UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

Выпуск: 5(86)

Май 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;

Звезда 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. – № 5(86). Часть 2. М., Изд. «МЦНО», 2021. – 100 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/586>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2021.86.5-2

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2021 г.

Содержание

Машиностроение и машиноведение	5
ПРЕИМУЩЕСТВО ВНУТРЕННЕЙ СИСТЕМЫ ЗАРЯДКИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ	5
Сафаров Жасур Эсиргапович	
Худойбердиев Мухаммад Солих Авлокул угли	
Туйчибоев Бахром Боходир угли	
СИСТЕМА ДОМАШНЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ НА БАЗЕ ARDUINO UNO И GSM С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САМОГЕНЕРИРУЕМОЙ ЗАЩИТЫ ПАРОЛЕМ	9
Холматов Ойбек Олим угли	
Муталипов Фирдавс Улугбек угли	
Металлургия и материаловедение	14
ВЛИЯНИЕ ИНГРЕДИЕНТОВ НА УПРУГО-ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ	14
Тухташева Малохат Нафасовна	
Носиров Миржалол Улжабой угли	
ИЗУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «СЕВЕРНЫЙ КАРАКУТАНСКИЙ»	17
Хужакулов Нурмурод Ботирович	
Иботов Бобур Одил угли	
ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА БИОКЕКА НА ПОКАЗАТЕЛИ СОРБЦИОННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ	20
Хужакулов Нурмурод Ботирович	
Рузиев Улугбек Мамарасулович	
Насирова Нигора Рамазановна	
СОДЕРЖАНИЕ СЕРЫ И УГЛЕРОДА - ОСНОВНОЙ КРИТЕРИЙ УПОРНОСТИ ПЕННОГО ПРОДУКТА ПРОЦЕССА БИООКИСЛЕНИЯ	24
Эргашев Улугбек Абдурасулович	
Хамидов Рустам Абдугафурович	
Нарзуллаев Жахонгир Норбобо угли	
Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы	28
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПУЛЬСОКСИМЕТРОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В ОТДЕЛЕНИИ РЕАНИМАЦИИ НОВОРОЖДЕННЫХ	28
Абдуллажонов Хислатжон Максуджонович	
Исмоилов Рустам Абдумуталович	
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ	32
Кадирова Шарапат Абдувахобовна	
Хасанов Иброхим Яхёжон угли	
Жураев Жалолиддин Каюмжон угли	
ВОЗМОЖНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ СЕРДЕЧНОГО ВЫБРОСА У МЛАДЕНЦЕВ	35
Кодиров Муроджон Абдуманнонович	
Джалилов Дилшод Абдувахитович	
ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМА ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ В НАКЛОННЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРАХ	39
Юсупбеков Нодирбек Рустамбекович	
Юсупов Азамат Алижонович	
Процессы и машины агроинженерных систем	46
КОМБИНИРОВАННЫЙ ВЫПАРНОЙ АППАРАТ С РАЗДЕЛЕННОЙ ГРЕЮЩЕЙ КАМЕРОЙ	46
Артиков Аскар Артикович	
Машарипова Зулхумар Атабековна	
Каримуллаева Марзия Уснатдиновна	

Строительство и архитектура	50
МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА МОДЕЛИ АККУМУЛЯТОРА ТЕПЛОТЫ С ФАЗОВЫМ ПЕРЕХОДОМ ВЕЩЕСТВА Махмудов Рузмат Махмудович Холмуродова Зебо Ибрагимовна Усмонов Шавкат Аззамович Бабаназаров Санжар Шерназович	50
ГОРОД-ЛЕС ИЛИ ГОРОД БУДУЩЕГО ОБРАЗЦА 1934 ГОДА В ИНТЕРПРЕТАЦИИ БЕНДЖАМИНА ЗЕЙЕЛЬШТАДА И РЕДЖИНАЛЬДА ВИЛЕНСКИ Долинская Ирина Марковна Токарева Ангелина Аркадьевна	55
ОТ ИДЕЙ СОРИА-И-МАТА ДО «СИБСТРИМА» И «СТРАТЕГИИ-2030»: ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ПРОЕКТОВ ЛИНЕЙНЫХ ГОРОДОВ И СИСТЕМ РАССЕЛЕНИЯ Долинская Ирина Марковна Полинская Екатерина Романовна Шадринская Елизавета Михайловна Яковенко Елена Михайловна	63
РАЗРАБОТКА СДВИГОУСТОЙЧИВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ ДОРОГ ПУТЕМ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ Махкамов Дилшод Исматиллаевич Иноятлов Қахрамон Муйдинович Абдуразақов Мирзохид Абдурахмонхужаевич Уктамов Сардор Махмуджонович	75
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ Махмудова Дильфуза Абдулазизовна	83
Транспорт	87
ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕМАМИ ПЕРЕВОЗОК В СООТВЕТСТВИИ С ПОТРЕБНОСТЯМИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ Жураев Мухиддин Нортोजиевич Омонов Баходир Шомирзаевич Кенжаев Сирожиддин Нематуллаевич	87
ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ ПУТЕМ ДОБАВКИ ВОДОРОДА К БЕНЗИНУ Исмаилов Жуманиёз Файзуллаевич Джалилов Жавлон Халилович Файзуллаев Абдоржон Жуманиёз угли Юсупов Умрбек Комилжонович	93

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

DOI - 10.32743/UniTech.2021.86.5.11782

ПРЕИМУЩЕСТВО ВНУТРЕННЕЙ СИСТЕМЫ ЗАРЯДКИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Сафаров Жасур Эсирганович

д-р техн. наук, проф.,
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: jasursafarov@yahoo.com

Худойбердиев Муҳаммад Солиҳ Авлоқул угли

ассистент,
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: xmuhammadsolih@inbox.ru

Туйчибоев Бахром Боходир угли

студент,
Ташкентский государственный технический университет имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

ADVANTAGE INTERNAL ELECTRIC VEHICLE CHARGING SYSTEM

Jasur Safarov

d.t.s. prof. Assistant
at the Tashkent state technical University named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Muhammad Khudoyberdiyev

Assistant
at the Tashkent state technical University named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Bakhrom Tuychiboev

Student
of Tashkent state technical University named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье вместо используемых сегодня автомобилей с двигателем внутреннего сгорания изучен энергоэффективный электромобиль, отвечающий современному спросу, выделяющий меньше выхлопных газов в окружающую среду, работающий без шума, обладающий характеристиками динамики вождения, тяги и торможения, стабильностью, безопасностью и высокой комфортностью. Преимущества разработанного нового типа конструкции заключаются в том, что не уменьшается внутренняя мощность, не ограничивается путь, по которому движется электромобиль, его можно перемещать на большие расстояния, подзаряжать, в простоте проведения работ по техническому обслуживанию, высокой управляемости, современности, низкой себестоимости, низкой стоимости запчастей и значительно меньших затратах, безопасности и отсутствии выбросов выхлопных газов в окружающую среду.

ABSTRACT

In the article, instead of the cars with an internal combustion engine used today, an energy-efficient electric vehicle that meets modern demand, emits less exhaust gases into the environment, operates without noise, has the characteristics of driving dynamics, traction and braking, stability, safety and high comfort. The advantages of the developed new type of design are that the internal power does not decrease, the path along which the electric vehicle moves is not limited, it can be moved over long distances, recharged, ease of maintenance work, high controllability, modernity, low cost, low the cost of spare parts and significantly lower costs, safety and the absence of exhaust emissions into the environment.

Ключевые слова: электромобиль, литий-ионные аккумуляторы, инвертор, электродвигатель, верхний редуктор, железный диск, нижний редуктор, генератор, контроллер, редуктор.

Keywords: electric vehicle, lithium-ion batteries, inverter, electric motor, upper gearbox, iron disk, lower gearbox, generator, controller, gearbox.

В настоящее время одним из важнейших мировых технологических новшеств в мире являются электромобили. В последнее время во всем мире наблюдается тенденция к увеличению спроса на автомобили с электрическими двигателями по сравнению с автомобилями с двигателями внутреннего сгорания, одной из основных причин которой является то, что электромобили более экологичны, энергоэффективны, выделяют меньше выхлопных газов в окружающую среду, имеют бесшумные характеристики, хорошую управляемость, более высокую тяговую и тормозную динамику, стабильность, безопасность и высокую комфортабельность [3]. Под электромобилем понимается такое транспортное средство, в котором крутящий момент по оси направления происходит от химического источника обычным способом, а в недавних исследованиях под ним понимается мобильное устройство, которое генерирует электричество в результате дополнительного солнечного излучения или регенерации кинетической энергии во время торможения. Нам известно, что появление электромобилей связано с влиянием исследований, проведенных Фарадеем, на применение его на практике, после открытия электромагнитной индукции. Вообще, первый в мире электромобиль был изобретен за полвека до изобретения двигателя внутреннего сгорания, то есть в 1828 году, венгерским изобретателем Аносом Джедликом. Устройство имело вид компактной тележки, оснащенной обычным электродвигателем. Несмотря на то что по своей простоте и тонкости данное устройство далеко не в состоянии конкурировать с самыми малолитражными автомобилями современности, оно считается первым и смелым шагом в этом направлении, результатом

которого является развитие современных электромобилей. В 2021 году несколько стран мира производят и импортируют электромобили. К таким странам относятся Америка, Китай, Япония, Германия, Нидерланды, Франция, Норвегия и др. Электромобили, производимые в этих странах, могут напрямую конкурировать с автомобилями и используются для перевозки грузов и пассажиров. В ходе эксплуатации электромобилей видны некоторые недостатки, к этим недостаткам можно отнести быстрое снижение емкости аккумулятора в течение короткого периода времени, низкое время использования аккумулятора, недостаточная емкость аккумулятора во время поездок на большие расстояния, невозможность подзарядки, длительное время зарядки аккумуляторов и т.д. [1; 2]. Как известно, электромобили модели Tesla 3, которые сегодня производятся и используются в Соединенных Штатах, состоят из нескольких частей, таких как АС-компрессор, нагреватель, аккумулятор, сервисная панель, электромотор, зарядный кабель, точка питания. Электромобиль Tesla 3 Model передает питание через розетку с помощью специального кабеля на высоковольтную электрическую панель снаружи, устройство подает питание, адаптируясь к батареям. Адаптированный ток быстро заряжается через компрессор, в то время как заряженные батареи передают питание электродвигателю с помощью высоковольтной электрической панели (рис. 1). В такой последовательности работает электромобиль. Недостатком этого электромобиля является высокая стоимость, невозможность подзарядки, недостаток резервной мощности в течение длительного периода времени, высокая стоимость работ по техническому обслуживанию и т. д.

Рисунок 1. Электромобиль Tesla 3 Model

Электромобиль, который мы предлагаем в этой исследовательской работе, состоит из следующих частей: 1 – литий-ионные батареи; 2 – инвертор; 3, 9 – электродвигатель; 4 – верхний редуктор; 5 – железный диск; 6 – нижний редуктор; 7 – генератор; 8 – контроллер; 10 – дифференциальные редукторные устройства (рис. 2). Принцип работы предлагаемого нами электромобиля с внутренней зарядкой следующий: литий-ионные батареи 1, соединенные последовательно и параллельно, используются для генерации общего постоянного заряда, который

передается на инвертор 2 для использования емкостной мощности. Инвертор преобразует постоянный ток в переменный и подает его на электродвигатель 3, который преобразует переменный ток во вращательное движение. Вращательное движение от электродвигателя передается на верхний редуктор 4, редуктор, уменьшая вращательное движение, поступающее от электродвигателя, увеличивая крутящий момент, приводит в движение железный диск 5, где движение передается нижнему редуктору 6.

Рисунок 2. Обзор системы внутренней поддержки электромобиля

С помощью нижнего редуктора вращательное движение уменьшается и передается на генератор 7, в результате преобразования вращательного механического движения в электрическую энергию образовавшийся в генераторе переменный ток одновременно передается на контроллер 8 и электродвигатель 3,

инвертор 2 прекращает подачу питания на электродвигатель 3 для зарядки потерянной мощности батареи 1, контроллер 8 подает переменный ток на электродвигатель 9. Вращательное движение, исходящее от электродвигателя, передается на дифференциальный редуктор 10, управляемый контроллером,

и обеспечивает прямое и обратное движение электродвигателя. Преимущества встроенной системы поддержки электромобилей заключаются в том, что внутренняя мощность не уменьшается, автомобиль имеет неограниченный пробег, может путешествовать на большие расстояния, может заряжаться самостоятельно, в простоте обслуживания, высокой управляемости, современности, низкой себестоимости, меньшем количестве запасных частей и значительно

более низкой стоимости, безопасности и отсутствии выбросов выхлопных газов в окружающую среду.

Вывод. Электромобиль новой конструкции, оснащенный литий-ионным аккумулятором, отвечающим современным требованиям, быстрым и высокоуправляемым, дальнобойным, устойчивым к общим рабочим системам, а также самозарядным, имеет важное значение в автомобильной промышленности в будущем.

Список литературы:

1. Сидиқназаров ва бошқалар Қ.М. Автотранспорт соҳасидаги янгиликлар. Ўқув қўлланма. – Тошкент : Тошкент автомобил йўллари институти, 2006. – 86 б.
2. Шукуров Н.Р. Автомобилсозликнинг истикболли ривожланиш йўналиши / Н.Р. Шукуров, Г.М. Мухамадиев, З.Х. Абиджанов // Молодой ученый. – 2020. – № 13 (303). – С. 267–271 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://moluch.ru/archive/303/68421/> (дата обращения: 22.04.2021).
3. Mirzayev Q.Q., Jo'rayeva G.Sh., Ismatov A.A. Avtotransport vositalarining tuzilishi. O'quv qo'llanma. – Toshkent, 2019.

СИСТЕМА ДОМАШНЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ НА БАЗЕ ARDUINO UNO И GSM С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САМОГЕНЕРИРУЕМОЙ ЗАЩИТЫ ПАРОЛЕМ

Холматов Ойбек Олим угли

*ассистент, Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан*

Муталипов Фирдавс Улугбек угли

*студент, Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: holmator.oybek@bk.ru*

REAL-TIME HOME SECURITY SYSTEM BASED ON ARDUINO UNO AND GSM WITH SELF-GENERATING PASSWORD PROTECTION

Oybek Kholmatorov

*Assistant, Andijan machine-building institute,
Uzbekistan, Andijan*

Firdavs Mutalipov

*Student, Andijan machine-building institute,
Uzbekistan, Andijan*

АННОТАЦИЯ

В этой статье была предложена система домашней безопасности в реальном времени на базе Arduino Uno, использующая самогенерируемую схему защиты паролем. Основная функция этой системы безопасности - обнаруживать присутствие людей и предупреждать пользователя об этом, когда это необходимо, путем отправки текстового сообщения на номер мобильного телефона пользователя, зарегистрированный ранее.

ABSTRACT

This article proposed a real-time home security system based on an Arduino Uno using a self-generated password protection scheme. The main function of this security system is to detect the presence of people and warn the user about this, when necessary, by sending a text message to the user's mobile phone number previously registered.

Ключевые слова: Домашняя безопасность, Arduino Uno, самогенерируемый пароль, модуль GSM, Raspberry Pi.
Keywords: Home security, Arduino Uno, squitter password, GSM module, Raspberry Pi.

Вступление

В эту новую эпоху, в то время как технологии значительно обогатились, рост воровства и воровства оказывает плохое влияние на общество. Хотя было замечено, что за последние несколько лет насильственное проникновение грабителя было уменьшено, но все же проникновение грабителя полностью не уменьшилось. Таким образом, в настоящее время для ограничения и противодействия этой грабительской деятельности внедрение различных устройств безопасности является жизненно важной областью исследований. Устройства безопасности, которые могут быть размещены внутри или снаружи дома для защиты от проникновения, обычно известны как устройства безопасности дома [1]. На раннем этапе звуковая сигнализация была единственным, что использовалось в качестве домашней системы

безопасности. Но из-за развития и развития технологий, а также роста умения грабителей, звуковой сигнализации недостаточно для домашней безопасности. Следовательно, микроконтроллер, а именно. В наши дни популярна система домашней безопасности на базе Arduino, Raspberry Pi, PIC микроконтроллера и т. д. Компоненты, которые используются для домашних систем безопасности: Arduino, GSM, Smart Vault и т. д. По этой причине в настоящее время IoT также используется в качестве домашней системы безопасности [2]. Камера играет важную роль в системе домашней безопасности. В большинстве домов и зданий используются камеры видеонаблюдения, которые фиксируют каждый момент, происходящий внутри, а также окружающую среду [2]. Cyber Security - это система, которая также помогает в обеспечении безопасности, но эта система в основ-

ном используется в офисах, банках и т. Д. В настоящее время банкоматы защищены Cyber Security [1-2]. Глобальная система мобильной связи (GSM) - это система, которая помогает отправлять и принимать как вызовы, так и сообщения с помощью Arduino и другого микроконтроллера [2-3].

Методы

Для реализации данной системы безопасности у пользователя должен быть мобильный телефон с активной SIM-картой. Еще одна SIM-карта также должна быть размещена внутри экрана GSM с возможностью ввода и вывода текстовых сообщений. Экран Arduino Uno, GSM должен храниться внутри дома с включенным источником питания, а датчик движения PIR должен находиться рядом с дверью

или там, где необходимо присутствие человека. На рис.1 представлена принципиальная-схема обработки сигналов предлагаемой работы. Но если микроконтроллер получает правильный пароль, он генерирует новый пароль и отправляет его на телефон пользователя, который будет рассматриваться как новый пароль для следующей операции. Вся процедура описана в следующих пяти этапах; [1]. Работа экрана GSM для отправки предупреждающего сообщения, [3]. Генерация пароля и его обновление пользователем. Теперь в этой предлагаемой работе Arduino Uno использовалась в качестве основного управляющего устройства для всех других компонентов. Схема подключения других компонентов к Arduino объясняется в каждом следующем разделе.

Рисунок 1. Полная принципиальная схема

Таблица 1.

Технические характеристики arduino uno (atmega328))

Рабочее напряжение	5 В
Рабочий ток	50 мА
Ограничение входного напряжения	7-20 В
Рабочая частота	16 МГц
Аналоговый вход / выход, контакт	6
Цифровой вход / выход, контакт	14
Флэш-память	32 Кбайт
SRAM	2 Кбайт
EEROM	1 Кбит

Обнаружение движения датчиком PIR

Пирозлектрический (PIR) датчик движения может обнаруживать изменение инфракрасного излучения, исходящего от более горячего тела, таким образом обеспечивая его присутствие рядом с собой. Этот датчик нуждается в источнике постоянного тока 5-20 В для работы, и если обнаруживается какое-либо движение или изменение инфракрасного

излучения, он обеспечивает высокое выходное напряжение постоянного тока (почти 3,3-5 В), в противном случае этот выходной контакт становится низким (почти нулевое напряжение). Диапазон срабатывания также можно контролировать с помощью ручки регулировки чувствительности, как показано на рисунке [2].

Рисунок 2. Датчик движения PIR

Ввод пароля с клавиатуры

Матричная клавиатура 4×4 используется для ввода вручную 16 символов, а именно. числовые символы между «0-9», алфавит между «A-D» и двумя специальными символами »* и «#», путем нажатия соответствующих клавиш, как показано на рисунке [3]. Теперь, когда нажимается любая

клавиша, активируются соответствующая строка и столбец, и, обнаружив номер строки и столбца, микроконтроллер может прочесть, какая клавиша была нажата. В этой работе пароль из трех цифр должен вводиться пользователем вручную с клавиатуры 4×4 . Этот пароль также был отправлен на мобильный телефон пользователя через экран GSM.

Рисунок 3. Клавиатура 4x4

Работа GSM щита для отправки предупреждающего сообщения

Модем SIM 900 TTL UART, показанный на рисунке 4, представляет собой двухдиапазонный модуль GSM / GPRS с рабочей частотой 900/1800 МГц.

Этот модуль работает от источника постоянного тока 5-20 В и оснащен разъемом SMA с антенной GSM типа L.

Список литературы:

1. Холматов О.О, Муталипов Ф.У, “Создание пожарного мини-автомобиля на платформе arduino” Universum: технические науки журнал, февраль, 2021-г. [https://7universum.com/pdf/tech/2\(83\)/2\(83_1\).pdf](https://7universum.com/pdf/tech/2(83)/2(83_1).pdf)
2. Холматов О.О, Дарвишев А.Б, “Автоматизация умного дома на основе различных датчиков и arduino в качестве главного контроллера” Universum: технические науки: научный журнал, – № 12(81). Часть 1, DOI:10.32743/UniTech.2020.81.12-1.25-28 [https://7universum.com/pdf/tech/12\(81\)/12\(81_1\).pdf](https://7universum.com/pdf/tech/12(81)/12(81_1).pdf)
3. Холматов О.О., Бурхонов З.А. “Проекты инновационных парковок для автомобилей” Международный научный журнал «Вестник науки» № 12 (21) Том 4 ДЕКАБРЬ 2019 г. <https://www.xn----8sbempclcwd3bmt.xn-p1ai/archiv/journal-12-21-4.pdf>
4. Kholmator O.O., Burkhonov Z., Akramova G. “The search for optimal conditions for machining composite materials” science and world International scientific journal, №1(77), 2020, Vol.I http://scienceph.ru/f/science_and_world_no_1_77_january_vol_i.pdf
5. Холматов О.О, Бурхонов З, Акрамова Г “Автоматизация и управление промышленными роботами на платформе arduino” science and education scientific journal volume #1 ISSUE #2 MAY 2020 <https://www.open-science.uz/index.php/sciedu/issue/view/7>

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

ВЛИЯНИЕ ИНГРЕДИЕНТОВ НА УПРУГО-ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИЭТИЛЕНА
ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ*Тухташева Малохат Нафасовна**доцент**Ташкентского химико-технологического института,**Республика Узбекистан, г. Ташкент**E-mail: tuxtasheva@list.ru**Носиров Миржалол Улжабой угли**ассистент,**Янгийерский филиал Ташкентского химико-технологического института,**Республика Узбекистан, г. Ташкент*INFLUENCE ON INGREDIENTS ELASTIC AND STRENGTH PROPERTIES
OF HIGH- DENSITY POLYETHYLENE*Malokhat Tukhtasheva**Associate Professor**of the Tashkent Chemical-Technological Institute,**Republic of Uzbekistan, Tashkent**Mirjalol Nosirov**Assistant, Yangier branch**of the Tashkent Chemical-Technological Institute,**Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В данной статье представлены результаты исследования влияния ингредиентов на упруго-прочностные свойства полиэтилена высокой плотности. Разработанные методами оптимального содержания наполнителя огнестойкие композиционные полимерные материалы обладают достаточно высокими прочностными свойствами и огнестойкостью.

