом. В результате исследования кинетики образования зарядов статического электричества установлено, что время образования максимального заряда для всех полимерных материалов колеблется от 20 до 145 с. Поэтому во всех экспериментах величину зарядов статического электричества измеряли через 180 с после начала опыта.

Температуру в зоне трения измеряли с помощью термодатчиком DS18S20, принцип действия которого основан на изменении ЭДС в зависимости от температуры. На ниже поршня установлены скользящие углеграфитовые электроды, внутри которых расположены стандартные хромель-копелевые термопары типа ТХК-150. Холодный спай термопары находился в термостате при 273К. Температуру определяли при помощи термодатчиком DS18S20.

В таблице 1 приведены антифрикционные и физико-механические свойства композиционных полипропиленовых и полиэтиленовых (АИПЭК) материалов, работающих при контактом взаимодействии с хлопком-сырцом.

Таблица 1.

Антифрикционные и физико-механические свойства композиционных полипропиленовых (АИППК) и полиэтиленовых (АИПЭК) материалов, работающих при контактом взаимодействии с хлопком-сырцом

Показатели	Машиностроительные композиционные полимерные материалы							
	АПЭК-1	АПЭК-2	АИПЭК-1	АИПЭК-2	АИППК-1	АИППК-2	АИППК-1	АИППК-2
Коэффициент трения, f	0,28	0,29	0,32	0,35	0,26	0,27	0,28	0,29
Величина заряда статического электричества, $Q \cdot 10^{-7}$, Кл	23,7	20,3	16,7	20,2	19,1	17,3	12,3	17,4
Температура в зоне трения, К	321	315	313	316	319	306	308	311
Интенсивность изнашивания, $I \cdot 10^{10}$	6,7	6,5	5,3	5,6	3,23	3,12	2,6	2,8
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	33,4	35,5	40,9	37,7	87,3	90,1	98,4	93,3
Ударная вязкость, кДж/м ²	17,5	21,3	27,3	23,0	93,1	97,3	107,5	103,7
Твердость по Бринеллю, МПа	55,1	58,4	51,5	49,3	77,2	80,3	77,1	73,8
Модуль упругости при изгибе, ГПа	0,62	0,65	0,75	0,71	1,65	1,85	2,0	1,7

Примечание: значения I и f при $P=0,02$ МПа, $V=2,0$ м/с.

Закключение. Таким образом, в данной работе разработана методика и установка, с помощью которых определяются антифрикционно-электро-теплофизические свойства композиционных полимерных

материалов при взаимодействии с волокнистой массой на примере хлопка-сырца.

Список литературы:

- Негматов С.С. Основы процессов контактного взаимодействия композиционных полимерных материалов с волокнистой массой. –Т.: Фан, 1984. – 296 с.
- Гулямов Г., Негматов Н.С., Халимжанов Т.С., Лутфуллин К.Л. Композиционные материалы и эффективность их применения в колковых рабочих органах хлопковых машин и механизмов // Композиционные материалы. – 2001. – № 1. – С. 54-58.
- Негматов С.С., Эшкабилов О.Х., Абед Н.С., Гулямов Г., Тухташева М.Н.. Методы определения коэффициента трения, температуры и величины электростатического заряда в зоне трения // O'zDSt 3330: 2018, 2018. –14 с.
- Гулямов Г., Абед Н.С., Негматов С.С., Тухташева М.Н., Эшкабилов О.Х. Разработка и усовершенствование устройства для изучения свойств машиностроительных антифрикционно-износостойких антистатически-теплопроводящих композиционных полимерных, работающих в условиях взаимодействия с волокнистой массой // Композиционные материалы. – 2018. – №2. – С. 117-119.

5. Патент РУз № DGU 2019 07435, 22.11.2019. Программное обеспечение для определения силы трения на трущихся парах «твёрдое тело – волокнистая масса» с использованием тензодатчика HX711. // Патент Узбекистан № DGU 07435. 2019. Бюл. № 11. Эшкобилов О.Х., Абдуллаева А.О.
6. Абед Н.С., Негматов С.С., Гулямов Г., Тухташева М.Н. Композиционные антифрикционно-износостойкие материалы и технология их получения. – Т.: Фан ва технология, 2017. – 200 с.
7. Патент РУз № DGU 2020 0467, 09.03.2020. Программное обеспечение для определения температуры в зоне трения на трущихся парах «твёрдое тело – волокнистая масса» с использованием тензодатчика DS18B20 // Патент Узбекистан № DGU 08153. 2020. Бюл. № 3 / Эшкобилов О.Х., Раббимов Ж.Ш.
8. Негматов С.С., Гулямов Г., Абед Н.С., Эшкабилов О.Х. Разработка методологического способа определения коэффициента трения антифрикционно – износостойких антистатически – теплопроводящих композиционных полимерных материалов и покрытий на их основе в системе «композит-волокнистые материалы» // Композиционные материалы. – 2019. – № 1. – С. 112.
9. Негматов С.С., Гулямов Г., Абед Н.С., Эшкабилов О.Х., Тухташева М.Н. Методика определения величин электростатических зарядов и температур, возникающих в зоне трения в трибосистеме «композит-волокнистые материалы» // Композиционные материалы. – 2019. – № 1. – С. 86-89.
10. Эшкабилов О.Х., Гулямов Г., Абед Н.С., Негматов С.С., Тухташева М.Н. Установка и методика определения антифрикционных свойств антистатически-теплопроводящих композиционных полимерных материалов, взаимодействующих с хлопком-сырцом // Узбекский журнал Проблемы механики. – 2019. – № 2. – С. 66-71.
11. Гулямов Г., Абед Н.С., Негматов С.С., Тухташева М.Н., Эшкабилов О.Х. Расчет деформации и возникающих напряжений в измерительной балочке дискового трибометра для определения триботехнических характеристик композиционных полимерных материалов с волокнистой массой // Композиционные материалы. – 2018. – № 2. – С. 98-100.
12. Installation and methodology for determining of antifrictional properties of antistatic –heat conducting composite polymeric materials interacting with fibrous mass (cotton-raw), Technical science and innovation. –2018. Volume 2018. Issue 2. – P. 20-23. DOI: <https://doi.org/10.51346/tstu-01.18.2.-77-0001>.
13. Эшкабилов О.Х., Абед Н.С., Гулямов Г., Негматов С.С., Тухташева М.Н. Исследование антифрикционных свойств композиционных полимерных материалов триботехнического назначения, работающих при взаимодействии с хлопком-сырцом // Узбекский химический журнал. – 2019. – № 2. – С. 35-41.
14. Гулямов Г., Негматов С.С., Тухташева М.Н., Абед Н.С. Конструкционные материалы для деталей колковых рабочих органов машин и механизмов, взаимодействующих с хлопком-сырцом // Проблемы текстиля. – 2019. – №3. – С. 35-41.
15. Гулямов Г. Антифрикционные и антифрикционно-износостойкие полимерные композиционные материалы на основе полиолефинов // Композиционные материалы, – 2005. – № 3. – С. 37-39.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОДУКЦИИ ПУТЕМ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДИАБАЗОВ

Самадов Азиз Хасанович

ассистент кафедры «Технологические машины и оборудование»,
 Каршинский инженерно-экономический институт,
 Республика Узбекистан, г. Карши
 E-mail: armagedon_azik@mail.ru

SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF PRODUCTS BY HEAT TREATMENT OF DIABASE

Aziz Samadov

Assistant of the Department of "Technological Machines and Equipment",
 Karshi Engineering and Economic Institute,
 Republic of Uzbekistan, Karshi

АННОТАЦИЯ

Образцы легковоспламеняющихся продуктов готовятся путем переработки сырья диабаз, проводятся экспериментальные испытания в лаборатории. Экспериментальные испытания образцов щелочной и кислотостойкой испытательной продукции проводятся по вопросам получения опытно-промышленного паспорта.

ABSTRACT

Samples of flammable products are prepared by processing Diabase raw materials, experimental tests are carried out in the laboratory. Experimental tests of samples of alkaline and acid-resistant test products are carried out on the issues of obtaining a pilot industrial passport.

Ключевые слова: диабаз, горная порода, диабазовые породы, плагиоклаз, оливин, пироксин, силикат, диабазальты, долерит, анамезит, базальт, чешуя муса, структурное волокно, композиционные материалы, минералогия, материалы.

Keywords: diabase, rock, diabase rocks, plagioclase, olivine, pyroxine, silicate, diabasalts, dolerite, anamesite, basalt, musk scales, structural fiber, composite materials, mineralogy, materials.

Диабаз (франц. *diabase*) – горная порода, обозначающая значения гречихи, пересечений, разломов, мелкокристаллизированных магматических горных пород, являющаяся гипабиссальным аналогом диабаз по химическому и минеральному составу. Известно, что диабаз включает в себя более 40 химических элементов. Диабазные горные породы в диабазных месторождениях республики с сырьевым запасом 170 млн м³: SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, химические компоненты, содержащие оксиды металла, образуют основу диабазов, которые образуют этот минерал путем соединения плагиоклаза, оливина и пироксина.

Диабаз – крепкая, очень жесткая горная порода, обладающая разнообразной гранулометрической породой. Например, диабазальты грубого и среднего размера – долериты, мелкие породы – анамезиты и очень маленькие частицы – базальты. Диабаз по шкале Мооса имеет прочность 3000–5000 кгН/см³. Известно, что граница прочности в сжатии составит от 2900 до 3300 кгН/см³. Ученые отмечают, что слитки диабаз по жесткости превосходят некоторые марки стали. Рудники «Арветен», «Узунбулак I» в Республике Узбекистан начинают процесс кипения в жидком состоянии при температуре 1300 °С, 1400 °С и

1550 °С. Диабазы в жидком состоянии бывают очень протекаемыми, иногда они также имеют свойство протекать через отверстия очень малого диаметра до 0,2–0,3 мм. Имеются большие запасы диабазов на территории Джизакской и Навоийской областей Республики Узбекистан. Продукция, изготовленная из диабазов, устойчива к экстремальным кислотным и щелочным средствам и может поддерживать свое рабочее состояние при теплых +270 °С и холодных температурах –800 °С.

Чтобы научным образом изучить возможность получения промышленных продуктов из диабазовых пород, многие ученые со всего мира и Независимой Республики провели исследования и внесли свой вклад в эти аспекты. Например, Боуэн, А.Н. Заварицкий, Марк и Юнг, Оллинг, А.А. Полканов, В. Лучицкий, Розенбуш, В.В. Дашкеевич, Э. Искандаров, А. Мусаев, И. Хамрабаев, А.А. Гурбанов, И.А. Турчанинов, Р. Медведев, Г. Додис, В.В. Кудинова, Д. Джигирис, О. Семенов, В.А. Симонов, А. Буллакс, И. Ливицкий, Л. Дашинский, М. Шаскольская, В. Пуртов, Д.Д. Гуламова, А.Л. Смирнов, А. Третьяков, А. Воробьев, Т. Чекушина, Ю.В. Чекушина, М.Ф. Максина, В.П. Шевченко, Токунов С.Г. и так далее.

Согласно мировой научно-технической литературе, в результате обработки сливанием диабазовые породы могут использоваться при производстве кристаллического структурного волокна, термостойких тканей, плит, ниток разной толщины, труб разного диаметра, арматуры, кристаллического волокна, как цементный клинкер в процессе добычи цемента путем сухого дробления и измельчения диабазовых пород, композиционных материалов и так далее. В науке неоднократно доказано, что диабазовое сырье с неограниченными технологическими и эксплуатационными свойствами еще не полностью раскрыло свой потенциал. Несмотря на то что в нашей стране большие запасы диабазовых пород, этому дару природы и его переработке в продукты, важные для народного хозяйства, уделяется недостаточно внимания. На практике сливание диабазов и извлечение из них кристаллических волокон основаны на технологии, известной науке более 100 лет назад. Эта ситуация усугубляется свойствами диабазовых пород, их составом, технологическими и эксплуатационными свойствами, а также процессами сливания диабаза, моральным износом (устаревшие) машинного парка, недостаточной их доработкой и

недостаточными исследованиями, предприятиями по переработке диабаза. Нет возможности периодически анализировать и оценивать экономическую ситуацию, и это может быть объяснено обстоятельствами. Диабазовые породы широко распространены в мире, и ученые обнаружили, что химический состав диабаза изменяется по мере изменения местоположения залежей, что в конечном итоге приводит к адаптации технологии его обработки к диабазу. Таким образом, изучение ресурсов диабаза в месторождениях республики, включая его химический и минералогический состав, а также анализ традиционных свойств местного диабаза, физико-механических и химико-минералогических данных и технологических свойств минерала, сливание, дела, связанные с процессом расплавления минерала диабаз, влиянием плагиоклаза, пироксена и оливина на расплавление; научные исследования о возможности научного обоснования результатов и решения и определения областей применения готовой продукции, особенно в промышленности и производстве, путем проведения испытаний и технологического контроля продукции и обоснование признаны целесообразными.

Рисунок 1. Диабаз образовался в результате извержения вулкана

Результаты, полученные на основе проводимых и текущих научных исследований, основаны на определенных свойствах мирового диабаза и исследованиях, полученных нашими учеными в этой области. Предварительные исследования были сосредоточены на химических, минералогических, физико-механических свойствах местных диабазовых пород и других свойствах, связанных с их переработкой, в том числе технологическая, эксплуатационная, промышленная и сухая переработка расплавленного диабаза.

Научные результаты исследования показали, что брикетирование и расплавление порошка диабаза позволяет получить широкий спектр ценных промышленных продуктов для народного хозяйства, что может привести к разработке рекомендаций для промышленного применения.

По этой причине сырье, импортируемое в республику за иностранную валюту, имеет важное значение для народного хозяйства: кислотные и щелочные продукты; коррозионный, обладает гигроскопичными свойствами; обладает способностью безобидно взаимодействовать с внешней средой; низкие технологические затраты; создание технологии получения промышленных продуктов, приносящих большой доход при невысоких затратах, расширение области применения местного диабаза за счет всестороннего изучения местного диабазового сырья, подготовка тестовых образцов продукции, испытаний предприятия для производства. Актуальная задача – провести научный анализ и рекомендовать его результаты на практике.

Список литературы:

1. Бурение и крепление скважин в солях / А.Х. Самадов, Э.Б. Шоназаров, И.А. Пардакулов, А.Ш. Шукуров // Школа науки. – М., 2020. – № 6 (31). – С. 35–36.
2. Геологический словарь. 3-е изд., перераб. и доп. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2010. – Т. 1. А–Й. – С. 328, 346.
3. Диабаз // Геологический словарь: в 2 т. / под ред. К.Н. Паффенгольца [и др.]. – М. : Недра, 1978.
4. Солестойкие буровые растворы / Э.С. Мирзаев, А.Х. Самадов, Э.Б. Шоназаров, Б.С. Камолов // Международный академический вестник. – Уфа, 2020. – № 12 (44). – С. 100–102.
5. Справочник конструктора-приборостроителя. Проектирование. Основные нормы / В.Л. Соломахо, Р.И. Томилини, Б.В. Цитович, Л.Г. Юдовин. – Минск : Высшая школа, 1988. – С. 119.
6. Технология переработки тяжелых нефтей и нефтяных остатков путем применения криолиза / И.Э. Абдиримов, А.Т. Курбанов, Ф.Э. Буранов, А.Х. Самадов // Аллея науки. – № 3 (12). – С. 310–314.

СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ОБЖИГА МОЛИБДЕНОВЫХ КОНЦЕНТРАТОВ В РАЗНЫХ ОБЖИГОВЫХ ПЕЧАХ

Толибов Бехзод Иброхимович

*PhD, доц. кафедры «Металлургия»
Навоийского государственного горного института,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: intelekt_16@mail.ru*

Хасанов Абдурашид Салиевич

*д-р. техн. наук, профессор,
заместитель главного инженера по науке АО «АГМК»,
Республика Узбекистан, г. Алмалык*

COMPARISON OF TECHNOLOGICAL INDICATORS OF OXIDATIVE FIRING OF MOLYBDENUM CONCENTRATES IN DIFFERENT FURNACES

Behzod Tolibov

*PhD, Associate Professor of the Metallurgy Department,
Navoi State Mining Institute,
Uzbekistan, Navoi*

Abdurashid Khasanov

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Deputy Chief Engineer for Science, JSC "AGMK",
Uzbekistan, Almalyk*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены вопросы теории низкотемпературного обжига кеков молибденового производства для улучшения извлечения молибдена из сульфидсодержащих концентратов. Объектами исследования были взяты огарки промпродуктов молибденового производства, концентраты молибден-содержащие, пыли окислительного обжига молибденовых кеков и огарок после обжига молибденовых кеков. В экспериментах исследованы параметры низкотемпературного обжига и их влияние на извлечения основного элемента.

ABSTRACT

The article deals with the theory of low-temperature firing of cakes of molybdenum production to improve the extraction of molybdenum from sulfide-containing concentrates. The objects of research were cinders of molybdenum production middlings, molybdenum-containing concentrates, dusts of oxidative firing of molybdenum cakes and cinders after firing molybdenum cakes. In the experiments, the parameters of low-temperature firing and the effect on the extraction of the main element were investigated.

Ключевые слова: огарок, сульфиды, молибден, кек, содовое выщелачивание, окислительный обжиг, концентрат, десульфуризация, степень окисления, электронный сканирующий микроскоп, энергодисперсионная спектроскопия, силикаты, оксидные соединения.

Keywords: cinder, sulfides, molybdenum, cake, soda leaching, oxidative roasting, concentrate, desulfurization, oxidation state, scanning electron microscope, energy dispersive spectroscopy, silicates, oxide compounds.

Введение. Окислительный обжиг молибденовых промпродуктов проводится для окисления сульфидных частиц до триоксида молибдена. Однако, в процессе окисления сульфидов молибденовых промпродуктов образуются частично двуокись молибдена, который влияет на процесс выщелачивания, так как растворимой формой окислов молибдена является в основном триоксид молибдена (MoO_3).

Проведены исследования по изучению причин образования остальных окислов молибдена, влияющие на процесс выщелачивания. Исследования проводили в разных условиях и в трех печах [1, 2]. В мировой практике существует использование для окислительного обжига в основном три печи: многоподовая печь, трубчатая вращающаяся печь и печь кипящего слоя.

Объекты и методы исследований. Проведены серия опытов в трех печах окислительного обжига, для изучения степени окисления и образования диоксида молибдена и молибденового ангидрида эксперименты проводили максимально лучших условиях. Объектом исследований выбрали промпродукты молибденовые, которые являются исходным для молибденового производства в АО АГМК[3].

Ниже приведены результаты экспериментальных исследований.

Сначала окислительный обжиг проведен в трубчатой вращающейся печи в стандартных заводских условиях, определены растворимости полученных огарков при выщелачивании. Полученный огарок в объеме 100 г растворили в аммиачной воде в заводских условиях по технологическому регламенту завода.

При выщелачивании огарка раствором аммиака молибденовый ангидрид переходит в раствор. Молибдаты и сульфаты меди, цинка, никеля также растворяются в аммиачной воде.

Молибден, содержащийся в молибдате железа, переходит в раствор только на 40-50%, молибдат кальция, двуокись молибдена, дисульфид молибдена практически нерастворимы в аммиачной воде. Связанный в эти соединения молибден остается в «хвостах» после обжига на печах или кислотного разложения.

Результаты исследований и обсуждение. Результаты исследования растворимости полученного кека приведены ниже на рисунке 1.

Рисунок 1. Влияние продолжительности процесса окисления на эффективность выщелачивания (T=550°C)

При температуре 550°C растворимость огарка повышается до 88,2% в зависимости от продолжительности процесса. Удержание материала внутри окислительного агрегата приводит окислению сульфидных частиц до MoO₃. Но трубчатая-вращающаяся печь помимо не смог обеспечить распространение энергии по всей поверхности, в то время нехватка температуры и кислорода привел к недоокислению сульфидов

или образованию MoO₂ в процесса окислительного обжига.

В целях нахождения оптимальных параметров окислительного обжига молибденовых концентратов были проведены серия опытов в печи кипящего слоя и многоподовой печи, которые используются часто для окислительного обжига молибденовых сульфидных продуктов в мировой практике.

Таблица 5.4.

Показатели выщелачивания огарков после окислительного обжига при T=550°C (печь кипящего слоя)

№ пробы	Содержание Mo, %	Продолжительность процесса, мин	Массовая доля MoO ₃ , после обжига, %	Растворимость MoO ₃ , %	Извлечение Mo, %
1	35,1	30	48,00	75,70	79,30
2	35,1	45	56,00	78,30	80,60
3	35,1	60	62,00	82,20	83,30
4	35,1	75	67,00	84,80	84,61
5	35,1	90	69,00	85,50	85,93
6	35,1	105	72,00	86,00	87,24
7	35,1	120	77,00	86,80	88,55
8	35,1	135	83,00	88,70	89,87

В таблице 5.4. указана, что при температуре 550°C и продолжительности окислительного обжига до 2,5 часа растворимость полученного огарка составляет до 89%. Можно отметить, что интенсивность образования MoO_3 значительно высоко, чем в трубчатой вращающиеся печи и это объясняется достаточным количеством кислорода в процессе и распределением температуры по всей области печи. Подаваемая энергия максимально поглощается частями, конструкция печи позволяет использование тепла на высоком уровне.

В мировой практике для окислительного обжига молибденовых сульфидных продуктов в основном применяется многоподовые печи. Получение огарка с высоким содержанием MoO_3 осуществляется низкотемпературным обжигом. С повышением температуры после окислительного обжига до 550°C и гидрометаллургической обработки извлечение молибдена в раствор составлялось 94 % (Рис. 5.8).

Рисунок 5.8. Влияние продолжительности процесса окисления на эффективность выщелачивания ($T=550^\circ\text{C}$) (многоподовая печь)

Выводы. Исходя из вышеперечисленных данных можно выводиться, что наилучшие результаты окислительного обжига молибденовых сульфидных

концентратов наблюдается в многоподовой печи при температуре 550°C.

Список литературы:

1. Khasanov A.S., Tolibov B.I. Firing of molybdenum cakes in a new type of kiln for intensive firing // Mining bulletin of Uzbekistan. No. 4 (75), 2018. -P131-135
2. Behzod Tolibov, & Abdurashid Hasanov. (2021). Research In The Field Of Intensive Oxidative Roasting Of Molybdenum Sludges. The American Journal of Applied Sciences, 3(09), 57–66. <https://doi.org/10.37547/tajas/Volume03Issue09-09>
3. Tolibov B.I., Khasanov A.S., Pirmatov E.A. Factors influencing technological indicators in the production of molybdenum // Universum: технические науки: электронный научный журнал, 2021. 10(91).

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ МЕХАНИЗМОВ ОБРАЗОВАНИЯ ОКИСЛОВ ПРИ ОКИСЛИТЕЛЬНОМ ОБЖИГЕ СУЛЬФИДНЫХ КОНЦЕНТРАТОВ МОЛИБДЕНА

Толибов Бехзод Иброхимович

*PhD, доц. кафедры «Металлургия»,
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: intelekt_16@mail.ru*

Хасанов Абдурашид Салиевич

*д-р техн. наук, проф.,
заместитель главного инженера по науке АО «АГМК»,
Республика Узбекистан, г. Алмалык*

RESEARCH ON THE STUDY OF THE MECHANISMS OF OXIDE FORMATION DURING OXIDATIVE FIRING OF MOLYBDENUM SULFIDE CONCENTRATES

Behzod Tolibov

*PhD, Associate Professor of the Metallurgy Department,
Navoi State Mining Institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi*

Abdurashid Khasanov

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Deputy Chief Engineer for Science, JSC "AGMK",
Republic of Uzbekistan, Almalyk*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрен вопрос образования окисленных частиц при окислительном обжиге молибденовых сульфидных концентратов и кеков, а также недоокисленных огарков и пыли молибденового производства. В ходе работ исследованы различные факторы, влияющие на процесс окислительного обжига, параметры и требования для подаваемого и выпускаемого материала. Обобщены результаты анализов и составлены выводы на их основе.