ABSTRACT

This article provides the results to investigate the influence of ingredients on the elastic-strength properties of high density polyethylene. The optimum filler content methods developed fire-resistant composite polymeric materials have sufficiently high strength properties and fire resistance.

Ключевые слова: композиционный полимерный материал, антипирен, песок, мел, наполнитель, механоактивированный, огнестойкий, прочность, ингредиент, волокно.

Keywords: the composite polymer material, a fire retardant, sand, chalk, filler, mechanically activated, flame retardant, the strength, the ingredient fibers.

Введение. В целях получения огнестойких композиционных материалов в состав полимерных композиционных материалов вводят различные наполнители, так как наполненные композиционные полимерные материалы обладают высокой механической прочностью.

Установлено, что, наряду с природными наполнителями, заметное влияние на свойства композиций оказывают форма и размеры его частиц. Несмотря на отсутствие детального объяснения роли формы и

размера частиц наполнителя, в большинстве случаев выяснено, что они оказывают определенное воздействие на прочностные характеристики композиционных материалов [1].

Объекты и методы исследования. В соответствии с такой постановкой задачи нами было исследовано влияние механоактивированного песка и мела на прочностные свойства полиэтилена высокой плотности марки I-0760 (HDPE) с плотностью 0.960 г/см³ и индексом расплава 5,5-8,5 г/10 мин [1].

Для понижения горючести полимерных материалов применяются специальные вещества – антипирены. Как правило, антипирены должны отвечать следующим требованиям: иметь в достаточной степени хорошую совместимость с полимером; не понижать механических и других физических характеристик материала; быть нетоксичными; прозрачными и др. Известно два предположения относительно механизма действия антипиренов: первое – препятствует пиролизу полимера и замедляет выделение горючих газов пиролиза; второе – образует слаблетушие негорючие газы, препятствующие воспламенению газов пиролиза. Антипирены подразделяются на инертные и химически активные. Первые не вступают в реакцию с полимером и образуют с ним однородную физическую смесь. Вторые – вступают в химическую связь с полимером.

Применительно к полимерам хорошей огнестойкостью обладают композиции, содержащие в своем химическом составе P, N, Cl и другие элементосодержащие соединения. Поэтому в качестве ингредиента были использованы олигомерные антипирены, представляющие собой негорючую, нетоксичную сыпучую массу. Они являются гетероцепным полимером, содержащим азотные, фосфорнокислые и хлорные группы, для придания полимерным, древесным материалам огнестойкости (негорючести), а также образованные взаимодействием ортофосфорной кислоты с уротропином и натрий тетраборатадекагидратом (АП-1, АП-2, АП-3, АП-4, АП-5 и АП-6), которые легко совмещаются и впитываются полимерными материалами и придают этим материалам высокую огнестойкость, что имеет важное значение в условиях жаркого климата. Соотношение исходных веществ для АП-1 – АП-3 составляет 1:0,25:0,1 (моль/л), а для АП-4 – АП-6 – 1:0,5:0,2 (моль/л). Компонентами олигомерного антипирена являются

относительно дешевые и доступные отечественные вещества, такие как ортофосфорная кислота, уротропин и натрий тетраборатадекагидрат. Олигомерный антипирен является дешевым и доступным, обладает высокими огне- и атмосферостойкостью, отсутствием выделения токсичных веществ [2].

Качество полиэтиленовых композиций можно улучшить повышением свойств полиэтилена улучшением прочностных характеристик композиций методом механоактивацией минеральных наполнителей. В качестве минеральных наполнителей был выбран чиназский речной песок (удельная поверхность 396 см²/г, насыпная плотность 1461 кг/м³, плотность 2324 кг/м³), который является достаточно мелкозернистым и проходит через сито 0,008, модуль крупности меньше единицы [3-4].

Для снижения стоимости и повышения огнестойкости композиций и экологичности в её состав добавляли мел (карбоната кальция).

Для механоактивации наполнителей была выбрана дисмембраторная установка «Композит 2000», в которой реализуется комбинированный эффект ударно-раскалывающее-истирающего метода.

Механизм усиления полимеров порошкообразными наполнителями - явление чрезвычайно сложное. Наполнители, в зависимости от их природы, могут увеличивать или уменьшать прочностные свойства полимерных композиций. Это подтверждается полученными нами результатами исследований влияния содержания механоактивированного песка и мела на прочностные свойства полиэтиленовых композиций.

Полученные результаты и их обсуждение.

Зависимость прочностных свойств полиэтиленовых композиций от содержания наполнителей - порошковых ингредиентов представлена в таблице.

Таблица 1.

Физико-механические свойства наполненных полиэтиленовых композиций

Композиция	Содержание наполнителя, мас.ч.	Прочность при растяжении, МПа	Относительное удлинение, %	Твердость по Бринеллю, Нб, МПа	Модуль упругости при изгибе, Е _и , МПа	Ударная вязкость, а, Дж/м ²
ПЭВП	-	26,0	1200	45,0	1280	26,0
ПЭВП+ антипирен	2	33,1	1107	53,5	1305	29,5
	4	32,2	1090	58,3	1325	31,3
	6	28,1	910,0	55,4	1350	30,0
	8	25,4	815,4	40,0	1375	25,4
	10	20,4	710,4	30,0	1400	21,4
	12	17,3	607,3	23,1	1420	17,3
ПЭВП+ мел (СаСО ₃)	5	30,5	1280	50,5	1300	32,5
	10	32,8	1080	55,0	1450	35,3
	20	31,4	900	57,0	1530	33,0
	30	28,4	840	59,5	1600	27,4
	40	23,5	725	58,1	1650	22,4
ПЭВП+ кварцевый песок	2	35,1	1100	53,5	1320	31,5
	4	33,2	1000	55,0	1470	33,3
	6	30,1	820	54,5	1590	31,0
	8	21,4	703	52,0	1680	24,4
	10	18,4	520	60,0	1700	20,4
	12	15,3	403	43,1	1750	15,3

Как видно из таблицы, минеральные наполнители - механоактивированный песок и мел в составе полиэтиленовых композиций улучшают механические свойства композиционных материалов и зависимости носят экстремальный характер. В частности, при содержании механоактивированного песка и мела в количестве 6 мас.ч. разрывная прочность повышается в пределах до 50 МПа с увеличением количества вводимых наполнителей. При дальнейшем увеличении содержания наполнителей наблюдается некоторое снижение разрывной прочности полиэтиленовых композиций.

Это объясняется тем, что полиэтилен высокой плотности, воздействуя на процессы взаимодействия с механоактивированным песком и мелом, облегчает смачивание и её растекание по поверхности наполнителя, что является необходимым условием сцепления между частицами песка и мела за счет образования более прочных связей между ними. Кроме того, увеличение разрывной прочности полиэтиленовых композиций объясняется тем, что при механоактивации песка и мела наблюдается изменение их удельной поверхности и неровности поверхности частиц. Это приводит к возникновению условий для создания прочных комплексных связей между полимерной связующей и наполнителями.

Такая же закономерность изменения разрывной прочности полиэтиленовых композиций наблюдалась и при использовании олигомерного антипирена в количестве 2-6 мас.ч. Представленная зависимость разрывной прочности полиэтиленовых композиций от содержания олигомерного антипирена носит экстремальный характер, причем максимум смещается в сторону более высокого содержания в олигомерного антипирена по сравнению с композициями, в которых используются механоактивированный песок и мел.

Таким образом, оптимальное содержание механоактивированного песка, мела и олигомерного антипирена составляет, соответственно, 3-5, 5-10 и 2-6 мас.ч.

Исходя из вышеизложенного нами предлагается для разработки рецептуры полиэтиленовых композиций использовать механоактивированный песок, мел и олигомерный антипирен в этих пределах.

Резюме. Таким образом, определены закономерности влияния содержания механоактивированного песка и мела на прочностные свойства композиционных полиэтиленовых материалов, наполненных олигомерными антипиренами. Установлено, что при содержании механоактивированного песка и мела в количестве 6 -10 мас.ч. прочность находится в пределах 30-35 МПа, а при содержании олигомерного антипирена волокна в количестве 2-6 мас.ч. разрывная прочность повышается и носит экстремальный характер. Причем максимум смещается в сторону более низкого содержания олигомерного антипирена по сравнению с композициями, в которых используются механоактивированные песок и мел.

Проведенные исследования позволили разработать огнестойкие композиционные материалы на основе полиэтилена высокой плотности и различных ингредиентов оптимизированного состава, содержащих олигомерные антипирены и комбинации высокодисперсных ингредиентов - механоактивированных песков и мела. При изучении физико-механических и прочностных свойств разработанных огнестойких композиционных материалов установлено, что они обладают достаточно высокими прочностными свойствами, отвечающими предъявляемым требованиям к композиционным полимерным материалам для сидений автобусов.

Список литературы:

1. Нурметов Т.Ш., Махсумова А.С., Джалилов А.Т. Патент. № IAP 03543. Олигомер антипирен олиш усули. // Расмий ахборотнома, 2004. - №8.
2. Халимов Ш.А. Технология получения армированных композиционных полимерных материалов для газовых баллонов высокого давления на основе местного сырья: Автореф...канд. техн. наук. – Ташкент, 2009. – 26 с.
3. Иноятлов К.М. Разработка эффективных композиционных материалов для асфальтобетонных покрытий дорог и технологии их получения: Автореф... канд. техн. наук. – Ташкент, 2007. – 25 с.
4. Н.С. Абед, Г.Гулямов, С.С. Негматов, М.Н. Тухташева. Конструкционные композиционные полимерные материалы в машиностроении // Композиционные материалы. -Ташкент, 2019. - .№3. – 35-40 с.

ИЗУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «СЕВЕРНЫЙ КАРАКУТАНСКИЙ»

Хужакулов Нурмурод Ботирович

*доц., Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои*

Иботов Бобур Одил угли

*магистрант,
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: boburibotov876@gmail.com*

STUDY AND RESEARCH OF OPPORTUNITIES IMPROVEMENT OF ORE PROCESSING TECHNOLOGY OF THE "SEVERNYY KARAKUTANSKY" DEPOSIT

Nurmurod Khujakulov

*Docent,
Navoi State Mining Institute, independent applicant,
Republic of Uzbekistan, Navoi*

Bobur Ibotov

*Master's student
of the Navoi State Mining Institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi*

АННОТАЦИЯ

В настоящее время практически истощены резервы легкообогащаемого золоторудного сырья. Для хранения объемов добычи драгоценного металла необходимо вовлекать в переработку новые упорные золоторудные месторождения. Одной из основных причин упорности является присутствие сорбционно-активного углеродистого вещества, которое способно образовывать металлоорганические соединения в процессе цианирования и существенно снижать извлечение благородного металла.

В данной статье рассмотрены методы, позволяющие удалять сорбционно-активное углеродистое вещество и снижать потери драгоценных металлов.

ABSTRACT

At present, the reserves of easily enriched gold ore raw materials are practically depleted. To store the volumes of extraction of precious metal, it is necessary to involve new refractory gold deposits in processing. One of the main reasons for persistence is the presence of a sorption-active carbonaceous substance, which is capable of forming organometallic compounds during cyanidation and significantly reducing the recovery of the noble metal.

This article discusses methods for removing sorption-active carbonaceous matter and reducing the residual of precious metals.

Ключевые слова: золотоуглеродистые упорные руды, минералогия, обжиг, химическое окисление, биовыщелачивание, органический углерод, обогащение, раствор, концентрат, раствор, угольные органические депрессанты, сорбционный цианид, чистый металл.

Keywords: carbonaceous refractory gold ores, mineralogy, roasting, chemical oxidation, bioleaching, organic carbon, enrichment, solution, concentrate, solution, coal organic depressants, sorption cyanide, pure metal.

Существуют ряд методов и технологических приемов по снижению содержания сорбционно-активного углеродистого вещества. Предполагается, что методом обесшламливания могут быть выделены в отвальный продукт тонкодисперсные углистые шламы, содержащие незначительные включения золота. Дешламация сокращает объем перерабатываемого

минерального материала до 80 %, повышает содержание золота в исходном материале, снижает расход реагентов при флотации и цианировании, повышает скорость технологических процессов и показатели извлечения золота. Однако, как показывает практика, хвосты обесшламливания могут содержать значительную долю металла, что увеличит потерю золота с технологическими хвостами.

Таким образом, проблема снижения содержания сорбционно-активного углеродистого вещества остается актуальной и требует проведения поиска новых оптимальных технологий.

Сорбция с применением активированного угля или смолы в пульпе

Этот процесс работает по принципу использования более сильного адсорбента аур цианида, чем адсорбент. Углеродистое вещество – в руде. Если более сильный адсорбент используется для руды с низким содержанием углеродистого вещества, метод, вероятно, будет иметь шанс на успех. При использовании гранулированного активированного угля в качестве адсорбента в умеренно упорной руде Карлин около 70 % золота было восстановлено по сравнению с 15 % без использования активированного угля [5]. Ободренный этим, Ньюмонт рассмотрел концепцию извлечения комплекса золота из углеродистого вещества с помощью горячего едкого натрия и перенос его на активированный уголь, добавляемый к выщелачивающему раствору. Когда этот метод был применен к руде Карлин, содержащей 0,8 % органического углерода и 1,5 % пирита при содержании золота 10 г/т, извлечение составило 83 %. Испытания на более упорных рудах Карлин были неудачными. Следовательно, отказались от процесса [5]. С тех пор не сообщалось об использовании этой техники в дальнейших работах. Однако привлекательность этого метода заключается в том, что низкие капитальные и эксплуатационные затраты.

Обжиг

Наверное, самый простой способ уничтожения углеродистого вещества, и, одновременно окисляя сульфидные минералы, в упорных золотых рудах происходит обжиг. Во многих странах этот метод стал единственным жизнеспособным средством превращения упорных руд в золотодобычу на долгие годы. Обжиг легко разлагает углеродистые вещества, и сульфидные минералы превращаются в оксиды, высвобождая при этом золото. Температура обжига многих упорных сульфидных руд варьируется от 550 до 800 °С. Чаще температура составляет от 600 до 700 °С [4].

В течение многих лет обжиг был традиционным методом обработки упорных золотых руд. Таким образом, на ранних этапах оценки различных процессов обработки золотых руд Карлин ряд обжиговых испытаний проводились на рудах. В результате извлечение золота составило 85 и 87%. Из-за относительно низкого извлечения, жестких условий обжарки и высоких требований к капитальным затратам обжиг как жизнеспособный процесс обработки руд Карлин был прекращен [4].

Однако обжарка использовалась на месторождениях Престеа и Ашанти с самого начала 1940-х годов для обработки флотоконцентратов, содержащих углеродистые вещества и золото, замороженных в сульфидные минералы. Любой необоженный углерод перед цианированием промывают мазутом. Достигнутое извлечение золота составляет от 85 до 90% [3].

Флотация и депрессия

Когда небольшое количество золота связано с углеродистым веществом в руде или золото не проявляет естественной плавучести, углеродистое вещество может успешно удаляться флотацией. Например, где преобладают такие условия, как в шахте Маклентайр Поркьюпайн [4].

Для удаления углеродистого вещества перед цианированием успешно применялась флотация. С другой стороны, от флотации отказались как от метода удаления углеродистого вещества из руд Карлин из-за высокого содержания золота в углеродистом веществе. Вместо этого был принят процесс «двойного окисления».

На месторождениях Престеа и Ашанти углеродистое вещество было подавлено с помощью Аеро 633 и крахмала в соответствующих рудниках при плавании сульфидных минералов и свободного золота. Достигнутый коэффициент извлечения флотации варьировался от 85 до 90%. Американская цианидная компания также использовала аналогичную технику для удаления углеродистого вещества из южноафриканской золотоносной руды [4].

Пассивация естественного угля

Определенные органические реагенты, которые избирательно адсорбируются на поверхности активированного угля, были использованы для очистки углеродистого вещества в золотых рудах до цианирования. Керосин, мазут и РВ-2 (пара-нитробензоласалициловая кислота) [4] используются для этой цели. Шахты Kerr Addison использовали эту технику. Известно, что в России использовался РВ-2. На золотых приисках Престеа мазут использовался для гашения любых углеродистых веществ, которые не были полностью обожжены до цианирования. Этот способ, однако, не будет использоваться там, где связаны значительные количества тугоплавкого золота с углеродистым веществом.

Химическое окисление

В настоящее время очень популярны гидрометаллургические методы обработки упорных золотых руд, их исследования и разработки, и они могут в конечном итоге заменить обжиг. Трех методам водного окисления уделяется значительное внимание как в исследованиях, так и в развитии. Это:

- (1) гидрохимическое окисление;
- (2) автоклавное выщелачивание (окисление под давлением);
- (3) биовыщелачивание (биохимическое окисление).

Эти методы применимы к сульфидным и углеродистым рудам.

В гидрохимическом окислении используются сильные реагенты, такие как газообразный хлор или азотная кислота. При автоклавном выщелачивании кислород при высоких температурах (180–220 °С) и давлениях используется для окисления руды. При биовыщелачивании бактерии используются, чтобы катализировать разложение минералов, закрывающих золото.

Гидрохимическое окисление

Окисление с участием хлора. В конце 1960-х годов Горное бюро США продемонстрировало химическое окисление в водной среде. Система может быть использована для уничтожения вредного воздействия углеродистого вещества в золотых рудах. За этим последовало дальнейшее расследование Newport Exploration Company и Карлин. Добывающая компания наконец выбрала два реагента: Cl_2 и гипохлорит натрия. Генерируется электролизом на месте. По очевидным причинам Cl_2 был выбран в качестве окислителя, реагента для обработки руды Карлин [4] (хлор фактически использовался для извлечения золота во второй половине XIX века до появления цианирования). Хлор в настоящий момент используется как окисляющий агент, способный окислять углеродсодержащие вещества и связанный с ним пирит и растворять большую часть свободного золота.

Биоокисление

Биоокисление – это новейший процесс, разрабатываемый для предварительной обработки тугоплавких сульфидов и углеродистых золотых руд. В настоящее время этот метод активно используется многими организациями по всему миру. Недавние

испытания Хатчинса и др. показали, что биовыщелачивание может быть равно или лучше, чем обжиг и окисление под давлением, с точки зрения восстановления и экономики процесса. Основным недостатком этого метода является то, что скорость реакции низкая, и для обработки руды требуются дни, а не часы.

Заключение

В последние два десятилетия возобновился интерес к изучению углеродистых веществ, связанных с золотыми рудами. Результатом этих исследований стало лучшее понимание состава углеродистых руд и способов их обработки. Несколько методов обработки были экономически использованы по трем основным направлениям: (1) удаление углеродистого вещества из золотых руд путем флотации или депрессии, (2) дезактивация углеродистого вещества путем гашения, химического или бактериального окисления и (3) разложение углеродистого вещества при обжиге. Исследования в этих трех областях обязательно будут иметь продолжение в попытке найти наиболее экономичный и экологически приемлемый метод обработки. Процессы, которые по-прежнему будут стимулировать исследования и которые имеют коммерческий интерес, представляют окислительное выщелачивание под давлением и бактериями.

Список литературы:

1. Алампиева Н.Ю. Исследование и освоение эффективных технологий комплексной переработки упорных золотосодержащих руд и концентратов Забайкалья: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Иркутск, 2000.
2. Александрова Т.Н. Удаление сорбционно-активных углеродистых веществ из упорных золотосульфидных руд и концентратов месторождения «Майское» / Т.Н. Александрова, В.Н. Цыплаков, А.О. Ромашев, Д.Н. Семенихин // Обогащение руд. – 2015. – № 4.
3. Afenya P.M. Studies in the processing of a carbonaceous gold ore, Ph.D Thesis. – London : University of London, 1976.
4. Arriagada F.J., Osseo-Asare K. Gold extraction from refractory ores: Roasting behaviour of pyrite and arsenopyrite // V. Kudryk, D.A. Corrigan and W.W. Liang (Ed.). Precious Metals – Mining, Extraction, and Processing. – Warrendale : TMS-AIME, 1984.
5. Guay W.J. The treatment of refractory gold ores containing carbonaceous material and sulphides // W.J. Schlitt, W. Larson and J.B. Hiskey (Ed.). Gold and Silver: Leaching, Recovery and Economics. – New York : SME-AIME, 1981.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВА БИОКЕКА НА ПОКАЗАТЕЛИ СОРБЦИОННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ

Хужакулов Нурмурод Ботирович

доцент,
Навоийского государственного горного института,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: xuja_nur@mail.ru

Рузиев Улугбек Мамарасулович

ассистент,
Навоийского государственного горного института,
Республика Узбекистан, г. Навои

Насирова Нигора Рамазановна

магистрант,
Навоийского государственного горного института,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: nigora.nasirova0502@gmail.com

RESEARCH OF THE INFLUENCE OF BIOCECK QUALITY ON SORPTION LEACHING INDICATORS

Nurmurod Khujakulov

Docent, Navoi State
Mining Institute, independent applicant,
Uzbekistan, Navoi

Ulugbek Ruziev

Assistant, Navoi State
Mining Institute, independent applicant,
Uzbekistan, Navoi city

Nigora Nasirova

Graduate Student, Navoi State
Mining Institute, independent applicant,
Uzbekistan, Navoi city

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются переработки золотосульфидных руд месторождений Кокпатас и Даугызтау. А также повышение качества биокека перед сорбционным процессом, изучение возможности сгущения пульпы реакторов БИОКС с целью снижения остаточного содержания железа и других примесных компонентов в продукте, подаваемом в сорбционный процесс.

ABSTRACT

The article deals with the processing of gold sulfide ores of the Kokpatas and Daugyztau deposits. As well as improving the quality of biokek before the sorption process, studying the possibility of thickening the pulp of BIOX reactors in order to reduce the residual content of iron and other impurity components in the product fed to the sorption process.