ABSTRACT

The article deals with the formation of oxidized particles during oxidative roasting of molybdenum sulfide concentrates and cakes, as well as under-oxidized cinders and dust of molybdenum production. In the course of the work, various factors influencing the oxidative roasting process, parameters and requirements for the supplied and discharged material were investigated. The results of the analyzes are summarized and conclusions based on them are drawn.

Ключевые слова: многоподовая печь, интенсивный обжиг, огарок, сульфиды, молибден, кек, содовое выщелачивание, окислительный обжиг, концентрат, десульфуризация, степень окисления.

Keywords: multiple hearth furnace, intensive roasting, cinder, sulfides, molybdenum, cake, soda leaching, oxidative roasting, concentrate, desulfurization, oxidation state.

Введение. Промышленный способ извлечения молибдена включает обжиг его концентрата, очистку полученного кальцина гидрометаллургическим способом до MoO_3 и восстановление триоксида водородом до металла. Хотя этот метод является основным способом производства молибдена и уже давно используется в промышленности, исследования по его применению для различных концентратов, а также кинетики и механизма обжига проводятся все еще в дефиците [1].

Объекты и методы исследований. Нами были изучены кинетика и механика реакции в твердом состоянии между MoS_2 и MoO_3 для образования MoO_2 в атмосфере с содержанием азота от 450–700 °С с использованием необработанных образцов молибденового производства, прессованных образцов меланжа и чистых пельменей MoS_2 и MoO_3 с контактирующей стороной. Результаты показывают, что для необработанных образцов реакция достигает максимальной конверсии 67,3% при 650 °С за 75 минут, тогда как для сжатых образцов конверсия в аналогичных условиях достигла 96,1% за 75 минут, что

отражает влияние физических условий обоих видов опыта на кинетику реакции [3]. Рассчитанные значения энергии активации для двух экспериментальных условий являются когерентными со средним значением $-44,2 \pm 1,9$ кДж, что находится в диапазоне реакций в твердом состоянии, контролируемых диффузией [4].

Результаты и обсуждение. Известны четыре сульфида молибдена: Mo_3S_4 , Mo_2S_3 , MoS_2 и MoS_3 . Сульфид Mo_3S_4 образуется из водных растворов и разлагается при температуре около 120 °C до $\text{MoO}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и серы. Трисульфид MoS_3 обычно содержит избыток серы в виде $\text{MoS}_3 \cdot x$, в котором $x = 0-0,7$. При нагревании в инертной атмосфере между 527 и 573 K он разлагается на MoS_2 и серу. Молибденит (MoS_2) разлагается до Mo_2S_3 и газообразной серы в нейтральной атмосфере выше 1673 K [5].

Известны два оксисульфида молибдена: MoO_2S и MoS_2 , но они очень нестабильны и разлагаются до MoS_2 и кислорода. Было идентифицировано несколько оксидов молибдена со степенями окисления от 2 до 6, большинство из которых нестехиометрические, и только два (диоксид MoO_2 и триоксид MoO_3) являются стехиометрическими, стабильными соединениями. Некоторые другие, такие как Mo_5O_{12} , Mo_3O_8 , Mo_2O_5 , Mo_4O_{11} и Mo_9O_{26} , были обнаружены в небольших количествах в многопоровых печах и, по-видимому, представляют собой твердые растворы MoO_2 и MoO_3 в различных пропорциях [6–8]. Проводили общий химический анализ проб по всей поверхности каждой пробы для определения возможных составляющих исследуемых объектов, которые приведены на рисунках ниже (рис. 1–4) и в таблице 1.

Рисунок 1. Результаты анализа пробы кека выщелачивания

Таблица 1.

Элементарный состав общей площади пробы кека выщелачивания

Element	Line	Mass%	Atom%
O	K	42.10 ± 0.41	62.95 ± 0.61
Na	K	1.37 ± 0.11	1.43 ± 0.12
Mg	K	4.92 ± 0.15	4.84 ± 0.14
Al	K	3.27 ± 0.12	2.90 ± 0.11
Si	K	16.62 ± 0.24	14.15 ± 0.20
S	K	2.80 ± 0.13	2.09 ± 0.10
Ca	K	0.85 ± 0.07	0.51 ± 0.04
Fe	K	20.83 ± 0.36	8.92 ± 0.16
Cu	K	3.23 ± 0.21	1.22 ± 0.08
Mo	L	4.01 ± 0.34	1.00 ± 0.08
Total		100.00	100.00
Spc_001 Fitting ratio 0.0357			

Из результатов анализа видно, что проба кека выщелачивания содержит в основном разные окисы железа, а сульфиды молибдена составляют 6,8%.

Это доказывает, что после содового выщелачивания молибденовых концентратов в кеке остается до 4% молибдена.

Рисунок 2. Снимки сканирующего электронного микроскопа (кек выщелачивания)

На рис. 2 приведены снимки сканирующего электронного микроскопа кека выщелачивания. На рисунке показываются частицы молибдена, связанные кислородом, и сульфиды, а также основная часть поверхности заполнена оксидами железа.

Определенные значениями А – окислы молибдена, Б – сульфидные частицы молибдена, а остальная часть – в основном окислы железа. В сканирующем электронном микроскопе тяжелые частицы показывается ярче, так как чем ярче частицы, тем тяжелее.

Рисунок 3. Результаты анализа ЭДС проб кека выщелачивания

Из вышеуказанного можно выводить, что основную поверхность пробы составляют окислы железа. Эти выводы подтверждают данные таблицы 1. В таблице 1 приведено, что в пробе содержится 20,83% Fe и 42,10% кислорода.

Далее провели анализ EDS для изучения полной карты поверхности (метод картирования) (рис. 3). Этим методом определяется, в какой части пробы находятся составляющие элементы. Рисунок 3 утверждает, что проба в основном содержит кислород,

а там, где есть кислород, просвечивают сигналы Fe и Si. Сигналы молибдена и серы очень близки, поэтому картины L-линии молибдена и K-линии серы почти одинаковы. Энергетическое разрешение энергодисперсионного спектрометра составляет 130 эВ. Но разница между L α -линией молибдена и K α -линией серы составляет почти 14 эВ. Поэтому при анализах энергодисперсионного спектрометра показывают молибден и сульфиды в одном пике.

Выводы. Кинетика и механизм реакции в твердом состоянии между MoS₂ и MoO₃ с образованием MoO₂ в атмосфере азота между 450 и 700 °С были изучены с использованием объемных смешанных образцов, смешанных прессованных гранул и чистых

гранул MoS₂ и MoO₃ с одной контактирующей поверхностью. Результаты показывают, что для объемных образцов реакция достигает максимальной конверсии 67,3% при 650 °С за 75 мин, в то время как для сжатых образцов конверсия в аналогичных условиях достигает 96,1%, что указывает на влияние физических характеристик обоих типов экспериментов на коэффициент диффузии MoS₂ и/или MoO₃ через новообразованный кристаллический слой MoO₂. Рассчитанные значения энергии активации для обоих экспериментальных условий согласуются со средним значением $-44,2 \pm 1,9$ кДж, что находится в диапазоне реакций, контролируемых диффузией. В литературе не сообщалось о какой-либо другой ценности этой реакции.

Список литературы:

1. Толибов Б.И., Хасанов А.С., Пирматов Э.А. Исследование возможности применения технологии содового выщелачивания молибдена // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. – 2021. – № 10 (91) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.7universum.com/ru/tech/archive/item/12444>.
2. Khasanov A.S., Tolibov B.I. Firing of molybdenum cakes in a new type of kiln for intensive firing // Mining bulletin of Uzbekistan. – 2018. – № 4 (75). – P. 131–135.
3. Tolibov B., Hasanov A. Research In The Field Of Intensive Oxidative Roasting Of Molybdenum Sludges // The American Journal of Applied Sciences. – 2021. – № 3 (09). – P. 57–66 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.37547/tajas/Volume03Issue09-09>.
4. Tolibov B.I., Khasanov A.S., Pirmatov E.A. Factors influencing technological indicators in the production of molybdenum // Universum: технические науки: электронный научный журнал. – 2021. – № 10 (91).

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНЕЙНОЙ ПЛОТНОСТИ ХЛОПКОВЫЕ ЛЕНТЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Алихонов Элмурод Жамолдинович

ассистент

кафедры "Метрология, стандартизация
и менеджмента качества продукции",
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: saroylik@mail.ru

DETERMINATION OF LINEAR DENSITY OF COTTON RIBBONS BY PHOTOELECTRIC METHOD

Alikhonov Elmurod

Department of Metrology,
Standardization and Product Quality Management,
Fergana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Fergana

АННОТАЦИЯ

Освещается актуальная на сегодняшний день проблемы автоматического контроля и стабилизации развеса хлопковых лент на прядильного производства. Приведены структурные схемы и изложен принцип действия оптоэлектронного устройства для автоматического контроля и стабилизации развеса хлопковых лент. Изложен принцип оптоэлектронного метода для контроля линейной плотности хлопковых лент.

ABSTRACT

The current problem of automatic control and stabilization of the weight of cotton belts at the spinning mill is highlighted. Structural diagrams are given and the principle of operation of an optoelectronic device for automatic control and stabilization of the weight of cotton bands is described. The principle of the optoelectronic method for monitoring the linear density of cotton tapes is stated.

Ключевые слова: автоматический контроль, стабилизация, развес, хлопковая лента, производства, структурные схемы, оптоэлектроника, устройства, метод, линейная плотность, излучающий диод, фотоприёмник.

Keywords: automatic control, stabilization, weight, cotton tape, production, structural diagrams, optoelectronics, devices, method, linear density, emitting diode, photodetector.

Введение. Производительность хлопчатобумажной промышленности, а также качество выпускаемой продукции находится в прямой зависимости от качества пряжи. Отсюда соответственно высокие требования к технологии прядильного производства.

Основным технологическим параметром прядильного производства является линейная плотность массы (развес) хлопковой ленты. Важнейшей задачей является автоматический контроль и стабилизация развеса на всех этапах прядильного производства. Колебания развеса больше допустимого ведут к увеличению обрывности, т. е. к снижению производительности, а также прочности и внешнего вида конечной продукции хлопчатобумажной промышленности.

Основная часть. Фотоэлектрические методы основан на пропускании исследуемого материала между источником света и фотоэлементом любого типа (вакуумным, фотоумножителем, фотодиодом, фотосопротивлением и т.д.). При изменении толщины движущегося продукта происходит изменение тока фотоэлемента с линейной световой характеристикой имеет место прямая зависимость фототока и толщины исследуемого продукта. Эта зависимость используется для измерения и классификация дефектов пряжи и определения неровноты продукта прядения.

Прибор «Детексомат» фирмы Квалитекс (Голландия) состоит из стоек и направляющих прутков, фотоэлемента, лампы, контрольного блока с усилителем и реле [1]. Фотоэлемент и лампа

укреплены на противоположных концах двух параллельных направляющих через (щель) которые пропускаются основные нити. Свет проходит через щель размером 2х26 мм. Все нити проецируются в одну, перекрывая часть светового потока. Сигнал от дефекта на одной из нитей через систему реле подается для останова привод сновальной машины, после чего дефект устраняется. Чувствительность устанавливается заранее специальной ручкой.

Прибор «Инджмарш» создан в Исследовательском институте Индийской ассоциации джутовых фабрик [2]. Он состоит из оптического и приводного устройств, электрического усилителя и счетчика. Фотоэлемент фиксирует неровноту и утолщения в пряже. Далее сигнал усиливается и подается на счетчик. Имеются три степени разделения дефектов по толщине: 120, 150 и 175 диаметра пряжи. Для калибровки используются металлические прутки,

устанавливаемые в точке прохождения пряжи. Изменение напряжения от внесения прутка или введения соответствующего эквивалентного сопротивления в цепи фотоэлемента усиливается и подается на счетчик. Для установки прибора в рабочее положение нажимают на кнопку и изменяют сопротивление до прекращения работы счетчика. Затем устанавливается необходимая чувствительность. Скорость протяжки пряжи 36,5 м/мин.

Прибор, разработанный в Научно-техническом центре текстильной промышленности Бельгии, имеет в качестве источника света ток, и регистрируются изменения площади ее поперечного сечения. Протяженность зоны измерения – приблизительно 3 мм. Диапазон измеряемых толщин от 10 до 100 текс. Скорость протяжки нити можно плавно изменять в диапазоне от 10 до 100 м/мин.

1- осветитель, 2-фотообъектив, 3, 4- зеркало, 5- линза, 6- фотоэлемент, 7- направляющая трубочка, 8- опорный фотоэлемент.

Рисунок 1. Блок-схема оптоэлектронной части прибора ЭОППП-1 Системы ЦНИХБИ

Прибор состоит из блока питания, блока измерения и счетчика, размещенных на специальном передвижном столике. Свет от лампы 1 (рис. 1), пройдя через фотообъектив 2, отражается от зеркала 3, фокусируется, а затем, расходясь, отражается от второго зеркала 4 и фокусируется линзой 5 на рабочем фотоэлементе 6. Нить проходит внутри световых конусов, удерживаясь в точке сходимости специальными трубочками 7. Область близ точки сходимости является зоной измерения. Для исключения влияния нестабильности светового потока освещаемый той же лампой опорный фотоэлемент 8 соединен с рабочим фотоэлементом по мостовой схеме. Питание моста осуществляется от генератора синусоидального колебания частотой 10 кГц. Перед началом работы производится компенсирование световых потоков фотоэлементов. При изменении светового потока за счет колебаний толщины пряжи изменяется освещенность рабочего фотоэлемента и, следовательно, балансировка моста. Сигнал разбаланса после усиления поступает на пороговую схему, фиксирующая изменение сигнала в результате появления дефекта.

С пороговой схемы после преобразования сигнал поступает на счетчик емкостью 10^4 единиц. По показаниям микроамперметра можно контролировать правильность настройки и работу прибора. Система автоматики следит за изменениями неровноты пряжи по толщине на протяженном участке. Предусмотрен автоматический останов двигателя после проверки заданного числа метров пряжи.

Автоматизированный дискриминатор пороков пряжи АДПП-3, разработанный в ЦНИХБИ, основан на том же оптико-объемном способе измерения, однако дает возможность регистрировать три типа дефектов: утолщения менее 60 и утончения более 150 и более 200 от усредненного диаметра [3].

Разработанные до настоящего времени многочисленные методы осуществляются только в лабораторных условиях. Их громоздкость, инерционность, сложность и высокая погрешность по позволяют их широко применять для автоматизации производственных процессов [4].

С целью автоматизации контроля и регулирования линейной плотности хлопковой ленты нами разработано оптоэлектронное устройство для контроля и регулирования линейной плотности хлопковой ленты. Блок-схема этого устройства приведена на рисунке 2. Устройство содержит: задающий генератор - ЗГ, электронный ключ - К, излучающий диод -

ИД, контролируемый объект - КО, фотоприемник - ФП, двухполярное пороговое устройство ДПУ, индикатор меньшей плотности - ИН1, индикатор большей плотности - ИН2, электромагнитное реле меньшей плотности - ЭР1, электромагнитное реле большей плотности - ЭР2 и реверсивный двигатель - РД [4-12].

Рисунок 2. Блок-схема оптоэлектронного устройства для контроля и регулирования линейной плотности хлопковой ленты

Устройство работает следующим образом. Задающий генератор вырабатывает прямоугольные импульсы с частотой повторения $f=10$ кГц, которые подаются через электронный ключ к излучающему диоду. Поток излучения излучающего диода проходит через контролируемый объект и принимается фотоприемником, фотоэлектрический сигнал с выхода фотоприемника подается на вход двухполярного порогового устройства, который по значению амплитуды фотоэлектрического сигнала формирует положительный или отрицательный импульс.

Если плотность хлопковой ленты выше номинальной, на выходе двухполярного порогового устройства формируется положительный импульс, (подаваемый на индикатор большей плотности и электромагнитное реле) при воздействии которого реверсивный двигатель вращается в одном направлении если плотность ленты ниже номинальной, реверсивный двигатель вращается в другом направлении. Далее цикл повторяется.

Таким образом, осуществляется контроль и регулирования линейной плотности хлопковой ленты в ходе технологического процесса.

Одним из основных узлов оптоэлектронного первичного преобразователя линейной плотности хлопковой ленты является механический узел датчика в котором устанавливается светодиод и фотоприемник.

Линейная плотность хлопковой ленты – это масса приходящаяся на единицу объема и определяется выражением.

$$\delta = \frac{m_0}{V} \quad (1)$$

где: m_0 – масса хлопковой ленты с объемом V .

Отсюда видно, что для обеспечения измерения линейной плотности, хлопковая лента должна проходить через определенную калибровочную объема V .

Уравнение (1) через площадь сечения хлопковой ленты записывается в виде:

$$\delta = \frac{m_0}{S_l \cdot l_l} \quad (2)$$

где l_l – длина хлопковой ленты.

В технологическом процессе для формирования хлопковой ленты из хлопкового холста применяется калибровочная воронка конструктивный вид которого приведен на рис 3.

Рисунок 3. Конструктивный вид калибровочная воронка для формирования хлопковой ленты из хлопкового холста

Если светодиод и фотодиод устанавливается непосредственно в калибровочной воронке, то уравнение (2) можно переписать как

$$\delta = \frac{m_0}{2\pi D l} \quad (3)$$

где: D – диаметр калибровочного канала воронки.

Примем, что d – диаметр оптического канала в котором установлен СД и ФД. Тогда, если $D = d$ и l постоянна, то уравнение (3) примет вид:

$$\delta = K_1 m_0 \quad (4)$$

т. е. линейная плотность хлопковой ленты в канале калибровочной воронки пропорционально к массе хлопковой ленты, где

$$K_1 = \frac{1}{2\pi D l} \quad \text{– постоянная величина}$$

Для перекрытия диаметра хлопковой ленты потоком излучения Φ , расстояние между хлопковой лентой и светодиодом должно быть

$$L = D \left(\frac{1}{\tan \psi} + 1 \right) \quad (5)$$

где: 2ψ – передний апертурный угол оптического канала датчика.

Прошедший поток излучения через контролируемый объект определяется по закону Бугера-Ламберта-Бера как

$$\Phi = \Phi_0 e^{-K_2 m} \quad (6)$$

где: K_2 – коэффициент ослабления хлопковой ленты;

m – масса хлопковой ленты в канале калибровочной воронки.

На основе уравнения (4) можно написать

$$\Phi = \Phi_0 e^{-K_2 K_1 m} \quad (7)$$

или

$$\Phi = \Phi_0 e^{-K \delta} \quad (8)$$

где $K = \frac{K_1}{K_2}$ – постоянная величина

Из уравнения (8) видно, что прошедший поток излучения через хлопковую ленту пропорционально ее линейной плотности.

Список литературы:

1. Plant development new. The Detezomat. Man – made Textiles – 1960. – v36.
2. Electronic inspection of yarn. Textile Manufacturer. 1961. v87. №1037.
3. Автоматизированный дискриминатор пороков пряжи АДПП-3. Егоров Ю.М., Львов В.А. Сб.работ ЦНИХБИ - 1971 г. - М.: 1973, - ч. 1.
4. Карих Е.Д. Оптоэлектроника. Минск. БГУ, 2002 г.
5. Мамасадииков Ю., Мамасадиикова З.Ю. Оптоэлектронное устройство для контроля концентрации углеводородов в воздухе на полупроводниковых излучающих диодах // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2021. 10(91). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12427> (дата обращения: 13.11.2021). DOI - 10.32743/UniTech.2021.91.10.12427.
6. Z.Yu. Mamasadikova. Optoelectronic devices for controlling the concentration of hydrocarbons in air with exponential scan // Academia: An International Multidisciplinary Research Journal Vol. 10, Issue 11, November 2020 – p. 1331–1336. DOI: 10.5958/2249-7137.2020.01403.2
7. Мамасадииков Ю., Алихонов Э.Ж. Оптоэлектронное устройство для контроля линейной плотности хлопковых лент с функциональной разветкой // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2021. 10(91). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12426> (дата обращения: 13.11.2021). DOI - 10.32743/UniTech.2021.91.10.12426
8. Jamoldinovich A.E. The importance of metrology and standardization today Alikhonov Elmurod //International scientific and technical journal “Innovation technical and technology”. – 2020. – Т. 1. – №. 4. – с. 1-3.
9. Mamasadikov Y., Mamasadikova Z.Y. Optoelectronic device for remote control of hydrocarbon concentration in air // Scientific-technical journal. – 2020. – Т. 3. – №. 6. – с. 3-7.
10. Obidov J.G., Alixonov E.J. Organization of the education process based on a credit system, advantages and prospects // Academia: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2021. – Т. 11. – №. 4. – с. 1149-1155.
11. Mamasodikov Y., Qipchaqova G.M. Optical and radiation techniques operational control of the cocoon and their evaluation //Academia: An International Multidisciplinary Research Journal. – 2020. – Т. 10. – №. 5. – с. 1581-1590.
12. Мамасадииков Ю.М. Оптоэлектронный двухволновый метод для дистанционного газового анализа // Современные технологии в нефтегазовом деле-2018. – 2018. – с. 158-160.

УЛУЧШЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЯ ВЯЗКОСТИ РАСТВОРИМЫХ И ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ

*Окилов Азизбек Козимжонович**ассистент кафедры автоматизации машиностроительного производства
Андижанский Машиностроительный Институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: azamjonmagistr1991@gmail.com*

IMPROVING THE VISCOSITY MEASUREMENT OF SOLUBLE AND LIQUID PRODUCTS

*Azizbek Oqilov**Assistant of the Department of Automation of Machine-Building Production
Andijan Mechanical Engineering Institute,
Uzbekistan, Andijan*

АННОТАЦИЯ

В статье изложено современное состояние и проблемы коррекции и автоматического контроля состава растворимых жидких продуктов.

ABSTRACT

The article describes the current state and problems of correction and automatic control of the composition of soluble liquid products.

Ключевые слова: композиция, коррекция, автоматическое управление, вязкость, вращение, вибрация, интеллектуальный.

Keywords: composition, correction, automatic control, viscosity, rotation, vibration, intelligent.

Введение. Одним из важнейших показателей качества жидких технологических продуктов является вязкость. В большинстве случаев качество конечной продукции определяется точностью хранения этого параметра при заданном значении.

В то же время существуют не большие коллекции и арсеналы доступных технических средств, способных быстро контролировать и корректировать вязкость, но небольшое количество вязкостей, подходящих для этой цели. Но образцы имеют метрологические характеристики, которые не являются высокими, или область применения недостаточно широка. Неудовлетворительное описание использования рассматриваемых инструментов и неудовлетворительный показатель повторения результатов измерения и контроля состава жидкого продукта в дальнейшем углубляется.

Результаты исследований. Сегодня стремительный рост автоматизации связан с производственным процессом и всей сферой государственного управления, а совершенствование и ускорение технологических процессов проявляется в уменьшении количества показателей.

Химический, нефтехимический и нефтеперерабатывающий технологический процесс промышленности, т.е. дисперсионная обработка сектора, суспензия, мезоидные растворы, различные виды клеевых пластиков связанные с материалами. Законы, регулирующие знание и изменение механической физики

и состава жидкостей при производстве этих продуктов, влияют на управление технологическими процессами, мониторинг и автоматизацию процессов способствовать развитию стилей [1, 2].

Для измерения вязкости растворимых жидкостей можно проводить различные исследования в лаборатории, которая предназначена для технологического процесса в различных отраслях промышленности и для качества готовой продукции. Вам это нужно.

В то время, когда развитие технического прогресса развивается экстенсивно, эффективность системы управления, которая ярко выражается в широком автоматизированном направлении производственных процессов, заключается в организации всей отрасли. Помогает в этом, их способ регулирования и управления технологическими процессами определяется совместимостью всего продукта [3]. Технологический процесс, необходимый для регулирования контроля нескольких производств определенного типа и характера и для определения вязкости растворимых жидких продуктов мы анализируем менеджмент.

Например, при производстве синтетического рубина полимеризация при организации процесса нелатекса латекса, необходимо регулировать состав эмульсии или полимеризацию в зависимости от длины параметров глубина тиндеры. Требуемый состав эмульсии поддерживается выходом углеводородов и водных фаз.

Его молекулярная масса является конечным показателем производства полимеров. В конце концов, он определяется его полимерным составом [4, 5].

Межмолекулярная сила от всех этих нитей поддерживается сохранением всех этих нитей, которых часто не хватает в вашей стране. Выражения системы управления сжатием окон приведены в секторе смягчения. Эта система имеет рабочий предел $10\ 8 / 10\ 12\ \text{H}^* \text{сек} / \text{м}^2$.

Сегодня, на многих нефтеперерабатывающих заводах, контроль состава дистилляции формируется установкой зондов и периодическим отбором промежуточных резервуаров. Такой метод контроля обеспечивает управление и регулирование процесса, а изделия из сырья позволяют достичь максимума.

Он вновь активизирует вышеупомянутый производственный анализ и систему контроля и анализа вязкости в жидкостях. Мы видим, что по мере развития систем в основном используются капилляры и вращательные вязкости, а другие методы измерения вязкости не используются в обрабатывающей промышленности. Примечательно, что уровень системы контроля и анализа неудовлетворительный, а уровень высокого экономического воздействия ниже.

Мы видим, что измерение совместимости играет большую роль в развитии смешанных химических и нефтеперерабатывающих заводов в условиях создания системы автоматизации управления и контроля. Информационные базы данных и элементы управления важны здесь для измерения вязкости. Требования предъявляются к правильному использованию измерения вязкости: непрерывная подача температуры, короткая инерция, высокая точность, стандартные и унифицированные входные сигналы (электричество, пневматические и цифровые) и другие. Сегодня в некоторых случаях надзор и управление технологическими процессами выражаются искривленными параметрами. Это не удовлетворяет точному производству, требуемому технической эксплуатацией существующего контрольного оборудования (включая совместимость). Как вы можете видеть здесь, внедрение системы управления РИР в основу и технологическая обработка с высокой чувствительностью и точностью для автоматического контроля вязкости в производстве процесс необходимо развивать с использованием современных и научно-технических инноваций, а решением является качество производимой продукции и энергетические ресурсы на основе сбережений. Решение задачи предполагает автоматическое и непрерывное измерение вязкости жидкости. Этот этап определяет конечный результат и конечный результат.

Для этого нужно пересмотреть знакомые разработки и проанализировать первые измерительные модификаторы адгезии существующей базовой системы РИР. С этой целью был изучен анализ описаний и принципов работы следующих инструментов:

Вращательный метод основан на измерении вязкости для определения момента сопротивления, создаваемого циркуляцией цилиндрического или иного тела в жидкости.

Капиллярный метод измерения вязкости является распространенным. Следует сказать, что все

образцы аппаратов основаны на данном методе измерения адгезивности [3].

Метод измерения вибрации, вибрационные вибрирующие датчики считаются передовыми для использования в технике и имеют следующие основные преимущества: простота и удобство в использовании, вибрация Внешний вид зонда небольшой, возможность управления опасными взрывоопасными жидкостями, содержащимися при высоких температурах и давлениях, хорошие динамические параметры, для выполнения технологического процесса состояния возможность автоматизировать процесс измерения и передачи информации, а также передавать ее по телеметрии или непрерывным каналам на большие расстояния на основе интернет-технологий.

Амплитудный метод (автоволна). $\eta \leq (5 \div 25)\text{Pa}\cdot\text{s}$ очень прост в использовании амплитудного метода измерения вязкости жидкости для жидкостей из-за его быстрой автоматизации.

Ряд ведущих научно-исследовательских институтов и высших учебных заведений, в том числе Массачусетс, разрабатывают аналитические устройства для быстрого наблюдения по всему миру. Технологический институт, Emerson Electric Manufacturing и University of Missouri (США), Siemens и Университет Мюнстера, Fraunhofer-Institut for Products and Automatisierung (Германия), Imperial College London (Великобритания), Osaka University и Tokyo Institute of Technology (Япония), Korea Advanced Институт науки и технологий (Южная Корея), Институт общих метрологических исследований имени Менделеева, Институт исследований общей автоматизации имени Духова и ТошДТУ (Научные исследования ведутся и в Узбекистане. Решения проблем измерения и изучения совместимости жидких сред включают зарубежных ученых J.F. Steffe, J.I. Lohrenz, R.A. Brown (США), M. Brizard, C. Verdier (Франция), Gert Böhme, J.F. Richardson, Bernard Coleman (Германия), Dabir S.Viswanath (Индия), Е.Н. Полытов, А.В. Иегупаев, А.Н. Пирогов, Б.М. Кадыров, С.В. Крутин, В.Г. Ушаков, В.Н. Белоненко, А.С. Зорин, Л.П. Карташов, Г. Шрамм, Н.Г. Фарзани, М. Мустафаев, М.М. Мордасов, Амер Махмуд Аль-Рваши, Х.П. Ташпулатов, Н.С. Юсупбеков, Д. Раджабов, Т.Ф. Бекмуратов, П.С. Исмаилов, В.А. Солова, М.П. Мухитдинов, Р.К. Азимов, Ю.Г. Чипулин, О.Ш. Хакимов и другие внесли большой вклад.

По мнению таких ученых, как С. Юсупбеков, Т.Д. Раджабов, Н. Уилкинсон, Г.В. Виноградов, А. Ну, Малкин, М.М. Мордасов, Г. Шрамм и др. капиллярный метод измерения совместимости считается наиболее точным, отличающимся чувствительностью, универсальностью и дискреционностью. Одним из основных недостатков вязкостей капилляров, однако, является отсутствие улучшения действия измерительных модификаций и некоторых вторичных гидродинамических результатов, которые ранее не были точно оценены; — это нестабильность нивелирования описания, определяемая эффектами множества событий и малым диапазоном измерительной диафрагмы.

В научном исследовании У.А. Рузиева изучены специфические условия измерения состава, специфичного для химических и технологических процессов, и таким образом установлен капиллярный, ротационный контроль состава предложена классификация измерителей вязкости.

Выводы. Этот анализ проложил путь к разработке установки, которая измеряет интеллектуальную совместимость, тем самым создавая и развивая высокоточное измерение состава растворимых и жидких продуктов. может использоваться для автоматизации и управления выходными данными.

Список литературы:

1. Юсупбеков Н.Р., Рузиев У.А. Капиллярный гидродинамический вязкость – Журнал «Химическая технология». Контроль». –Ташкент, 2012.
2. Абабян А.А. Перспективы и проблемы промышленной вязкости. Промышленность Армении, 2017 No 10, с. 12-17.
3. Осовская И.И., Антонова В.С. Практические вязкости: учебное пособие; ВШТЭ СПбГУПТД–СПб, 2018- 78.
4. Катюсин В.Е. Определение вязкости жидкостей. / В.Е. Катюсин, С.Н. Карбайнова. – Томск: Издательство ТПУ, 2007. – С. 24.
5. Методы определения вязкости и пластики нефтепродуктов
<http://www.tehnoinfo.ru/plastichnostnefteproduktov/9.html>

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ ОПТОЭЛЕКТРОННОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ В ВОЗДУХЕ

Мамасадилов Юсупжон

канд. техн. наук, доцент
кафедры “Электроника и приборостроение”,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: mamasadikov52@bk.ru

Мамасадилова Зулфия Юсупжановна

ассистент,
кафедры “Электроника и приборостроение”,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана

DEVELOPMENT OF A PRINCIPAL SCHEME OF OPTOELECTRONIC DEVICE FOR CONTROL OF THE CONCENTRATION OF HYDROCARBONS IN AIR

Yusupjon Mamasadikov

Cand of the tech. Sci., Associate Professor
Department of Electronics and Instrumentation,
Fergana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Fergana

Zulfiya Mamasadikova

Assistant,
Department of Electronics and Instrumentation,
Fergana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Fergana

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрена актуальная проблема контроля концентрации углеводородов в воздухе. Приведены принципиальная схема оптоэлектронного устройства для контроля концентрации углеводородов в воздухе на полупроводниковых излучающих диодах. Изложен принцип действия принципиальной схемы оптоэлектронного устройства для контроля концентрации углеводородов в воздухе с экспоненциальной разверткой.

ABSTRACT

The article deals with the actual problem of controlling the concentration of hydrocarbons in the air. A schematic diagram of an optoelectronic device for monitoring the concentration of hydrocarbons in air on semiconductor emitting diodes is presented. The principle of operation of the principle diagram of an optoelectronic device for monitoring the concentration of hydrocarbons in air with an exponential sweep is stated.

Ключевые слова: Оптоэлектроника, симметричный мультивибратор, делитель частоты, излучающий диод, фотоприемник, микросхема, усилитель, счетчик, дешифратор, транзистор, триггер.

Keywords: Optoelectronics, symmetric multivibrator, frequency divider, emitting diode, photodetector, microcircuit, amplifier, counter, decoder, transistor, trigger.

Введение. При разработке приборов газового анализа одним из основных документов проектной документации является принципиальная схема. Именно она определяет основной состав компонентов приборов газового анализа и взаимосвязей между

ними. Принципиальная схема — фундамент технического проекта, и от правильного ее выполнения зависит дальнейшее выполнение монтажных схем, схем соединений и всей сопроводительной документации.

Основная часть. Согласно с блок схемой [1] нами были разработано принципиальная схема оптоэлектронного устройства для контроля концентрации углеводородов в воздухе. Принципиальная схема оптоэлектронного устройства для контроля концентрации углеводородов в воздухе состоит из двух частей. На рис.1. приведено принципиальная схема передающей части оптоэлектронного устройства, а на рис.2. – приемная. В качестве фотоприемника использован охлаждаемый фоторезистор типа ФУО-613-8.

Задающий генератор, выполнен на микросхеме DD1.1 и DD1.2 который, входит в состав микросхемы серии K155ЛА3. Частота задающего генератора выбрана таким образом что выполнялось условия [2-11]:

$$t_u = 3\tau_{\text{фп}} \quad (1)$$

где: $t_{\text{и}}$ – длительность импульса излучения;
 $\tau_{\text{фп}}$ – постоянная времени фотоприемника.

Рисунок 1. Принципиальная схема передающей части оптоэлектронного устройства для контроля концентрации углеводородов в воздухе

Для фотоприёмника типа ФУО-613-8 постоянная времени составляет $\tau_{\text{фп}} = 0,2$ мс. По этому длительность импульса излучения выбран $t_{\text{и}} = 0,5$ мс в котором приблизительно выполняется условия (1). С целью обеспечения идентичный временной режим работы фоторезистора для опорного и измерительного потоков излучений, а также для обеспечения симметричность фотозлектрического сигнала от опорного и измерительного потоков излучений период повторения импульса излучения выбран:

$$T = 2t_u = 2t_{\text{и}} = 1,0 \text{ мс} \quad (2)$$

где: $t_{\text{п}}$ – длительность паузы.

Тогда необходимая частота импульсного потока излучений:

$$f = \frac{1}{T} = 1,0 \text{ кГц} \quad (3)$$

Для обеспечения выполнение условие (2) использован триггер (DD2), в качестве которого использован микросхема серии типа K155ТМ2. Чтобы получить на выходе триггера симметричные прямоугольные импульсы с частотой следований $f = 1,0$ кГц надо воздействовать на его счетный вход импульсными сигналами с частотой следований равным 2,0 кГц. Последний задается с помощью подстроечным резистором R_1 и емкостью C_1 . В качестве делителя частоты использован последовательно соединенные два счетчика микросхемы типа K155ИЕ2 (микросхема DD3-DD4 рис.1).

Общий коэффициент деления счетчиков равно $K_{\text{дел}} = 100,0$. С выхода делителя частоты прямоугольные импульсы с необходимой частотой следований, ($f = 10$ Гц) через дифференцирующую цепочку R_3C_2 поступают на вход генератора экспоненциальной функции, выполненные на транзисторы VT_1 и VT_2 .

При поступлении на базы транзистора VT_1 продифференцированного короткого импульса оно открывается. Свою очередь открывание транзистора VT_1 приводит к отпиранью транзистора VT_2 , в результате которого конденсатор C_3 успевает для полного заряда за короткий промежуток времени. Поскольку постоянная времени цепи дифференцирующего устройство $\tau_{\text{дл}} = R_3 C_2$ выбран таким образом, что является достаточным для полного заряда C_3 . Так как при этом сохраняется правило:

$$t_{\text{зар}} = 3\tau_{\text{зар}} \quad (4)$$

где: $t_{\text{зар}}$ – время заряда конденсатора C_3 ; $\tau_{\text{зар}} = r_d C_3$ – постоянная времени цепи заряда конденсатора C_3 ; r_d – динамическая сопротивления транзистора VT_2 при его открытом состоянии.

Поскольку динамическая сопротивления транзистора VT_2 при его открытом состоянии достаточно мало и составляет всего лишь несколько Ом.

Рисунок 2. Принципиальная схема приемной части оптоэлектронного устройства для контроля концентрации углеводов в воздухе

Измеренная время заряда конденсатора в разработанном устройстве при использовании конденсатора емкостью $C_3 = 0,1 \text{ мкФ}$ составляет $t_{\text{зар}} = 10,0 \text{ мкс}$. После запирающего транзистора VT_2 напряжение конденсатора C_3 начинает разряжаться через сопротивление R_6 . В результате на конденсаторе C_3 формируется спадающий экспоненциальный импульс. Сформированный экспоненциальный импульс усиливается по току с помощью эмиттерного повторителя, построенного на VT_3 . Резистор R_7 предназначен для исключения искажения конечного участка экспоненциального импульса. Усиленный экспоненциальный импульс с выхода VT_3 через резистор R_8 подается на вход эмиттерного повторителя VT_4 к которому подключен импульсный модулятор, построенный на транзисторе VT_6 . При появлении на входе модулятора импульса транзистор VT_6 открывается и шунтирует вход эмиттерного повторителя VT_4 , на который поступает экспоненциальный сигнал с выхода эмиттерного повторителя VT_3 . Таким образом, на входе транзистора VT_4 формируется дискретный экспоненциальный импульс, амплитуда которого со временем уменьшается по экспоненциальному закону. Сформированный дискретный экспоненциальный импульс достаточной амплитуды усиливается по току эмиттерными повторителями VT_4 , VT_5 и подается через ограничивающий резистор R_{14} на опорный излучающий диод ID_1 .

Противофазные прямоугольные импульсы заполняющим дискретным экспоненциальным импульсам поступают с выхода триггера T (микросхема DD_2) на вход транзистора VT_7 . В результате открываются транзисторы VT_7 , VT_8 и на коллекторе последнего

формируются прямоугольные импульсы достаточной амплитуды. Эти импульсы с помощью эмиттерного повторителя VT_9 усиливаются по току и через ограничивающий резистор R_{21} подаются на измерительный излучающий диод ID_2 . Потоки излучения опорных и измерительных излучающих диодов ID_1 и ID_2 проходя по очереди через газовую камеру ГК, принимаются фотоприемниками (рис.2). Последний преобразует эти потоки излучения в фотоэлектрический сигнал и подает его на вход малошумящего усилителя VT_{10} . С выхода усилителя VT_{10} фотоэлектрический сигнал поступает на вход порогового устройств выполненного на микросхеме DA_1 . В качестве порогового устройства использован микросхема типа $K521CA3$ на выходе которого формируется прямоугольные импульсы. Эти импульсы пройдя через дифференцирующие цепочки $R_{27}C_6$ поступают на один из входов схемы совпадения выполненной на микросхеме $DD_{5.1}$ и $DD_{5.2}$. В качестве схемы совпадения использован микросхема типа $K155ЛА3$. На другой вход последнего поступают прямоугольные импульсы с выхода второго дифференцирующего устройства построенного на микросхеме $DD_{1.3}$, $DD_{1.4}$. С выхода микросхем $DD_{5.2}$, сформированные серии импульсов, количество которого пропорционально концентрации углеводородов подается к входу счетчика построенного на микросхеме DD_6 и DD_7 .

Сигналы, далее пройдя через соответствующих дешифраторов выполненных на микросхеме DD_8 и DD_9 подается к индикатором. В качестве дешифратора использован микросхема типа $K155 ИД1$. По показанием индикаторов типа ИИ-14 определяется концентрация углеводорода в воздухе.

Список литературы:

1. Мамасадилов Ю., Мамасадилова З.Ю. Оптоэлектронное устройство для контроля концентрации углеводородов в воздухе на полупроводниковых излучающих диодах // *Universe: технические науки : электрон. научн. журн.* 2021. 10(91). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12427> (дата обращения: 12.11.2021). DOI - 10.32743/UniTech.2021.91.10.12427.
2. Ю. Мамасадилов, З.Ю. Мамасадилова. Оптоэлектронное устройство для дистанционного контроля концентрации углеводородов в воздухе. // *НТЖ ФерПИ*, 2020, Т.24, №6. с. 231 – 236.
3. Z.Yu. Mamasadikova. Optoelectronic devices for controlling the concentration of hydrocarbons in air with exponential scan // *Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal* Vol. 10, Issue 11, November 2020 – p. 1331–1336. DOI: 10.5958/2249-7137.2020.01403.2
4. Мамасадилов Ю., Алиханов Э.Ж. Оптоэлектронное устройство для контроля линейной плотности хлопковых лент с функциональной разветкой // *Universe: технические науки : электрон. научн. журн.* 2021. 10(91). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12426> (дата обращения: 12.11.2021).
5. Jamoldinovich A.E. The importance of metrology and standardization today Alikhonov Elmurod // *International scientific and technical journal "Innovation technical and technology"*. – 2020. – Т. 1. – №. 4. – с. 1-3.
6. Mamasodikov Y., Qipchaqova G.M. Optical and radiation techniques operational control of the cocoon and their evaluation // *Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal*. – 2020. – Т. 10. – №. 5. – с. 1581-1590.
7. Mamasadikov Y., Mamasadikova Z.Y. Optoelectronic device for remote control of hydrocarbon concentration in air // *Scientific-technical journal*. – 2020. – Т. 3. – №. 6. – с. 3-7.
8. Мамасадилов Ю.М. Оптоэлектронный двухволновый метод для дистанционного газового анализа // *Современные технологии в нефтегазовом деле-2018*. – 2018. – с. 158-160.
9. Мусаев Э.С., Бутаев Т.Б., Мамасадыков Ю. Устройство для удаления коконов-глухарей. – 1988.
10. Мухитдинов М. и др. Устройство для определения содержания одного вещества в другом. – 1983.
11. Obidov J.G., Alixonov E.J. Organization of the education process based on a credit system, advantages and prospects // *Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal*. – 2021. – Т. 11. – №. 4. – с. 1149-1155.

МЕТОД ПРОВЕДЕНИЯ МАСШТАБНОГО ТОПОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НА ЭЛЕКТРОННОМ ТАХЕОМЕТРЕ

Саттиев Юнусбек Шахобиддинович

ассистент

Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологии,

Республика Узбекистан, г. Андижан

E-mail: Khamidov20101995@gmail.com

METHOD FOR CARRYING OUT A LARGE-SCALE TOPOGRAPHIC STUDY ON AN ELECTRONIC TACHEOMETER

Yunusbek Sattiev

Assistant

of the Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies,

Uzbekistan, Andijan

АННОТАЦИЯ

Метод тахеометрической съёмки широко используется для составления и обновления топографического плана территорий, на которых выполняются застройки. В данном исследовании широко изучаются методы построения основ тахеометрической съёмки и вопрос использования электронной съёмки при крупномасштабной топографической съёмке.

ABSTRACT

The method of tacheometric shooting is widely used in order to make and renew the plan of topography of territories where constructions are fulfilled. In this research the methods of making bases of tacheometer shooting and the matter of using an electronic shooting while doing a large-scale topographic shooting are studied widely.

Ключевые слова: тахеометр, топографический план, электронные съёмки, масштаб, геометрический нивелирования.

Keywords: tacheometer, topographic plan, electronic survey, scale, geometric leveling.

С появлением электронных тахеометров появилась возможность полностью автоматизировать тахеометрическую съёмку. Электронный блочный тахеометр служит методом применения современных электронных тахеометров при крупномасштабных топографических съёмках. Вся территория объекта, предназначенного для съёмки, разбита на блоки отдельным участком. В области одного запыта обследования проводится в одной установке электронного тахеометра.

Поэтому основа для съёмок заранее не устанавливается, она формируется в процессе съёмок [1].

Тахеометрия - самый быстрый, эффективный и многообещающий метод крупномасштабной съёмки в городских районах. В настоящее время все предприятия, занимающиеся геодезией в городах Узбекистана, перешли на использование электронных тахеометров [2].

Электронный тахеометр устанавливается в базовой точке съёмки, отражатель размещается на деталях локаций и точках рельефа (пикетных точках), горизонтальные и вертикальные углы и расстояния определяются автоматически.

Мини-компьютер тахеометра обрабатывает результаты измерений и вычисляет приращения

координат ($\Delta x, \Delta y$) и относительную высоту (h), а также координаты (X, Y) и высоту (H) точек пикета.

Использование электронных тахеометров в топографическом наблюдении ограничило промежуточные операции в процессе съёмки, такие как горизонтальные и вертикальные углы, измеренные простым тахеометром, а также запись расстояний в журналах, их разработка и составление топографического плана вручную [3].

В данной работе были рассмотрены вопросы создания геодезической базы для проведения крупномасштабных топографических съёмок и использования электронной тахеометрии в топографической съёмке.

При реализации технологии электронного блочного тахеометра топографических съёмок вся площадь объекта съёмки разбивается на блоки как отдельный участок. База обследования не строится на границе отдельного блока, эта работа формируется в процессе обследования. Электронную тахеометрию можно проводить несколькими способами:

- через серийные станции (серийная тахеометрия);

- через свободные станции (блочная тахеометрия);
- от комбинации двух вышеперечисленных методов (комбинированная тахеометрия) [3].

Во всех случаях связь между блоками обеспечивается посредством соединения (точки, в которой находится инструмент) точек.

Вся особенность электронно-блочной тахеометрии состоит в том, что известны приращения координат для каждой стороны дороги между базовыми геодезическими точками, а горизонтальные углы - на станциях, где расположен прибор. Суть этого метода в том, что нет необходимости иметь обзор между соседними съёмочными площадками, на которых установлен электронный тахеометр.

Тахеометрия со свободной точкой основана на определении положения станции с помощью пространственной угловой линии и комбинированных шарниров. Для реализации такой технологии съёмки достаточно использовать геодезические опорные точки с меньшей плотностью. Минимальное коли-

чество свободных упоров связано с базовыми точками, а их координаты определяются перевернутыми линейно-угловыми скобками.

В электронных тахеометрах высота точек останова определяется тригонометрическим нивелированием, при котором высота остановок должна измеряться по углу наклона и расстоянию до конкретной точки.

В этом случае геодезические базовые точки А, В и D (Рис. 1) не должны быть видны друг от друга, положение станций S1, S2, S3 не определяется на месте во время съёмки.

Подробный отбор проб в тахеометрии свободной станции показан на рис. 1. Соответственно, последовательность точек K1, K2, K3 определяется дважды для контроля в процессе съёмки со станций S1, S2, S3, взятых в разных блоках.