Ключевые слова: упорные сульфидные руды, Кокпатас, Даугызтау, переработка, золото, извлечение, выщелачивания, цианирование, золотины, сульфидные минералы, биокек, флокулянт, пирит, арсенопирит, гидролиз, ионы железа.

Keywords: refractory sulfide ores, Kokpatas, Daugyztau, processing, gold, extraction, leaching, cyanidation, gold grains, sulfide minerals, biokek, flocculant, pyrite, arsenopyrite, hydrolysis, iron ions.

Гидрометаллургический завод №3 - одно из основных звеньев Центрального Кызылкумского золотодобывающего и перерабатывающего комплекса в структуре Навоийского Горно-Металлургического Комбината. Это первое крупнейшее предприятие, построенное и введенное в эксплуатацию в первые годы независимости Республики Узбекистан.

Месторождение «Кокпатас» состоит из окисленных и из сульфидных руд, и содержит золото как мелкое, находящееся большей частью в сростках с другими минералами, так и тонко дисперсное, ассоциированное с сульфидами и арсенитами в минералах-носителях, чаще всего в пирите и арсенопирите. Руды этих месторождений относятся к категории так называемых упорных, извлечение из них золота затруднительно и требует специальных технологий.

Выбор месторасположения гидрометаллургического завода по переработке руд месторождений «Кокпатас» и «Даугызтау» в г. Учкудуке был не случайным и глубоко обоснованным. Это было

связанно с близким расположением карьеров месторождения «Кокпатас» от Учкудука, что значительно сокращало транспортные расходы, оперативность доставки рудного сырья к перерабатывающему комплексу.

Технологическая схема получения готовой продукции из упорных сульфидных руд на Гидрометаллургическом заводе №3 предусматривает проведение процесса биоокисления флотоконцентрата и последующую трехстадийную декантационную отмывку биокека перед сорбционным процессом.

После биоокисления продукт содержит значительное количество примесей, такие как ионы хлора, железа, сухие солевые остатки, которые отрицательно влияют на извлечение золота в процессе сорбционного цианирования.

Возможность внедрения дополнительной операции сгущения пульпы реакторов БИОКС перед контуром ПТД позволит вывести из процесса 50÷60% жидкой фазы пульпы.

Рисунок 1. Реакторы гидрометаллургического завода

По действующей схеме ГМЗ-3, пульпа с 6-х реакторов БИОКС поступает в зумпф и далее в промежуточный смеситель, где происходит первоначальное разбавление верхним сливом сгустителя ПТД-2 и отмывка продукта. В промежуточный смеситель подается также серная кислота. Подкисленный до pH - 1÷1,2 продукт последовательно поступает в промежуточные смесители сгустители ПТД-1, ПТД-2, ПТД-3, в которых осуществляется его отмывка от примесей. Для промывки в сгуститель ПТД-3 подается промывная вода с контура оборотной воды цеха

биоокисления. После промывки и сгущения продукт поступает на узел предварительного защелачивания, где уровень pH доводится до 7,5÷8,5 и далее направляется на сгуститель КОВ-2 для сгущения. Сгущенный продукт направляется отделение сорбции КЕ-МИКС для 2-стадии защелачивания и последующего сорбционного выщелачивания.

Схема опытно-промышленных испытаний представлена на рис. 2.

Рисунок 2. Схема испытаний

Перед процессом сорбции биокек подвергается защелачиванию известковым молоком ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) до уровня pH 10,5. Это в свою очередь приводит к выпадению ионов железа (Fe^{3+}) в нерастворимый осадок при pH 2,0÷2,5 в виде гидроксида железа $\text{Fe}(\text{OH})_3$ по реакции:

Гидрооксид железа образует на поверхности частиц минерала пленку, закрывая доступ растворителю - цианистому натрию - к частицам золота, что соответственно снижает степень его растворения и извлечения, увеличивая его содержание в хвостах сорбции.

После получения положительных результатов по опытам сорбции биокека, в действующем контуре ПТД ГМЗ-3 установлена и запущена в работу колонка-отстойник для изучения основных параметров.

В ходе работы отстойника производился отбор проб с питания и нижнего слива отстойника, которые промывались в лаборатории в условиях ПТД и ставились на сорбционное цианирование в условиях КЕМИКС.

Плотность пульпы в питании отстойника составила 1150 г/л, плотность нижнего слива – 1250 г/л.

Суть предлагаемого способа состоит в следующем: производится отбор проб биокека с действующего процесса до его отмывки. Далее, за счет повышения плотности сгущенного продукта с 1150÷1160 г/л до 1250 г/л, и снижения удельного объема жидкой фазы, достигается более качественная отмывка биокека.

В результате этого происходит значительное снижение содержания примесей, особенно ионов железа в биокеке до 0,7÷1,0 г/л.

Отделение биокека от кислой жидкой фазы, содержащей большое количество примесей (растворенных цветных металлов и роданидов), позволяет улучшить условия сорбции золота, повысить степень насыщения сорбента и увеличить степень извлечения золота за счет удаления мешающих примесей, тем самым снизить его содержание в сбросных хвостах.

За прошедший период работы, объем переработки флотационного концентрата увеличился в 2,4 раза, а степень окисления серы увеличилась с 81% до 93%. Это было достигнуто благодаря значительному количеству нововведений и усовершенствований технологию.

За счет улучшения качества готового биокека в контуре противоточной декантации, увеличения объема промывочной воды, количество остаточного железа в продукте было уменьшено в 1-2 раза. Для снижения расхода известняка на нейтрализацию была разработана и запущена схема прямой подачи части богатого железом кислого раствора на сброс.

Для улучшения технологических параметров цеха и точности выполнения анализов проб, в реакторах было установлено 48 пробоотборников, а в лаборатории были разработаны и введены в эксплуатацию новые схемы и устройства для фильтрации проб.

Были разработаны меры по ускорению ремонта реакторов, благодаря чему показатель выполнения ремонта реакторов составляет 100 ÷ 115 %. Была разработана и запущена схема гидроциклонирования

для поддержания плотности в реакторах на нормальном уровне.

Для дальнейшего улучшения процесса биоокисления в будущем планируется изучать способы улучшения эффективности биоокисления руд каждого из

месторождений “Кокпатас” и “Даугызтау”. Это позволит вести технологический процесс биоокисления без снижения активности микроорганизмов.

Список литературы:

1. Санакулов К.С., Эргашев У.А. «Теория и практика освоения переработки золотосодержащих упорных руд Кызылкумов», Ташкент: ГП «НИИМР» 2014г.
2. Эргашев У.А. «Фактор флотационного эффекта при бактериальном окислении сульфидных золотосодержащих минералов». Руда и металлы №2 (апрель-июнь) 2017 год.
3. Эргашев У.А., Куканова С.И., Зайнитдинова Л.И., Саттаров Г.С., Хужакулов Н.Б. Исследование функциональной активности природных бактерий в техногенном сырье // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2017. – №1. – С. 154-160 (05.00.00; №7).
4. Samadov A.U., Khujakulov N.B., Asrorov A.A., Pirnazarov F.G., Ruziyev U.M. Investigation of the possibility of the biodestruction of the stale waste of hydrometallurgical plants // International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. – National Institute of Science Communication and Information Resources. – India, 2019. –Vol. 6. – Issue 4. – pp. 8762-8767 (05.00.00; №8).
5. Самадов А.У., Хужакулов Н.Б., Нарзуллаев Ж.Н., Сирожов Т.Т. Техноген хомашёларни биодеструкциялаш методологияси асослари // Ўзбекистон кончилиги хабарномаси. – Навоий, 2019. – №3. – 9-13 б. (05.00.00; №7).
6. Смирнов В.К. «Методика исследования золотосодержащих руд и концентратов» Москва 1987г.
7. <https://www.dobersek.com/ru/translate-to-russisch-anlagenbau/translate-to-russisch-metallurgie/gidrometallurgija/goldgewinnungsanlage-kokpatas-republik-usbekistan/>

СОДЕРЖАНИЕ СЕРЫ И УГЛЕРОДА - ОСНОВНОЙ КРИТЕРИЙ УПОРНОСТИ ПЕННОГО ПРОДУКТА ПРОЦЕССА БИООКИСЛЕНИЯ

Эргашев Улугбек Абдурашулович

д-р техн. наук,
Навоийский горно-металлургический комбинат,
Республика Узбекистан, г. Навои

Хамидов Рустам Абдугафурович

ассистент,
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: hamidov-88@mail.ru

Нарзуллаев Жахонгир Норбобо угли

ассистент,
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои
E-mail: njn3306463@gmail.com

SULFUR AND CARBON CONTENT IS THE MAIN CAUSE OF REFRACTORY GOLD IN THE FOAM PRODUCT OF THE BIOOXIDATION PROCESS

Ulugbek Ergashev

Doctor of Technical Sciences,
Navoi Mining and Metallurgical Combine,
Republic of Uzbekistan, Navoi

Rustam Khamidov

Navoi State Mining Institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi

Jakhongir Narzullaev

Navoi State Mining Institute,
Republic of Uzbekistan, Navoi

АННОТАЦИЯ

На сегодняшний день проблемы переработки упорных золотосодержащих руд стали основной темой золоторудной промышленности. Для вскрытия упорного золота инкапсулированного в сульфидную матрицу в силу многочисленных достоинств в мире широко применяется технология бактериального окисления. Однако при эксплуатации биоустановок многие золотоизвлекательные предприятия столкнулись с побочным явлением – пенообразование в реакторах биоокисления. Исследования показали, что отдельная переработка пенного продукта показывает себя гораздо эффективнее чем борьба с пенообразованием. В данной статье приведен анализ влияния серы и углерода, содержащихся в пене биоокисления, на извлечение золота при ее сорбционном цианировании.

ABSTRACT

Today, the problems of processing refractory gold-bearing ores have become the main topic of the gold mining industry. Due to its numerous advantages the technology of bacterial oxidation is widely used in the world for the opening of refractory gold encapsulated in a sulfide matrix. However, during the operation of biological plants, many gold mining enterprises encountered a side effect - foaming in biooxidation reactors. Research has shown that processing foam in a single cycle is much more effective than combating foam. This article analyzes the effect of sulfur and carbon contained in biooxidation foam on gold recovery during its sorption cyanidation.

Ключевые слова: пена биоокисления, пеногашение, бактериальное окисление, сорбционное цианирование, пеногасители, упорное золото, пробирный анализ, анализатор LECO.

Keywords: biooxidation foam, defoaming, bacterial oxidation, sorption cyanidation, defoamers, refractory gold, assay analysis, LECO analyzer.

В течении последних десятилетий наблюдается снижение качества минерального сырья разрабатываемых месторождений. В связи с чем, неуклонно растет значение освоения месторождений с низкосортными рудами: бедные, забалансовые, труднообогатимые, упорные. Во всем мире в промышленном обороте возрастает доля золоторудного минерального сырья, традиционная обработка которой, в силу характера технологической упорности сосредоточенного в ней золота, не дает должного эффекта. Пополнили список такого рода сырья также руды месторождений Кокпатас и Даугызтау, отнесенные к категории особо упорных [1].

Невосприимчивость золотых руд к обычному цианированию определяется его минералогическим составом и способствует снижению извлечения ценного компонента. Руды месторождений Кокпатас и Даугызтау относятся сульфидным. Золото в них находится в тесной ассоциации с арсенопиритом и пиритом. Кроме того, в рудах данных месторождений обнаруживаются углеродистые вещества, являющиеся природным сорбентом. Для вскрытия такого золота на Гидрометаллургическом заводе №3 (ГМЗ-3) ГП «Навоийский горно-металлургический комбинат» (НГМК) с 2008 года применяется технология бактериального окисления [2].

Бактериальное окисление является одним из перспективных и стремительно развивающихся среди процессов раскрытия заблокированного в сульфиды золота, которое применяется на золотоперерабатывающих предприятиях более чем 100 стран, таких как ЮАР, Гана, США, Зимбабве, Узбекистан, Бразилия, Россия, Китай и др. [3,4,5].

Хотя бактериальное окисление обладает целым рядом достоинств одной из основных проблем, с которой столкнулись специалисты ГМЗ-3, является обильное пенообразование в биореакторах. Особенно интенсивно процесс пенообразования происходит в первичных реакторах каждого модуля.

Проблема пенообразования в процессе биоокисления имеет место практически во всех заводах, применяющих технологию биоокисления. Повышение уровня пены снижает полезный рабочий объем реакторов, что приводит к снижению времени процесса и повышению остаточной серы в продукте биоокисления и

в следствие снижает извлечение золота в процессе сорбционного цианирования. Попадание пенного продукта, содержащего большое количество серы и углерода, в сорбционный процесс вместе с биокеком ведет к ряду отрицательных последствий, таких как обильное пенообразование пульпы в аппаратах сорбционного выщелачивания, увеличение расхода цианистого натрия, снижение показателя извлечения золота [6].

Процесс пенообразования при бактериальном окислении концентратов остается малоизученным, однако, проведенные исследования позволяют утверждать, что пена образуется под действием следующих факторов: снижение активности бактерий, изменение минералогии концентрата, слишком высокая дозировка флотационных реагентов и т.п.

Специалистами ГМЗ-3 для подавления выделения пены предпринимались различные подходы, которые включали в себя добавление в перерабатываемую массу реагентов пеногасителей и механическое разрушение пены капельным разбрызгиванием сверху. Однако, данные технологические решения приводили к возникновению новых проблем: дополнительные затраты на реагенты, влияние химического состава реагентов на активность бактерий, дополнительный расход воды, влияющий на плотность пульпы в биореакторах, и т.п. Дальнейшие исследования показали, что выделение пены в отдельный продукт и его отдельная переработка оказывают более положительный эффект по сравнению с методами борьбы с пенообразованием.

С целью изучения структуры пены из реакторов биоокисления с реакторов каждого модуля действующей установки Гидрометаллургического завода №3 ГП НГМК были отобраны усредненные пробы. После промывки проб методом противоточной декантации и их просушки, из проб были взяты образцы для определения химического состава. В ходе исследований был получен следующий химический состав усредненной пробы пенного продукта процесса биоокисления, %: 0,05 Cu; 0,03 Ni; 0,3 As; 0,3 Ti; 0,07 Sb; 17 C; 0,01 Cr; 0,01 Zn. Содержание золота и основных компонентов (сера и углерод) в пробах каждого из реакторов, оказывающих влияние на процесс сорбционного цианирования, представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Химический анализ пенного продукта каждого реактора на содержание золота, серы и углерода

Наименование пробы	Содержание элементов в пробах				
	Au, г/г	S _{общ} , %	S _s , %	C _{общ} , %	C _{орг} , %
Реактор – I, II, III	44,3	15,29	10,99	7,09	5,78
Реактор – 4	183,5	18,04	11,94	17,26	15,48
Реактор – 5	230,2	15,76	10,01	18,14	16,44
Реактор – 6	286,5	10,57	6,83	20,29	19,7

Содержание основного ценного компонента золота было определено методом пробирного анализа. Было установлено, что содержание золота в первичных реакторах составляет около 44 г/т и его значение растет в сторону последнего реактора, где

содержание золота достигает 286 г/т. Содержания серы и углерода были определены путем сжигания на анализаторе LECO, а их значения составляют 10-15 % и 7-20 % соответственно.

Рисунок 1. Закономерность содержания золота и углерода в пене биоокисления

Рисунок 2. Закономерность содержания золота и серы в пене биоокисления

Как видно из графика на рисунке 1 рост содержания золота в пене биореакторов пропорционален росту содержания углерода. Учитывая, что матрица пенного продукта является ультратонкодисперсной микронаносистемой, а для руд месторождений Кокпатас и Даугызтау характерно наличие ультратонкого золота, то можно сделать вывод, что углеродистое вещество в составе пены является основным носителем тонковкрапленного и сульфидного золота.

На рисунке 2 видно, что содержание серы в пенном продукте, в отличие от золота и углерода, уменьшается. Это свидетельствует о том, что с увеличением времени нахождения пены в реакторах, сера подвергается окислению со стороны бактерий.

Между тем, сокращение содержания серы не оказывает влияния на концентрирование золота. Из вышеотмеченного следует, что сульфидное и тонкое золото вкраплено в углеродистое вещество и по мере нахождения пены в реакторах сульфидные минералы подвергаются окислению высвобождая золото.

Для того, чтобы узнать максимально возможное извлечение золота без какой-либо предварительной обработки и степень технологической упорности пенного продукта, отобранные образцы проб были подвергнуты интенсивному сорбционному цианированию. Результаты сорбционного цианирования представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Извлечение золота в процессе сорбционного цианирования

Наименование пробы	Реактор – I, II, III	Реактор – IV	Реактор – V	Реактор – VI
Извлечение, %	63,65	76,38	77,54	80,09

Из полученных результатов наблюдается рост извлечения золота из пены от первичных реакторов к последнему, 63,65% и 80,09% соответственно. Что, в принципе, вполне ожидаемо, так как отношение $Au:S$ в первичных реакторах приблизительно равно 3:1, а в шестом реакторе этот показатель равен 27:1. Несколько иная картина вырисовывается с углеродом. Отношение $Au:C$ в первичных реакторах в пределах 6,5:1, а в последнем реакторе 14:1.

Хотя доля углеродистого вещества растет, отношение $Au:C$ увеличилось всего лишь в два раза (6,5:1 против 14:1, в первичных реакторах и в шестом реакторе соответственно), тогда как уменьшение содержания серы по отношению к золоту составляет 9

раз (3:1 против 27:1, в первичных реакторах и в шестом реакторе соответственно).

Таким образом, полученные результаты по сорбционному цианированию пены биореакторов свидетельствуют о том, что увеличение извлечения золота из пены от 63,65% до 80,09% в сторону последнего реактора по большей мере произошло благодаря окислению серы. Тем не менее лучших результатов по извлечению золота сорбционным цианированием можно будет достичь за счет окисления сконцентрированного в пене углерода и недоокисленной серы. Поэтому дальнейшую переработку пены биоокисления в условиях ГМЗ-3 предлагается проводить с использованием окислительного обжига.

Список литературы:

1. Санакулов К.С., Эргашев У.А. Современное состояние и направления развития технологии биоокисления для переработки сульфидных руд на ГМЗ-3. // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2012 г. – №1. – С. 48-54.
2. Хамидов Р.А., Нарзуллаев Ж.Н. Пути совершенствования технологии переработки руд месторождений Кокпатас и Даугызтау на ГМЗ-3. // Сборник научных статей по итогам III международной научной конференции: Приоритетные направления инновационной деятельности в промышленности. – Казань, 30-31 марта 2021 г. – С. 131-132.
3. Санакулов К.С., Эргашев У.А. Теория и практика освоения переработки золотосодержащих упорных руд кызылкумов. – Т.: ГП «НИИМР», 2014 г. – С. 248 – 252.
4. Санакулов К., Эргашев У.А., Хамидов Р.А. Современные способы переработки упорных золотосодержащих руд. // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2020 г. – № 4. – С. 45-49.
5. Хамидов Р.А., Нарзуллаев Ж.Н. Перспектива отдельной переработки пенного продукта процесса бактериального окисления золотосодержащих руд. // Материалы X Международной научно-практической конференции: Современные тенденции и инновации в науке и производстве. – Кузбасс, 22 апреля 2021г.
6. Санакулов К.С., Эргашев У.А., Гафуров К.У. Флотационное обогащение при бактериальном окислении сульфидных золотосодержащих минералов. // Горный журнал. – Москва, 2017 г. – №1 (специальный выпуск) – С. 58-63.

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПУЛЬСОКСИМЕТРОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В ОТДЕЛЕНИИ РЕАНИМАЦИИ НОВОРОЖДЕННЫХ

Абдуллажонов Хислатжон Максуджонович

ассистент кафедры анестезиологии-реаниматологии,
детской анестезиологии и реаниматологии
Андижанского государственного медицинского института (АГМИ),
Республика Узбекистан, г. Андижан

Исмоилов Рустам Абдумуталович

ассистент кафедры анестезиологии-реаниматологии,
детской анестезиологии и реаниматологии
Андижанского государственного медицинского института (АГМИ),
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: rustam.ismoilov1989@gmail.com

ESTIMATION OF THE EFFICIENCY OF THE NEW GENERATION PULSE OXIMETERS IN THE INFANTS RESIDUAL DEPARTMENT

Hislatjon Abdullajonov

Assistant of Department of Anaesthesiology,
Reanimatology and Emergency Paediatrics,
Andizhan State Medical Institute (ASMI),
Uzbekistan, Andizhan

Rustam Ismoilov

Assistant of Department of Anaesthesiology,
Reanimatology and Emergency Paediatrics,
Andizhan State Medical Institute (ASMI),
Uzbekistan, Andizhan

АННОТАЦИЯ

В статье приводятся сравнительные результаты измерения SpO₂ и ЧСС, полученные с помощью технологии извлечения сигналов Masimo и стандартной пульсоксиметрии у здоровых новорожденных до, во время и после циркумцизии крайней плоти. Результаты показали, что значения SpO₂ и ЧСС, полученные с помощью стандартного пульсоксиметра были ниже и более изменчивы чем данные, полученные от пульсоксиметра нового поколения во всех этапах исследования. Авторы предполагают, что технология извлечения сигналов Masimo может обеспечить улучшение показателей пульсовой оксиметрии, особенно в клинических ситуациях, в которых вероятны экстремальные артефакты движения.

ABSTRACT

The article presents comparative results of SpO₂ and heart rate measurements obtained using Masimo signal extraction technology and standard pulse oximetry in healthy newborns before, during and after circumcision of the foreskin. The results showed that the SpO₂ and heart rate values obtained using a standard pulse oximeter were lower and more variable than the data obtained from a new generation pulse oximeter at all stages of the study. The authors suggest that Masimo signal extraction technology can provide improved pulse oximetry performance, especially in clinical situations in which extreme motion artifacts are likely.

Ключевые слова: пульсоксиметрия, частота сердечных сокращений, насыщение O₂, новорожденные.

Keywords: pulse oximetry, heart rate, oxygen saturation, newborn.

Пульсоксиметрия в настоящее время является стандартным неинвазивным методом измерения оксигенации крови у новорожденных. Пульсовое насыщение кислородом (SpO_2) измеряется настолько часто, что в настоящее время оно общепринято как пятый показатель жизненно важных функций [1-3]. Хотя испытания показали, что измерения SpO_2 , полученные с помощью традиционной пульсовой оксиметрии, очень тесно коррелируют с насыщением крови кислородом [4, 5] и довольно точно предсказывают PaO_2 [5], они могут зависеть от движения объекта [6, 7]. Артефакт движения ограничивает точную оценку оксигенации и может привести к неправильной реакции со стороны врачей, включая как избыточное, так и недостаточное лечение [8, 9]. Уменьшение количества ложных тревог и обеспечение надежных показаний оксиметра даже при движении пациента - две основные цели для пульсоксиметрии в отделении реанимации. Обычная пульсоксиметрия, основанная на соотношении характеристик поглощения красного и инфракрасного света, не может устранить помехи, вызванные движением пациента и низкой перфузией. В настоящее время разработаны новые поколения пульсоксиметров, оснащенных технологией извлечения сигналов (ТИС) и их электронной обработкой, которая улучшает точность и надежность оксиметрии за счет превосходной обработки артефактов движения [10-14]. Хотя эта технология хорошо зарекомендовала себя в исследованиях с участием здоровых добровольцев, сообщения об оценках у детей, особенно у новорожденных ограничены.

Целью данного исследования явилась сравнительный анализ измерения SpO_2 и ЧСС, выполненные с помощью стандартной пульсоксиметрии и пульсоксиметрии с ТИС.

Материал и методы исследования. Группу исследования составили 15 здоровых доношенных новорожденных мальчиков (средний вес при рождении 3408 ± 458 гр.), госпитализированных в отделение региональной неонатальной хирургии Андиганского областного детского многопрофильного медицинского центра по поводу обрезания крайней плоти по религиозным убеждениям родителей. Всем детям операция *circumcisio* проводилась под анестезией с последующим наблюдением в постнаркозной палате операционного блока. Непрерывная пульсоксимет-

рия и мониторинг ЧСС выполнялись с помощью пульсоксиметра «Охирас 2500» (Dräger Medical GmbH, Германия) с датчиков, совместимых с технологией извлечения сигналов Masimo Pdx и Nellcor Oxisensor II. Исходные данные собирали в течение 10 минут, когда ребенок спокойно спал. Затем сбор данных продолжался во время и после обрезания в течение одного часа. Также проводились одновременные поминутные оценки поведенческого сна и состояния активности. Младенцы были доставлены в операционную примерно за полчаса до процедуры, во время которой были прикреплены отведения ЭКГ, а на левую ногу были размещены одноразовые клеящиеся датчики пульсового оксиметра (Nellcor N-25 и малолушмящий оптический датчик Masimo Neo). Затем проводили анестезию и проводили обрезание. Сбор данных продолжался во время и после процедуры в течение одного часа. Все данные пульсоксиметрии были собраны в электронном виде с использованием последовательного порта связи на каждом приборе. Как SpO_2 , так и ЧСС от каждого оксиметра регистрировались в цифровом виде один раз в секунду на протяжении всего исследования. ЭКГ была получена с полифункционального реанимационно-хирургического монитора ЮМ-300 (ООО «Utas», Украина).

Все измерения оксиметра, отличающиеся от соответствующих измерений ЭКГ более чем на 10 ударов, были обозначены как артефакты. Минутные средние значения SpO_2 и ЧСС также были рассчитаны на основе данных оксиметра без артефактов. Количество артефактов в необработанных данных от двух инструментов сравнивалось для всех периодов с использованием t-критерия. Кроме того, была использована простая линейная регрессия для сравнения данных ЧСС без артефактов, полученных с помощью оксиметров Masimo и Nellcor, с эталонным стандартным ЧСС, полученным с помощью кардиомонитора ЮМ-300.

Результаты исследования и их обсуждение. Частота появления артефактов была значительно ниже с Masimo, чем с Nellcor во время (среднее значение процента артефакта во время $25,2 \pm 5,9$ против $63,8 \pm 5,8$; $p < 0,00001$) и после обрезания ($7,7 \pm 2,2$ против $33,8 \pm 4,9$; $p < 0,0001$). Даже в течение исходного периода, когда младенцы спокойно спали, частота артефактов при использовании Nellcor была в три раза выше ($4,0 \pm 1,9$ против $13,1 \pm 4,9$; $p = 0,06$) (Таблица 1).

Таблица 1.

Средний процент артефактов, полученных с датчиков Masimo и Nellcor до, во время и после обрезания ($n=15$; $m \pm \sigma$)

№	Этапы исследования	Датчики пульсоксиметра		Р
		Masimo	Nellcor	
1	До обрезания	$4,0 \pm 1,9$	$13,1 \pm 4,9$	0,06
2	Во время обрезания	$25,2 \pm 5,9$	$63,8 \pm 5,8$	$p < 0,00001$
3	После обрезания	$7,7 \pm 2,2$	$33,8 \pm 4,9$	$p < 0,0001$

Средние значения SpO_2 и ЧСС, полученные с помощью Masimo, были значительно выше, чем по-

лученные с помощью Nellcor, особенно во время обрезания, когда были вероятны экстремальные движения ($96,9 \pm 0,4$) против $92,8 \pm 1,0$; $p < 0,0005$ и

151,5±4,5 против 133,6±5,6; $p < 0,001$ соответственно. Подобные различия наблюдались и после обрезания (рис.).

Рисунок 1. Показатели насыщения кислородом (SpO2) и частота сердечных сокращений (ЧСС) без артефактов, записанные с помощью датчиков Masimo и Nellcor на этапах исследования

Регрессионный анализ измерений ЧСС как с помощью пульсоксиметров, так и с монитора показал, что сигнал от датчика Masimo более точно предсказывал ЧСС с монитора ($r^2 = 0,72-0,86$ против $0,28-0,63$)

с более низкой остаточной ошибкой (1,3–5,8 против 3,9–19,5 ударов / мин) в течение всех трех периодов (таблица 2).

Таблица 2.

Корреляционная связь между показателями частоты пульса, записанными с помощью датчиков пульсоксиметра Masimo и Nellcor с частотой пульса кардиомонитора на этапах исследования

№	Этапы исследования	Датчики пульсоксиметра	Коэффициент корреляции	Ошибка регрессии
1	До обрезания	Masimo	0,86	1,3
		Nellcor	0,63	3,9
2	Во время обрезания	Masimo	0,72	5,8
		Nellcor	0,28	19,5
3	После обрезания	Masimo	0,78	2,4
		Nellcor	0,31	14,6

Показатели двух датчиков пульсоксиметрии различались с разными состояниями поведенческой активности в течение периода исследования. ЧСС и SpO2, измеренные Nellcor, были ниже и более изменчивы во всех поведенческих состояниях. Эффекты были наиболее выражены в состояниях поведенческой активности, связанных с чрезмерным артефактом движения, то есть активным сном, бодрствованием и плачем. Как и ожидалось, во время состояний, не связанных со сном (бодрствование, плач), Masimo регистрировал более высокие значения ЧСС, когда Nellcor записал не только более низкие, но и более изменчивые значения ЧСС во время активного сна, бодрствования и плача, чем во время спокойного сна. Это также отразилось на измерениях SpO2, которые оставались стабильными для Masimo, но были значительно ниже для Nellcor во всех состояниях поведенческой активности.

Известно, что точность и надежность традиционной пульсовой оксиметрии ограничиваются движением субъекта [7]. На величину ошибки измерения

SpO2 будут влиять сатурация венозной крови и амплитуда артериального сигнала и величина движения. Сигнал с добавлением движения производит ложные значения SpO2 до такой степени, что дополнительный сигнал является большим по сравнению с сигналом артериального пульса. Когда движение является значительным, абсолютно или по отношению к сигналу артериального пульса, сигнал добавленного движения имеет тенденцию преобладать над сигналом пульса, так что отношение красного / инфракрасного излучения, передаваемое на фоторецептор, дает ложное значение SpO2. Периоды отсутствия или неточных значений SpO2 из-за артефакта движения не являются незначительными и могут повлиять на до 50% записей у недоношенных и доношенных детей [2, 3]. Артефакт движения во время записи пульсоксиметрии также зависит от поведенческого состояния. Метод обработки электронного сигнала и конструкция датчика Masimo с технологией извлечения сигнала, значительно снижает ложные значения SpO2 во время движения пациента. Парадигма Masimo основана на

предположении, что артериальная кровь - не единственная абсорбирующее вещество в ткани, которое может генерировать пульсирующий оптический сигнал. Адаптивная система фильтрации используется для отдельного определения энергии, присутствующей при каждом насыщении в диапазоне 1-100% с шагом 0,5% каждые 0,4 секунды. После того, как дискретное преобразование насыщения идентифицирует и проверяет пик энергии, производимый пульсирующей артериальной кровью, который обычно является пиком, он сообщает это значение как SpO₂ пациента. Таким образом, он может подавить шумовой сигнал и отделить артериальные сигналы от артефактов. Это приводит к превосходному обнаружению сигнала и снижает риск ложных тревог во время движения на участке мониторинга.

Таким образом, результаты данного исследования показали, что во время спокойного сна, который связан со значительным снижением, но не полным отсутствием физической активности, процент выбывания в исходных данных был в 50 раз выше для оксиметра Nellcor, чем для оксиметра Masimo (4,81% против

0,09%). Алгоритм уменьшения артефактов был применен к необработанным данным перед сравнительным анализом, и, несмотря на это, производительность оксиметра Masimo была отмечена как лучшая. Наши данные показывают, что технология извлечения сигналов Masimo может улучшить показатели пульсовой оксиметрии, особенно в клинических ситуациях, в которых вероятны экстремальные движения, такие как обрезание и плач у новорожденных. Кроме того, превосходная производительность в периоды минимального движения или когда младенец неподвижен, предполагает лучшее получение и обработку сигнала. Инструменты, которые являются значительно более точными и надежными, с гораздо большей чувствительностью и специфичностью, могут дать определенное преимущество перед существующими стандартными системами мониторинга, которые имеют заведомо высокий уровень ложных показателей. Более точный и надежный пульсоксиметр должен иметь возможность совершенствовать терапевтическое использование кислорода и способствовать лечению пациента и улучшению исхода.

Список литературы:

1. Jubran A. Pulse oximetry // Crit Care. – 2015. – Т. 19, № 1. – С. 272.
2. Phattraprayoon N., Sardesai S., Durand M., Ramanathan R. Accuracy of pulse oximeter readings from probe placement on newborn wrist and ankle // J Perinatol. – 2012. – Т. 32, № 4. – С. 276-80.
3. Карпова А.Л., Спивак Е.М., Пыханцева А.Н. Ж. П. м. ж. Диагностическое значение определения величины сатурации кислорода у доношенных новорожденных // . – 2014. – Т. 31, № 5. – С. 14-20
4. Sola A., Golombek S.G., Montes Bueno M.T. et al. Safe oxygen saturation targeting and monitoring in preterm infants: can we avoid hypoxia and hyperoxia? // Acta Paediatr. – 2014. – Т. 103, № 10. – С. 1009-18.
5. Khemani R.G., Thomas N.J., Venkatachalam V., Scimeme J.P., Berutti T., Schneider J.B., Ross P.A., Willson D.F., Hall M.W., Newth C.J. Comparison of SpO₂ to PaO₂ based markers of lung disease severity for children with acute lung injury // Crit Care Med. – 2012. – Т. 40, № 4. – С. 1309-16.
6. Kästle S.W., Konecny E. Determining the artifact sensitivity of recent pulse oximeters during laboratory benchmarking // J Clin Monit Comput. – 2000. – Т. 16, № 7. – С. 509-22.
7. Barker S.J., Shah N.K. The effects of motion on the performance of pulse oximeters in volunteers (revised publication) // Anesthesiology. – 1997. – Т. 86, № 1. – С. 101-8.
8. Walters T.P. Pulse oximetry knowledge and its effects on clinical practice // Br J Nurs. – 2007. – Т. 16, № 21. – С. 1332-40.
9. Helfand M., Christensen V., Anderson J. VA Evidence Synthesis Program Reports Technology Assessment: Early Sense for Monitoring Vital Signs in Hospitalized Patients // VA Evidence Synthesis Program Evidence Briefs. – Washington (DC): Department of Veterans Affairs (US), 2011.
10. Next-generation pulse oximetry. Focusing on Masimo's signal extraction technology // Health Devices. – 2000. – Т. 29, № 10. – С. 349-70.
11. Goldman J.M., Petterson M.T., Kopotic R.J., Barker S.J. Masimo signal extraction pulse oximetry // J Clin Monit Comput. – 2000. – Т. 16, № 7. – С. 475-83.
12. van der Eijk A.C., Horsch S., Eilers P.H., Dankelman J., Smit B.J. J. T. J. o. p., nursing n. "New-generation" pulse oximeters in extremely low-birth-weight infants: How do they perform in clinical practice? // . – 2012. – Т. 26, № 2. – С. 172-180.
13. Workie F.A., Rais-Bahrami K., Short B.L. Clinical use of new-generation pulse oximeters in the neonatal intensive care unit // Am J Perinatol. – 2005. – Т. 22, № 7. – С. 357-60.
14. Dawson J.A., Saraswat A., Simionato L., Thio M., Kamlin C.O., Owen L.S., Schmölzer G.M., Davis P.G. Comparison of heart rate and oxygen saturation measurements from Masimo and Nellcor pulse oximeters in newly born term infants // Acta Paediatr. – 2013. – Т. 102, № 10. – С. 955-60.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Кадилова Шарапат Абдувахобовна

доцент,

Ташкентский Государственный Технический Университет,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

E-mail: raxmatovdoston497@gmail.com**Хасанов Иброхим Яхёжон угли**

магистрант,

Ташкентский Государственный Технический Университет,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

Жураев Жалолiddин Каюмжон угли

магистрант,

Ташкентский Государственный Технический Университет,

Республика Узбекистан, г. Ташкент

PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF INTELLIGENT MEASURING DEVICES

Sharapat Kadirova

Assistant professor

Tashkent State Technical University

Uzbekistan, Tashkent

Ibrohkim Khasanov

Master of Tashkent State Technical University

Uzbekistan, Tashkent

Jaloliddin Juraev

Master of Tashkent State Technical University

Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Применение интеллектуальных измерительных средств для цифровой автоматизации производства является первостепенной задачей. В статье рассмотрены интеллектуальные передатчики низким собственным потреблением энергии, обеспечивающие прогнозное техническое обслуживание. Программное обеспечение микроконтроллера используются не только для хранения интеллекта измерителя, в нем могут быть интегрированы функции диагностики, функции безопасности, обработки данных от других модулей.

ABSTRACT

Applying smart metering to digital factory automation is paramount. The article discusses intelligent transmitters with low intrinsic energy consumption, providing predictive maintenance. The microcontroller software is used not only for storing the meter's intelligence, it can integrate diagnostic functions, security functions, and data processing from other modules.

Ключевые слова: интеллект, интеллектуальные приборы, цифровизация производства, полевые измерительные приборы, интеллектуальные передатчики, прогнозное техническое обслуживание, микроконтроллер, мониторинг.

Keywords: intelligence, intelligent devices, digitalization of production, field measuring instruments, intelligent transmitters, predictive maintenance, microcontroller, monitoring.

Известно, что для повышения эффективности во всех сферах деятельности используется автоматизация управления, широкая аналитика на основе больших и существующих данных. При этом большое внимание уделяется на цифровую автоматизацию предприятий с упором на массовое внедрение в сферу

производства интеллектуальных автономных киберфизических систем, которые станут активно использовать огромные массивы данных и алгоритмы машинного обучения для повышения эффективности производства. Именно это и требуется, чтобы сделать производство более гибкими, приспособленным

к реалиям и конкурентоспособным. Следовательно, возможно не только эффективное управление технологическими и производственными процессами, но и переход от планового к профилактическому (т.е. прогнозному) техническому обслуживанию. Это конечно, позволяет увеличить объемы производства и повысить эффективность труда, минимизируют затраты на хранение, а значит, и прибыль предприятия.

<<Индустрия 4,0>> ориентировано не только на новые разработки, но и на использование и расширение возможностей уже существующих инфраструктур, позволяющей для достижения быстрой амортизации, то есть перенесения по частям стоимости основных средств, и нематериальных активов по мере их физического или морального износа на стоимость производимой продукции. Кроме того, для производителей важными критериями, которые должны учитываться при анализе затрат и выгод перехода на следующую ступень цифровизации, является затраты на приобретение и отсутствие значительных структурных изменений, поэтому они будут искать такие решения [1].

Основным аспектом цифровизации предприятий (производства) является использование полевых измерительных приборов, обладающих интеллектом, основу которых составляют интеллектуальные передатчики. Интеллектуальные передатчики поддерживают заводской мониторинг и диагностику оборудования, связь с новыми полевыми измерительными приборами. Эти передатчики могут быть распределены по всей технологической установке или производственной линии. Здесь могут быть подключены различные датчики, т.е. измерители различных

физических характеристик процесса (температура, давление, расход и т.п.) и поведения оборудования (нагрев, вибрация, энергопотребление и т.п.).

При этом могут контролироваться и отдельные части оборудования, ранее не подключенные к системе контроля и сбора данных [2].

Полевые измерительные приборы составляют универсальную базовую единицу индустриального интернета, позволяющую накапливать большие данные и создавать базу хода процесса и поведения оборудования. На основании этих данных система управления станет вырабатывать аналитику и на основе которых будут приниматься соответствующие решения, включая предупредительные, опережающие действия по недопущению брака и простоев.

Интеллектуальные передатчики как полевые измерительные приборы питаются либо от токовой петли, либо от вспомогательного источника энергии. Интеллектуальный передатчик помимо других компонентов, использует микропроцессор с программным обеспечением. Программное обеспечение микроконтроллера используется не только для хранения интеллекта полевого измерителя, в нем могут быть интегрированы такие функции как диагностика, функция безопасности, обработка данных от других модулей, например, от аналого-цифровых преобразователей (АЦП), поэтому микроконтроллер может содержать дополнительное программное обеспечение для их обработки. [3]

Главными особенностями для интеллектуальных передатчиков являются низкое собственное энергопотребление, малое занимаемое пространство и прогнозное техническое обслуживание. (рис 1.)

Рисунок 1. Структура интеллектуального передатчика

Типичная цепочка сигналов интеллектуального передатчика показана на рис. 2.

Рисунок 2. Типичная блок-схема цепочки передачи сигналов интеллектуального передатчика

Для обмена информации предусмотрена технология HART (Highway Addressable Remote Transducer- магистральный адресуемый дистанционный преобразователь). Это набор коммуникационных стандартов для промышленных сетей, предназначенный для подключения промышленных датчиков, он позволяет передавать цифровые данные и питание по двум проводам. При этом сохраняет совместимость с аналоговыми датчиками стандарта, токовая петля 4-20 мА позволяет использовать интерфейс в двух направлениях. Если диспетчерская также совместима с HART, то по интерфейсу могут передаваться более сложные данные, чем это доступно при аналоговом варианте токовой петли, а полевые измерительные приборы в свою очередь, получают больше преимуществ.

Основным блоком современного полевого измерительного прибора является цифро-аналоговый преобразователь. ЦАП является ключевым компонентом всей схемы, замыкающей её интеллектуальное решение. В качестве вспомогательных элементов в

схеме интеллектуального измерителя используются переключатель с цифровым управлением, задача которого генерировать импульсное напряжение для передачи через изолятор питания на измерительную часть.

Сигнальная цепочка интеллектуального передатчика иллюстрирует возможное решение прибора для измерения давления или температуры с питанием от токовой петли. Этот интеллектуальный передатчик можно использовать для интеллектуального мониторинга в режиме реального времени управления и обратной связи [4].

Можно отметить, что применение современной элементной базы с высокой доступностью можно создавать интеллектуальные измерительные приборы, которые, благодаря более простому решению легко помогают вписаться новым и уже действующим предприятиям. Они открывают путь к прогнозируемому техническому обслуживанию с меньшими затратами и дают высокий прирост эффективности.

Список литературы:

1. Kaemmerer Chr Intelligent Field Instruments: The Smart Way to Industry 4.0.
2. С. Рассел, П. Норвич. Искусственный интеллект: современный подход. -2-ое изд.-М: Вильямс, 2007.
3. Р.Г.Джексон Новейшие датчики. 2-е изд., доп.-М: Техно сфера, 2008-400с.
4. Гельман М.М. Системные аналого-цифровые преобразователи и процессы сигналов. -М: Мир, 1999

ВОЗМОЖНОСТИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОЦЕНКЕ СЕРДЕЧНОГО ВЫБРОСА У МЛАДЕНЦЕВ

Кодиров Муроджон Абдуманнонович

ст. преподаватель кафедры анестезиологии-реаниматологии,
детской анестезиологии и реаниматологии АГМИ,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: kmurodzon14@gmail.com

Джалилов Дилшод Абдувахитович

ассистент кафедры анестезиологии-реаниматологии,
детской анестезиологии и реаниматологии
Андижанского государственного медицинского института (АГМИ),
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: dilshoddjalilov120@gmail.com

POSSIBILITIES OF MEASURING INSTRUMENTS AND METHODS OF RESEARCH IN ASSESSMENT OF CARDIAC RELEASE IN INFANTS

Murodjon Kodirov

Senior lecturer of Department of Anaesthesiology,
Reanimatology and Emergency Paediatrics, ASMI,
Uzbekistan, Andizhan

Dilshod Djalilov

Assistant of Department of Anaesthesiology,
Reanimatology and Emergency Paediatrics,
Andizhan State Medical Institute (ASMI),
Uzbekistan, Andizhan

АННОТАЦИЯ

Мониторинг сердечного выброса может предоставить важную информацию для управления гемодинамикой. Для измерения сердечного выброса у детей доступно множество приборов и несколько методов, но у новорожденных это остается очень сложным. Дан обзор различных оборудований и методов мониторинга сердечного выброса с указанием преимуществ и основных ограничений каждой технологии, а также краткое объяснение основных принципов измерения.

ABSTRACT

Cardiac output monitoring can provide important information for hemodynamic management. Many instruments and several methods are available to measure cardiac output in children, but this remains very difficult in newborns. An overview of the various equipments and methods for monitoring cardiac output is given, indicating the advantages and main limitations of each technology, as well as a short explanation of the basic principles of measurement.