В методе частично-блочной тахеометрии маяковые пикеты могут использоваться в качестве базовых геодезических базовых точек для определения координат и высоты станций. Это можно сделать с помощью объектов (телеминаторы, дымоходы, здания и т. д.) в определенном месте с координатами и высотой.

Рисунок 1. Схема свободной станции тахеометрии

Следующие сервисы могут быть использованы для съёмки пикетных точек в электронно-блочной тахеометрии (Рисунок 2).

а - по радиусу; б - по спирали; в - лучевой; г - зигзаг (ломаная линия)

Рисунок 2. Съёмочные рисунки пикетных точек

Чертежи, представленные на рисунке, подбираются в зависимости от условий локации, сложности рельефа, открытости места и масштаба съёмки.

Подробный план снимается во время съёмок. Абрис также можно сделать на обычной бумаге или в редакторе полевой графики, который выполняет эту функцию сегодня. Это может включать

дополнительную информацию, которую нельзя закодировать с помощью тахеометра. Непосредственно в самом поле можно узнать, как создать JRM, то есть как комбинировать линейные символы, добавлять информацию о строительном материале и других параметрах и так далее.

Рисунок 3. План местности получен традиционным способом

Таким образом, когда крупномасштабные (1: 500) топографические съёмки (рис. 3) выполняются с использованием традиционного тригонометрического метода съёмки, сначала формируется теодолитовый путь, высота которого определяется методом геометрического нивелирования. Это, в свою очередь, требует дополнительной работы.

Рисунок 4. План местности получен современным методом

Методика выполнения топографических съёмок с помощью электронного тахеометра (рисунок 4) отличается от традиционного метода тахеометрической съёмки удобством, а также возможностью увеличения экономии труда и времени на 50-60% за счет полной автоматизации полевых и операторских работ.

Список литературы:

1. Бойко А.В. Методы и средства автоматизации топографических съёмок. – Недра, 1980.
2. Кочетов Ф.Г. Автоматизированные системы для геодезических измерений. – Недра, 1991
3. Инструкция по топографической съёмке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500. ГУТК при Совете министров СССР. – М.: Недра, 1985. –152 с.

УЛУЧШЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДВУХВОЛНОВОГО ОПТОЭЛЕКТРОННОГО УСТРОЙСТВА

Эргашов Кахрамон Мухомович

*ст. преподаватель кафедры
“Метрология, стандартизация и менеджмента качества продукции”,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: muxammadboras@gmail.com*

IMPROVEMENT OF MEASURING PARAMETERS OF A TWO-WAVE OPTOELECTRONIC DEVICE

Kaxramon Ergashov

*Senior Lecturer,
Department of Metrology, Standardization and Product Quality Management,
Fergana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Fergana*

АННОТАЦИЯ

Представлено двухволновое оптоэлектронное устройство со стабилизацией параметров излучающих диодов, приведена описание и структурная схема его, а также результаты исследования по определению оптимальных параметров устройства. Улучшены метрологические параметры измерительного устройства.

ABSTRACT

A two-wave optoelectronic device with stabilization of the parameters of emitting diodes is presented, a description and a block diagram of it, as well as the results of a study to determine the optimal parameters of the device, are presented.

Ключевые слова: двухволновое оптоэлектронное устройство светодиоды, стабилизация, опорный и измерительный каналы, неразрушающий контроль, временная и температурная нестабильность.

Keywords: two-wave optoelectronic device, LEDs, stabilization, non-destructive testing, time and temperature instability.

Введение. В течение последних десятилетий технический прогресс в области разработки и изготовления светодиодов среднего ИК - области идет с захватывающей скоростью. Стремительное развитие технологии производства излучающих структур в последние годы привело к значительным успехам в области повышения качества приборов на их основе, а также улучшены параметры контроля различных видов продукции. Спектральная область 1.5-5 мкм актуальна для задач экологии и охраны окружающей среды, поскольку в этой области находятся характеристические полосы поглощения многих природных и промышленных газов (CO, CO₂, CH₄, H₂S, паров воды и др.) [1-5]. Наличие характеристических полос поглощения открывает широкие возможности для разработки оптических методов газового анализа, контроля технологических параметров промышленной продукции, медицинской диагностики и связи.

Однако, имеет место ряд проблем при разработке оптико-электронной аппаратуры различного назначения и её метрологического обеспечения связанная температурной и временной нестабильности основных параметров светодиодов средней ИК – области.

В процессе длительной работы светодиода происходит изменение всех его характеристик, однако, разработчиков, применяющих светодиод, интересует, главным образом их временная и температурная стабильность [6-9].

На производстве требуется достоверная оценка не только параметров произведенных светодиодов, но и прогнозирование их надёжности и срока службы, выполнение этого условия является гарантией качества поставляемых потребителю оптоэлектронных приборов.

Основная часть. Целью исследования является разработка способов стабилизации и улучшения параметров светодиодов ИК – области для компенсации их временной и температурной нестабильности для применения в автоматическом контроле.

Стабилизация интенсивности излучения светодиодов осуществляются: термостатированным; изоляцией источника излучения от различного рода дестабилизирующих воздействий; введением в цепь питания источника излучения термочувствительных элементов с обратной температурной характеристикой; выбором оптимальных сопротивлений цепи питания

светодиода; введением обратной связи по термо-зависимому параметру источника излучения. В зависимости от условий эксплуатации и необходимой точности измерений применяют тот или иной метод. Рассмотренные методы, хотя и обладают рядом преимуществ, но не могут применяться для стабилизации интенсивности излучения источника излучения, применяемых в оптоэлектронных устройствах, что не исключается такой дестабилизирующий фактор, как временная и температурная нестабильность.

Оптоэлектронные устройства неразрушающего контроля представляют собой совокупность излучателя и фотоприемника, расположенных определенным образом относительно контролируемого объекта. Одноволновые оптоэлектронные устройства просты, но имеют ряд недостатков, основным из которых является зависимость результата измерения от свойств контролируемого материала. Эти недостатки исключаются введением второй длины волны - опорной. Двухволновые оптоэлектронные устройства позволяют исключить такие факторы, как влияние неинформативных параметров контролируемого объекта, нестабильность фотоприемника, старение светодиода и фотоприемника. Если контролируемая среда многокомпонентная (например, при контроле влажности химических веществ), то для исключения влияния различных компонентов среды вводят дополнительно еще одну опорную длину волны. Трехволновые оптоэлектронные устройства в основном применяются в лабораторных исследованиях. Следует также отметить, что увеличение числа используемых длин волн анализирующего излучения значительно усложняет прибор, снижает его надежность, а в ряде случаев приводит к неоправданным затратам.

В оптоэлектронном двухволновом методе контролируемый объект облучается двумя противофазными прямоугольными последовательностями импульсными потоками излучения с длинами волн, лежащих в максимуме поглощения контролируемым

компонентом (измерительной) и в не максимуме поглощения этим компонентом (опорной) [9-10].

Главным условием двухволновых оптоэлектронных устройств является равенства начальных опорных и измерительных потоков излучения, который определяет точность измерения. На рис.1 приведена блок-схема оптоэлектронного двухволнового устройства, где: ЗГ – задающий генератор, ДЧ – делитель частоты, МЭ – модулятор экспоненты, Р1 и Р2 – регуляторы, К1 и К2 – электронные ключи, СД1 – излучающий диод на опорной длине волны, СД2 – излучающий диод на измерительной длине волны, КО – контролируемый объект, ФП1 – фотоприёмник обратной связи, ФП2 – фотоприёмник измерительный, У – усилитель, ПУ – пороговое устройство, КМ – коммутатор, Сч – счетчик импульсов.

Устройство работает следующим образом: задающий генератор - ЗГ вырабатывает последовательность прямоугольных импульсов. Этими импульсами с помощью делителя частоты – ДЧ формируются управляющие импульсы, которые подаются на второй вход МЭ, выходными импульсами которого управляют соответствующие регуляторы Р1 и Р2, далее электронные ключи К1 и К2. Сформированные прямоугольные импульсы с выхода К1 подаются на вход опорного излучающего диода СД1, который через него создает импульсный ток и соответственно приводит к излучению светового потока на опорной длине волны прямоугольной формы, а прямоугольный импульс К2 подается на вход измерительного излучающего диода СД2, вследствие которого СД2 излучает световой поток на измерительной длине волны прямоугольной формы. Электрический сигнал с ФП1 контролируется пороговым устройством ПУ и при неравенстве потоков от СД1 и СД2, формируются управляющие воздействия для выравнивания потоков СД1 и СД2 посредством И1 и И2, тем самым достигается стабилизация работы излучающих диодов.

Рисунок 1. Блок-схема оптоэлектронного устройства

Светодиоды генерируют потоки излучения, описываемые следующими выражениями:

$$\psi_{1,0}(\lambda_1, t) = \psi_1[(i+2) \bmod 2] \quad (1)$$

$$\psi_{2,0}(\lambda_1, t) = \psi_0 \exp(-t/T) [(i+1) \bmod 2], \quad (2)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, N$$

где: $\psi_{1,0}$ – поток излучения опорного канала; $\psi_{2,0}$ – поток излучения измерительного канала; i – номер отрезка времени; N – количество отрезков времени в одном цикле измерения; t – время; λ_1, λ_2 – длины волн излучения для опорного и измерительного каналов; T – постоянное время RC – цепочки, формирующее экспоненциальный сигнал. Здесь функция $A \bmod B$ определяет остаток от деления. Отсюда видно, что излучающие диоды во временном интервале работают попеременно. Это позволяет регистрировать потоки одним фотоприемником. Таким образом, создается равные условия приема информации для опорных и измерительных каналов. Для потоков излучения Φ_1 и Φ_2 , прошедших через контролируемый объект, по закону Бугера-Ламберта-Бера, имеем:

$$\psi_1(\lambda_1, t, Q) = \psi_{1,0} \exp(-k_1 Q) = \psi_0 \exp(-k_1 Q) [(i+2) \bmod 2] \quad (3)$$

$$\psi_2(\lambda_2, t, Q) = \psi_{2,0} \exp(-k_2 Q) = \psi_0 \exp(-k_2 Q) \exp(-\frac{t}{T}) [(i+2) \bmod 2] \quad (4)$$

где: Q – измеряемый параметр; k_1, k_2 – коэффициенты поглощения на длинах волн λ_1 и λ_2 . Таким образом, в фотоприемнике происходит слияние двух дискретных фото откликов от ψ_1 и ψ_2 , описываемое следующим выражением:

$$U(t) = f[\psi_1(\lambda_1, t, Q) + \psi_2(\lambda_2, t, Q)] + U_T(t) \quad (5)$$

$U_T(t)$ – сигнал, обусловленный темновым током фотоприемника или:

$$U(t) = f\{[(i+2) \bmod 2] \psi_0 \exp(-k_1 Q) + [(i+1) \bmod 2] \psi_0 \exp(-k_2 Q) \exp(-\frac{t}{T})\} + U_T(t) \quad (6)$$

Для простоты анализа функцию преобразования f фотоприемника примем единичной и тогда выражение (6) примет вид:

$$U(t) = (i+2) \bmod 2 \psi_0 \exp(-k_1 Q) + (i+1) \bmod 2 \psi_0 \exp(-k_2 Q) \exp(-\frac{t}{T}) + U_T(t) \quad (7)$$

Далее, сигнал фотоприемника, усиленный МШ – маломощный усилителем поступает на УН – усилитель напряжения и АК – аналоговый коммутатор.

Список литературы:

1. Михайлова М.П., Моисеев К.Д., Яковлев Ю.П. Открытие полупроводников АП ВV: физические свойства и применение (Обзор) // Журнал технической физики. – 2019. – Т.3. – С. 291 –308. doi: 10.21883/ftp.2019.03.47278.8998.
2. Алферов Ж.И. Двойные гетероструктуры: концепция и применения в физике, электронике и технологии // Успехи физических наук. – 2002. – С. 1068 –1086. doi:10.3367/UFNr.0172.200209e.1068.

На выходе схемы формируются импульсы, количество которых пропорционально времени от начала цикла до момента выравнивания потоков ψ_1 и ψ_2 , по амплитуде. Рассмотрим алгоритм преобразования контролируемого объекта В непрерывном виде потоки излучающих диодов выражаются:

$$\psi_1(\lambda_1, t, Q) = \psi_0 \exp(-k_1 Q) \quad (8)$$

$$\psi_2(\lambda_2, t, Q) = \psi_0 \exp(-(k_2 Q + \frac{t}{T k_2})) \quad (9)$$

Отсюда из условия равенства потоков ψ_1 и ψ_2 , в момент времени

$t = \tau$, получаем:

$$k_1 Q = k_2 Q + \tau / T \quad (10)$$

или

$$\tau = T Q (k_1 - k_2) \quad (11),$$

следовательно,

$$Q = \tau / [T (k_1 - k_2)] \quad (12)$$

Из условия физической реализуемости предложенного способа измерения $k_1 > k_2$. Надо отметить что, применяя импульсное преобразование, мы исключаем температурный нестабильность параметров светодиодов и фотоприемников. Так как, излучающие диоды, с длиной волн излучения λ_1 и λ_2 , находятся почти в одинаковых температурных условиях, поэтому увеличение температуры вызывает уменьшение потоков $\psi_0(\lambda_1)$ и $\psi_0(\lambda_2)$, на величину $\Delta \psi$:

$$\psi_1(\lambda_1, t, Q) = (\psi_0 - \Delta \psi) \exp(-k_1 Q), \quad (13)$$

$$\psi_2(\lambda_2, t, Q) = (\psi_0 - \Delta \psi) \exp[-k_2 (Q + \frac{t}{T k_2})] \quad (14)$$

В момент времени $t = \tau$ искомая величина Q определяется из равенства потоков ψ_1 и ψ_2 также как (12):

$$Q = \frac{\tau}{T (k_1 - k_2)} \quad (15)$$

Таким образом доказывается, что температурная нестабильность световых характеристик фотоприемника не влияет на результат преобразования первичной информации при двухволновом методе контроля. Однако пока неизбежными остаются погрешности преобразования, связанные с различием коэффициентов отражения по λ_1 и λ_2 .

3. Alferov Z.I. The history and future of semiconductor heterostructures // *Semiconductors*. – 1998. – Т.32. – Р.3 – 18. doi: 10.1134/1.1187350.
4. Умаралиев Н., Матбабаев М.М., Эргашев К.М. Установка для изучения оптоэлектронного датчика влажности воздуха // *Известия высших учебных заведений. Приборостроение*. – 2020. – Т. 63. – №. 3. – с. 237-241.
5. Эргашев К.М., Иброхимов Ж.М. Особенности газового разряда при малых межэлектродных расстояниях в ионизационной системе // *Евразийский союз ученых (ЕСУ)*. – с. 59.
6. Ergashov K.M., Madmarova U.A. Technics of the infra-red drying of farm products // *Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal*. – 2020. – Т. 10. – №. 11. – с. 1351-1355.
7. Ergashov K.M., Madmarova U.A. Research of metrological characteristics optoelectronic of devices for control of humidity of installations // *Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal*. – 2020. – Т. 10. – №. 11. – с. 1337-1341.
8. Мирзаева З.И., Набиев Г.А., Эргаш К.М. Фотоэлектретное состояние без внешнего поляризующего поля в однородных полупроводниках // *Фізична інженерія поверхні*. – 2008. – №. 6, № 1-2. – с. 65-69.
9. Йулдашев Х.Т., Ахмедов Ш.С., Эргашев К.М. Пространственная стабилизация тока в газоразрядной ячейке с полупроводниковым электродом // *American Scientific Journal*. – 2017. – №. 17-1. – с. 52-53.
10. Kuldashov O.N., Umaraliyev N., Ergashev K.M. Stabilization of the parameters of a two-wave optoelectronic device // *Scientific-technical journal*. – 2021. – Т. 4. – №. 2. – с. 51-61.
11. Эргашев К.М., Мадмарова У. Компьютерная модель микро-ГЭС с использованием потенциальной энергии геотермальных вод // *Современные технологии в нефтегазовом деле-2018*. – 2018. – с. 376-379.
12. Yuldashev K. et al. Analysis of kinetics of image formation on bismuth films under action of gas discharge // *Theoretical & Applied Science*. – 2020. – №. 4. – с. 839-843.
13. Эргашев С.Ф. и др. Микро-ГЭС мощностью 5 Квт для индивидуальных потребителей // *Известия Ошского технологического университета*. – 2019. – №. 2. – с. 168-170.
14. Obidov J.G., Alixonov E.J. Organization of the education process based on a credit system, advantages and prospects // *Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal*. – 2021. – Т. 11. – №. 4. – с. 1149-1155.
15. Эргашев С.Ф., Рустамов У.С. Автоматизированная система управления водными ресурсами на основе элементов компьютерной автоматики. – 2020.
16. Мамасадииков Ю., Алихонов Э.Ж. Оптоэлектронное устройство для контроля линейной плотности хлопковых лент с функциональной разветкой // *Universum: технические науки : электрон. научн. журн.* 2021. 10(91). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12426> (дата обращения: 12.11.2021).
17. Ibrokhimov J.M. Features of methods of optimising calculation of parameters the combined solar power installations // *Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal*. – 2021. – Т. 11. – №. 5. – с. 1043-1047.
18. Jamoldinovich A.E. The importance of metrology and standardization today Alikhonov Elmurod // *International scientific and technical journal "Innovation technical and technology"*. – 2020. – Т. 1. – №. 4. – с. 1-3.
19. Mamasodikov Y., Qipchaqova G.M. Optical and radiation techniques operational control of the cocoon and their evaluation // *Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal*. – 2020. – Т. 10. – №. 5. – с. 1581-1590.
20. Obidov J.G., Ibrohimov J.M. Application and research of energy-saving lighting devices in engineering networks // *Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal*. – 2021. – Т. 11. – №. 4. – с. 1370-1375.
21. Абдумаликова З.И. Исследование кинетика пробоя в газоразрядной ячейке с полупроводниковым электродом // *Евразийский союз ученых*. – 2019. – №. 10-5. – с. 14-18.
22. Khurshidjon Y. et al. The study of photoelectric and photographic characteristics of semiconductor photographic system ionisation type // *Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal*. – 2020. – Т. 10. – №. 5. – с. 72-82.
23. Боймирзаев А.Р. Особенности свечения разряда в полупроводниковом газоразрядном преобразователе ИК-изображения // *Евразийский союз ученых*. – 2019. – №. 10-5. – с. 19-20.
24. Obidov J.G.O. About safety technique and issues of supplying electricity of the textile industry // *Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal*. – 2020. – Т. 10. – №. 9. – с. 123-127.
25. Xabibulloogli E.A., Abdulkarimovna M.U. Assesment of metrological reliability of measurements using the method of producing functions // *Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal*. – 2021. – Т. 11. – №. 8. – с. 520-528.
26. Мамасадииков Ю.М. Оптоэлектронный двухволновый метод для дистанционного газового анализа // *Современные технологии в нефтегазовом деле-2018*. – 2018. – с. 158-160.
27. Yuldashev K.T., Akhmedov S.S., Ibrohimov J.M. Damping cell from gallium arsenide with plasma contacts in an extreme gas discharge cell // *Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers*. – 2020. – Т. 16. – №. 1. – с. 36-41.

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

DOI - 10.32743/UniTech.2021.92.11.12638

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ ПИЩЕВОГО СЫРЬЯ**Abhijit Tarawate**

соискатель машиностроительного факультета,
Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: abhitar@yahoo.com

Сафаров Жасур Эсирганович

д-р. техн. наук, декан машиностроительного факультета,
Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: jasursafarov@yahoo.com

Султанова Шахноза Абдувахитовна

д-р. техн. наук, зав. кафедрой машиностроительного факультета,
Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: sh.sultanova@yahoo.com

MODELING OF THE DRYING PROCESS OF FOOD RAW MATERIALS**Abhijit Tarawate**

Resercher of the Faculty of Machine building,
Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Jasur Safarov

DSc, Dean of the Faculty of Mechanical Engineering,
Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Shakhnoza Sultanova

DSc, head Department Faculty of Machine building,
Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

На основе баланса массы и тепла во время сушки была разработана модель процесса сушки на пищевых фабриках. Сетка и воздух, а также коэффициенты теплопередачи между сушильным цилиндром и сеткой сильно влияют на динамику влажности и температуры в каждом цилиндре. Соединения для этой теплопроводности являются результатом работы закрытого блока. Было обнаружено, что коэффициенты теплопередачи могут быть эффективно выражены через влажность, базовую массу и скорость горячего воздуха. Эффективность предложенной модели продемонстрирована с помощью цифрового моделирования.

ABSTRACT

Based on the balance of mass and heat during drying, a model was developed for the drying process in food factories. The mesh and air, as well as the heat transfer coefficients between the drying cylinder and the mesh, strongly influence the dynamics of humidity and temperature in each cylinder. The connections for this thermal conductivity are the result of the closed block operation. It has been found that heat transfer coefficients can be effectively expressed in terms of moisture, basis weight, and hot air velocity. The effectiveness of the proposed model has been demonstrated using digital modeling.

Ключевые слова: сушка, моделирование, теплопроводность, температура, влажность.

Keywords: drying, modeling, thermal conductivity, temperature, humidity.

Целью процесса сушки на предприятии по переработке пищевых продуктов является обеспечение каждой сушилки достаточным количеством тепла для сушки сырья до желаемого уровня влажности. Пар часто является основным источником тепла. Ожидается, что в будущем паровые цилиндры будут по-прежнему удовлетворять значительную часть потребностей в сушке сырья. Пар, направляемый в сушильные цилиндры, конденсируется в теплогенерирующую воду. Для повышения эффективности сушки необходимо подавать в сушильные цилиндры достаточное количество пара и удалять конденсат, образующийся в каждой сушилке. Из-за сложности процесса сушки сырья было трудно повысить эффективность процесса сушки. Достижение оптимальной производительности может быть затруднено без точной информации о температуре цилиндра и количестве воды в движущейся сети.

Для практического использования модель должна быть достаточно полной [1,2], чтобы она могла содержать все существенные эффекты, возникающие при прохождении через сушащуюся часть влажной сетки. Моделирование процесса сушки в машинах для сырьевых материалов привлекло внимание многих исследователей. Около тридцати лет назад была предложена аналоговая компьютерная модель процессов сушки сырья [3]. В этой модели используются простые линейные зависимости для выражения теплоемкости, теплопроводности и коэффициента теплопередачи, а также плотности. Сообщается об интересной модели железа [5], которая используется в операции управления при изменении типа сырья. В этой модели использовалась эмпирическая зависимость между скоростью испарения и прогнозом пара без изменения коэффициентов теплопередачи.

Когда были даны фундаментальные знания о сушке сырья, работе сушилки и критических вспомогательных системах [4], определение коэффициентов теплопередачи стало ключевым вопросом при моделировании процесса сушки сырья. Если нет средств прямого определения коэффициентов теплопередачи, мы можем полагаться только на эмпирические соотношения, описывающие коэффициенты теплопередачи. Однако надежного представления для коэффициентов теплопередачи еще не сообщалось.

Целью этого исследования было разработать надежную модель процесса сушки на предприятиях пищевой промышленности. Зависимость теплопроводности выводится из данных о производительности установки с замкнутым контуром. Было обнаружено, что коэффициент теплопередачи может быть эффективно выражен через влажность, базовую массу. Эффективность предложенной модели демонстрируется с помощью цифрового моделирования.

На рисунке 1 показана схема конфигурации сушильной секции. Секция сушки рассматриваемой установки имеет 55 сушильных цилиндров. Первые 39 цилиндров образуют основную сушильную секцию, а остальные цилиндры образуют секцию дополнительной сушки. Каждая сушильная секция разделена на несколько групп в зависимости от приложенного давления пара. На предприятии по производству пищевых продуктов, рассматриваемом в данном исследовании, основная секция сушилки состоит из 3 групп, а секция дополнительной сушки состоит из 2 групп. Приведены динамика и сырье одного сушильного цилиндра в модифицированном положении клапана [3].