Ключевые слова: сердечный выброс, методы измерения, младенцы

Keywords: cardiac output, measurement methods, infants

Известно, что клиническая оценка сердечного выброса с использованием косвенных параметров системного кровотока неточна независимо от уровня опыта клинициста [1]. Объективный мониторинг сердечного выброса может быть полезным для пациента и снизить заболеваемость и смертность. Низкий сердечный выброс связан с повышенной смертностью у детей [2], а любая задержка в диагностическом процессе шока увеличивает смертность [3]. Низкий системный кровоток у недоношенных новорожденных связан с повышенным риском перивентрикулярного и/или внутрижелудочкового кровоизлияния [4-6],

олигурией с последующей гиперкалиемией [7], снижением активности волн на электроэнцефалографии [8], смертностью и нарушением неврологического развития [9]. Следовательно, возможно предотвратить риски низкого системного кровотока путем мониторинга сердечного выброса у тяжелобольных новорожденных [10].

Целью настоящего сообщения является обзор доступных методов мониторинга сердечного выброса с особым вниманием к их применимости у новорожденных в критическом состоянии, а также их преимуществам и ограничениям.

Импульсная денситометрия красителя (ИДК).

Определение концентрации красителя в крови выполняется методом пульсовой денситометрии с помощью полифункциональных мониторов, оснащенных технологией PiCCO [11, 12]. Технология PiCCO представляет собой метод мониторинга состояния гемодинамики, основанный на комбинации транспульмональной термодилуции и анализа формы пульсовой волны [13, 14]. Прямой и непрерывный инвазивный забор крови через кювету для измерения концентрации индоцианинового зеленого (ИЦЗ) в артериальной крови для реконструкции кривой разведения красителя в настоящее время используется только в исследовательских целях. Из-за необходимости забора значительного объема крови этот оригинальный метод измерения сердечного выброса не применим у детей. Однако с помощью нового метода, называемого импульсной денситометрией красителя (ИДК), введенный ИЦЗ также может быть обнаружен неинвазивно с помощью датчика на кончике пальца. ИДК была подтверждена только у взрослых, но не у детей, потому что очень трудно получить надежные формы пульсовой волны от маленьких детей и новорожденных [15, 16].

Ультразвуковая доплерография – методика ультразвукового исследования, основанная на использовании эффекта Доплера. Сущность эффекта состоит в том, что от движущихся предметов ультразвуковые волны отражаются с измененной частотой. Этот сдвиг частоты пропорционален скорости движения исследуемых структур – если движение направлено в сторону датчика, то частота увеличивается, если от датчика – уменьшается. Для измерения скорости кровотока можно использовать ультразвуковой луч, поскольку движущиеся эритроциты вызывают сдвиг частоты отраженного сигнала (доплеровский сдвиг). Спектральный анализ доплеровского сдвига дает кривые скорость-время. Ударный объем, проходящий через сосуд, например, главную легочную артерию, можно рассчитать, если известны интеграл скорости кровотока-времени и площадь поперечного сечения сосуда. Умножение ударного объема на частоту сердечных сокращений приведет к значению сердечного выброса. В 2003 г. Chew et al. опубликовали обзор, посвященный измерениям сердечного выброса у детей с помощью доплера, в котором основное внимание уделяется воспроизводимости, систематической ошибке и точности по сравнению с технологиями разбавления красителя, метода Фика и термодилуции [17]. Авторы заявили, что измерения сердечного выброса, полученные с помощью доплеровского анализа, наиболее полезны в качестве мониторинга тенденций вместо измерения абсолютных значений. Относительно большой разброс в измерениях доплеровского сердечного выброса вызван несколькими факторами, такими как сложность оценки интеграла скорости – время (ИСВ), ошибка вычисления из-за угла излучения и проблемы с правильным измерением площади поперечного сечения (ППС). Ошибка в 5-10° в угле пересечения приведет к ошибке $\pm 20\%$ при измерении скорости кровотока.

Трансторакальная эхокардиография (ТТЭхоКГ).

Термин «функциональная эхокардиография» был введен Kluckow et al., которые описали прикроватное использование эхокардиографии для продольной оценки функции миокарда, системного и легочного кровотока, внутрисердечных и экстракардиальных шунтов, кровотока органов и тканевой перфузии у новорожденных в критическом состоянии [18, 19]. С помощью ТТЭхоКГ можно измерить выброс левого (ВЛЖ), правого желудочка (ВПЖ) или кровотока в верхней полой вене (КВПВ). Трансторакальное измерение ВЛЖ было подтверждено у детей в сравнении с общепринятыми золотыми стандартными методами измерения сердечного выброса, такими как термодилуция легочной артерии [20]. Измерения расхода ВПЖ и КВПВ не были проверены на соответствие принятым эталонным методам.

Чреспищеводная эхокардиография (ЧЭхоКГ)

обеспечивает визуализацию сердца в реальном времени, по которой можно измерить как ИСВ в выходном тракте левого и/или правого желудочка, так и ППС аортального и/или легочного клапана. Впоследствии можно измерить выброс левого и правого желудочков. Кроме того, можно оценить анатомию сердца, состояние предварительной нагрузки и сократимость. ЧЭхоКГ в основном используется у детей с врожденными пороками сердца для функциональной и структурной визуализации во время кардиохирургических операций. Рекомендуется выполнять ЧЭхоКГ только у детей с массой тела более 3 кг, хотя интраоперационно успешно применялась у младенцев с низкой массой тела при рождении <1,6 кг [21]. Однако, новорожденные с низкой массой тела подвергаются наибольшему риску осложнений, таких как компрессия трахеи и бронхов, непреднамеренная экстубация трахеи, перфорация пищевода, компрессия аорты и компрессия левого предсердия.

Чреспищеводная доплерография (ЧПД).

С помощью ЧПД скорость кровотока измеряется в нисходящей аорте с помощью ультразвукового зонда, расположенного в пищеводе. Сообщений об использовании у детей ограничено. Из-за размера зонда этот метод в основном применим у младенцев весом больше 3 кг. Луч ультразвука должен быть направлен в сторону аорты, и необходимо проверить качество сигнала. ППС аорты можно измерить с помощью эхокардиографии в М-режиме или оценить с помощью номограммы на основе возраста, пола, роста, веса или площади поверхности тела. Однако известно, что ППС аорты не является статическим параметром, поскольку он может варьироваться в зависимости от изменений среднего артериального давления [22].

Чрескожная доплерография (ЧКД).

Скорость кровотока можно измерить в восходящей аорте с помощью неинвазивного ультразвукового зонда, расположенного в грудной ямке.

Скорость кровотока измеряется с помощью непрерывно-волнового доплера в предполагаемом положении восходящей аорты.

Измеренный сердечный выброс является показателем общего системного кровотока, за исключением коронарного.

Зонд также может быть наведен на легочную артерию для измерения легочного кровотока. ППС аортального и/или легочного клапана вычисляется по алгоритму с использованием роста, веса и возраста. Phillips et al. оценили соответствие между ЧКД и ЧПД у 37 недоношенных новорожденных в отделении интенсивной терапии и обнаружили среднее отклонение 0,00 л/мин, точность $\pm 0,16$ л/мин и ошибку в 43% [23].

Анализ контура артериального пульса (АКАП) измеряет ударный объем от удара к удару на основе формы волны артериального пульсового давления [13, 24]. Форма волны артериального давления является результатом начальной волны давления, пропорциональной ударному объему, и волны давления, отраженной обратно от периферических сосудов. Форма волны будет изменяться в зависимости от различных (патофизиологических) обстоятельств и зависит от места регистрации.

Известно, что нет линейной зависимости между давлением и потоком в аорте, что в первую очередь связано с импедансом корня аорты, податливостью аорты и системным сосудистым сопротивлением [25, 26]. Это означает, что анализ контура пульса может использоваться для обнаружения изменений сердечного выброса и что измерения обычно необходимо калибровать с помощью другой технологии, такой как транспульмональное термо- или литиевое разведение. Недавно были представлены мониторы АКПА [12], которые не требуют предварительной калибровки. Опубликованных данных о применении контурного анализа пульса у новорожденных в критическом состоянии нет.

Трансторакальный электрический импеданс (ТТЭИ) в настоящее время является единственным

неинвазивным методом мониторинга сердечного выброса. Электропроводимость крови выше, чем у мышц, жира и воздуха. Высокочастотный ток очень низкой величины, подаваемый через грудную клетку с помощью электродов распространяется, в основном, в кровь. Следовательно, пульсирующие изменения объема грудной крови вызывают изменения электрического сопротивления грудной клетки.

Изменения импеданса во время систолы пропорциональны сердечному выбросу. Снижение импеданса во время систолы вызвано увеличением объема крови, увеличением скорости потока и выравниванием эритроцитов в одной линии. В 1989 году впервые Tibballs et al. опубликовали единственное контролируемое исследование ТТЭИ у новорожденных и обнаружили среднее отклонение - 0,23 л/мин - 1 с ТТЭхоКГ в качестве эталонного метода [27].

Таким образом, мониторинг сердечного выброса у младенцев остается очень сложной задачей, несмотря на доступность множества различных технологий. Более того, неправильная интерпретация гемодинамических параметров чревато неправильным применением системы мониторинга с потенциально серьезными побочными эффектами и высоким риском ятрогенного повреждения.

В настоящее время не существует золотого клинического стандарта измерения сердечного выброса новорожденных, который был бы использован для управления гемодинамикой. Методы, как АКАП и ТТЭИ являются диагностическими инструментами в будущем для оценки неонатальной гемодинамики. Однако ТТЭхоКГ оценка потенциальных протоковых и/или предсердных шунтов остается важной для правильной интерпретации значений сердечного выброса независимо от используемой методологии.

Список литературы:

1. Egan J.R., Festa M., Cole A.D., Nunn G.R., Gillis J., Winlaw D.S. J. I. c. m. Clinical assessment of cardiac performance in infants and children following cardiac surgery // – 2005. – Т. 31, № 4. – С. 568-573.
2. Toshboev S.J. А. и. К лечению острой недостаточности кровообращения у детей раннего возраста // – 2020. – С. 4-4.
3. Rao S.S., Lalitha A.V., Reddy M., Ghosh S. Electrocardiometry for Hemodynamic Categorization and Assessment of Fluid Responsiveness in Pediatric Septic Shock: A Pilot Observational Study // Indian J Crit Care Med. – 2021. – Т. 25, № 2. – С. 185-192.
4. Тошбоев Ш., Абдуллаева М., Баховадинова З., Холматов Д., Арифходжаев А., Абдурахманов И.И. В. м. в. Клинические корреляты острой сердечной недостаточности у детей раннего возраста // – 2006. № 1.- С. 36-41
5. Osborn D.A., Evans N., Kluckow M. Hemodynamic and antecedent risk factors of early and late periventricular/intraventricular hemorrhage in premature infants // Pediatrics. – 2003. – Т. 112, № 1 Pt 1. – С. 33-9.
6. Wu T., Wang Y., Xiong T., Huang S., Tian T., Tang J., Mu D. Risk factors for the deterioration of periventricular-intraventricular hemorrhage in preterm infants // Sci Rep. – 2020. – Т. 10, № 1. – С. 13609.
7. Kluckow M., Evans N. Low systemic blood flow and hyperkalemia in preterm infants // J Pediatr. – 2001. – Т. 139, № 2. – С. 227-32.
8. West C.R., Groves A.M., Williams C.E., Harding J.E., Skinner J.R., Kuschel C.A., Battin M.R. Early low cardiac output is associated with compromised electroencephalographic activity in very preterm infants // Pediatr Res. – 2006. – Т. 59, № 4 Pt 1. – С. 610-5.
9. Osborn D.A., Evans N., Kluckow M., Bowen J.R., Rieger I. Low superior vena cava flow and effect of inotropes on neurodevelopment to 3 years in preterm infants // Pediatrics. – 2007. – Т. 120, № 2. – С. 372-80.

10. Кодиров М.А., Назаров Э.Р. Возможности прикроватного мониторинга сердечного ритма у новорожденных в условиях интенсивной терапии [Электронный ресурс] // Экономика и социум.- 2021.- №4(83). (дата публикации: 26.04.2021). URL: https://a78cf8ac-3ef5-4670-8fcd-a900ec94fdb.filesusr.com/ugd/b06fdc_1a71d917e43247b787170e6684d3010a.pdf?index=true
11. Jiang N.N., Wang D.Y., Li F., Xie W.G. [Clinical significance of pulse contour cardiac output monitoring technology in guiding fluid replacement during shock stage of extensive burn] // Zhonghua Shao Shang Za Zhi. – 2019. – Т. 35, № 6. – С. 434-440.
12. Litton E., Morgan M. The PiCCO monitor: a review // Anaesth Intensive Care. – 2012. – Т. 40, № 3. – С. 393-409.
13. Millasseau S.C., Rittera J.M., Takazawa K., Chowienczyk P.J. J.J. о. Н. Контурный анализ пульса, измеренного при помощи пальцевой фотоплетизмографии // – 2006. – Т. 24. – С. 1449-1456.
14. Reisner A. Academic assessment of arterial pulse contour analysis: missing the forest for the trees? // Br J Anaesth. – 2016. – Т. 116, № 6. – С. 733-6.
15. Taguchi N., Nakagawa S., Miyasaka K., Fuse M., Aoyagi T. Cardiac output measurement by pulse dye densitometry using three wavelengths // Pediatr Crit Care Med. – 2004. – Т. 5, № 4. – С. 343-50.
16. Wang F., Qiang X., Jiang S., Shao J., Fang B., Zhou L. The fluid management and hemodynamic characteristics of PiCCO employed on young children with severe hand, foot, and mouth disease-a retrospective study // BMC Infect Dis. – 2021. – Т. 21, № 1. – С. 208.
17. Chew M.S., Poelaert J. Accuracy and repeatability of pediatric cardiac output measurement using Doppler: 20-year review of the literature // Intensive Care Med. – 2003. – Т. 29, № 11. – С. 1889-94.
18. Kluckow M., Seri I., Evans N. Functional echocardiography: an emerging clinical tool for the neonatologist // J Pediatr. – 2007. – Т. 150, № 2. – С. 125-30.
19. Тошбоев Ш., Ахмадалиев Ш. Ультразвуковая оценка внутрисердечной гемодинамики у недоношенных детей с тяжелой перинатальной гипоксией в зависимости от наличия синдрома дыхательных расстройств в течение первого месяца жизни // Медико-биологические, клинические и социальные вопросы здоровья и патологии человека – 2020. – С. 46-48.
20. Mellander M., Sabel K.G., Caidahl K., Solymar L., Eriksson B. Doppler determination of cardiac output in infants and children: comparison with simultaneous thermodilution // Pediatr Cardiol. – 1987. – Т. 8, № 4. – С. 241-6.
21. Kawahito S., Kitahata H., Tanaka K., Nozaki J., Oshita S. Intraoperative transoesophageal echocardiography in a low birth weight neonate with atrioventricular septal defect // Paediatr Anaesth. – 2003. – Т. 13, № 8. – С. 735-8.
22. Tibby S.M., Hatherill M., Murdoch I.A. Use of transesophageal Doppler ultrasonography in ventilated pediatric patients: derivation of cardiac output // Crit Care Med. – 2000. – Т. 28, № 6. – С. 2045-50.
23. Phillips R., Paradisi M., Evans N., Southwell D., Burstow D., West M.J. C. C. Cardiac output measurement in preterm neonates: validation of USCOM against echocardiography // – 2006. – Т. 10, № 1. – С. 1-1.
24. Esper S.A., Pinsky M.R. Arterial waveform analysis // Best Pract Res Clin Anaesthesiol. – 2014. – Т. 28, № 4. – С. 363-80.
25. Семенистая Е.И. И. Ю. ф. у. Т. н. Диагностические показатели контура пульсовой кривой // – 2008. – Т. 79, № 2.
26. Saugel B., Kouz K., Scheeren T.W. L., Greiwe G., Hoppe P., Romagnoli S., de Backer D. Cardiac output estimation using pulse wave analysis-physiology, algorithms, and technologies: a narrative review // Br J Anaesth. – 2021. – Т. 126, № 1. – С. 67-76.
27. Tibballs J. A comparative study of cardiac output in neonates supported by mechanical ventilation: measurement with thoracic electrical bioimpedance and pulsed Doppler ultrasound // J Pediatr. – 1989. – Т. 114, № 4 Pt 1. – С. 632-5.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМА ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ В НАКЛОННЫХ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗЕРВУАРАХ

Юсупбеков Нодирбек Рустамбекович

академик Академии наук РУз., проф., д-р. техн. наук,
кафедры "Автоматизация производственных процессов",
Ташкентский государственный технический университет имени И.А. Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: arzikulovfazliddin1997@gmail.com

Юсупов Азамат Алижонович

докторант базовой докторантуры кафедры "Автоматизация производственных процессов",
Ташкентский государственный технический университет имени И.А. Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

INCREASING THE ACCURACY OF MEASURING THE VOLUME OF LIQUID PRODUCTS IN INCLINED HORIZONTAL CYLINDRICAL TANKS

Nodirbek Yusupbekov

Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, prof., Dr. tech. Sciences,
department "Automation of production processes",
Tashkent State Technical I.A. Karimov University,
Uzbekistan, Tashkent

Azamat Yusupov

Doctoral candidate of basic doctoral studies
at the Department of Automation of Production Processes,
Tashkent State Technical I.A. Karimov University,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Работа посвящена повышению точности системы измерения и контроля уровня жидких материалов в наклонных горизонтальных цилиндрических резервуарах. Поставлена задача обеспечение непрерывного точного контроля уровня и объема жидких продуктов, учитывающего различную форму днищ резервуаров путем определения расстояния h_1 и h_2 от верхней части до поверхности жидкого материала при расчете определения объемов жидкого материала в резервуарах. Разработанный способ обеспечивает высокую точность, низкую мощность энергопотребления и низкую себестоимость.

ABSTRACT

The work is devoted to improving the accuracy of the system for measuring and controlling the level of liquid materials in inclined horizontal cylindrical tanks. The task is to ensure continuous accurate control of the level and volume of liquid products, taking into account the different shape of the bottoms of the tanks by determining the distance h_1 and h_2 from the top to the surface of the liquid material when calculating the determination of the volumes of liquid material in the tanks. The developed method provides high accuracy, low power consumption and low cost.

Ключевые слова: лазерный дальномер, наполненность резервуара, полусферическое днище, эллиптическое днище, торосферическое днище, угол наклона резервуара, управление и учет запасов жидких продуктов.

Keywords: level gauge, tank, sensor, bottoms, tilt angle, volume, non-contact measurement, accuracy.

ВВЕДЕНИЕ

Измерение уровня жидкости в больших резервуарных системах, используемых в нефтегазовой промышленности, необходимо для точного определения объема продукта при хранения. Системы измерения резервуаров должны обеспечивать точное измерение уровня наполнения, температуры, давления и

расхода в рамках управления запасами. Чтобы получить точные результаты, при измерении массового расхода необходимо контролировать больше переменных [1-3].

Сегодня можно следить во многих технологических процессах измерения уровня жидких продуктов заключается в том, что в замера объема нефтепродукта в резервуаре, выполненном в виде

цилиндра, измерение высоты нефтепродукта в резервуаре производится мерной рулеткой, имеющей форму цилиндра круглого горизонтально расположенного, и при известных величинах радиуса и длины резервуара объем нефтепродукта определяют по безразмерной диаграмме, единой для всех горизонтально расположенных резервуаров [4, 5]. Но, недостатком такого способа измерения уровня жидкого продукта является недостаточной точностью, что приводит к большим погрешностям и применяется только для резервуаров имеющему форму цилиндра круглого горизонтально расположенного образца.

Однако в технологических процессах обработки нефтепродуктов и других жидкостей, в том числе

взрывоопасных, при их отпуске, приеме и хранении существуют резервуары, установленные в наклонном положении [6].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В зависимости от технических требований емкости могут комплектоваться различными типами днищ: эллиптическими, сферическими и торосферическими (Рис. 1). В таких формах резервуаров при расчете объема жидкости на точность измерения высоты налива влияют два сегмента шара равных объема с обеих сторон, которые необходимо учитывать.

Рисунок 1. Горизонтальный цилиндрический резервуар полусферическими днищами

В таких случаях измерение уровня жидкого продукта усложняется. При измерении уровня жидкого продукта в установленных в наклонном положении резервуарах с различными типами днищ на точность измерения высоты налива влияют неровность поверхности жидкого продукта за счет угла наклона резервуара, что приводит к большим погрешностям измерительной системы [7].

ПОСТАВЛЕННАЯ ЗАДАЧА: обеспечение непрерывного точного контроля уровня, объема нефтепродуктов, учитывая форму днищ и угол наклона резервуара, путем определения расстояния от верхней части резервуара до поверхности жидкого продукта, определяемые лазерами-дальномерами.

Для решения поставленной задачей разработан новый способ для решения вышеупомянутой проблемы, предоставляющий собой своего рода интеллектуальную измерительную систему для хранения и учета нефтепродуктов, основанную на измерении реальных данных, причем измерения уровня выполняются с помощью оптических устройств, что позволяет получать данные более точного непрерывного измерения высоты налива жидкого продукта для негоризонтально расположенного цилиндра с любым видом днищ и рассчитывать объем жидкого продукта. Рассмотрим реализацию предложенного способа.

Для этого примем следующие обозначения на рисунке 1 и во всех рисунках: 1 – резервуар диаметром D ; L_u – длина цилиндрической части резервуара; 2 – жидкий продукт, 3, 4 – лазеры-дальномеры; 5 – опорная ножка резервуара, h_1 , h_2 – расстояния от верхней части резервуара до поверхности жидкого продукта, определяемые лазерами-дальномерами; H_1 , H_2 – высоты жидкого продукта в резервуаре; R – радиус резервуара; r_b – радиус скругления бокового днища резервуара; α – угол наклона резервуара.

Резервуар 1, обычно заполняется жидким продуктом 2, если в левой верхней цилиндрической части разместить перпендикулярно к основе резервуара лазер-дальномер 3, то при помощи лазера дальномера можно определить расстояние h_1 от верхней части до поверхности жидкого материала. По нему можно определить высоту наливного жидкого материала: $H_1 = D - h_1$. В правой верхней цилиндрической части устанавливается перпендикулярно к основе резервуара лазер-дальномер 4, при помощи которого можно определить расстояние h_2 от верхней части до поверхности жидкого материала: $H_2 = D - h_2$. Угол наклона резервуара можно найти по формуле $\text{tg } \alpha = \frac{H_2 - H_1}{L_u}$.