Рисунок 1. Схема конфигурации сушильной секции

Формула модели сушиллки основана на балансе тепла и массы. Эти балансы состоят из набора дифференциальных уравнений, описывающих тепло-массообмен вокруг полотна, сетки и сушильного цилиндра. Предполагается, что внутри цилиндра находится пар.

Формула модели сушиллки основана на балансе тепла и массы. Эти веса состоят из набора дифференциальных уравнений, описывающих тепломассоперенос вокруг сетки и сушильного цилиндра. Пар внутри цилиндра является насыщенным, и предполагается, что температура внутри и снаружи решетки одинакова. Из-за свойств влажной сетки и материала сетки теплопередача и сопротивление испарению также незначительны.

Движение температуры цилиндра в зонах А-В можно записать следующим образом:

$$\frac{dT_1}{dt} = \frac{1}{L_D \rho_D C_D} [h_s T_s - (h_s + h_{dw}) T_1 + h_{dw} T_2] \quad (1)$$

$$\frac{dT_2}{dt} = \frac{1}{D(1 + a_w)C_w} [h_s T_1 - (h_{dw} + h_{ws}) T_2 + h_{ws} T_3 - m \cdot \Delta H_{ev}] \quad (2)$$

Здесь: C_D - удельная теплоемкость цилиндра [kkal/kg °C]; C_v - удельная теплоемкость пара [kkal/kg °C]; C_w - удельная теплоемкость сетки [kkal/kg °C]; D - сухой вес [kg]; h_{dw} - коэффициент теплопередачи между цилиндром и сетью [kkal/m² sek °C]; h_s - коэффициент теплопередачи между паром и цилиндром [kkal/m² sek °C]; h_{ws} - коэффициент теплопередачи между сетью и полотном [kkal/m² sek °C]; ΔH_{ev} - теплота испарения [kkal/kg]; m - скорость испарения [kg/m² sek]; T_1 - температура воздуха по сухому термометру [°C]; T_s - температура пара [°C]; T_2 - температура сетки [°C]

На рис. 2 показаны результаты моделирования основной сушиллки без модификации для сырья с базовой массой 55 г/м². Как упоминалось выше, в большинстве известных сегодня моделей сушки используются постоянные коэффициенты теплопередачи.

Рисунок 2. Температурный диапазон основной сушиллки: постоянные коэффициенты теплопередачи (основной вес: 55 г/м²)

Важнейшей задачей при расчете уравнений моделирования является определение коэффициентов теплоотдачи. Известно, что эти коэффициенты зависят от влажности и скорости доступа к сети [4]. Но пока никаких конкретных выражений не поступало. Сообщалось об эмпирическом выражении коэффициента теплопередачи между сетью и воздухом

с точки зрения скорости сушки [5]. Однако в большинстве случаев значения коэффициентов теплоотдачи постоянны. Выбор константы основан на экспериментальных результатах для эксперимента или подобной ситуации.

Список литературы:

1. Arpornwichanop A., Kittisupakorn P. and Hussain M.A., ModelBased Control Strategies for a Chemical Batch Reactor with Exothermic Reactions, // Korean J. Chem. Eng., 19(2), 221 (2002).
2. Sultanova Sh., Safarov J., Usenov A., Raxmanova T. Definitions of useful energy and temperature at the outlet of solar collectors. // E3S Web of Conferences: Rudenko International Conference "Methodological problems in reliability study of large energy systems" (RSES 2020). Vol. 216, 2020. P.1-5.
3. Султанова Ш.А. Усенов А.Б. Получение данных температурной зависимости растворимости спирта при экстракции растения базилика обыкновенного (*ocimum basilicum*). // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2020. 11(80).

4. Mori Y., Shimizu H., Takao K., Ikari T. and Nambu, T. Development of A New Automatic Grade Change System for Paper Machine // Proceedings from Control Systems '2000, Victoria.B.C., Canada, 231 (2000).
5. Yeo Y.K., Roh H.D., Kim I.W., Moon, I. and Chung, Y. Optimal Operation of Utility Systems in Petrochemical Plants // Korean J. Chem. Eng., 20, 200 (2003).
6. Yoo C.K., Lee J.M. and Lee I.B. Nonlinear Model-based Dissolved Oxygen Control in a Biological Wastewater Treatment Process // Korean J. Chem. Eng., 21(1), 14 (2004).
7. Yu Y.H. and Sosna M.H. Modeling for Industrial Heat Exchanger Type Steam Reformer // Korean J. Chem. Eng., 18(1), 127 (2001).

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ СОРНЯКОВ НА ОБЪЕМНУЮ МАССУ ПОЧВЫ ХЛОПКООСЕЮЩИХ ПЛОЩАДЕЙ

Касимбоев Авазбек Хаитбекович

ассистент,

*кафедра Интенсивное овощеводство,
садоводство, виноградарство и теплицы,*

Андижанский институт сельского хозяйства и агротехнологии,

Республика Узбекистан, г. Андижан

E-mail: azamjonmagistr1991@gmail.com

THE INFLUENCE OF VARIOUS METHODS OF WEED TREATMENT ON THE VOLUME MASS OF THE SOIL OF COTTON-GROWING AREAS

Avazbek Kasimboyev

Assistant,

Intensive vegetable, horticulture, viticulture and greenhouse farming,

Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnology,

Uzbekistan, Andijan

АННОТАЦИЯ

Вспашка сорной почвы двухъярусным плугом на глубину 28-30 см и комбинированное внесение гербицидов до 0,03 г/см³ в слое 0-30 см и 0,02 г в слое 30-50 см против фона, обработанного простым плугом, что, в свою очередь, положительно сказывается на хорошем росте и развитии растений.

ABSTRACT

Plowing of weedy soil with a two-tiered plow to a depth of 28-30 cm and combined application of herbicides up to 0.03 g/cm³ in a layer of 0-30 cm and 0.02 g in a layer of 30-50 cm against a background treated with a simple plow, which, in its turn, has a positive effect on good growth and development of plants.

Ключевые слова: почва, грунт, хлопчатник, способы, сорняки, исследование, методы, плуг, гербициды, вариант, вспашка, обработка.

Keywords: soil, soil, cotton, methods, weeds, research, methods, plow, herbicides, option, plowing, processing.

По М.В. Мухамеджанову [88; Стр. 22-23] говорится, что одной из наиболее эффективных мер борьбы с сорняками является основная технология обработки почвы, при которой почва должна вспахиваться осенью, а верхний слой почвы должен быть перевернут вверх дном. В результате увеличивается пористость поверхности почвы, улучшаются её агрофизические свойства и питательный режим, а семена сорняков, различные вредители и переносчики болезней сбрасываются с поверхности почвы в её более глубокие слои.

Неструктурированный грунт, обладающий хорошими питательными веществами и водно-физическими свойствами, выносятся на поверхность.

В нашем исследовании (система 1: 1) мы изучали эффективность схемы попеременного посева хлопчатника и сорняков в сочетании с обработкой почвы и химическим контролем. Были созданы вспаханные и два однородных фона, и на этих фонах использовались гербициды Дафосат и Стомп 33% э.к.

В годы исследований образцы почвы толщиной 0-30 и 30-50 см были взяты из пяти точек поля методом конвертов для определения объемного веса

и пористости по агрофизическим свойствам почвы перед размещением экспериментальных вариантов.

Результаты показывают, что при анализе слоя почвы 0-30 см перед экспериментом объемная масса составляла в среднем 1,34 г / см³, пористость составляла 48,3%, г / см³, а пористость составляла 45,4% соответственно.

Весной 2012 г. перед посевом семян была определена объемная масса почвы в разрезе вариантов.

Полученные данные показывают, что в 1-варианте (контроль) почва вспахивалась простым плугом на глубину 28-30 см, объемная масса почвы составляла 1,25 г / см³ в верхнем слое (0-30 см), в нижнем слое почвы (30-50 см), 36 г / см³, этот показатель составляет 1,24 г / см³ в слое почвы 0-30 см в 4-м варианте (контроле), вспаханном на глубину 28-30 см. см с двухъярусным плугом и в слое 30-50 см, 34 г / см³, по сравнению с вариантом, обработанным простым плугом, почва уменьшилась до 0,01 г / см³ в слое 0-30 см. и до 0,02 г / см³ в слое 30-50 см.

Вспашка почвы на глубину 28-30 см простым плугом и внесение гербицида Дафосат перед вспашкой во 2-варианте насыпная плотность грунта составляла

1,27 г / см³ в слое грунта (0-30 см) и 1,37 г / см³ в почве (30-50 см). Эти цифры показывают, что объемный вес почвы в 5-варианте, вспаханной на глубину 28-30 см двухъярусным плугом и внесенным под плуг гербицидом Дафосат, составлял 1,23 г/см³ в 0-30 см слой и 1,35 г/см³ в слое 30-50 см равняется 0,04 г/см³ в слое почвы 0-30 см и 0,02 г/см³ в слое 30-50 см по сравнению с вариантом, обработанным простым плугом в среднем 1,26 г/см³ в слое, 1,37 г/см³ в слое 30-50 см, 1,25 г/см³ в слое 0-30 см в анализе варианта 6 и 1,35 в слое 30-50 см г / см³ и снизилась до 0,01 г/см³ в слое 0-30 см и 0,02 г/см³ в слое 30-50 см по сравнению с вариантом, вспаханным простым плугом.

К концу вегетационного периода хлопчатника, когда в поперечном разрезе вариантов был определен объемный вес почвы, было отмечено, что агротехнические мероприятия, проведенные в течение вегетационного периода, оказали значительное влияние на физические свойства почвы.

В частности, в 1-варианте (контроль), когда почва вспахивалась на глубину 28-30 см простым плугом, объемная масса почвы в верхнем слое (0-30 см) составляла в среднем 1,33 г/см³ и в подпочвенном слое (30-50 см), 41 г/см³, вспаханный на глубину

28-30 см двухъярусным плугом. При анализе 4-варианта (контроль) показатель составил 1,31 г/см³ в слое почвы 0-30 см, 1,38 г/см³ в слое 30-50 см и 0-30 см почвы по сравнению с уровнем почвы вариант, обработанный простым плугом, снизился до 0,02 г / см³ в слое 30-50 см и до 0,07 г / см³ в слое 30-50 см (1-таблица).

Вспашка почвы на глубину 28-30 см простым плугом и внесение гербицида Дафосат перед вспашкой. Вспашка многоярусным плугом на глубину 28-30 см, гербицид Дафосат, внесенный под плуг, составил 1,32 г / см³ в почве 0-30 см в слое и 1,39 г / см³ в слое 30-50 см.

По сравнению с вариантом, обработанным обычным плугом, до 0,02 г/см³ в слое почвы 0-30 см, до 0,02 г/см³ в слое 30-50 см и при анализе варианта 3 с использованием гербицида Стомп при посеве семян объемная масса в слое 30 см составляет 1,33 г/см³, в слое 30-50 см - 1,40 г/см³, в 6-варианте - 1,30 г/см³ в слое 0-30 см, а в слое 30-50 см 1,37 г/см³, снижение на 0,03 г/см³ в слое 0-30 см и 0,03 г/см³ в слое 30-50 см по сравнению с вариантом, обработанным обычным плугом.

Таблица 1.

Влияние разных способов обработки почвы на массовый объем почвы (хлопчатник, 2012-2014 гг.)

Вариант	Слой	0-30	30-50	0-30	30-50	0-30	30-50
Вспашка на глубину 28–30 см обычным плугом							
1	До посева	1,25	1,36	1,30	1,40	1,30	1,39
2		1,27	1,37	1,32	1,43	1,32	1,41
3		1,26	1,37	1,30	1,41	1,30	1,38
Среднее		1,26	1,37	1,31	1,41	1,31	1,39
1	В конце вегетационного периода	1,33	1,41	1,34	1,45	1,34	1,44
2		1,34	1,41	1,36	1,44	1,36	1,42
3		1,33	1,40	1,35	1,43	1,34	1,41
Среднее		1,33	1,41	1,35	1,44	1,35	1,42
Вспашка на глубину 28–30 см двухъярусным плугом							
4	До посева	1,24	1,34	1,28	1,40	1,27	1,32
5		1,23	1,35	1,30	1,42	1,25	1,30
6		1,25	1,35	1,27	1,39	1,27	1,31
Среднее		1,24	1,35	1,28	1,40	1,26	1,31
4	В конце вегетационного периода	1,31	1,38	1,33	1,43	1,33	1,42
5		1,32	1,39	1,35	1,45	1,35	1,44
6		1,30	1,37	1,33	1,42	1,34	1,41
Среднее		1,31	1,38	1,34	1,43	1,34	1,42

Таким образом, результаты показывают, что способы обработки почвы существенно повлияли на насыпную плотность почвы.

Список литературы:

1. Указ Президента Республики Узбекистан от 17 июня 2019 года УП-5742 “О мерах по эффективному использованию земельных и водных ресурсов в сельском хозяйстве”
2. Абдукаримов Д., Уразматов Н. Влияние основной обработки почвы на агрофизические свойства почвы. Проблемы развития хлопка и зерна. Т. 2004. С. 101-103.

3. Алиев А.М. Комплексное применение гербицидов в сочетании с удобрениями и другими средствами химизации в нечерноземной зоне: Борьба с сорняками при возделывании сельскохозяйственных культур: - М, Во Агропромиздат. – 1988. С. 16-21.
4. Муминов К.М., Ризаев Ш.Х. Агротехнические и химические меры борьбы с сорняками на посевах озимой пшеницы // Зерновое хозяйство. 2005. №6. С. 21-22
5. Хасанова Ф.М., Саломов Ш.Т. “Сборник докладов международной научно-практической конференции “Внедрение новых энергосберегающих агротехнологий в сельском хозяйстве” Т.2011. С. 258-259.

8-ми РЯДНЫЙ КУЛЬТИВАТОР-РАСТЕНИЕПИТАТЕЛЬ К ТРАКТОРУ 2-КЛАССА

Курамбаев Бахтиёр Ражабович

канд. техн. наук,
 Институт механики и сейсмостойкости сооружений,
 Республика Узбекистан, г.Ташкент

Худайкулиев Ражаббой Рузматович

канд. техн. наук,
 Институт механики и сейсмостойкости сооружений,
 Республика Узбекистан, г.Ташкент

Тургунов Абдулхашиим Ахмадалиевич

канд. техн. наук,
 Ташкентский Государственный технический университет,
 Республика Узбекистан, г.Ташкент
 E-mail: Turgunov66@inbox.ru

Тургунова Окибатхон Бекташевна

докторант,
 Ташкентский Государственный технический университет,
 Республика Узбекистан, г.Ташкент
 E-mail: gidro0505@mail.ru

8-ROW CULTIVATOR-RUSSELVES TO A CLASS 2 TRACTOR

Bahtiyer Kurambaev

Candidate of Techn. Sciences,
 Inst. of Structural Mechanics and Earthquake Engin,
 Uzbekistan, Tashkent

Ragabboyi Hudayikuliev

Candidate of Techn. Sciences,
 Inst. of Structural Mechanics and Earthquake Engin,
 Uzbekistan, Tashkent

Abdulhashim Turgunov

Candidate of Techn. Sciences,
 Tashkent State Technical University,
 Uzbekistan, Tashkent

Okibathon Turgunova

PhD student,
 Tashkent State Technical University
 Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена современному решению вопросов междурядной обработке сельскохозяйственных культур в частности хлопчатника. Представлено инновационное решение увеличения производительности и компактности транспортировки пропашного культиватора-растениепитателя посредством увеличения ширины захвата орудия и складывания рамы при сохранении его качественных показателей работы.

ABSTRACT

The article is devoted to the modern solution of the problems of inter-row cultivation of agricultural crops, in particular, cotton. An innovative solution of increasing productivity and compactness of transporting a row crop cultivator by increasing the working width of the tool and folding the frame while maintaining its qualitative performance is presented.

Ключевые слова: культиватор-растениепитатель, междурядья, рыхление, удобрения, обработка, пропашные культуры, широкозахватный, маневренность, агрегат, агротехнический, туковывсевающий аппарат.

Keywords: cultivator-crop feeder, row spacing, loosening, fertilizer, tillage, row crops, wide-cut, maneuverability, unit, agrotechnical, fertilizer.

Механическая междурядная обработка сельскохозяйственных культур является одним из важных агротехнических приёмов борьбы с сорняками и качественного рыхления верхних горизонтов почвы. Данные приёмы необходимы для улучшения аэрации и предотвращения потерь почвенной влаги, что обуславливает повышение жизнедеятельности полезной микрофлоры в почве, что улучшает в свою очередь питание растений [3, с. 219].

Культиваторы для междурядной обработки почвы пропашных культур активно востребованы и достаточно перспективны, которые должны быть «на вооружении» практически в каждом хозяйстве. Мировая практика показывает, что только с помощью культиваторов можно эффективно бороться с сорняками, выполнять прикорневое (ленточное) внесение минеральных удобрений, а также путем рыхления насыщать почву кислородом, что способствует активизации его микрофлоры и сохранению имеющейся влаги. Многолетние наблюдения показывают, что даже те хозяйства, где для борьбы с сорняками применяют гербициды, для сложных случаев используют машины для механического (физического) рыхления почвы и внесения минеральных удобрений.

Результаты зарубежных и отечественных научно-экспериментальных исследований показывают, что одним из наиболее эффективных мер при возделывании сельскохозяйственных культур является внесение органических и минеральных удобрений в подготовленную почву.

В наших условиях предлагаемый культиватор для междурядной обработки сельскохозяйственных культур вносит минеральные удобрения в середину междурядья, а также непосредственно под корневую

систему растения. Рекомендуемая технология и технологическая схема культиватора предотвращает переуплотнения почвы и минерального дефицита. Данный подход является важным шагом к органическому земледелию, поскольку помогает существенно уменьшить внесение пестицидов и в свою очередь сохранить плодородие на необходимом уровне и сделать его бездефицитным.

Анализ существующих и настоящих предварительных исследований показал, что культиваторы для междурядной обработки почвы пропашных культур, необходимо дополнительно оснастить механическими или пневмомеханическими туковывсевающими аппаратами.

Основными недостатками существующих в республике отечественных культиваторов междурядной обработки, является их малая ширина захвата на распространённую мощную энергетику, что приводит к большим материальным затратам при малой производительности.

В настоящее время отечественные учёные и конструктора разрабатывают широкозахватные машины для возделывания сельскохозяйственных культур с максимальной нагрузкой современных тракторов. Одним из этих направлений является создание 8-ми рядного культиватора-растениепитателя для междурядной обработки с шириной междурядий 90 см, в частности, хлопчатника.

Преимуществом разработанного культиватора, в сравнении существующим серийным 4-рядным культиватором-растениепитателем КХУ-4Б является его высокая рабочая производительность (в 1,5 раза) и полная загрузка трактора 2-класса, например «Класс Арион 630», (Рисунок 1).

Рисунок 1. Разработанный и рекомендуемый 8-ми рядный хлопковый культиватор-растениепитатель в работе, на третьей культивации (хлопковое поле испытательного полигона Центра испытания сертификации и сельскохозяйственной техники, июль 2021 год)

Следующим преимуществом предлагаемого культиватора-растениепитателя КУ-8 является, перевод из рабочего положения в транспортное, которое выполняется одним механизатором при помощи рычага гидросистемы трактора, несмотря на его широкозахватность (7,2 метров) габаритные размеры обеспечивает требования ГОСТ 12,2,019-2005 о том,

что культиватор в транспортном положении не превышает по высоте 4 м и 4,4 м по ширине [1, с. 18]. Выполнение этих условий позволяет агрегату передвигаться, по дорогам общего назначения, мостам и под линиями электропередачи, тем самым сокращается время проезда, увеличивается эксплуатационная производительность, улучшается маневренность при транспортировании агрегата (Рис. 2).

Рисунок 2. Разработанный и рекомендуемый 8-ми рядный хлопковый культиватор-растениепитатель в транспортном положении

Складывающиеся рамы широкозахватных сельскохозяйственных машин позволяют осуществлять перевод в транспортное положение без сцепления трактора, что сокращает время на осуществления операции и, следовательно, повышает производительность [4, с. 31].

В последние годы за рубежом все большее применение в сельскохозяйственных машинах находят пневматические системы, используемые для различных целей, в том числе для высевов семян, внесения минеральных удобрений, ядохимикатов и других материалов.

Создание 8-ми рядного культиватора для междурядной обработки на базе складывающейся рамы с установленными на неё механических тукораспределительных устройств приводит к некоторым сложностям. Одной из основных создавшихся сложностей, является специфика гравитационного транспортирования высеваемого материала по тукопроводу, от высевающего аппарата к заделывающему рабочему органу, при этом требующего конструктивно вертикального расположения составляющих элементов (бункер, высевающий аппарат, тукопровод, туковый сошник, заделывающий рабочий орган и механические приводы) предлагаемого культиватора.

Кроме того пневматическое транспортирование высеваемого материала по тукопроводу требует небольших углов отклонения их от вертикального положения в целях исключения зависания частиц на

стенках тукопроводов и обеспечения стабильного технологического процесса, а это возможно обеспечить при достаточной высоте расположения бункера от заделывающих рабочих органов; при ширине бункера, близкой к рабочей ширине захвата агрегата, или при использовании многосекционного бункера с механическим равномерным распределением удобрений по ширине захвата агрегата и доставка минерального удобрения к заделывающим рабочим органам пневмотранспортированием [2, с. 27].

В первом случае высота установки бункера туковысевающего аппарата ограничена техническими устойчивостями погрузочных средств, поперечной устойчивостью агрегата и технические требования к культиваторам для междурядной обработки при этом расположение туковых бункеров должно быть рациональными для загрузки удобрений с тракторного прицепа. Расстояние от пола прицепа до верхних краев тукового бункера должно быть не более 1 м.

Создание бункера шириной, равной рабочей ширине захвата широкозахватного (8-ми рядного) культиватора, увеличивается его металлоемкость, и самое главное практически нет возможности складывания рамы.

Изложенное выше позволяет утверждать, что наиболее перспективным направлением при создании 8-ми рядного широкозахватного культиватора для междурядной обработки с внесением минеральных удобрений является использование туковысевающего

аппарата с механической распределительной системой центрального высева и последующей пневмотранспортировкой.

В связи с этим разработка конструкции широкозахватного 8-ми рядного культиватора-растениепитателя с соответствующим повышением производительности, с уменьшением техногенного уплотнения почвы, сокращением количества проходов МТА (в сравнении с четырехрядным культиватором в 2 раза), с высевающим аппаратом для централизованного высева удобрений с последующим пневмотранспортированием при междурядной обработки культурных растений представляет важную научную задачу и имеет большое практического значение для сельскохозяйственного производства.

Институт механики и сейсмостойкости сооружений (ИМ и СС) АН РУз совместно с АО «ВМКВ-Agromash» и Научно-исследовательским институтом механизации сельского хозяйства (НИИМСХ) в текущем 2021 году в рамках Государственной тематики провели НИИ и ОКР по разработке широкозахватных машин на базе универсальной рамы. Выбраны и обоснованы конструкция и основные параметры 8-ми рядного культиватора-растениепитателя для тракторов 2-го класса. Экспериментальный образец широкозахватного культиватора-растениепитателя имеет пневмомеханический туковысевающий аппарат с учетом его компоновки для централизованного высева удобрений с последующим пневмотранспортированием (Рисунки 1 и 2).

Экспериментальный широкозахватный 8-ми рядный культиватор- растениепитатель навесной и

предназначен для междурядной обработки сельскохозяйственных (хлопчатник, овощи, картофель, кукуруза и другие) культур, посеянных 8-ми рядными сеялками на междурядьях шириной 90 см.