Процесс измерения уровня жидкого материала в наклонном горизонтальном цилиндрическом резервуаре со сферической, эллиптической или торосферической формами днищ представляет собой комбинацию из трех геометрических фигур: горизонтального цилиндра в центральной части резервуара (объем $V_{ц}$) и двух сегментов шара объемом V_1 и V_2 . Определение $V_{общ}$ – общего объема жидкости в резервуаре можно свести к решению трех задач:

нахождению объема жидкости в цилиндрической части $V_{ц}$, и двух разных сегментах шара объемом V_1 , V_2 и их сложению $V_{ц} = V_{ц} + V_1 + V_2$.

Рассмотрим, как можно рассчитать объем $V_{ц}$ жидкого продукта цилиндрической части резервуара. Исходя из угла наклона резервуара получаются разные высоты налива, что видно из поперечного сечения цилиндра А-А (Рис. 2. а.) и В-В (Рис. 2. б.) [8].

Рисунок 2. Вид поперечного сечения цилиндрической части резервуара: а) сечения А-А, б) сечения В-В.

С помощью лазера-дальномера 3, определяется расстояние h_1 от верхней части до поверхности жидкого материала – уровень жидкости больше половины объема цилиндра. Для этого положения при определении площади наливного жидкого материала из площади сектора $AOBD$ отнимается площадь треугольника AOB и получается площадь сегмента ABD , где $h_1 - R$ – высота треугольника. Далее из общей площади круга отнимается полученная площадь сегмента ABD и вычисляется объем жидкого продукта V_1 :

$$V_1 = L_{ц} \left[\pi R^2 - \left[R^2 \cos^{-1} \left(\frac{H_1 - R}{R} \right) - (H_1 - R) \sqrt{2RH_1 - H_1^2} \right] \right] \quad (1)$$

При помощи лазера-дальномера 4 определяется расстояние h_2 от верхней части до поверхности жидкого материала – уровень жидкости меньше части

объема цилиндра. Для этого положения при определении площади наливного жидкого материала из площади сектора $AOBC$ отнимается площадь треугольника AOB и получается площадь сегмента ABC , где $R - H_2$ – высота треугольника. Объем жидкого продукта V_2 можно найти путем перемножения длины резервуара $L_{ц}$ на площадь сегмента $S_{сег}$: $V = L_{ц} S_{сег}$, т.е.

$$V_2 = L_{ц} \left[R^2 \cos^{-1} \left(\frac{R - H_2}{R} \right) - (R - H_2) \sqrt{2RH_2 - H_2^2} \right] \quad (2)$$

В процессе измерения уровня с помощью лазеро-дальномеров при наполнении резервуара жидким продуктом наблюдаются следующие три варианта расчета уровня.

Вариант 1. Если, $h_1 \neq 0$, $h_2 \neq 0$, $h_1 < h_2$, то объем наполненного жидкого материала $V_{общ}$ рассчитывается как сумма трех объемов: объема цилиндрической части $V_{ц}$, и двух разных объемов боковых днищ (Рис. 3), т.е.:

Рисунок 3. Наклонный горизонтальный цилиндрический резервуар полусферическими днищами

Для точного определения наливного объема V_{ENLF} его условно разделим на два объема: $V_{ENLF} = V''_{MNLF} + (V'_{EKLf} - V''_{MNLF})/2$, где V''_{MNLF} – объем жидкого продукта меньшего сечения (сечение А-А.);

V'_{EKLf} – объем жидкого продукта большего сечения (сечение В-В.). Тогда, исходя из вышестоящих расчетов, получаем

$$V''_{MNLF} = L_u \left[R^2 \cos^{-1} \left(\frac{R-H_2}{R} \right) - (R-H_2) \sqrt{2RH_2 - H_2^2} \right] \quad (3)$$

$$V'_{EKLf} = L_u \left[\pi R^2 - \left[R^2 \cos^{-1} \left(\frac{H_1-R}{R} \right) - (H_1-R) \sqrt{2RH_1 - H_1^2} \right] \right] \quad (4)$$

$$V_{ENLF} = L_u \left[\left[R^2 \cos^{-1} \left(\frac{R-H_2}{R} \right) - (R-H_2) \sqrt{2RH_2 - H_2^2} \right] + \frac{\left[\pi R^2 - \left[R^2 \cos^{-1} \left(\frac{H_1-R}{R} \right) - (H_1-R) \sqrt{2RH_1 - H_1^2} \right] - \left[R^2 \cos^{-1} \left(\frac{R-H_2}{R} \right) - (R-H_2) \sqrt{2RH_2 - H_2^2} \right] \right]}{2} \right] \quad (5)$$

Определим объем жидкого материала в левом боковом днище V_1 :

$$V_1 = D^3 C \frac{\pi}{12} \left[3 \left(\frac{H_1}{D} \right)^2 - 2 \left(\frac{H_1}{D} \right)^3 \right] \quad (6)$$

Определим объем жидкого материала в правом боковом днище V_2 :

$$V_2 = D^3 C \frac{\pi}{12} \left[3 \left(\frac{H_2}{D} \right)^2 - 2 \left(\frac{H_2}{D} \right)^3 \right] \quad (7)$$

где, C – по стандарту ASME равен 1; H_1, H_2 – разные высоты жидкого материала в резервуаре.

Тогда общий объем жидкости в наклонном резервуаре определяется по формуле:

$$V_{общ} = V_{ENLF} + V_1 + V_2$$

$$V_{общ} = L_u \left[\left[R^2 \cos^{-1} \left(\frac{R-H_2}{R} \right) - (R-H_2) \sqrt{2RH_2 - H_2^2} \right] + \frac{\left[\pi R^2 - \left[R^2 \cos^{-1} \left(\frac{H_1-R}{R} \right) - (H_1-R) \sqrt{2RH_1 - H_1^2} \right] - \left[R^2 \cos^{-1} \left(\frac{R-H_2}{R} \right) - (R-H_2) \sqrt{2RH_2 - H_2^2} \right] \right]}{2} \right] + C \frac{\pi}{12} [3D(H_1^2 + H_2^2) - 2(H_1^3 + H_2^3)] \quad (8)$$

Вариант 2. Если, $0 < h_1 < D$, $h_2 = D$, объем наполненного жидкого материала $V_{\text{общ}}$, рассчитывается как сумма двух объемов: объем левого бокового

днища V_1 , и частично заполненного цилиндра (Рис. 4) $V_{\text{ц}}: V_{\text{общ}} = V_1 + V_{\text{ц}}$

Рисунок 4. Частично заполненный горизонтальный цилиндрический резервуар

$$V_1 = D^3 C \frac{\pi}{12} \left[3 \left(\frac{H_1}{D} \right)^2 - 2 \left(\frac{H_1}{D} \right)^3 \right] \quad (9)$$

Объем частично заполненного цилиндра $V_{\text{ц}}$ равен произведению частично заполненной длины цилиндра $\Delta L_{\text{ц}}$ на площадь поперечного сечения площади сегмента S_{ABC} . Зная, что, $\text{tg } \alpha = \frac{D-h_1}{\Delta L_{\text{ц}}}$ получаем $\Delta L_{\text{ц}} = \frac{D-h_1}{\text{tg } \alpha}$.

$$V_{\text{ц}} = \frac{\left[\pi R^2 - \left[R^2 \cos^{-1} \left(\frac{H_1-R}{R} \right) - (H_1-R) \sqrt{2RH_1-H_1^2} \right] \right] \frac{D-h_1}{\text{tg } \alpha}}{2} \quad (10)$$

$$V_{\text{общ}} = D^3 C \frac{\pi}{12} \left[3 \left(\frac{H_1}{D} \right)^2 - 2 \left(\frac{H_1}{D} \right)^3 \right] + \frac{\left[\pi R^2 - \left[R^2 \cos^{-1} \left(\frac{H_1-R}{R} \right) - (H_1-R) \sqrt{2RH_1-H_1^2} \right] \right] \frac{D-h_1}{\text{tg } \alpha}}{2} \quad (11)$$

Вариант 3. Если, $h_1 = 0$, $h_2 \neq 0$ то, объем наполненного жидкого материала $V_{\text{общ}}$ рассчитывается как сумма трех объемов: полный объем левого бокового днища V_1 , объема цилиндрической части $V_{\text{ц}}$, и объем частично заполненного правого бокового днища V_2 (Рис. 5), т.е.:

Рисунок 5. Горизонтальный цилиндрический резервуар наполненный жидкого материала

$$V_1 = \frac{2}{3}\pi R^3, V_{ц} = \left[L_{ц}\pi R^2 - \frac{\left[\pi R^2 - \left[R^2 \cos^{-1}\left(\frac{H_2-R}{R}\right) - (H_2-R)\sqrt{2RH_2-H_2^2} \right] \frac{D-H_2}{\operatorname{tg} \alpha} \right]}{2} \right];$$

$$V_3 = D^3 C \frac{\pi}{12} \left[3 \left(\frac{H_2}{D} \right)^2 - 2 \left(\frac{H_2}{D} \right)^3 \right];$$

$$V_{общ} = \frac{2}{3}\pi R^3 + \left[L_{ц}\pi R^2 - \frac{\left[R^2 \cos^{-1}\left(\frac{H_2-R}{R}\right) - (H_2-R)\sqrt{2RH_2-H_2^2} \right] \frac{D-H_2}{\operatorname{tg} \alpha}}{2} \right] + D^3 C \frac{\pi}{12} \left[3 \left(\frac{H_2}{D} \right)^2 - 2 \left(\frac{H_2}{D} \right)^3 \right] \quad (12)$$

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ:

На лаборатории кафедры «Автоматизации производственных процессов» Ташкентского государственного технического университета был изготовлен макет, состоящий из наклонного горизонтального цилиндрического резервуара с полусферическими днищами с измерительной системой и блоком управления на базе платформы Arduino. В качестве устройства отображения использован дисплей компьютера.

Для резервуара со следующими параметрами, выполнено измерение уровня жидкого продукта с помощью предложенного в работе метода:

Диаметр резервуара, м: $D=0,5$

Длина цилиндрической части резервуара, м:
 $L_{ц}=0,7$

Радиус резервуара, м: $R=0,25$

Угол наклона резервуара: $\alpha = 10^\circ$

Результаты измерительно-вычислительного процесса представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты проведенных исследований

№	Расстояния, h_1	Расстояния, h_2	Объем $V_{ц}$, л.	Объем, V_1 , л.	Объем, V_2 , л.	$V_{общ}$, л.	Погрешность, %
1	0,45	0	12,01	1,3	0	13,31	1,05
2	0,4	0	24,26	2,7	0	26,96	1,00
3	0,35	0	36,03	9,6	0	45,63	1,16
4	0,3	0,41	48,05	8,7	2,79	59,54	0,24
5	0,25	0,36	60,65	16,3	6,25	83,2	0,24
6	0,2	0,31	72,07	21,2	10,5	103,77	0,26
7	0,15	0,26	84,1	25,6	15,3	125	0,24
8	0,1	0,21	96,1	20,2	20,2	136,5	0,22
9	0,05	0,16	108,11	24,8	24,8	157,71	0,32
10	0	0,11	120,13	32,7	28,6	181,43	1,06
11	0	0,6	120,13	32,7	31,1	183,93	1,05
12	0	0,1	120,13	32,7	32,1	184,93	1,04

Результаты испытаний полностью подтверждают целесообразность использования предлагаемого решения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемый способ измерения объема жидкости в горизонтальных цилиндрических резервуарах имеет ряд преимуществ перед известными уровнями

техники, заключающиеся в том, что реализация осуществляется довольно таки просто и экономично и не имеет механически движущихся частей, в связи с этим измерительное оборудование защищено от сбоев и имеет долгий срок службы. Более того, способ учитывает влияние угла наклона цилиндрических резервуаров и различные формы днищ.

Список литературы:

1. N.R. Yusupbekov, A.A. Yusupov. "Review and Comparative Analysis of Modern Devices For Level Gauging In Checking System And Industrial Processing Control", International Journal of Advanced Science and Technology Vol. 29, No. 9s, (2020), pp. 5370-5380.
2. Н.Р. Юсупбеков. А. Юсупов. "Способ измерения объема жидкого продукта в наклонных горизонтальных цилиндрических резервуарах". Заявка на изобретение (UZ) IAP 20200588, 30.12.2020.

3. N.R. Yusupbekov, Sh.M. Gulyamov, M. Yu. Doshchanova. "Neuro-fuzzy modeling for predictive control systems with complex technological processes and production". Chemical technology. Control and management. Vol.1/2020.
4. Jintao W., Ziyong L., "Automatic Measurement System for Vertical tank Volume by Electro-Optical Distance-Ranging Method". Applied Mechanics and Materials, Vol. 26-28 pp 416-421, 2010.
5. N.R. Yusupbekov, A.A. Yusupov "A wireless intelligent system construction for measuring and control of liquid product level in reservoir parks". Turkish Journal of Computer and Mathematics Education Vol.12 No. 4 (2021), 43-52.
6. H.Z. Igamberdiyev, A.N. Yusupbekov, O.O. Zaripov, J.U. Sevinov "Algorithms of adaptive identification of uncertain operated objects in dynamic models". Procedure Computer Science. 120, 854-861 (2017). DOI: 10.1016/j.procs.2017.11.318.
7. R.A. Akopyan, S.G. Kyuregyan, and A.R. Akopyan. "Limit of error of measurements of a mass of oil and oil products". Measurement Techniques, Vol. 41, No. 5, 1998.
8. A.V. Barderas. How to calculate the volumes of partially full tanks. Intenational Journal of Engineering and Technology. March 2015.

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

DOI - 10.32743/UniTech.2021.86.5.11743

КОМБИНИРОВАННЫЙ ВЫПАРНОЙ АППАРАТ С РАЗДЕЛЕННОЙ ГРЕЮЩЕЙ КАМЕРОЙ**Артиков Аскар Артикович**

д-р техн. наук, проф. кафедры «Информатики, автоматизации и управления»
Ташкентского химико-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: <mailto:zulxumor-72@mail.ru>

Машарипова Зулхумар Атабековна

PhD, доц. кафедры «Информатики, автоматизации и управления»
Ташкентского химико-технологического института,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Каримуллаева Марзия Уснатдиновна

докторант
Ташкентского Государственного Аграрного Университета,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

COMBINED EVAPORATOR WITH SEPARATE HEATING CHAMBER**Askar Artikov**

Professor of the Department of Informatics,
Automation and Control of the Tashkent chemical-technological institute,
Uzbekistan, Tashkent

Zulhumar Masharipova

Associate Professor of the Department of Informatics,
Automation and Control of the Tashkent chemical-technological institute,
Uzbekistan, Tashkent

Marziya Karimullaeva

Doctorate student
of Nukus branch of Tashkent state agrarian university
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается конструктивная особенность совмещенного двухкорпусного выпарного аппарата. Цель **исследования** разработка двухкорпусного устройства выпаривания растворов и соков в одном аппарате. В большинстве случаев на производстве пищевых концентратов используются двухкорпусные выпарные установки, где первый корпус обогревается свежим водяным паром, а пар первого корпуса подается для подогрева второго корпуса выпарной установки. Конструктивные расчеты совмещенного выпарного аппарата выполнены путем расчетно-экспериментального исследования с использованием компьютерного моделирования по выпарке раствора пектина и осветленного дынного сока. В кратце дается подетальное содержимое аппарата, их назначение и принцип работы. Показаны преимущества двухкорпусного устройства выпаривания в одном аппарате.

ABSTRACT

The article discusses the design features of the evaporator for the evaporation of weak technical solutions, for example, pectin extract or melon juice. In brief, the detailed contents of the device are given, their purpose and principle of operation.

Experimental data on the concentration of a solution of pectin and melon juice, the results of their comparative assessment and conclusions are presented.

Ключевые слова: экстрактор, давление, испаритель, анализ, температура, процесс, элемент, раствор, пектин, испарение, нагревательная камера, сепаратор.

Keywords: extractor, pressure, evaporators, analysis, temperature, process, element, solution, pectin, evaporation, heating chamber, separator.

Введение

Плодоовощной раствор яблочного пектина или дынного сока состоит из растворителя - воды и растворенного в нем моно-сахаров - глюкозы, фруктозы и сахарозы. При этом парциальное давление паров растворенного вещества ничтожно мало по сравнению с давлением пара воды. Поэтому при кипении сока испаряется практически только чистая вода и ароматические вещества, образуя мокрый пар. Растворенное же моносахара или пектин остается в растворе, повышая свою концентрацию. При этом температура кипения раствора несколько превышает температуру кипения чистой воды [1, 9].

Как известно концентрирование раствора выпариванием — это тепловой процесс, заключающийся в частичном удалении воды путем испарения её при кипении. Процесс сопровождается испарением воды во всем объеме кипящего раствора, что значительно интенсифицирует ее удаление [1, 2, 9, 10].

Наибольшее распространение в промышленности получили выпарные аппараты, обогреваемые конденсирующим водяным паром. Выпарные аппараты используют для концентрирования водных растворов различных минеральных солей, органических полу-продуктов, белково - витаминных концентратов, натуральных фруктово - ягодных соков и других пищевых продуктов [2].

Область применения выпарных аппаратов в народном хозяйстве обширна и многообразна, определяется их конструктивными особенностями и разнообразием энергоподвода для процесса выпаривания. Самым распространенным теплоносителем считается насыщенный перегретый водяной пар давлением $P = 200 - 800$ кПа. Процесс выпаривания проводится, при как можно, более низких температурах и кратковременно.

Для осуществления процесса выпаривания необходимо передать тепло греющего пара кипящему соку, что сопровождается большим расходом водяного пара. Для уменьшения затрат энергии греющего пара переходят к использованию многокорпусных выпарных аппаратов. При этом образуется концентрированный раствор и вторичный соковый пар, который может быть использован в качестве теплоносителя. Аналогичное используется в многокорпусных выпарных установках (МВУ), например, в сахарном производстве.

Многокорпусные выпарные аппараты, имея большое амортизационное отчисление, способствуют уменьшению расхода водяного пара.

Отличие выпарных аппаратов от обычных теплообменников заключается в условном разделении на два взаимосвязанных тепловых узла: греющей камеры и сепаратора — ловушки для улавливания капель раствора из пара, образующего при кипении раствора.

Существующие выпарные аппараты, несмотря на их множество, их обычно подразделяют по принципу действия, типу циркуляции, способу подвода тепла, характеру движения раствора, ориентации поверхности нагрева, расположения зоны испарения, конструктивному исполнению сепаратора и другим параметрам.

В связи с этим вопрос усовершенствования конструкции выпарных аппаратов с учетом сохранения биологических и нативных свойств выпариваемого раствора остается в поле зрения научных исследователей.

Цель исследования - разработка выпарного устройства выпаривания растворов и соков в одном выпарном аппарате.

Имеются многокорпусные выпарные аппараты, используемые для концентрирования пищевых соков. В большинстве случаев на производствах пищевых концентратов используются двухкорпусные выпарные аппараты, где первый корпус обогревается водяным паром из общей транс линии подачи свежего пара, вторичный водяной пар из первого корпуса подается для подогрева второго выпарного аппарата.

Для выпаривания слабого раствора пектина, получаемого при экстрагировании яблочных выжимок нами, разработан выпарной аппарат с разделенной греющей камерой и выходящего парожидкостного потока в одном аппарате (рис. 1).

Конструктивные расчеты двухкорпусного выпарного аппарата выполнены путем расчетно-экспериментального исследования с использованием компьютерного моделирования по выпарке раствора пектина и осветленного дынного сока [10].

Получены при концентрировании водного раствора пектина с начальной $X_n = 1,5$ % до $X_k = 7,5$ % были получены следующие данные: следующие результаты как первого, так и второго корпусов.

а) $X_n^I = 2,43$ % - конечная концентрация раствора в первой половине аппарата;

$K_n^I = 2100 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{К}$ - коэффициент теплоотдачи;

$X_n^{II} = 7,5$ % - концентрация на выходе из аппарата;

$K_n^{II} = 1500 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{К}$ - средний расчетный коэффициент теплоотдачи;

б) а также, при концентрировании дынного сока с $X_g = 15\%$ и $X_g = 45$ %

$X_g^I = 27.2$ % - концентрация раствора на выходе из первой половины аппарата;

$K_g^I = 580 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{К}$ - коэффициент теплоотдачи в первой половине аппарата;

$K_g^{II} = 320 \text{ Вт} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{К}$ - коэффициент теплоотдачи во второй половине аппарата;

Уменьшение коэффициента теплоотдачи объясняется тем, что с увеличением вязкости уменьшается скорость движения раствора в трубах, что суще-

ственно влияет на коэффициент теплопередачи. Поэтому для концентрирования вязких растворов можно включить в систему циркуляционный насос.

На основе выше приведенных расчётов и технологических показателей были определены конструктивные размеры совмещённого многокорпусного выпарного аппарата (рис.1).

Рисунок 1. Выпарной аппарат с разделенной греющей камеры

Выпарной аппарат состоит из трех основных монтажных блоков: греющей камеры, сепаратора и днища. Греющая камера выполнена в виде двухходового трубчатого теплообменника, как по движению теплоносителя, так и по нагреваемому продукту, и состоит из приваренных к обечайке 1 верхней 2 и нижней 3 трубных решеток и вертикально расположенной изогнутой перегородкой 4, разделяющей межтрубное пространство на две неравнозначные части. На трубных решетках закреплены греющие трубки 5 и 6 разных диаметров, а на обечайке расположены патрубки 7, 8 для ввода греющего пара и 9, 10 – для отвода конденсата и опорные лапы 11. К нижней трубной решетке 3 закрепляется днище, состоящее из фланца 12, сферического полуднища 13, разделительной перегородки 14 и двух патрубков 15, 16 для ввода раствора. Сверху греющей камеры монтируется сепаратор, состоящий из полусферического купола 17, состыкованного с цилиндроконическим раструбом 18, внутри которого размещены перегородка 19 и конусообразный капле отражатель 20, с расположенными по центру сквозным отверстием 21 для прохода сокового пара и двух отверстий 22 для возврата уловленных брызг раствора. В сферической части сепаратора расположены патрубки 23, 24 для отвода сокового пара и патрубки 25, 26 для выхода сконцентрированного раствора.