При комплектовании различными рабочими органами экспериментальный культиватор способен выполнять следующие операции:

- уничтожение почвенной корки в защитных зонах рядков;
- рыхление почвы в междурядьях;
- уничтожение сорной растительности путем подрезки сорняков в почве;
- рыхление почвы в междурядьях после вегетационных поливов.

Как правило, перечисленные операции совмещаются за один проход культиваторного агрегата за счет сочетания рабочих органов.

Предлагаемый культиватор-растениепитатель (временно установочная марка КУ-8) состоит из центральной рамы, двух боковых секций, которые шарнирно присоединяются к центральной раме, секции с параллелограммными механизмами и рабочими органами в количестве 9 комплектов, пневмомеханического туковысевающего аппарата, вентилятора, двух опорных колес, автосцепки СА-2 и гидросистемы боковых секций.

Общая техническая характеристика предлагаемого разработанного широкозахватного 8-ми рядного культиватора-растениепитателя для сельскохозяйственных культур приведена в Таблице № 1.

Таблица 1.

Техническая характеристика экспериментального широкозахватного 8-ми рядного культиватора-растениепитателя со складывающейся рамой и пневмомеханическим туковысевающим аппаратом

Наименование показателей	Значение показателей по данным испытаний
Тип изделия	навесной культиватор
Агрегатируется	с высококлиренсными тракторами хлопковой модификации, класса 2
Привод туковысевающего аппарата	от опорных колес
Рабочие скорости, км/ч	4-7
Рабочая ширина захвата, м	7,2
Количество персонала, обслуживающего агрегат, в том числе:	
• тракторист	1
Габаритные размеры изделия, мм:	
• длина	2150
• ширина	7500
• высота	1700
Дорожный просвет, мм	300
Общая масса в комплектации поставки, кг	2100
Количество бункеров, шт.	1
Емкость бункера, дм ³	350

Далее (Таблица №2) приводятся результаты агротехнических показателей разработанного широкозахватного 8-ми рядного культиватора-растениепитателя на полевых испытаниях, проведенных на

хлопковом поле испытательного полигона ЦИТТ, в сезоне 2021 года, на третьей культивации, после полива.

Таблица 2.

**Агротехнические показатели экспериментального широкозахватного
8-ми рядного культиватора- растениепитателя на полевых испытаниях**

Наименование показателей и единица измерений	Значение показателей	
	по ТЗ и АТТ	по данным испытаний
Дата испытаний		18.07.2021
Место проведения испытаний		испытательный полигон ЦИТТ
Вид работы		рыхление почвы и одновременная прополка сорняков в междурядьях хлопчатника
Скорость движения, км/ч		5,2
Рабочая ширина захвата, м		7,2
Глубина обработки рабочими органами, см:		
Бритва:	6-8	
• установочная		6,0
• средняя фактическая		5,84
• среднеквадратическое отклонение, $\pm$ см		0,7
• коэффициент вариации, %		11,8
Рыхлитель:	4-8	
• установочная		8,0
• средняя фактическая		7,52
• среднеквадратическое отклонение, $\pm$ см		1,1
• коэффициент вариации, %		14,9
Лапа стрельчатая:	14-18	
• установочная		10,0
• средняя фактическая		10,6
• среднеквадратическое отклонение, $\pm$ см		1,0
• коэффициент вариации, %		9,4
Повреждение культурных растений, %		нет
Крошение почвы, %:		
• более 50 мм	не более 10	нет
• 50-25 мм	не более 20	9,44
• 25-10 мм	не менее 60	90,56
Установочная величина защитной зоны, см:	нет данных	10,0
• средняя фактическая		10,83
• среднеквадратическое отклонение	$\pm 2,0$	0,90
• коэффициент вариации, %		8,31

Анализ полученных результатов агротехнической оценки экспериментального широкозахватного культиватора-растениепитателя (КУ-8) свидетельствует о следующем, на третьей культивации хлопчатника рабочие органы культиватора устанавливались на глубину, бритв 6,0 см, рыхлителей на 8,0 см и стрельчатых лап – 10,0 см.

При рабочей скорости агрегата 5,2 км/ч средняя фактическая глубина обработки бритвы составила 5,84 см со среднеквадратическими отклонениями 0,7 см, рыхлителей - 7,52 см со среднеквадратическими отклонениями 1,1 см и стрельчатых лап - 10,6 см со среднеквадратическими отклонениями 1,0 см, что отвечают АТТ.

При этом качество крошения почвы, составили количество фракций размером 25-50 мм – 9,44%, при требуемом количестве не более 20% и размерами 25-10 мм – 90,56%, при требуемом не менее 60%, что соответствует АТТ. Фракции, размером более 50 мм, в пробах отсутствовали.

На основании анализа полевых испытаний можно сделать вывод, что разработанный культиватор-растениепитатель КУ-8 необходимо с некоторыми доработками поставить на широкие хозяйственные испытания на различных культурах с последующим производственным внедрением.

Список литературы:

- ГОСТ 12.2.019-2005 Система стандартов безопасности труда. Тракторы и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования безопасности.

2. Карпенко А.Н. Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. Учеб. Для вузов. – М.: Колс, 1979. – С. 27-32.
3. Курамбаев Б., Туланов И., Тухтабаев М., Юлдашев О. Результаты полевых экспериментальных исследований 8-ми рядного макета культиваторного агрегата с универсальной рамой // Актуальные проблемы и тенденции развития современных исследований, инноваций, техники и технологии: тезисы докл. Республиканская конф. (ЖизПИ, 14 дек. 2018 г.) – Жиззах, 2018. – С. 219-221.
4. Курамбаев Б.Р. Об эффективности хлопковых культиваторов // Сельское хозяйства Узбекистан. – 1998. – Т., - № 4.- С. 31-32.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНИКИ ПОЛИВА

Сабитов Аманулло Убайдуллаевич

канд. техн. наук

Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологии,

Республика Узбекистан, г. Андижан

E-mail: Khamidov20101995@gmail.com

Карабаев Анваржон Нейматжанович

канд. техн. наук

Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологии,

Республика Узбекистан, г. Андижан

PROCEDURE FOR CALCULATION OF RATIONAL PARAMETERS OF IRRIGATION TECHNOLOGY ELEMENTS

Amanullo Sabitov

Candidate of technical sciences

of Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies,

Uzbekistan, Andijan,

Anvarzhon Karabaev

Candidate of technical sciences

of Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies,

Uzbekistan, Andijan,

АННОТАЦИЯ

В статье излагается способ освоения адырных склонов сложного рельефа, обеспечивающий гарантированную защиту почв от ирригационной эрозии, позволяющий механизировать работы по возделыванию выращиваемых культур, правильного и научно обоснованного организация орошения способствующая увеличению коэффициента использования оросительной воды.

ABSTRACT

The article describes a method for developing the Adyr slopes of complex terrain, which provides guaranteed protection of soils from irrigation erosion, allows to mechanize the cultivation of cultivated crops, correct and scientifically based irrigation organization that helps to increase the coefficient of irrigation water use.

Ключевые слова: Адыр, террасированные склоны, ирригационная эрозия, трубчатая оросительная сеть, удельный расход воды, водный режим почвы, коэффициент равномерности увлажнения почвы, коэффициент использования оросительной воды.

Keywords: Adyr, terraced slopes, irrigation erosion, tubular irrigation network, specific water consumption, water regime of the soil, coefficient of uniformity of soil moisture, coefficient of irrigation water use.

Эффективность орошения сельскохозяйственных культур зависит от поливной техники. Поливная техника соответствующая конкретным природным условиям и возделываемой сельскохозяйственной культуре, позволяет поливать качественно и эффективно. Для того, чтобы поливная техника обеспечивала качество и эффективность поливов, она должна удовлетворять следующим основным требованиям сельскохозяйственного производства [1, 6].

Не допускать непроизводительных потерь оросительной воды на поверхностный (за пределы поля)

и глубинный (ниже корнеобитаемого слоя почвы) сбросы, равномерно увлажняя почву по глубине и по площади, обеспечивая тем самым высокий коэффициент использования воды на полях (0,85-0,95) [2, 4].

Свести к минимуму непроизводительные потери полезной площади поля под внутри хозяйственной оросительной сетью, полевыми дорогами и полосами разворотов механизмов, обеспечивая тем самым высокий коэффициент земельного использования.

Обеспечивать оптимальные поливные режимы сельскохозяйственных культур для поддержания

в почве требуемого водного и связанных с ним воздушного, питательного, солевого и теплового режимов, являющихся обязательным условием получения высоких урожаев.

Обеспечивать оптимальную технологию проведения всех сельскохозяйственных работ с высокопроизводительным использованием сельскохозяйственной техники.

Обеспечивать сохранение структуры почвы, способствовать повышению ее плодородия и улучшению мелиоративного состояния орошаемых и прилегающих земель.

Роль теории бороздкового полива на террасированных склонах возрастает при строительстве совершенных оросительных систем с стационарными или полу стационарными техническими средствами подачи воды в борозды [2, 4].

Оптимальные значения параметров поливной техники определяются расчетом на основе специальной теории бороздкового полива или полевыми опытами. Ошибки в выборе, допущенные при проектировании и строительстве совершенных оросительных систем, могут свести на нет все преимущества таких систем.

Поэтому, параметры поливной техники должны тщательно рассчитываться на стадии проектно-исследовательских работ на основе выполненных исследований разработаны методики расчета рациональных параметров элементов техники полива для террас с горизонтальным полотном и с положительным продольным уклоном полотна [1, 3, 5, 6]. В обоих случаях длину борозды принимают равной длине поливного трубопровода, установленной в результате гидравлического расчета. Последовательность расчета по разработанным методикам излагается ниже. На террасах с горизонтальным полотном

1. Определяют необходимый объем воды, подаваемой в борозду из одного поливного трубопровода

$$W = 10^{-4} * m * a * L_{mp}, \text{ м}^3$$

где: m -рекомендуемая поливная норма, $\text{м}^3/\text{га}$;

a -ширина контура увлажнения (принимается по результатам опытов в пределах 1,1...1,3), м ;

L_{mp} - длина поливного трубопровода (определяется по методике разработанной изложенной в литературе ?).

2. Определяют продолжительность полива по формуле

$$T = \frac{W}{3.6 * q}; \text{ ч}$$

где: q -расход воды в голове поливного трубопровода, л/с .

Проведенные опытно- производственные поливы показали целесообразность нарезки сквозных борозд (без перемычек) при продольных уклонах полотна террас до 0,002. В этих случаях для предотвращения образования потоков воды на участках с уклонами больше 0,002, достаточно установить 3-4 перегораживающих шитка.

На террасах с продольным уклоном полотна вышеприведенный расчет дополняется определением длины отрезков прерывистой борозды, обеспечивающей, заданный коэффициент равномерности увлажнения (K_p). Этот расчет выполняется в следующей последовательности.

1. Определяют удельный объем воды на 1 м длины борозды, соответствующий рекомендуемой поливной норме

$$W' = \frac{10^3 W}{L_{тр}} = 10^{-1} * m * a$$

где: W -необходимый объем воды, подаваемой в борозду из одного поливного трубопровода, м^3 .

При рассредоточенной подаче воды и больших продольных уклонах террас, начало отрезка борозды получает минимальное увлажнение, то здесь необходимо обеспечить впитывание того объема воды, который соответствует заданной поливной норме, то есть (W'). Следовательно, необходимый удельный объем впитывания воды в начале отрезка борозды ($W'_{нач}$) должен быть равен (W').

2. Определяют максимально допустимый объем впитывания воды в конце отрезка борозды из условия обеспечения необходимой равномерности увлажнения

$$W'_{кон} = \frac{W}{K_p}$$

где: K_p - коэффициент равномерности увлажнения, рекомендуется принимать в пределах 0,85...0,95.

3. Определяют продолжительность полива по формуле

$$T = \frac{W' + W'_{кон}}{7,2 * 10^3 * q_{уд}}; \text{ ч}$$

где: $q_{уд}$ - удельный расход раздачи воды по длине поливного трубопровода, $\text{л/с} * \text{м}$.

4. Определяют необходимые значения удельного расхода раздачи воды

В начале и конце отрезка борозды по формуле

$$q_{уд}^H = \frac{W'}{T} \text{ и } q_{уд}^K = \frac{W'_{кон}}{T}, \text{ л/ч.м}$$

5. Определяют напор воды в начале ($H_{нач}$) и конце ($H_{кон}$) отрезка борозды в конце полива в зависимости от ($q_{уд}^H$) и ($q_{уд}^K$) по формуле

$$H = 0.00081 q^{1.34} (T - T_q)^{0.586}$$

6. Определяют длину отрезка борозды по формуле

$$L = \frac{H_{кон} - H_{нач}}{i},$$

где: $H_{нач}$, $H_{кон}$ -напор воды к концу полива соответственно в конце и начале отрезка борозды, м ;

i - уклон борозды (продольный уклон полотна террасы).

Проведен пример расчета основных параметров техники полива в зависимости от удельного расхода раздачи воды по длине трубопровода и продольного

уклона борозды (i). Расчет произведен по вышеизложенной методике для условий опытно производственного участка при поливной норме $800 \text{ м}^3/\text{га}$ и заданном коэффициенте равномерности увлажнения почвы по длине борозды равном 0,85.

Анализ результатов расчета показывает, что увеличение удельного расхода раздачи воды (q_{yd}) от 0,0015 до 0,005 л/с*м приводит к сокращению продолжительности полива (T) с 21,7 до 6,5 часов, расстояния между водовыпускными отверстиями (Δl) с 6,7 до 2,0 м и увеличению расчетных длин отрезков прерывистой борозды (l) с 4,5 до 13,7 и с 1,8 до 5,2 м соответственно при уклоне 0,003 и 0,008. увеличение удельного расхода способствует повышению

производительности труда поливальщиков, однако, при этом уменьшаются предельные длины поливных трубопроводов (L_{np}) с 214 до 87 м и с 273 до 98 м соответственно при уклоне 0,003 и 0,008 что может привести к увеличению капитальных затрат на строительство оросительной сети. При малых значениях (q_{yd}) 0.002 л/с*м увеличивается (L_{np}) до 171...211 м. и (Δl) до 5 м. Однако в этом случае при уклоне 0,008 не обеспечивается заданный коэффициент равномерности увлажнения. Следовательно разработанная методика расчета даст возможность прогнозировать основные показатели процесса полива.

Список литературы:

1. Sabitov A.U., Karabaev A.N., Khakimov A.K., Norkuziev A. NON-TRADITIONAL IRRIGATION OF TERRACED ADYR SLOPES IN THE CONDITIONS OF THE FERGANA VALLEY // PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology. – 2020. – Т. 17. – №. 6. – С. 3340-3348.
2. Surin V.A., Sabitov A.U., Zukhriddinov S.S. Technique of gravity irrigation on terraced slopes. Land reclamation and water management. Moscow No. 4, 1995.p. 24 ... 26.
3. В.А. Сурин., А.У. Сабитов., С.С. Зухриддинов. “Оросительная система”. Авторское свидетельство №1658918 А 01 G 25/06 г. Москва 1991.
4. В.А. Сурин., А.У. Сабитов., С.С. Зухриддинов “Техника самотечного полива на террасированных склонах”. Мелиорация и водное хозяйство, № 4, Москва, 1995.
5. А.У. Сабитов., К.С. Халматов “Кардинальное мероприятие по борьбе с водной эрозией почвы на склоновых землях”. “Ўзбекистон Республикаси кишлок хўжалигидаги сув ва ресурс тежовчи агротехнологиялар” мавзусидаги халқаро илмий-амалий конференция маърузалари асосидаги мақолалар тўплами. Тошкент – 2008 йил.
6. Сабитов А.У., Карабаев А.Н., Тургунова Р. Техника и технология полива на террасированных склонах земель // наукові засади підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва scientific basis to raise agricultural production effectiveness научные основы повышения эффективности.

**ПРИРОДООХРАННАЯ-РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНИКА
И ТЕХНОЛОГИЯ ОРОШЕНИЯ АДЫРНЫХ ЗЕМЕЛЬ****Сабитов Аманулло Убайдуллаевич**

канд. техн. наук,
Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологии,
Республика Узбекистан, г. Андижан

**RESOURCE-SAVING EQUIPMENT AND IRRIGATION TECHNOLOGY
IN AREAS OF DIFFICULT TERRAIN****Amanullo Sabitov**

Candidate of technical sciences,
of Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies,
Uzbekistan, Andijan

АННОТАЦИЯ

В статье излагается способ освоения адырных склонов сложного рельефа, обеспечивающий гарантированную защиту почв от ирригационной эрозии, позволяющий механизировать работы по возделыванию выращиваемых культур, правильного и научно обоснованного организация орошения способствующая увеличению коэффициента использования оросительной воды.

Научно обоснованы увеличение коэффициента полезного действия оросительной сети путём уменьшение потери воды, увеличение коэффициента использования земли за счёт применения закрытой оросительной сети, значительное повышение производительности труда поливальщиков, установление оптимальных показателей элементов техники и технологии полива.

ABSTRACT

The article describes a method for developing the Adyr slopes of complex terrain, which provides guaranteed protection of soils from irrigation erosion, allows to mechanize the cultivation of cultivated crops, correct and scientifically based irrigation organization that helps to increase the coefficient of irrigation water use.

The increase in the efficiency of the irrigation network by reducing water loss, increasing the land use coefficient due to the use of a closed irrigation network, significantly increasing the productivity of irrigators, and establishing optimal indicators of irrigation equipment and technology elements are scientifically justified.

Ключевые слова: адыр, террасированные склоны, ирригационная эрозия, трубчатая оросительная сеть, удельный расход воды, водный режим почвы, коэффициент равномерности увлажнения почвы, коэффициент использования оросительной воды.

Keywords: Adyr, terraced slopes, irrigation erosion, tubular irrigation network, specific water consumption, water regime of the soil, coefficient of uniformity of soil moisture, coefficient of irrigation water use.

Природные условия предгорной зоны Средней Азии, в том числе адырных земель Ферганской долины, достаточно подробно освещены в трудах многих ученых. Климат Ферганской долины характеризуется сухостью, резкой континентальностью и большой продолжительностью безморозного периода.

Высокая сумма температур позволяет выращивать субтропическое культуры, садоводство, шелководство, огородничество и бахчеводство.

Однако, возделывание и орошение сельскохозяйственных культур в сложных условиях адырных земель, на крутых и покатых склоновых землях, сопряжено с большой опасностью развития водной эрозии почв и большими затруднениями по механизации выполняемых полевых работ. Для использования этих земель в сельскохозяйственном производстве необходимо проведение надежных и

эффективных мероприятий, обеспечивающих гарантированную защиту почв от ирригационной эрозии и позволяющих механизировать работы по возделыванию выращиваемых культур. Поэтому, часть адырных земель, характеризующаяся крутыми склонами, освоена устройством ступенчатых террас.

Террасирование является кардинальным мероприятием по борьбе с водной эрозией почвы и наиболее эффективным способом освоения малопригодных или вовсе непригодных земель на крутых склонах. Террасирование улучшает рельеф, способствует прекращению поверхностного стока воды, достигающего на крутых склонах большой силы, и позволяет таким образом рационально использовать все атмосферные осадки. При террасировании, наряду с созданием условий для механизации работ по уходу за насаждениями и уборки урожая,

повышаются возможности для правильной организации орошения в условиях крутых склонов.

Практика применения существующей техники и технологии полива по бороздам показала низкую эксплуатационную надежность и производительность труда поливальщиков, а также неэффективное использование оросительной воды. Это привело к тому, что, несмотря на более благоприятные условия, продуктивность террасированных склонов все еще отстает от их потенциальных возможностей [1].

Неправильная организация орошения, пренебрежение техническим состоянием сетей, невыполнение своевременных ремонтно-восстановительных работ на 80 гектарах земли в течение всего года... Были и другие опасные последствия, такие как размыв верхнего плодородного слоя почвы до 100 тонн, появление гигантских пористых в недрах почвы суффиков, то есть в нижних частях области, заболачивание равнинных участков, прилегающих к области. В последние годы случаи дефицита водных ресурсов в нашем регионе создают риск уклонения от сбалансированности производства территорий, освоенных в результате почти полувекковой кропотливой работы.

Следует отметить, что основным недостатком традиционных поверхностных методов орошения является неравномерное распределение влаги по длине участка, а также размер потери воды (60-65%) на сброс и фильтрацию. Дефицит водных ресурсов и проблемы бороздкового орошения не могут быть решены только путем определения и подбора оптимальных вариантов показателей элементов техники орошения.

На основе крупномасштабных реформ, проводимых в Республике с помощью распределения оросительной воды и современных методов экономии можно удовлетворить те же масштабные показатели сельскохозяйственного производства, как только внутри страны будут созданы концентрированные запасы воды в не вегетационные периоды. Наряду с агротехнологическими преимуществами обычного бороздкового орошения, которое было описано выше как консервативное, было установлено, что принцип распределения водопотребления по эффективным показателям, таким как наиболее современные методы экономии, имеет следующие теоретические основы. При численном анализе формулы А.Н. Костякова, [2] которую он рекомендовал при решении балансового уравнения течения воды в борозде,

$$X = \frac{q_3 \varepsilon \alpha}{\chi n v_0} \quad (1)$$

зависимость между расходами воды, распределенному в начале, и расстояниями их прохождения может быть выражена в следующем неравенстве:

при: $q_1 > q_2$ $q_2 / q_1 < \ell_2 / \ell_1$

здесь: q_1 -расход воды на одну борозду, л / с;

q_2 -распределенный расход воды, л / с;

ℓ_1, ℓ_2 -расстояния, на которые расходуются запасы воды за один и тот же период времени, м.

Материалы исследования проведены в производственных условиях 1,0... Отношение расхода воды, приведенное за 5,0 часов, равно $q_2/q_1=0,008...$ Соответственно ℓ_2/ℓ_1 с 0,8 составляет 0,038 соответственно... Он имеет 0,9 показателя и подтверждает свою подчиненность вышеуказанному закономерности. Если $q_1 = J \cdot q_2$, то есть q_1 , когда расход воды распределяется из j единиц измерения:

$$\frac{j \cdot q_2}{q_1} < \frac{j \cdot \ell_2}{\ell_1}$$

Имея неравенство, этот линейный закон всегда меньше суммы расстояний, пройденных в борозде в данном случае путем деления одного и того же количества водопотребления на несколько мест, расстояния, пройденного потоком воды q_1 за одну и ту же продолжительность времени. Можно сделать вывод, что с помощью технологии "рассредоточения водоподачи" можно сократить продолжительность процесса орошения по сравнению с технологией орошения за счет использования традиционных и повышения качества увлажнения [3].

Методы и технологии орошения, которые мы рекомендуем применять в массивах адыр со сложными рельефом, основаны на принципе "рассредоточения водоподачи". Полив проводят на очень коротких расстояниях (1,5-4,0 м.) от начала до конца борозд, открытых вдоль рядов рассады.) осуществляется в результате распределения того же количества потребляемой воды, что и указанное.

Рекомендуемые методы и технологии орошения имеют следующие преимущества:

- сохраняется зернистость и комковатая структура почвы;
- в результате резкого уменьшения потерь воды на фильтрации, протекающей под активным слоем, коэффициент использования воды увеличивается до 0,98, причем в поверхностный сброс воды обязательно прекращается[4];
- экономия воды на 2-2,5 тысячи кубометров воды больше с гектара, чем при использовании существующих методов и технологий орошения.
- производительность труда поливальщиков увеличивается на 10-12 раза;
- в ирригационной системе нет необходимости в дополнительных очистных сооружениях, так как нет высокой потребности в осветленной воды;
- коэффициент увлажнения по длине под рядами рассады будет не менее 0,95.

Поскольку строительство ирригационных сетей является простым и понятным, то можно подготовить и построить в хозяйствах из полиэтиленовых труб, имеющихся в промышленном производстве.

Благодаря тому, что предлагаемая оросительная техника и технология состоит из трубчатой сети, появляется возможность автоматизировать производственный процесс и обеспечить точность и регулярность учета воды, что является одной из насущных потребностей сегодняшнего дня [5].

Список литературы:

1. Сурин В.А., Сабитов А.У., Зухриддинов С.С. Техника самотечного полива на террасированных склонах. Мелиорация и водное хозяйство. Москва №4,1995.ст 24...26.
2. Костяков А.Н. Основы мелиорации-М.Сельхозгиз, 1960, 622 с.
3. Ubaydullayevich S.A. et al. NON-TRADITIONAL IRRIGATION OF TERRACED ADYR SLOPES IN THE CONDITIONS OF THE FERGANA VALLEY //PalArch's Journal of Archaeology of Egypt/Egyptology. – 2020. – Т. 17. – №. 6. – С. 3340-3348.
4. Сабитов А., Хакимов А. РАЦИОНАЛЬНЫЙ СПОСОБ ОСВОЕНИЯ СКЛОНОВЫХ МАССИВОВ // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2019. – №. 12-2. – С. 129-132.
5. Сабитов А.У. Техника и технология поверхностного полива интенсивных садов на террасированных склонах Ферганской долины. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, Москва 1991.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОЧВ САЗОВОЙ ЗОНЫ В ЕСТЕСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Хакимов Абдурасул

канд. техн. наук, доцент

Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологии,

Республика Узбекистан, г. Андижан

E-mail: Khamidov20101995@gmail.com

Карабаев Анваржон Нейматжанович

канд. техн. наук, доцент

Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологии,

Республика Узбекистан, г. Андижан

SPECIFIC FEATURES OF SOIL FORMATION IN THE SAZ ZONE UNDER NATURAL CONDITIONS

Abdurasul Khakimov

Candidate of technical sciences

of Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies,

Uzbekistan, Andijan

Anvarzhon Karabaev

Candidate of technical sciences

of Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies,

Uzbekistan, Andijan

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрены процессы почвообразования с учетом гидротермических и биологических факторов с учетом местных условий. Установлено, что процесс выветривания, как первая стадия почвообразования в естественных условиях протекает при близком залегания уровня грунтовых вод и скомпенсированном гидротермическом режиме.

ABSTRACT

The work considers the processes of soil formation, taking into account hydrothermal and biological factors, taking into account local conditions. It has been established that the process of weathering, as the first stage of soil formation in natural conditions, proceeds with a close occurrence of the groundwater level and a compensated hydrothermal regime.

Ключевые слова: водный и солевой режимы, гидротермический и биологический факторы, почвообразования, гумус, грунтовые воды, процесс выветривания.

Keywords: water and salt regimes, hydrothermal and biological factors, soil formation, humus, groundwater, weathering proc.

При оценке мелиоративных особенностей различных почв, обычно ограничиваются рассмотрением водного и солевого режимов и балансов, а процессы почвообразования в принципе не рассматриваются. В целом, анализ основных процессов почвообразования исключительно важен, особенно при решении мелиоративных задач направленные на повышение плодородия почв. Основные свойства почв являются результатом взаимодействия их с элементами географической среды [1].

Среди факторов, определяющих особенности различных типов почв, а также направленность и интенсивность почвенно – мелиоративных процессов,

большую роль играют гидротермические и биологические режимы. Наиболее отчетливым проявлением влияния этих факторов на процессы почвообразования, применительно к крупным природным зонам, являются широтно – поясные закономерности в размещении почв, связанные, прежде всего, с характером баланса вещества и энергии [1,2].

Вместе с тем, при рассмотрении почвенного покрова в пределах одной природной зоны необходимо учитывать, что формирование разновидностей почв зависит не только от общезональных факторов, но и от местных факторов внешней среды и в первую

очередь, от гидрогеологических и гидрохимических условий [3].

Перечисленные факторы оказывает прямое воздействие на почвы, формируя их водно – солевой режим и процессы почвообразования, включающие механическое и физико – химическое выветривание горных пород, гумусонакопление, превращение и миграцию минеральных и органических продуктов почвообразования.

Для выявления общих закономерностей, характеризующих направленность и интенсивность почвенно – мелиоративных процессов в сазовых почвах Ферганской долины необходимо рассмотреть указанные выше явления и зависимость их от природных условий.

Механическое и физико – химическое выветривание представляет самую первую стадию почвообразования. Тесная связь почвообразования с процессами выветривания вошла в Докучаевское определение почвы, как продукта преобразования горных пород, в результате совместного воздействия биологических и климатических факторов [1, 2].

В процессе выветривания происходит механическое раздробление и увеличение дисперсности горных пород, растворение и обогащение растворов

солями Ca, Mg, Na, K и др., что сопровождается уменьшением внутренней энергии и резким увеличением свободной энергии минеральной части пород. Эти процессы играют большую роль в почвообразовании, определяя такие важные свойства, как способность к ионообменной сорбции и образованию агрегатов. Продуктивность почв тем больше, чем меньше величина внутренней энергии и больше величина свободной энергии минеральной части [1]. Следовательно, в качестве критерия оценки интенсивности выветривания горных пород как первой стадии почвообразования, целесообразно использовать показатели, характеризующие изменение внутренней энергии минеральной части, и сопоставить их с гидрометрическим режимом территории и степенью дисперсности почв.

Анализ величин внутренней энергии минеральной части различных почв показывает, что основная часть ее приходится на долю SiO_2 (до 85 %) [1,2]. Поэтому для общей оценки процесса выветривания обычно принимают отношение $\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$. Уменьшение отношения $\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$ свидетельствует об усилении процесса выветривания.

Рисунок 1. Зависимость отношения $\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$ от гидротермического режима

На рис.1 приведена зависимость отношения $\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$ от гидротермического режима (R/LOC). Приведенные данные показывают, что минимальные значения $\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$ характерны для скомпенсированного гидрометрического режима (луговые почвы), то есть для близкого залегания грунтовых вод, когда $\frac{R}{L(OC+E_2)} \sim 1,0$. По мере увеличения засушливости величина $\frac{\text{SiO}_2}{\text{R}_2\text{O}_3}$ возрастает и при $R/LOC = 3$ достигает максимума.

Следовательно, процесс выветривания, как первая стадия почвообразования, в естественных условиях протекает наиболее интенсивно при близком залегании грунтовых вод и скомпенсированном гидрометрическом режиме. Увеличение уровня грунтовых вод снижает интенсивность выветривания горных пород. Это подтверждается данными по содержанию в почвах илстой фракции ($d < 0,001\text{мм}$) (рис.2). Максимальное содержание илстой фракции наблюдается в луговых почвах, формирующихся при близком залегании уровня грунтовых вод.

Рисунок 2. Зависимость дисперсности почв от отношения $\frac{SiO_2}{R_2O_3}$ и $\frac{R}{LOs}$ по Волобуеву

С гидротермическим и гидрохимическим условиями тесно связан процесс накопления в почвах органического вещества. Обобщение имеющихся данных показывает, что накопление гумуса в почвах Ферганской долины становится ведущим процессом только в гидроморфных условиях, при близко залегающих пресных (1...3 г/л) грунтовых водах, то есть в луговых почвах при $R/LOs = 1,0$. По мере снижения уровня грунтовых вод и ухудшения водного режима наблюдается снижение содержания гумуса в лугово-

сероземных и особенно сероземных почвах [1,2,5] (рис.3).

Снижение уровня грунтовых вод и изменение гидротермического режима существенно влияет и на состав гумуса. Для луговых почв характерно наиболее значительное содержание гуминовых кислот и пониженное содержание фульвокислот, что определяет и большую ценность гумуса этих почв, по сравнению с другими.

Рисунок 3. Зависимость содержания гумуса (1) и величина ППК (2) от гидротермического режима

Следует отметить, что распределение случайных величин отношения C_g/C_f (где C_g и C_f содержание гуминовых и фульвокислот) для светлых сероземов подчиняется нормальному закону, в то время как в лугово-сероземных и особенно луговых почвах-

логарифмически нормальному. Это, по – видимому, объясняется тем, что в лугово-сероземных и луговых почвах определенную роль играет сезонное накопление легкорастворимых солей.

Приведенные данные позволяют количественно оценить очень важный физико-химический показатель различных почв – емкость катионного обмена в зависимости от содержания илистой фракции и гумуса [1].

$$\text{ППК} = 4 + 2x_1 + 0,4 x_2 \quad (1)$$

где ППК – емкость катионного обмена, мг – экв / 100 г;

x_1 – содержание гумуса, %; x_2 – содержание частиц $d < 0,001\text{мм}$, %.

Результаты расчета ППК по выражению (1) хорошо согласуются с экспериментальными данными.

В целом, рассмотрение общих вопросов почвообразования и связи их с природными условиями выясняет о том, что при решении вопросов мелиорации почв сазовой зоны, необходимо учитывать единство почвенного покрова, условия среды и факторов почвообразования.

Список литературы:

1. Ковда В.А. «Основы учения о почвах» т. I, II, Москва, ; Наука 1973 г.
2. Волобуев В.Р. «Система почва мира». – Баку, ; 1974 г.
3. Айдаров И.П. « Методы и технология регулирования водно – солевого и пищевого режимов орошаемых земель» - Диссертация. На соискание ученой степени доктора технических наук. Москва., 1980 г.
4. Киселева И.К. «Регулирование водно-солевого режима почв Узбекистан. Ташкент, Фан, 1973 г.
5. Хакимов А., Сабитов А., Саттиев Ю. Определение влагообмена между почвенными и грунтовыми водами // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2020. – №. 2-2. – С. 86-89.

РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕРВИСНЫХ УСЛУГ

Закиров Вахид Марипович

канд. техн. наук, доц.,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: aliewka4703@mail.ru

Аметова Алие Айдеровна

ассистент,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: aliewka4703@mail.ru

ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF THE SERVICE SERVICE SYSTEMS

Vaxid Zakirov

PhD, dotcent,
Tashkent State Transport University
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Alie Ametova

assistant,
Tashkent State Transport University
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье произведен анализ влияния колебания нагрузки на качественные показатели обслуживания клиентов компаниями при оказании ими различных услуг. Данный анализ основывается на модели теории массового обслуживания. Установлено, что качество обслуживания зависит от выбранной модели системы обслуживания – с потерями и с ожиданием.

Проанализировано влияние колебания нагрузки на показатели качества обслуживания. Полученные результаты позволяют выбрать модель обслуживания клиентов с учетом колебания нагрузки.

ABSTRACT

The article analyzes the influence of load fluctuations on the quality indicators of customer service by companies when providing them with various services. This analysis is based on the model queuing theory. It was found that the quality of service depends on the chosen model of the service system - with losses and with waiting.

The influence of load fluctuations on service quality indicators is analyzed. The results obtained allow us to choose a customer service model taking into account load fluctuations.

Ключевые слова: сервисные услуги, call center, нагрузка, колебания нагрузки, обслуживание с потерями и ожиданием, показатели качества обслуживания.

Keywords: service services, call center, load, load fluctuations, services with losses and expectations, service quality indicators.

Введение

Одной из главных задач при оказании различных сервисных услуг населению (на автомобильном, железнодорожном транспорте) является своевременное, бесперебойное, удобное и качественное обслуживание [8; 9; 14]. Обслуживание клиентов проявляется при обращении за информацией, в процессе приобретения товаров, заказа различных услуг и в

других процессах. Качество обслуживания клиентов существенно зависит от выбранной системы обслуживания и характера (интенсивности) заявок. Всемирная пандемия привела к существенному увеличению заявок к системам дистанционного обслуживания клиентов. Рассмотрим влияние колебания заявок (нагрузки) на эффективность систем обслуживания клиентов в call center.

Метод решения

В настоящее время для организации сервисных услуг часто применяется система единого номера контактных центров – call center. Как указано в [1; 2; 11 или 13], в качестве модели обслуживания заявок в call center можно применять два типа модели – модель с потерями и ожиданием.

Модель с потерями показана на рисунке 1 (М/М/V, где V – число обслуживающих устройств).

Рисунок 1. Математическая модель обслуживания клиентов

Рассмотрим эффективность систем обслуживания заявок для двух моделей – систем с потерями и с ожиданием.

Одной из проблем расчета эффективности работы call-центров является сложность прогнозирования интенсивности поступающих заявок. На рисунке 2 приведена гистограмма изменения поступающих заявок на сервер call center на железнодорожном

транспорте. Из рисунка видно, что поток заявок существенно меняется в течение суток. Колебания поступающих заявок также происходят в течение дней недели, месяца, а также есть сезонное изменение. Кроме того, колебание заявок происходит в экстренных случаях. Для эффективного обслуживания заявок требуется корректировка числа операторов. Но из-за непредсказуемости колебания заявок корректировать число операторов практически невозможно.

Рисунок 2. Гистограмма изменения поступающих заявок на сервер call center на железнодорожном транспорте

На рисунке 3 показан график изменения обслуженной нагрузки одним оператором (удельная обслуженная нагрузка) при $P^I = P^II (> 0)$ и $V^I = V^II = const$, определяемой как:

$a(Y) = Y[E_V(Y) - E_{V+1}(Y)]$ – для систем с потерями;

$a(Y) = Y/V$ – для систем с ожиданием,

где Y – поступающая нагрузка, V^I и V^II – соответственно число обслуживающих устройств в системе с потерями и с ожиданием, $E_V(Y)$ – формула Эрланга, определяемая как:

$$P^I = E_v(Y) = \frac{Y^v}{V!} \cdot \frac{1}{\sum_{j=0}^v \frac{Y^j}{j!}}. \quad (1)$$

$P^II (> 0)$ – вероятность ожидания в системе с ожиданием.

Из графиков видно, что с увеличением поступающей нагрузки удельная обслуженная нагрузка увеличивается. Относительно систем с ожиданием в системе с потерями эта величина увеличивается быстрее. В системе с потерями при равных условиях удельная обслуженная нагрузка выше, чем систем с ожиданием. Так, например, при $P^I = P^II (> 0) = 0,3$ эта разница достигает 10%. Это очень заметно в области больших потерь, где разница достигает 12%.

а)

б)

Рисунок 3. График изменения обслуженной нагрузки при $V=5$ (а) и $V=10$ (б)

Особенностью систем с ожиданием является то, что нагрузка, поступающая в систему, не должна превышать число обслуживающих устройств $Y > V$. Но выполнять это требование не всегда удастся при колебании входящих требований.

Из рассмотренных выше сравнительных анализов для повышения эффективности систем обслуживания заявок в области больших потерь лучше применять систему с ожиданием. Это исключает скопление большого числа ожидающих заявок на входе системы при резких повышениях количества заявок.

Заключение

В области малых потерь разница систем обслуживания заявок с потерями и ожиданием практически очень мала. Клиенты также не замечают небольшое ожидание начала обслуживания. Но в области больших потерь, что возникает при резком увеличении количества поступающих требований, время ожидания начала обслуживания резко увеличивается. Это приводит к образованию бесконечного числа ожидающих заявок на входе системы, которое может привести к неэффективному занятию каналов и линии доступа и неудобству использования клиентами услуг call-центров.

Список литературы:

1. Закиров В.М. ОХК назариясини моделларини транспорт хизмати кўрсатишда қўллаш // Resplbuka miqiyosdagi il.mly-amaliy anjumani maqolar to'plami. – 2021. – С. 153–155.
2. Закиров В.М., Аметова А.А. Оценка качественных показателей процесса обслуживания на железнодорожном транспорте // The scientific heritage. – 2021. – № 66. – Р. 36–39.
3. Корнышев Ю.Н., Фан Г.Л. Теория распределения информации. – М. : Радио и связь, 1985. – 250 с.
4. Курбанов Ж.Ф., Колесников И.К., Яронова Н.В. Основы цифровой и интеллектуальной системы железнодорожной связи // The Scientific Heritage. – 2020. – № 55-1 (55). – С. 26–32.

5. Курбанов Ж.Ф., Колесников И.К., Яронова Н.В. Современная цифровая связь железной дороги // The Scientific Heritage. – 2020. – № 55-1 (55). – С. 23–26.
6. Лившиц Б.С., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. Теория телетрафика : учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://files.radioscanner.ru/files/download/file3900/teoria_teletrafika.pdf.
7. Ложковский А.Г. Теория массового обслуживания в телекоммуникациях : учебник. – Одесса : ОНАС им. А.С. Попова, 2012. – 112 с.
8. Предводителева М.Д. Подходы к управлению качеством услуг: фокус на потребителе / М.Д. Предводителева, О.Н. Балаева // Менеджмент в России и за рубежом. – 2005. – № 2. – С. 90–100.
9. Управление и организация в сфере услуг / К. Хаксевер [и др.]; пер. с англ. под ред. В.В. Кулибановой. 2-е изд. – СПб. : Питер, 2002. – 752 с.
10. Яронова Н.В., Аметова А.А. К вопросу организации клиентской радиосвязи на железнодорожном транспорте // Вестник ТашИИТ. – 2020. – № 2. – С. 132–139.
11. Яронова Н.В., Аметова А.А. Построение «smart» электросети с применением инновационных технологий // Universum: технические науки. – 2021. – № 9 (90) – С. 53–57.
12. Yaronova N.V., Ametova A.A., Mirzaeva A.B. Application of computer-aided design systems for calculating the parameters of stationary antennas in the hectometer range // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 5-1 (73). – С. 107–113.
13. Zakirov V.M., Mirsagdiyev O.A. Development of a mathematical model for determining the quality indicators of railway service // Мухаммад ал-хоразмий авлодлари. – 2021. – № 1 (15). – С. 131–134.
14. Zeithaml V.A. Delivering Quality Service: Balancing Customer Perceptions and Expectations / Valarie A. Zeithaml, A. Parasuraman, Leonard L. Berry. – New York : The Free Press, 1990. – 238 p.

СТАТЬЯ УДАЛЕНА ПО ЗАПРОСУ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ

СТАТЬЯ УДАЛЕНА ПО ЗАПРОСУ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ

СТАТЬЯ УДАЛЕНА ПО ЗАПРОСУ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ

СТАТЬЯ УДАЛЕНА ПО ЗАПРОСУ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ОБЪЕКТОВ СЕТИ СВЯЗИ**Ращепкин Александр Сергеевич**

сотрудник,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орёл,
E-mail: sans115@mail.ru

Лазарев Илья Александрович

сотрудник,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орёл

Хусаинов Руслан Марсович

сотрудник,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орёл

Дуванов Алексей Александрович

сотрудник,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орёл

**METHODOLOGY FOR ASSESSING THE BANDWIDTH
OF COMMUNICATION NETWORK OBJECTS****Alexander Rashchepkin**

Employee,
FSO Academy of Russia,
Russia, Orel

Ilya Lazarev

Employee,
FSO Academy of Russia,
Russia, Orel

Ruslan Khusainov

Employee,
FSO Academy of Russia,
Russia, Orel

Alexey Duvanov

Employee,
FSO Academy of Russia,
Russia, Orel

АННОТАЦИЯ

В статье представлена методика оценки пропускной способности объектов сети связи, которая может быть использована для поддержки принятия решений должностными лицами органов управления связью на этапах планирования и оперативного управления.

ABSTRACT

The article presents a methodology for assessing the capacity of communication network facilities, which can be used to support decision-making by officials of communication management bodies at the planning and operational management stages.

Ключевые слова: сеть связи, объект связи, пропускная способность.

Keywords: communication network, communication object, bandwidth.

Введение

Непременным условием эффективного государственного управления является наличие развитой инфокоммуникационной инфраструктуры. В Российской Федерации такой инфокоммуникационной инфраструктурой является информационно-телекоммуникационная сеть связи (ИТКС), основу которой составляют стационарные и мобильные объекты.

В связи с этим возникает необходимость решения с системных позиций широкого спектра задач анализа и научного обоснования технико-экономических и структурных решений по построению, поддержанию в работоспособном состоянии и развитию объектов ИТКС.

В повседневной деятельности лиц органов управления связью на этапах планирования и оперативного управления возникает необходимость оперативно решать задачи по определению основных характеристик качества процессов функционирования объектов сети связи, к которым относятся: пропускная способность; число каналов и обслуживающих приборов коммутационных центров необходимое для обеспечения связи; качество обслуживания источников вызовов (абонентов), выражающееся через вероятности потерь вызовов (заявок) или превышения заданного времени ожидания обслуживания; количество и длительность подлежащих передаче сообщений, определяющих нагрузки сетей связи.

Необходимость решения аналогичных задач возникает также на этапе проектирования и модернизации объектов сети связи при обосновании решений по выбору алгоритмов и режимов функционирования коммутационных систем (КС), развертыванию (аренде) необходимого числа линий (каналов) в информационных направлениях (ИН), применению той или иной техники или технологии и др.

Обзор литературных данных

Анализ теории проектирования и планирования сетей связи показал, что применение существующих в рассматриваемой предметной области моделей и методик [1-3] для решения этих задач ограничивается, так как они не учитывают ряд особенностей, связанных с требованиями к системам связи, принципами их построения и условиями функционирования в ИТКС.

Основными из особенностей являются следующие:

- специфика построения и применения коммутационных систем;
- малое число пользователей и их группирование по категориям;
- ограниченный каналный ресурс информационных направлений;
- дифференцированные требования к качеству обслуживания для различных категорий пользователей и видов служб.

Данные факторы в совокупности определяют необходимость уточнения известных моделей и методик для оценки эффективности функционирования объектов сети связи, легко адаптируемых для

различных проектных и управленческих ситуаций, связанных с анализом и синтезом систем связи, а также обоснованием принимаемых решений при организации связи.

При этом решение данной задачи основывается на математическом моделировании с привлечением методов теории вероятности и математической статистики, теории телетрафика и систем распределения информации (систем массового обслуживания – СМО).

С целью поддержки принятия решений должностных лиц, решающих выше указанные задачи, разработана методика оценки пропускной способности объектов сети связи. В основе предлагаемой методики лежит структурно-функциональный подход.

В качестве одного из основных показателей качества процессов функционирования наряду с экономическими (капитальными затратами, эксплуатационными расходами) для сравнения и анализа объектов сети связи (КС и отдельных пучков линий связи) предлагается использовать такой технический показатель, как пропускная способность.

Под пропускной способностью КС понимается интенсивность обслуженной ею нагрузки при заданном качестве обслуживания [1, 2]. Вместе с пропускной способностью всей системы можно рассматривать пропускную способность отдельных ИН, линий и среднюю пропускную способность одной линии. Эти величины называют использованием и средним использованием линий.

При этом, пропускная способность объекта сети связи зависит от свойств поступающих потоков вызовов, закона распределения времени обслуживания, структуры и емкости КС и способа включения ее выходов, дисциплины обслуживания вызовов и установленной нормы качества обслуживания.

Методика оценки пропускной способности объектов сети связи

Особенностью настоящей методики является то, что она на основе использования разработанных и уточненных в [4,5] аналитических моделей СМО позволяет учесть формирование на объектах сети связи как простейшего (число источников вызовов стремиться к бесконечности), так и примитивного (малое число источников) входных потоков заявок. При этом условием применимости моделей СМО с примитивным или простейшим потоком выступает неравенство [1-3]:

$$\begin{cases} N \geq 15 \cdot V, & \text{условие формирования в СМО простейшего потока} \\ N < 15 \cdot V, & \text{условие формирования в СМО примитивного потока} \end{cases} \quad (1)$$

где: N – число источников вызовов; V – число обслуживающих приборов (каналов или линий связи).

Важность учета выражения (1) заключается в том, что при решении тех или иных задач аппроксимация входных потоков вызовов на объектах сети связи при выполнении неравенства $N < 15 \cdot V$ моделью

простейшего потока, получившей наибольшее распространение в теории телетрафика, в большинстве случаев вносит погрешность более 1 %, при этом она значительно возрастает при уменьшении числа источников вызовов [1-3], что в свою очередь отражается на точности получаемых результатов. Это обусловлено тем, что существенное влияние на формирование потоков в ИТКС, и в частности на КС объектов сети связи, оказывают система пунктов управления, а также их количественный состав. Исходя из этого и в соответствии с положением теории телетрафика, входной поток вызовов от ограниченного (конечного) числа пользователей с большей степенью приближения описывается моделью примитивного потока.