Греющая камера, сепаратор и днище стыкуются между собой в единую монтажную единицу.

Для понятия сущности двухкорпусного устройства выпаривания растворов и соков в одном аппарате, рассмотрим его работу в совокупности с работой других вспомогательных аппаратов для

концентрирования продукта, например, раствора пектина (см. фиг.2).

Осветленный раствора пектина насосом 27 подают на теплообменник 28, в котором подогревается до температуры кипения и далее через патрубок 15 поступает в левую камеру нижней части выпарного аппарата. Нагретый до температуры кипения сок, далее проходит по трубкам 5, вскипает за счет подаваемого через патрубок 7 греющего пара, и поступает в виде парожидкостной фазы в левую часть сепаратора.

Здесь кипящий сок разделяется на две фазы: паровую и жидкостную. Первая фаза - вторичный водяной пар проходит через отверстие 21 и переходит через патрубок 23, на обогрев второй половины греющей камеры через патрубок 8. Вторая фаза - частично сконцентрированный сок через патрубок 25, по обводному трубопроводу 29, циркуляционный насос 30 и патрубок 16 поступает во вторую половину сферического полуднища 13. Далее сок проходит по трубам 6, вскипает и концентрируется за счет обогрева, поступающего по паропроводу 31 сокового пара и поступает во вторую часть сепаратора. Здесь также происходит разделение сконцентрированного сока от паровой фазы, которая по патрубку 24 отсасывается на барометрический конденсатор 32, а концентрированный сок удаляется по патрубку 26 на охлаждение и хранение. Разряжение в сепарационной части выпарного аппарата обеспечивается водокольцевым вакуум-насосом 33.

Такое конструктивное выполнение выпарного аппарата с одновременным разделением, как парового пространства, так и по ходу упариваемого рас-

твора, обеспечивает оптимальный режим прохождения гидродинамических и теплообменных процессов. Компактность аппарата заключается в том, что он выполнен по принципу «два в одном», т.е. два аппарата заключены в один корпус, позволяющее уменьшить потерю тепла в окружающую среду и расход металла на изготовление.

Выводы:

В большинстве случаев на производствах пищевых концентратов используются двухкорпусные выпарные аппараты, где первый корпус обогревается водяным паром из общей транс линии подачи свежего пара, вторичный водяной пар из первого корпуса подается для подогрева второго выпарного аппарата.

Для выпаривания слабого раствора пектина, получаемого при экстрагировании яблочных выжимок нами, разработан выпарной аппарат с разделенной греющей камерой и выходящего парожидкостного потока в одном аппарате. Преимущества данного выпарного аппарата по сравнению с известными выпарными установками заключается в малых массогабаритных размерах, что позволяют его изготовления в небольших механосборочных цехах без специальной оснастки к оборудованию, демонтаж сепаратора и днища обеспечивает быструю очистку греющих труб от образующего пригара. Процесс нагараобразования при уваривании различных растворов (яблочного, томатного и дынного соков) уменьшается в 1,3 -1,6 раза.

Список литературы:

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: ООО ТИД "Альянс", 2004. - 753 с.; 10-е изд.
2. Основные процессы и аппараты химической технологии: Учебное пособие по проектированию; под ред. Ю.И. Дытнерского. 3-е изд., стереотип. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 496 с.
3. Таубман Е.И. Расчет и моделирование выпарных установок. – М: Химия, 1970-216 с.
4. Кафаров В.В., Глебов М.Б. Математическое моделирование основных процессов химических производств. – М.: Высшая школа .1991-400с.
5. Артиков А.А. Компьютерные методы анализа и синтеза технологических систем. - Ташкент. 2012. С. 207.
6. Артиков А.А., Машарипова З.А., Каримуллаева М.У. Выпарной аппарат с разделенной греющей камерой. № FAP_20200313 от 15.12.2020
7. Артиков А.А., Жураев Х.Ф., Машарипова З.А., Раджапов Б.Н. Системное мышление анализ, и нахождение оптимальных решений. Монография. Издательства «Дурдона» Бухара- 2020. 184 с.
8. Артиков А.А., Машарипова З.А., Каримуллаева М.У. Программный продукт расчета кожехотрубных выпарных аппаратов с паровым обогревом. Агентство по интеллектуальной собственности РУз. Свидетельство № DGU10090 от DGU 20202557
9. Саевич Н.П., Калишук Д.Г., Ершов А.И. Исследования интенсификации кипения воды в вертикальной трубе. [Текст] Инженерно-физический журнал, 2004, Т. 77, № 1. - С. 191-196
10. Артиков А.А., Машарипова З.А., Каримуллаева М.У. Расчет динамики процесса выпаривания в кожехотрубном аппарате // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2021. 3(84).
11. Плехов И.М., Ершов А.И., Лунчук Ю.П. Технический способ снижения температурных потерь и энергозатрат при концентрировании растворов в выпарных аппаратах. [Текст] Белорусский государственный технологический университет. Труды БГТУ. Серия III. Химическая технология неорганических веществ, Минск, 2008, Вып. XVI. - С. 163-165.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА**МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА МОДЕЛИ АККУМУЛЯТОРА ТЕПЛОТЫ
С ФАЗОВЫМ ПЕРЕХОДОМ ВЕЩЕСТВА****Махмудов Рузмат Махмудович**

канд. техн. наук, доцент
Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт
имени Мирзо Улугбека,
Узбекистан, г. Самарканд

Холмуродова Зебо Ибрагимовна

ст. преподаватель
Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт
имени Мирзо Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Самарканд

Усмонов Шавкат Аззамович

ст. преподаватель,
Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт
имени Мирзо Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Самарканд

Бабаназаров Санжар Шерназович

ст. преподаватель,
Самаркандский государственный архитектурно-строительный институт
имени Мирзо Улугбека,
Республика Узбекистан, г. Самарканд
E-mail: sanjar-b85@mail.ru

**EXPERIMENTAL TECHNIQUE FOR A HEAT STORAGE MODEL
WITH A PHASE TRANSITION OF SUBSTANCE****Razmat Makhmudov**

Cand. tech. Sciences, Associate Professor
Samarkand State Architectural and Construction Institute named after Mirzo Ulugbek,
Uzbekistan, Samarkand

Zebo Kholmurodova

Senior Lecturer
Samarkand State Institute of Architecture and Construction named after Mirzo Ulugbek,
Uzbekistan, Samarkand

Shavkat Usmonov

Senior Lecturer,
Samarkand State Institute of Architecture and Construction named after Mirzo Ulugbek,
Uzbekistan, Samarkand

Babanazarov Sanzhar Shernazovich

Senior Lecturer,
Samarkand State Institute of Architecture and Civil Engineering named after Mirzo Ulugbek,
Uzbekistan, Samarkand

АННОТАЦИЯ

Рассматриваемой статье приведены методика проведения эксперимента между теплоаккумулирующим материалом изменяющего свою агрегатное состояния т.е. с фазовым переходом и теплообменного аппарата для ускорения процесса теплообмена с различными поверхностями нагрева.

ABSTRACT

The article under consideration shows the technique of the experiment carried out between the heat-accumulating material changing its aggregate state, i.e. with phase change and heat exchanger to accelerate the process of heat exchange with different heating surfaces.

Ключевые слова: Теплоаккумулирующий материал, аккумулятор, скрытая теплота, температура плавления, ребренные поверхности.

Keywords: Heat storage material, battery, latent heat melting point, finned surfaces.

Экспериментальная установка аккумулятора теплоты с фазовым переходом вещества приведены на рисунке 1.

Вода в термостате догревалась до нужной температуры. Затем включался насос и нагретая вода начинала циркулировать в системе через байпасную

линию, минуя модель аккумулятора. При этом выставлялся с помощью ротаметра нужный расход. После этого вода подключалась к модели аккумулятора и байпасная линия отключалась. С этого момента начинался собственно эксперимент. (рис. 1)

1. Модель аккумулятора теплоты; 2. Игольчатый вентиль; 3. Ротаметр; 4. Контактный термометр. 5. Соединительный шланг; 6. Ртутный термометры; 7. Термостат; 8. Хромель-копелевые (ХК) термопары; 9. Потенциометр КСП-2.

Рисунок 1. Принципиальная схема экспериментальной установки АТФПВ (аккумуляторы теплоты на основе фазового перехода веществ)

Рисунок 2. Изменение доли расплава по времени, при наличии в объеме аккумулятора алюминиевой стружки. ТАМ-парафин

Измерения температуры в тепло аккумулирующий материал внутри модели велись непрерывно и постоянно записались на диаграммной ленте потенциометра КСП-2. Измерения температуры на входе и выходе из модели проводились каждые 15 минут. В это же время снимались боковые теплоизоляционные крышки на модели с целью фиксации положения фронта давления.

Для этого к прозрачной к плексигласовой стенке заранее прикреплялась прозрачная бумага с координатной сеткой, через которую четко просматривалось положение границы фазового перехода. На этой бумаге положение границы фазового перехода фиксировалось фломастером и теплоизоляционные крышки закрывались.

Такое измерение проводилось с интервалом в 15 минут до тех пор, пока полностью не расплавлялся теплоаккумулирующий материал в модели аккумулятора теплоты на основе фазового перехода. С этого момента горячая вода от аккумулятора теплоты на основе фазового перехода отключалась и к нему подключалась холодная вода. При этом все измерения продолжались с той же цикличностью до момента полного затвердевания теплоаккумулирующий материала в модели.

В ходе эксперимента горячая вода подавалась на вход как снизу, так и сверху. Вначале была проведена серия экспериментов при нижней подаче воды. При этом горячая вода подавалась на вход на четырех температурных уровнях: 60, 65, 70 и 75 °C при расходе 40 кг/ч. В результате выявлена сильная зависимость времени плавления теплоаккумулирующий материала от температуры теплоносителя (см. Рис. 2), с ростом температуры теплоносителя время плавления первого резко сокращается.

$$m_{\tau} = \frac{m_{рас}}{m_{общ}}$$

Однако после определенного значения температуры теплоносителя дальнейшее ее увеличение не приводит сколько-нибудь значительному уменьшению времени плавления. Характер продвижения фронта фазового перехода указывает на сложный механизм передачи теплоты от стенок канала с теплоносителем к массе теплоаккумулирующий материала (Рис.2). При этом в начальный момент теплопередача происходит путем теплопроводности, о чем говорит тот факт, что граница фазового перехода эквидистантна стенкам обогреваемого канала по всей высоте аккумулятора теплоты на основе фазового перехода. Однако с течением времени форма расплавленной зоны начинает отклоняться от цилиндрической. При этом скорость движения границы фазового перехода в верхней части аккумулятора теплоты на основе фазового перехода значительно превышает аналогичный параметр для нижней части. Это явление однозначно указывает на изменение механизма теплопередачи, а именно на появление в расплаве естественной конвекции, которая приводит к искажению цилиндрической формы зоны расплава. Получив в результате этой серии экспериментов однозначную и ярко выраженную зависимость времени плавления теплоаккумулирующий материала, и от температуры теплоносителя на входе (или, что в принципе то же самое, от разности между температурой стенки обогревающего канала и температурой фазового перехода теплоаккумулирующий материала) и учитывая, что для реального аккумулятора теплоты на основе фазового перехода очень важны высокие динамические характеристики, было решено в дальнейшем ориентироваться только на повышенные температуры теплоносителя.

$\tau = 4 \text{ ч}$ $\tau = 8 \text{ ч}$

$\tau = 18.4$ $\tau = 21.4$

Рисунок 3. Динамика развития процесса плавления теплоаккумулирующего материала (парафина)

В следующей серии экспериментов была выявлена зависимость времени плавления теплоаккумулирующего материала в аккумуляторы теплоты на основе фазового перехода от расхода теплоносителя.

При этом поток теплоносителя был направлен сверху вниз, а температура его на входе во всех опытах поддерживалась равной 75°C . Расход теплоносителя задавался на четырех уровнях: 4, 21, 40 и 180 кг/час. В результате экспериментов было установлено, что время плавления теплоаккумулирующего материала довольно сильно зависит от расхода теплоносителя, хотя и в гораздо меньшей степени, от температуры последнего на входе.

Выявлено также, что существует область расходов, где время плавления от величины расхода практически не зависит. Граничной величиной в этом случае можно считать расход 40 кг/час. Сравнение интенсивности плавления теплоаккумулирующего материала для различного направления тока теплоносителя показало, что направление сверху вниз предпочтительнее, так как в этом случае при полном и том же расходе теплоносителя время полного плавления теплоаккумулирующего материала в аккумуляторы теплоты на основе фазового перехода меньше (при расходе $G = 40$ кг/ч и температура теплоносителя на входе в аккумулятор $t_{\text{вх}} = 75^{\circ}\text{C}$ при токе сверху - вниз время полного расплавления составило 4 часа 30 мин, а при движении снизу-вверх - 6 часов 50 мин). Исходя из этого все остальные эксперименты были проведены при движении теплоносителя сверху вниз. При затвердевании расплава картина была как бы перевернута - объем затвердевающей фазы вокруг канала с холодной водой постоянно увеличивался сверху вниз по ходу холодного теплоносителя. При этом с увеличением

расхода при постоянной температуре холодного теплоносителя время затвердевания теплоаккумулирующего материала также уменьшается. Однако отклонение формы зоны затвердевания от цилиндрической выражено меньше, нежели зоны расплава при плавлении. Кроме того, по истечении определенного времени от начала процесса затвердевания граница фазового перехода размывается и четко определить ее положение визуальным способом становится невозможным, что связано с конструктивными особенностями модели аккумуляторы теплоты на основе фазового перехода, а именно: при снятии передней теплоизоляционной крышки для фиксации положения фронта затвердевания происходит охлаждение расплава через плексигласовую стенку модели и на внутренней поверхности последней в результате появляется слой затвердевшего теплоаккумулирующего материала (парафина или каприновой кислоты), который не прозрачен. В этих условиях окончание процесса затвердевания фиксировалось по показаниям, термопар (внутри аккумуляторы теплоты на основе фазового перехода). Температура по показаниям всех термопар должна быть ниже температуры фазового перехода. Направление движения теплоносителя оказывает влияние на скорость затвердевания и в меньшей мере на форму образующейся зоны кристаллизации.

Выявлено, что движение охлаждающего теплоносителя снизу вверх более эффективно, по сравнению сверху вниз. При этом показание цилиндрической формы зоны кристаллизации вокруг охлажденного канала более значительно. Далее, в результате увеличения плотности твердой фазы относительно жидкой, верхняя граница теплоаккумулирующего материала в аккумуляторе опускается, на ней образуется твердая корка затвердевшего теплоаккумулирующего материала при любом движении направления теплоносителя, которая постоянно утолщается. Таким

образом, кристаллизация теплоаккумулирующий материала в аккумуляторы теплоты на основе фазового перехода происходит не только вокруг охлаждающего канала, но и сверху вниз от верхней границы расплава внутрь последнего. Анализ результатов предварительного экспериментального исследования позволил сделать следующие выводы. Теплоноситель предпочтительнее подавать сверху вниз. При этом, даже в случае малых расходов теплоносителя при достаточно высокой его температуре, время плавления вполне укладывается в световой день. Затвердевание расплава происходит быстрее плавления. Возможно этот фактор обусловлен тем, что разность между температурой фазового перехода и температурой горячего теплоносителя в случае плавления была меньше, чем такая же разность относительно температуры холодного теплоносителя в случае затвердевания.

Далее, результаты экспериментов дают возможность высказать предположение, что существуют такие значения исследованных параметров (расхода, температура теплоносителей) при которых дальнейшее увеличение последних не оказывает существенного влияния на скорость протекания процессов в аккумуляторы теплоты на основе фазового перехода. Визуальные наблюдения за процессом плавления позволили установить довольно интересный факт перекристаллизации парафина при его нагреве температур, близких к температуре фазового перехода. Из аморфного непрозрачного состояния перед плавлением парафин переходит в стекловидное полупрозрачное состояние и только после этого плавится.

В результате при визуальном наблюдении четко отмечается как бы два фронта - фронт плавления, а перед ним, на расстоянии около сантиметра вглубь твердой фазы - фронт кристаллизации. Предполагается, что в определенной мере такой характер процесса, связанный, по-видимому, со сложным до компонентным составом парафинов, отражается и на тепловых характеристиках аккумуляторы теплоты на основе фазового перехода. При обратном процессе-затвердевании, такой четко выраженной картины не наблюдается, однако при этом отчетливо различаются хаотическим образом расположенные зоны с различной плотностью твердой фазы. Следующим этапом экспериментальной программы являлось изучение влияния оребрения на интенсивность процессов в аккумуляторы теплоты на основе фазового перехода. В связи с особенностями конструкции модели аккумуляторы теплоты на основе фазового перехода исследовалось только поперечное оребрение. Ребра изготавливались из меди толщиной 1 мм. Количество ребер в экспериментах менялось дискретно - 1, 3, 8, 17, к которым соответствуют поверхности нагрева - 0,0083 м², 0,0249 м², 0,0664 м², 0,1412 м².

При этом для конструкции с одним ребром была проведена серия экспериментов с разными расходами (4, 21, 40 кг/ч, а для 17 ребер - при расходах 4 и 40 кг/ч). Во всех экспериментах температура теплоносителя была равна 75 °C.

Список литературы:

1. Абэ Йосиюки. Устройство аккумулирования скрытой тепловой энергии контактного типа с применением стойкого полиэтилена высокой плотности //Кагаку Когаку.-1982.-Т.46 №7, стр 350-352.
2. Сайто Т., Хиросэ К. Изучение аккумуляции скрытой теплоты с помощью сферических капсул / Пер. Рэйто, 1983, -Т. 58, № 672, стр 933-940.
3. A.C.Kalt Speicherung thermischer Energie in Anlagen zur Nutzung der Sonnenenergie Öl+Gasfeuerung. 1980, vol. 25, № 11. 637-641.
4. Вринью Е. Исследование периодического режима работы аккумулятора тепловой энергии. Revue Generale de thermique fevrier 1984, Т. 106, № 1, стр. 183-188.
5. Стоев В. Исследование режима зарядки теплового аккумулятора при гравитационной циркуляции теплоносителя. Энергетика, 1980, Т.31, № 12, стр. 8-11.

**ГОРОД-ЛЕС ИЛИ ГОРОД БУДУЩЕГО ОБРАЗЦА 1934 ГОДА В ИНТЕРПРЕТАЦИИ
БЕНДЖАМИНА ЗЕЙЕЛЬШТАДА И РЕДЖИНАЛЬДА ВИЛЕНСКИ****Долинская Ирина Марковна**

профессор кафедры «Градостроительство»,
Московский архитектурный институт (государственная академия),
РФ, Москва
E-mail: idolinskaya@yandex.ru

Токарева Ангелина Аркадьевна

магистр архитектуры,
Московский архитектурный институт (государственная академия)
РФ, Москва
E-mail: angelok_to@mail.ru

**THE FOREST CITY OR THE SAMPLE 1934 CITY OF THE FUTURE
IN THE BENJAMIN SEIELSTAD AND REGINALD WILENSKI INTERPRETATION****Irina Dolinskaia**

Professor of the Urban Planning Department,
Moscow Institute of Architecture (State Academy),
Russia, Moscow

Angelina Tokareva

Master in Architecture,
Moscow Institute of Architecture (State Academy),
Russia, Moscow

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена попытке определения роли и места опубликованного в 1934 году проекта Города древоподобных зданий Бенджамина Зейельштада и Реджинальда Виленски в истории формирования композиционных принципов города будущего первой половины 1930-х годов. Выявлены, рассмотрены и описаны причины возникновения подобного футуристического дезурбанистического проекта, его истоки и возможное влияние на развитие образов архитектуры будущего в проектах середины XX века.

ABSTRACT

The article is devoted to the attempt to determine the role and place of the project of the City of Treelike Buildings by Benjamin Seielstad and Reginald Wilenski, published in 1934, in the city of the future compositional principles formation in the first half of the 1930s history. The reasons for the emergence of such a futuristic desurbanistic project, its origins and possible impact on the development of images of the architecture of the future in projects of the middle of the 20th century are identified, considered and described.

Ключевые слова: дезурбанизм, город будущего, небоскреб, высотный город, аэрация, инсоляция, Лазарь Хидекель, Ле Корбюзье.

Keyword: desurbanism, city of the future, skyscraper, high-rise city, aeration, insolation, Lazar Khidekel, Le Corbusier.

Один из лучших современных советских и российских теоретиков градостроительства В.Л. Глазычев (1940 – 2012) в своей монографии «Урбанистика» предположил, что «... люди научились метить границы территории у животных, так что исследование, освоение и маркировка ландшафта с обозначениями границ угодий предшествовали возникновению первых постоянных поселений» [1]. Вполне вероятно, что это было именно так. Но, несмотря на то, что по

очевидному утверждению того же Глазычева, «городское планирование имеет такую же долгую историю, как и сам город» [1], параллельно с народами, основной пространственной организацией жизни которых были именно города, существовали народы, ведущие оседлый, но не городской образ жизни. Так, например, кельты начали строить города, то есть, поселения, имевшие не только городскую организационно-пространственную структуру, но и внешние

стены, а, соответственно, и четкие границы, только в IX веке до нашей эры [3]. Исключением, естественно, были островные поселения, расположенные на небольших островах в руслах малых европейских рек, внешние границы которых определялись береговой линией этих островов. И, если помнить о том, что в древнеегипетской письменности слова «город» и «крепость» не просто существовали, а

обозначались разными иероглифами [1], а для жителей древней Месопотамии города были единственной формой организации жизни (рис. 1), то становится очевидным, что большая часть населения западной части Евразии в вопросах градостроительства отставала от египтян и от своих восточных соседей по континенту минимум на 2 500 лет.