Вместе с тем на отдельных элементах объектов сети связи происходит концентрация пользовательской и транзитной нагрузки, а также нагрузки взаимодействующих подсистем (например, спутниковой и подвижной радиосвязи), что создает условия для формирования простейшего потока вызовов. Все это требует использования для оценки пропускной способности и качества обслуживания вызовов на объектах сети связи моделей СМО как с простейшим, так и, особенно, с примитивным входящим потоком.

Дисциплина обслуживания характеризует алгоритм взаимодействия поступающего потока вызовов с системой обслуживания. При этом под дисциплиной понимается порядок и способ обслуживания.

Для объектов сети связи характерно деление абонентов на категории. Каждой категории предоставляется различный приоритет в пользовании услугами систем распределения информации. Заявки от абонентов одной и той же категории обслуживаются в порядке поступления (первым пришел – первым обслужен). Кроме того, современные условия характеризуются динамичным изменением состава предоставляемых на объектах сети связи служб и услуг электросвязи, что приводит к тому, что приоритеты могут назначаться как по категориям пользователей, так и по видам служб.

В соответствии с принятой системой приоритетов на объектах сети связи применяются три основных способа обслуживания: без потерь (для абонентов

наивысшей категории), с явными потерями, с ожиданием (с условными потерями). При этом выбор способа обслуживания зависит от категории абонента (вида службы).

Для определения пропускной способности объекта сети связи нормируется величина потерь или на каждое ИН, или для источников каждой категории, или на КС в целом. Чем больше допустимая норма потерь, тем больше пропускная способность и хуже качество связи. Поэтому основным фактором, который необходимо учитывать при анализе пропускной способности объектов сети связи, является качество обслуживания вызовов.

Для СМО с явными потерями основной характеристикой качества обслуживания является вероятность потери вызова, а вспомогательными – вероятности потерь по времени и по нагрузке; для СМО с ожиданием – вероятность ожидания заявки свыше допустимого времени, а также вероятность и среднее время ожидания вызова в очереди.

Для оценки пропускной способности в первом случае нормируется вероятность потери вызова (блокировки), во втором – вероятность ожидания свыше допустимого времени. При этом используются значения интенсивностей нагрузки на входе и выходе, а также их разность: интенсивности поступающей, обслуженной и потерянной нагрузок.

Процедура оценки пропускной способности представлена на рисунке 1 и включает следующие основные этапы: ввод исходных данных, выбор модели СМО, расчет и вывод результатов.

В зависимости от принятой модели входного потока вызовов (1), порядка и способа обслуживания для расчета используются аналитические модели шести основных типов СМО (см. рис. 1): $M_i/M/V/L$, $M_i/M_i/V/L$, $M_i/M/V/K$, $M/M/V/L$, $M/M_i/V/L$, $M/M/V/K$. Для удобства обозначения типов СМО использована уточненная с позиции теории телетрафика символика Кендалла - Башарина [1].

Разработанные и используемые в методике модели СМО являются достаточно универсальными и позволяют получить решение в ряде стандартных проектных и управленческих ситуаций.

Рисунок 1. Процедура оценки основных характеристик качества функционирования объектов сети связи

Разработанные и используемые в методике модели СМО являются достаточно универсальными и позволяют получить решение в ряде стандартных проектных и управленческих ситуаций. Так, они могут быть применены для анализа характеристик функционирования КС как линий связи первичной сети (проводных, радио- (спутниковых), радиорелейных и тропосферных), так и каналов вторичной сети (телефонных, телеграфных и передачи данных). При соответствующем выборе значений структурных и нагрузочных параметров модели СМО позволяют оценить пропускную способность и основные показатели качества обслуживания абонентов как на стационарных объектах сети связи, так и комплексных аппаратных многофункциональных мобильных узлов связи, создание и совершенствование которых в настоящее время является одной из приоритетных задач. При этом могут быть учтены режимы и виды коммутации (коммутация каналов – пакетов, одноканальная – многоканальная), порядок (с приоритетами – без приоритетов) и способы (автоматический – полуавтоматический) установления соединений, а так же другие особенности функционирования объектов сети связи на различных этапах развития сетей электросвязи: интегрированной цифровой сети (IDN), узкополосной (N-ISDN) и широкополосной цифровой сети с интеграцией служб (B-ISDN). Кроме того, эти модели могут быть использованы для расчета вероятностно-временных характеристик функционирования современных КС. Таким образом, настоящая методика оценки пропускной способности

объектов сети связи может быть использована для поддержки принятия решений должностных лиц органов управления связью на этапах планирования и оперативного управления. Она позволяет выработать научно-обоснованные решения в ряде стандартных проектных и управленческих ситуациях, когда в зависимости от этапа деятельности (планирование, оперативное управление, проектирование) требуется определить один неизвестный параметр по нескольким известным. Так например, на этапе планирования исходя из требований к качеству обслуживания с учетом поступающей нагрузки ищется требуемое число каналов в ИН, а на этапе оперативного управления в зависимости от выхода каналов из строя и поступающей нагрузки оценивается вероятность вхождения в связь в соответствующих ИН. Таким образом, в зависимости от ситуации задача может быть решена как в прямой, так и обратной постановке.

Кроме того, предложенные математические модели и методика могут быть использованы для научного обоснования выбора алгоритмов и режимов функционирования КС объектов сети связи, а также решений по применению той или иной техники или стека телекоммуникационных протоколов при проектировании и модернизации ИТКС или ее отдельных сегментов.

Выводы

В заключении, необходимо отметить, что применяемые в методике модели СМО и методы расчета их характеристик не являются альтернативными для

получения решения в любой ситуации. Новые аспекты, возникающие при проектировании и планировании сетей связи и других видов связи на базе современных телекоммуникационных технологий, ведут к усложнению типов СМО и обуславливают необходимость постоянного уточнения и разработки

новых моделей и методов расчета, учитывающих устойчивую тенденцию к интеграции и расширению спектра предоставляемых служб и услуг электросвязи на основе внедрения современных информационно-телекоммуникационных технологий.

Список литературы:

1. Корнышев Ю.Н., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. Теория телетрафика. –М.: Радио и Связь, 1996. –270 с.
2. Меликов А.З. Телетрафик: модели, методы, оптимизация. –К.: ИПК Политехника, 2007 г. – 256 с.
3. Ершов В.А., Ершов Э.Б., Ковалев В.В. Метод расчета пропускной способности звена Ш-ЦСИС с технологией АТМ при мультисервисном обслуживании. - М.: Электросвязь, № 3, - 2000, - С. 20-23.
4. Пшеничников А.П. Теория телетрафика. - М.: Изд-во ЛитРес, - 2018.
5. Королёв А.В. Модель СМО с ожиданием, ограничениями по длине очереди и времени ожидания, потерями, абсолютными приоритетами и ненадежными каналами // Сборник научных трудов Академии ФАПСи, № 12, - Орел: Академия ФАПСи, - 2001, - С. 55-68.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ GPS – МОДУЛЕЙ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАЮЩИМИ АППАРАТАМИ

Яронова Наталья Валерьевна

канд. техн. наук, доцент
Ташкентского государственного транспортного университета,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: tatotchka83@list.ru

Аметова Алие Айдеровна

ассистент
Ташкентского государственного транспортного университета,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: aliewka4703@mail.ru

USING GPS MODULES FOR DATA TRANSMISSION BY UNMANNED AERIAL VEHICLES

Natalya Yaronova

PhD, assistant professor,
Tashkent State Transport University,
Uzbekistan, Tashkent

Alie Ametova

Assistant
Tashkent State Transport University,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассмотрен вопрос организации передачи данных беспилотными летающими аппаратами при использовании сети на базе GPS [1, 2]. Построен алгоритм бортового оборудования, для того чтобы определить, как именно происходит передача информации от бортового оборудования [3-11].

ABSTRACT

This paper considers the issue of organizing data transmission by unmanned aerial vehicles using a GPS-based network [1, 2]. An algorithm for onboard equipment has been built in order to determine exactly how information is transmitted from onboard equipment [3-11].

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, сети на базе GPS, GPS-модуль, приём – передающий модуль, барометр, наземное и бортовое устройство.

Keywords: unmanned aerial vehicle, GPS-based networks, GPS-module, receiving - transmitting module, barometer, ground and on-board device.

Основная часть

На рис. 1 представлен алгоритм бортового программного обеспечения (ПО).

Первый этап блок-схемы – «начало». На данном шаге происходит включение устройства.

Далее идет инициализация. Здесь микроконтроллер задействует все имеющиеся библиотеки [2], позволяющие вести работу с модулями устройства. Само устройство получает свой IP-адрес и MAC-адрес, рабочему порту присваивается значение. Формируется буферный пакет, для возможности получения запроса. Основным используемым переменным

присваиваются имена для контакта с GPS-модулем создается RX TX, а точнее UART-интерфейс.

Происходит проверка работоспособности всех модулей, входящих в состав устройства, устанавливаются стартовые параметры, создаются объекты для барометра, Ethernet-модуля и GPS-модуля. Начинается основной цикл программы, который будет функционировать на протяжении всей работы устройства. В начале цикла, обнуляются все переменные, чтобы избежать возможных будущих ошибок или некорректной работы устройства. Далее проводится проверка.

Возможна ситуация, когда GPS-модуль будет не в состоянии получить координаты. Такое возможно при отсутствии связи со спутниками или недостаточном их количестве. В этом случае при ответе на

запрос ширина и долгота будут равны 0 и будет проходить проверка сначала цикла до тех пор, пока не появится связь.

Рисунок 1. Алгоритм бортового ПО

Основная задача данного ПО для наземной станции (НС) – получение информации, отправка запросов и анализ всей полученной информации.

Аналогично с ПО на БПЛА блок «начало» НС отвечает за включение устройства. Инициализация так же задействует основные библиотеки, устанавливает все начальные переменные. Здесь обозначаются основные параметры для ППМ, а именно: IP-хост, логин и пароль для получения доступа к данным описывающим уровень сигнала. Также обозначается используемый IP-адрес и номер порта, фиксируется время начала работы устройства.

Начинается основной цикл. В этом блоке ПО создает канал связи с приёмо–передающим модулем (ППМ). Переменная условия, получает данные о настоящем значении времени. В конце цикла значение этой переменной будет скопировано другой переменной для сравнения при новом проходе цикла.

Это сделано для того, чтобы запросы о положении отправлялись на БПЛА не чаще чем с частотой в 1 Гц.

Если время новой переменной не равно времени предыдущей регистрации информации, то происходит выполнение следующих блоков.

Создается запрос местоположения «Location» и передается на БПЛА через ППМ. Далее микро-контроллер выполняет чтение полученных данных. В случае успеха, создается массив данных: широта, долгота и давление. Из полученного ответа формируются две строки. Первая строка содержит время регистрации запроса, координаты и давление. Вторая строка регистрирует время и уровень сигнала.

В следующем блоке проводится расчет высоты, азимута, расстояния до БПЛА и соответствующая поправка, с последующей передачей на ОПУ.

Управление БПЛА происходит посредством ПК оператором. Для связи между системой наведения и ПК было разработано уникальное ПО.

Во время инициализации программа регистрирует время начала работы, начальное положение и давление на НС. Объявляются основные переменные и задаются параметры. Начинается основной цикл, после которого следует основное условие. Это условие осуществляет ожидание, т.е. ожидает сигнал.

Если он отсутствует, то цикл начинается сначала. Когда на ПК поступает сигнал от НС, программа фиксирует полученные две строки, записанные ранее на НС. Открывается файл и в нем фиксируется время с точностью до секунды, координаты и давление, полученные с БПЛА.

В другом текстовом файле, в который также записывается время и уровень сигнала между НС и БПЛА.

После регистрации данных в журналы, ПО проверяет высоту и уровень сигнала на безопасность. Если одно любое из условий срабатывает, то оператор оповещается о соответствующем событии.

Заключение

В будущем подобные системы возможно применять не только БПЛА дальнего действия (более 200 км), но и для проведения противопожарных работ с помощью БПЛА. Подобная практика наблюдается на западе. БПЛА отлично подходят для тушения лесных пожаров, т.к. устройство может проникать в сами очаги пламени и устранять саму причину возгорания.

Система наведения, позволит обеспечить постоянное наведение и контроль летательного аппарата. Стоит подчеркнуть, что аналогичные задачи имеют особую важность для решения задач маркшейдерии и мониторинга открытых горных работ.

Организация связи на базе GPS позволит повысить качество связи между БПЛА и наземной станцией и обеспечить постоянное наведение и контроль летательного аппарата.

Список литературы:

1. Закиров В.М., Аметова А.А., Оценка качественных показателей процесса обслуживания железнодорожного транспорта // The Scientific Heritage. – 2021. – № 66-1 (66). – С. 36-39.
2. Дятлов А.П. Системы спутниковой связи с подвижными объектами: Учебное пособие. Ч.1. Таганрог. ТРТУ. 2004. 95 с.
3. Роенков Д.Н., Плеханов П.А. Подвижная связь 5G // Автоматика, связь, информатика. – 2019. – № 5. – С. 8-12.
4. Роенков Д.Н., Плеханов П.А. Стандартизация требований для систем беспроводной связи // Автоматика, связь, информатика. – 2020. – № 4. – С. 38-42.
5. Роенков Д.Н., Плеханов П.А. Технология ММО для подвижной связи 5G // Автоматика, связь, информатика. – 2019. – № 8. – С. 21-25.
6. Роенков Д.Н., Яронова Н.В. Атмосферные оптические линии связи // Автоматика, связь, информатика. – 2016. – № 11. – С. 7-10.
7. Роенков Д.Н., Яронова Н.В. Технология "стриж" и перспективы ее применения // Автоматика, связь, информатика. – 2017. – № 9. – С. 9-12.
8. Роенков Д.Н., Яронова Н.В. Квантовые линии связи // Автоматика, связь, информатика. – 2019. – № 9. – С. 23-28
9. Яронова Н.В., Аметова А.А. Построение «smart» электросети с применением инновационных технологий // Universum: технические науки. – 2021. – № 9(90) – 1. – С. 53-57.
10. Яронова Н.В., Аметова А.А. Построение «Smart» электросети с применением инновационных технологий // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. 9(90). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12289>
11. Яронова Н.В., Аметова А.А. Построение «Smart» network на основе технологии «region - district – city» // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. 10(91). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12392>
12. Яронова Н.В., Аметова А.А. Построение «Smart» электросети с применением технологии 5G // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. 10(91). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12306>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Яронова Наталья Валерьевна

канд. техн. наук, доцент

Ташкентского государственного транспортного университета,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: tatochka83@list.ru

Аметова Алие Айдеровна

ассистент

Ташкентского государственного транспортного университета,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: aliewka4703@mail.ru

THE USE OF UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR DATA TRANSMISSION

Natalya Yaronova

PhD, assistant professor

Tashkent State Transport University

Uzbekistan, Tashkent

Alie Ametova

Assistant

Tashkent State Transport University

Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассмотрен вопрос организации передачи данных беспилотными летающими аппаратами. Для решения этих задач было рассмотрено использование сети на базе GPS. Разработана система организации связи БПЛА с помощью беспроводной сети передачи данных.

ABSTRACT

This paper considers the issue of organizing data transmission by unmanned aerial vehicles. To solve these problems, the use of a GPS-based network was considered. A system for organizing UAV communication using a wireless data transmission network has been developed.

Ключевые слова: Беспилотный летательный аппарат, сети на базе GPS, GPS-модуль, приём – передающий модуль, наземное и бортовое устройство.

Keywords: Unmanned aerial vehicle, GPS-based networks, GPS-module, receiving - transmitting module, ground and on-board device.

Введение

В настоящее время все более актуальным становятся применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в различных сферах деятельности [2, 15, 16]. Большинство задач, решаемые при помощи беспилотных летательных аппаратов, требуют наличия высокоскоростных линий передачи информации между БПЛА и наземным комплексом управления (НКУ) [1, 3-14, 17, 18].

Актуальность данной работы заключена в том, что для БПЛА требуется надежный, широкополосный канал связи, который возможен лишь при использовании направленной наземной антенны [5-14, 18].

Точное вычисление координат беспилотных летательных аппаратов является одной из важнейшей задачей при их эксплуатации. Прямая связь в диапазонах СВЧ между БПЛА и НКУ возможна только в пределах прямой видимости, что не всегда подходит для различного ландшафта.

Прямая видимость между БПЛА и НКУ может быть достигнута за счет:

- увеличения высоты полета БПЛА;
- увеличения высоты подъема наземной антенны [18].

В этом случае передача информации с высокой скоростью на расстояния более 300 км возможна с

использованием ретрансляционного оборудования, спутниковых систем связи, стационарных систем передачи информации.

Становится актуальным решение следующих задач:

- реализации функции гарантированной доставки;
- реализации адаптивного снижения разрешения видеопотока в зависимости от актуального бюджета канала связи;
- создание адаптивной системы передачи информации, способной эффективно использовать энергетический и спектральный ресурс канала связи.

Для решения этих задач было рассмотрено использование сети на базе GPS [2].

Метод

В БПЛА установлено соответствующее программное обеспечение на выполнение различных задач в автономном режиме, то есть без участия человека. Большинство комплексов с БПЛА, выполняющие автоматический взлет/посадку, используют в качестве основного навигационного датчика системы глобальной спутниковой навигации GPS.

Как правило, на борту БПЛА имеется как минимум две системы связи:

- дуплексная/полудуплексная – аппаратура служит для передачи командно-телеметрической информации;
- симплексная система – передачи информации полезной нагрузки.

Передача командно-телеметрической информации с НКУ на борт БПЛА производится за частую на низкой скорости, так же, как и передача телеметрической информации с борта БПЛА на НКУ. Аппаратура передачи информации полезной нагрузки предназначена для односторонней высокоскоростной передачи информации полезной нагрузки с борта БПЛА на НКУ.

Базовая станция беспроводной системы передачи GPS обеспечивает привязку координат БПЛА и наблюдаемых объектов по сигналам глобальной навигационной системы. Применение двух приёмников, антенны которых разнесены по строительной оси БПЛА, позволяет определить помимо координат значение его курсовой угол [2, 18]. Основная задача заключается в точном вычислении относительных местоположений между каждой принимающей парой и преобразовании этих измерений в трехмерную ориентацию БПЛА. Для достижения ориентации, подобной инерциальному измерительному блоку, необходимо, чтобы относительные расстояния GPS были точными до нескольких сантиметров, а это весьма трудная задача, учитывая, что сегодня GPS работает только с точностью до 1 – 4 метров. Более того, ориентация на основе GPS должна быть точной даже при резких маневрах БПЛА, блокировке сигнала GPS и внезапных сбоях в отсутствии данных.

Для выполнения поставленной задачи была разработана система, изображенная на рисунке 1

Рисунок 1. Система организации связи БПЛА с помощью беспроводной сети передачи данных

Данная система включает в себя два устройства: наземное и бортовое. Основное их отличие заключается в программном обеспечении, которое делает уникальным каждую часть системы. Оба устройства состоят из микроконтроллера, барометра, Ethernet-модуля, GPS-модуля и преобразователя питания. Блок связан с приемо-передающим модулем через Ethernet (RJ45).

Для повышения надежности комплекса БПЛА на борт устанавливают несколько приёмных – передающих модулей (ППМ) различного диапазона и длин волн.

Наземное устройство соединяется с опорно-поворотным устройством (ОПУ), выполняющего наведение антенны на БПЛА.

Наземный и бортовой ППМ отличаются лишь программным обеспечением. Для повышения надежности комплекса БПЛА на борт устанавливают несколько ППМ различного диапазона и длин волн.

Заключение

Система наведения, позволит обеспечить постоянное наведение и контроль летательного аппарата. Стоит подчеркнуть, что аналогичные задачи имеют особую важность для решения задач маркшейдерии и мониторинга открытых горных работ.

В наше время уже не редки случаи доставки различных товаров и вещей при помощи БПЛА. Возможность быстрой доставки без использования услуг курьера значительно ускорит и удешевит процесс. Подобная практика уже проводится компаниями Ebay и Amazon. Подобная система не имеет отечественных аналогов.

Таким образом, система позволяет вести слежение за подвижным объектом и обеспечивает постоянную работу цифрового канала связи. Погрешность составляет 1-2 метра, что мало отражается на рабочем процессе и точности наведения.

Список литературы:

1. Закиров В.М., Аметова А.А., Оценка качественных показателей процесса обслуживания железнодорожного транспорта // The Scientific Heritage. – 2021. – № 66-1 (66). – С. 36-39.
2. Дятлов А.П. Системы спутниковой связи с подвижными объектами: Учебное пособие. Ч.1. Таганрог. ТРТУ. 2004. 95 с.
3. Курбанов Ж.Ф., Колесников И.К., Яронова Н.В. Основы цифровой и интеллектуальной системы железнодорожной связи // The Scientific Heritage. – 2020. – № 55-1 (55). – С. 26-32.
4. Курбанов Ж.Ф., Колесников И.К., Яронова Н.В. Современная цифровая связь железной дороги // The Scientific Heritage. – 2020. – № 55-1(55). – С. 23-26.
5. Роенков Д.Н., Плеханов П.А. Подвижная связь 5G // Автоматика, связь, информатика. – 2019. – № 5. – С. 8-12.
6. Роенков Д.Н., Плеханов П.А. Стандартизация требований для систем беспроводной связи // Автоматика, связь, информатика. – 2020. – № 4. – С. 38-42.
7. Роенков Д.Н., Плеханов П.А. Технология ММО для подвижной связи 5G // Автоматика, связь, информатика. – 2019. – № 8. – С. 21-25.
8. Роенков Д.Н., Яронова Н.В. Атмосферные оптические линии связи // Автоматика, связь, информатика. – 2016. – № 11. – С. 7-10.
9. Роенков Д.Н., Яронова Н.В. Технология "стриж" и перспективы ее применения // Автоматика, связь, информатика. – 2017. – № 9. – С. 9-12.
10. Роенков Д.Н., Яронова Н.В. Квантовые линии связи // Автоматика, связь, информатика. – 2019. – № 9. – С. 23-28
11. Яронова Н.В., Аметова А.А. Построение «Smart» Электросети с применением инновационных технологий // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. 9(90). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12289>
12. Яронова Н.В., Аметова А.А. Построение «SMART» Network на основе технологии «region - district – city» // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. 10(91). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12392>
13. Яронова Н.В., Аметова А.А. Построение «Smart» электросети с применением технологии 5G // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. 10(91). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12306>
14. Яронова Н.В., Шосалманов А.Х., Ходжамов Ш.Ф. Возможности применения на железнодорожном транспорте технологий беспроводной связи // The Scientific Heritage. – 2021. – № 63-1 (63). – С. 69-72.
15. Kolesnikov I., Yaronova N., Kurbanov J., Khusnidinova N.F., Intelligent railway transport radio communication based on neural networks // Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering (CONMECHYDRO 2021).
16. Kurbanov J.B., Yaronova N.V., Sattarov X.A., Khusnidinova, N.V. Model and device for measuring the parameters of the technological radio communication network in the 'on-line' mode in the signaling and communication laboratory wagon // 2020 International Conference on Information Science and Communications Technologies, ICISCT 2020.
17. Yaronova N.V., Ametova A.A., Mirzaeva A.B. Application of computer-aided design systems for calculating the parameters of stationary antennas in the hectometer range // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2021. – № 5-1 (73). – С. 107-113.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 11(92)
Ноябрь 2021

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, 3

16+