Рисунок 1. Карта Верхнего Египта, Сирии и Месопотамии середины XV века до нашей эры. Фрагмент карты *Musaeanae Greece & Orient about 1450 B.C.* [15]

Но сегодня город, как одна из наиболее древних и, вместе с тем, самая современная форма расселения людей – объект пристального внимания не только архитекторов, историков, географов, экономистов, культурологов и искусствоведов, но и широкого круга обывателей – обладателей различных профессий. Это связано только с тем, что именно города являются самой распространенной и одновременно самой востребованной формой пространственной организации их жизни. Даже при сегодняшних современных, условно дезурбанистических настроениях общества, когда горожане стремятся переселиться в пригород, они все равно остаются жителями и потребителями городов, переместившими микросреду своего личного жизненного пространства из сформировавшихся или интенсивно формирующихся городских кварталов в ближайшую субурбию. Сосредоточив внимание на вопросах экологии и рекреации, эти люди, сохраняя свои рабочие места, образовательные и потребительские приоритеты, только увеличивают амплитуду своей вынужденной ежедневной маятниковой миграции, и, следовательно, нагрузку на существующие транспортные артерии. А это, в свою очередь, рождает целый ряд именно экологических проблем... Безусловно, доведенная в современном мире до совершенства возможность работать удаленно, создала условия, при которых можно

не ездить каждый день на работу не только во время пандемии, но на этой «благодатной почве» уже начала интенсивно формироваться прослойка людей, не имеющих навыков общения в социуме, а, следовательно, не создающих семейных или устойчивых партнерских отношений... А это, в свою очередь, порождает не только проблемы агрессии в общественных местах, связанные с неумением общаться, но и гораздо более серьезные проблемы в области демографии.

То есть, говоря иными словами, для человека в современном мире характерна многоступенчатая среда обитания, которая начинается в собственном жилище и должна заканчиваться одним из элементов системы расселения: поселком, деревней или городом.

Ретроспективный анализ процесса формирования образа жизни в субурбии и его идеализации показал, что осознание проблем жизни в большом городе, формировавшееся в сознании и профессионалов, и городских сообществ с последних десятилетий XIX века, время от времени достигало своего пика и порождало множество интересных градостроительных идей. Не всегда реализуемых, но, безусловно, заслуживающих внимательного изучения. Именно к таким мало на сегодняшний день изученным работам

можно отнести футуристические проекты дезурбанистов – художников и архитекторов, работавших в 1920-х – 1930-х в тех странах, где на волне развития и совершенствования грузоподъемных механизмов в крупнейших городах шло интенсивное высотное

строительство. Так, как это происходило, например, в США, где к середине 1920-х – началу 1930-х ансамбли небоскребов уже сформировали панорамы и силуэты таких городов как Сан-Франциско, Чикаго или Нью-Йорк (рис. 2).

Рисунок 2. а) Нью-Йорк. Нижний Манхэттен. Фото конца 1920-х годов. [18]; б) Чикаго. Даунтаун. Фото 1930 года. [21]

Вертикальные грузоподъемные механизмы – лифты, вошедшие в городской обиход в 1857, и патерностеры, впервые опробованные в 1868, – давали людям возможность быстро и не прикладывая усилий подниматься на 20-30 и больше этажей или пе-

ремещаться с этажа на этаж, к середине 1920-х спровоцировали неостановимый рост городов вверх и одновременное уплотнение городской ткани. И это касалось не только жилых и офисных зданий: вверх росли и объекты торговли, и склады, и места хранения транспорта (рис. 3).

Рисунок 3. а) Нью-Йорк. Уолл-Стрит. Фото 1926 года. // Источник: New-York Architecture Images [17]; б) Нью-Йорк. Вертикальная парковка. Фото 1930 года. [7]; в) Чикаго. Вертикальная парковка. Фото 1936 года [14]; г) Чикаго. Набережная в центре города. Фото 1936 года. [8]

Ни одно другое изобретение человечества, включая метрополитен, являющийся, по сути, обычным городским поездом, который в разных городах мира движется по земле, под землей или по эстакадам, поднятым на высоту 2-го – 3-го этажа над улицами, не оказало такого влияния на изменение характера городской застройки. На способ организации городской жизни вообще.

К началу 1930-х, когда необратимость процесса роста и изменения характера застройки городов, как и способа жизни в них, стали очевидны, в профессиональном архитектурном сообществе появилась люди,

обеспокоенные последствиями такого развития событий. Отчетливо понимая, что процесс стремления городов вверх – это логичный этап их существования, они стали искать принципиально иные пути формирования городских территорий [13]. Всем было понятно, что старые города, обладающие исторически сложившимися кварталами жилой застройки и общественных зданий, будут развиваться по уже сформировавшемуся за последние десятилетия алгоритму. Но у новых городов должен был быть другой путь создания и развития. И его нужно было найти.

Рисунок 4. «City of Treelike Buildings» – «Город древоподобных зданий».
Авторы Бенджамин Зейельштад (B.G. Seielstad) и Реджинальд Виленски (R.H. Wilenski).
Публикация журнала «Popular Science». Апрель 1934. [13]

Один из таких поисковых проектов, получивших название «City of Treelike Buildings» – «Город древоподобных зданий» был опубликован в ежемесячном журнале «Popular Science» в апреле 1934 года (рис. 4). Его авторы – американский художник-график Бенджамин Зейельштад (B. G. Seielstad) и английский архитектор, писатель и теоретик искусства Реджинальд Виленски (R. H. Wilenski), считали, что в ближайшее время в результате высотного строительства, не только люди, живущие на нижних этажах, но и горожане, просто идущие по улицам, будут

лишены солнечного света [13]. И чистого воздуха: переуплотненные высотные города, давая людям жилье и работу, провоцировали рост транспортного потока, заполнявшего улицы плотной вереницей частных автомобилей, такси и общественного транспорта (рис. 5). Все это усугублялось притоком грузовых машин, обеспечивающих работу магазинов, отелей, ресторанов и строительных площадок, вытягивавших эти города вверх. Процесс уплотнения и роста продуцировал и бесконечно воспроизводил сам себя.

а)

б)

в)

Рисунок 5. Улицы Чикаго. а) Фотография 1907 года; б) фотография 1928 года, в) фотография 1930 года. [5]

Зейельштад и Виленски были уверены в том, что будущее – за высотным строительством, но при этом, были убеждены, что со временем проблемы с инсоляцией и аэрацией городов будут только усугубляться, и предложили свой вариант города небоскребов, которым они придали форму деревьев. Поднятые на тонких «стволах» коммуникационных шахт к свету и чистому воздуху, жилые и конторские здания-«кроны», соединенные поднятыми на верхние уровни мостами и переходами, оставляют землю,

практически, свободной от застройки. Это решило бы проблему и естественного освещения, и проветривания помещений, и максимально сохранило бы природные ландшафты. Города на земле в их версии городов будущего становились городами над землей.

Вполне вероятно, что идея была наивной, выросшей из детских игр в домах на деревьях (рис. 6), но в ней, безусловно, было рациональное зерно и градостроительный потенциал.

Рисунок 6. Детские домики для игр на деревьях. Фото И.М. Долинской. 1994 год

На формальном – визуальном уровне она очень напоминала проект советского архитектора-дезурбаниста Лазаря Хидекеля «Город на опорах» 1926 – 1928 года, в котором его супрематические

горизонтальные небоскребы, образуя непрерывные линейные города, парят над землей, соединяясь с ней только вертикальными шахтами коммуникаций (рис. 7).

а)

б)

Рисунок 7. а) Лазарь Хидекель. Город на опорах. 1926 – 1928 год. [11]; б) Бенджамин Зейельштад (B.G. Seielstad) и Реджинальд Виленски (R.H. Wilenski) Город древоподобных зданий. [13]

Но проект Хидекеля, несмотря на внешнее сходство, решал совершенно иные задачи: это был один из вариантов реализации идеи нового социалистического расселения, обеспечивающий максимальное приближение трудовых масс к местам приложения их труда. К тому же, к 1934 – к моменту появления Города древоподобных зданий Зейельштада и Виленски проект Хидекеля опубликован не был. А это значит, что, вне зависимости от изначальной мотивации, идея поднять города над землей, освободить ее от перспективы строительства новых плотно выросших в нее поселений и, тем самым сохранить ее для лесов, полей и зон ведения сельского хозяйства,

кое-где пересекаемых транспортными артериями, была очевидна.

Практически, об этом же, но не в таких радикальных формах, а просто поднимая жилые дома на опоры и освобождая первые этажи ради аэрации дворов и, тем самым, обеспечивая еще и инсоляцию всех без исключения квартир, говорил и писал Ле Корбюзье (рис. 8). К этому же он призывал и в своем градостроительном манифесте, принятом в 1933 году CIAM – Международным Конгрессом Современной архитектуры (Congrès International d'Architecture Moderne) в Афинах, и получившем название «Афинская Хартия» [6].

**Рисунок 8. а) Ле Корбюзье читает лекцию о Марсельской жилой единице. 1954 год. [12];
 б) Марсельская жилая единица (Unité d'Habitation). Эскиз поперечного разреза. [16];
 в) Марсельская жилая единица (Unité d'Habitation). Даты проектирования и строительства: 1945 – 1952).
 Фото И.М. Долинской. 2008 год**

Но, если идеи и проекты Хидекеля и Ле Корбюзье многократно опубликованы, проанализированы, очень тщательно изучены и, как следствие, хорошо известны, то идея Зейельштада и Виленски только однажды опубликованная, несмотря на ее безусловную ценность, сегодня, практически забыта. Хотя, с большой долей вероятности можно предположить,

что именно она послужила одной из отправных точек, например, для работы авторов над проектом гостиничного комплекса «Beauty Crown Hotel» (рис. 9), построенного на юге Китая – в курортном городе Санья (провинция Хайнань). Судя по всему, Город древоподобных зданий был им знаком и тщательно проанализирован. Но их версия это – повторение идеи на уровне грубого восприятия формы.

**Рисунок 9. Гостиничный комплекс «Beauty Crown Hotel». Город Санья (провинция Хайнань).
 Китай. Фото 2018 года. [4]**

Если же говорить о воспроизведении и попытке реализации идеи на уровне смыслов, то можно предположить, что Город древоподобных домов мог служить источником вдохновения для проектов Паоло Солери. Автору аркологии – концепции новых городов, соединивших в себе идеи архитектуры и экологии, судя по всему, были близки и понятны тревоги за будущее Земли. Создавая поднятые высоко над землей

пространственные структуры, часть из которых опирается на тонкие стволы коммуникационных шахт, кронепоподобные завершения которых готовы были бы принять в себя людей и обеспечить все их потребности, он, по сути, развивал то, что было заложено авторами в проект 1934 года (рис. 10).

а)

б)

**Рисунок 10. Паоло Солери. а) Проект города Аркозантти. Эскиз. 1969 год. [19];
 б) Проект Casabella. Рисунок 305. 1966 год [20]**

Список литературы:

1. Глазычев В.Л. Урбанистика. – М. : Европа, 2008. – 220 с.
2. Добрякова Е. Хидекель и города будущего / ART1 18.08.2013 / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://art1.ru/2013/08/18/xidekel-i-goroda-budushhego-21083> (дата обращения: 29.04.2021).
3. Долинская И.М. Мифология городов – Троянские города Западной Европы. / Наука, образование и экспериментальное проектирование. Труды МАРХИ. Материалы научно-практической конференции. Сборник статей. 2017 – с. 344 – 347.
4. Как выглядят уникальные дома-деревья в Китае / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://news.mail.ru/society/35230815/> (дата обращения 30.04.2021).
5. Кори К. XX век в фотографиях из архива BBC / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://karhu53.livejournal.com/26761494.html> (дата обращения: 30.04.2021).
6. Ле Корбюзье. Архитектура XX века. / Пер. с франц. – В.В. Фрязинов, В.Н. Зайцев. Под ред. К.Т. Топуридзе. – М. : Прогресс – 1970 – 304 с.
7. Легенды нашей эпохи / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://humaninside.ru/vokrug-nas/50311-vertikalnaya_parkovka_nyuuyork_1930_god.html (дата обращения: 30.04.2021).
8. Рудовозы и мосты / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://amyatishkin.livejournal.com/829517.html> (дата обращения: 30.04.2021).
9. Фролова Н. Строитель города в пустыне. / Архи.ру. Сайт 15.04.2013 / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://archi.ru/world/47599/stroitel-goroda-v-pustyne> (дата обращения: 30.04.2021).
10. Хан-Магомедов С.О. Архитектура советского авангарда. – М.: Стройиздат, – 2001. – Кн. 2. / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://www.alyoshin.ru/Files/publika/khan_archi/khan_archi_2_051.html#-1 (дата обращения: 30.04.2021).
11. Харебова К. Все начинается с очень простых вещей. / Проект Балтия – 18.12.2018 / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: http://projectbaltia.com/down_news-ru/17314/ (дата обращения: 30.04.2021).
12. Яковлева Л. Ле Корбюзье и его «Лучезарный город»: история гениального проекта. / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://moydom.media/architecture/le-korbyuze-i-ego-luchezarnyy-gorod-istoriya-genialnogo-proekta-2063> (дата обращения: 30.04.2021).
13. City of Treelike Buildings – Popular Science. April 1934 – p. 25 / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://books.google.ru/books?id=uSgDAAAAMBAJ&pg=PA25&redir_esc=y#v=onepage&q&f=true (дата обращения: 25.04.2021).

14. Elevator garage in Chicago / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://en.fishki.net/2988387-space-saving-amazing-vintage-photographs-of-vertical-parking-lots-from-between-the-1920s-and-1950s/gallery-6659925-elevator-garage-in-chicago-1936-photo.html> (дата обращения: 30.04.2021).
15. Historical Atlas by William R. Shepherd. New York, Henry Holt and Company, 1923 / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://legacy.lib.utexas.edu/maps/historical/history_shepherd_1923.html (дата обращения: 30.04.2021).
16. Le Corbusier / Тоталарх. Сайт / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: http://corbusier.totalarch.com/unite_d_habitation_marseille (дата обращения: 30.04.2021).
17. New-York Architecture Images / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://www.nyc-architecture.com/GON/GON060.htm> (дата обращения: 30.04.2021).
18. New-York City: The Transformation / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://skyscraper-page.com/forum/showthread.php?t=157678&page=3> (дата обращения: 30.04.2021).
19. Paolo Soleri: Mesa City to Arcosanti. / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://smoca.org/exhibition/paolo-soleri-mesa-city-to-arcosanti/> (дата обращения 27.04.2021).
20. RNDRD / [Электронный ресурс] – Режим д оступа: URL: <https://rndrd.com/n/1372> (дата обращения 27.04.2021).
21. Urban photography. The State We're In / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://www.skyscraper-city.com/threads/Świat-urban-photography-the-state-were-in.1200217/page-5> (дата обращения: 30.04.2021).

DOI - 10.32743/UniTech.2021.86.5.11706

**ОТ ИДЕЙ СОРИА-И-МАТА ДО «СИБСТРИМА» И «СТРАТЕГИИ-2030»:
ОБЗОР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ПРОЕКТОВ ЛИНЕЙНЫХ ГОРОДОВ
И СИСТЕМ РАССЕЛЕНИЯ**

Долинская Ирина Марковна

проф. кафедры «Градостроительство»,
Московский архитектурный институт (государственная академия),
РФ, г. Москва
E-mail: adolinskaya@yandex.ru

Полинская Екатерина Романовна

магистрант,
Московский архитектурный институт (государственная академия),
РФ, г. Москва
E-mail: rembokatia@gmail.com

Шадрина Елизавета Михайловна

магистрант,
Московский архитектурный институт (государственная академия),
РФ, г. Москва
E-mail: elizabethshadrina@mail.ru

Яковенко Елена Михайловна

магистр архитектуры,
Московский архитектурный институт (государственная академия),
РФ, г. Москва
E-mail: 9156900451@mail.ru

**FROM SORIA-I-MATA IDEAS TO THE «SIBSTREAM» AND «STRATEGY-2030»:
DOMESTIC AND FOREIGN LINEAR CITIES AND SETTLEMENT
SYSTEMS PROJECTS OVERVIEW**

Irina Dolinskaia

Professor of the Urban Planning Department,
Moscow Institute of Architecture (State Academy), Moscow, Russia
Russia, Moscow

Ekaterina Polinskaia

Master's degree,
Moscow Institute of Architecture (State Academy),
Russia, Moscow

Elizaveta Shadrina

master's degree,
Moscow Institute of Architecture (State Academy),
Russia, Moscow

Elena Yakovenko

Master in Architecture,
Moscow Institute of Architecture (State Academy),
Russia, Moscow

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена ретроспективному обзору идей и проектов линейных городов и систем расселения, как одной из самых актуальных сегодня проблем градостроительства. Помимо исторических примеров проанализированы перспективы одной из современных стратегий пространственного развития территорий нашей страны, а именно, регионов, примыкающих к трассе БАМа, рассматриваемых авторами, как имеющих признаки линейной системы расселения.

ABSTRACT

The article is devoted to the retrospective review of ideas and projects of linear cities and settlement systems, as one of the most pressing problems of urban planning today. In addition to the historical examples, the prospects of one of the modern strategies for the spatial development of the territories of our country were analyzed, namely, the regions adjacent to the BAM route, considered by the authors as having signs of a linear settlement system, are considered.

Ключевые слова: линейная система расселения, транспортный коридор, Магнитогорье, Сибстрим, Сория-и-Мата, Ле Корбюзье, М.А. Охитович, И.Г. Лежава.

Keyword: linear settlement system, transport corridor, Magnitogorie, Sibstream, Soria-i-Mata, Le Corbusier, M.A. Okhitovich, I.G. Lezhava.

Актуальная во все времена проблема расселения – это всегда вопрос освоения государством своих территорий. И во все времена фокусными точками таких проблем были и остаются малоразвитые регионы с обширными пространственными ресурсами, исторически сформировавшиеся как далекие регионы-форпосты или неосвоенные центральные территории, не имеющие ни развитой транспортной сети, ни бесперебойно работающей инженерной инфраструктуры. Но, как только тем или иным образом начинают формироваться транспортные коридоры, связывающие эти не до конца освоенные или малоосвоенные районы, существующая там, в абсолютном большинстве случаев, очаговая система расселения, тоже приходит в движение, и на ее основе начинает формироваться совершенно иная градостроительная конструкция – линейная система расселения. Этот процесс трансформации может быть очень быстрым, подобным тому, который происходил во всем мире

в начале XX века в районах интенсивной индустриализации, а может быть очень медленным, растягивающим всю процедуру на сотни лет. Аналогично тому, как это происходило с развитием торговых путей в конце последнего тысячелетия до нашей эры и в первые столетия нашей эры.

В основе любого линейного поселения лежит транспортное русло, вокруг которого оно развивается. Этим транспортным руслом или артерией может быть судоходная река, автомобильная дорога, железнодорожная магистраль или их совокупный транспортный коридор. В отличие от абсолютного большинства инфраструктурных и промышленных объектов, сам транспортный коридор, являясь градоформирующим объектом, не является объектом градообразующим. В этой роли при линейной системе расселения могут выступать любые разнотраслевые предприятия, в том числе и объекты, относящиеся к транспортной инфраструктуре.

Рисунок 1. Карта расселения в дельте Нила, на прибрежных землях Средиземного моря и в Междуречье около 1450 года до н.э. [16]

Самыми ранними протолинейными системами расселения можно считать системы поселений, сформировавшиеся вдоль русел рек, в те времена, когда в доримскую эпоху водные пути были практически единственной транспортной структурой, открытой для передвижения людей и товаров (рис. 1).

Первой в истории трансконтинентальной сухопутной на большей части своей протяженности магистралью, вдоль которой формировалась линейная

агломерационная система расселения, можно считать Великий Шелковый путь. Соединив на своем протяжении буквально два мира – Восток и Запад, Великий Шелковый путь стал причиной возникновения и развития многих городов и даже цивилизаций. Начавшись во III веке до нашей эры в Китае, он прошел через Среднюю Азию, Восточный Туркестан и Сирию, вышел к берегам Средиземного моря и достиг Рима (рис. 2).

Рисунок 2. Великий Шелковый путь в системе других торговых путей между 300 годом до нашей эры и 100 годом нашей эры [17]

До IX века восточную часть этого караванного пути держали согдийцы, западную – раданиты. «Корреспонденты» Пути – Китай и Рим – были отправителями и получателями. Это был трансконтинентальный коридор для движения технологий, товаров, религиозных, философских и научных знаний, но не людей. До начала XIII века – до момента, когда в уже некоей Монголии и Китай двинулись торговцы специями, подобные семейству Марко Поло, или монахи-разведчики и монахи-дипломаты, такие как Паоло Карпини и Гильом де Рубрук, по Пути шли только те, кто сопровождал караваны. Тем не менее, инфраструктура разбойничьих стоянок и организованных, зачастую на их же основе, караван-сараях, сложившаяся вокруг этого транспортно-караванного русла, дала толчок развитию сначала локальных, а потом глобальных систем расселения на прилегающих к пути территориях. По сути, – это явление можно считать самым ранним образцом очаговой системы расселения, изначально имевшей признаки линейной системы и потенциал для ее развития.

Вообще, линейная система расселения – логичный исторически сложившийся и естественный этап урбанизации: рост населенных пунктов вдоль транспортных коридоров неминуемо приводит их к сближению и в последствии – к слиянию их границ. Но с конца XIX века на волне поиска решения социальных проблем переуплотненных городов при катастрофическом снижении санитарно-гигиенических условий

жизни появляются проекты городов-садов, сближавшие человека с природой и решавшие проблемы децентрализации населения [15]. Решение, предложенное Э. Говардом, казалось, отодвинуло идеи линейного расселения, связанные с децентрализацией населения и организацией перераспределения людей и мест приложения их труда на второй план. Но, со временем, оказалось, что это не так: проекты линейных систем расселения и линейных городов в течение последних десятилетий XIX века и почти трех первых десятилетий века XX создавались параллельно и одновременно с проектами, городов-садов.

Одним из первых к научному обоснованию путей развития линейной системы подошел испанский инженер Артуро Сория-и-Мата в 1882 году. За 16 лет до публикации идеи города-сада, и объявления его городом будущего. К этому поиску Сория-и-Мата побудило интенсивное развитие транспорта, начавшееся в третьей четверти XIX века, и неудержимый к этому времени рост городского населения, явившийся прямым следствием развития промышленности. Местоположение промышленных предприятий в этот момент было предопределено – это либо были крупнейшие города, либо – места добычи и обработки полезных ископаемых, но интенсификация развития транспортных систем и связей позволяло говорить о том, что оставаясь работником этих предприятий можно не быть не только горожанином, но не быть и жителем близлежащих мест. Границы

изохроны ежедневной трудовой маятниковой миграции к местам приложения труда и обратно раздвигались в геометрической прогрессии. А это, в свою очередь, провоцировало создание новых промышленных объектов на территориях, ранее рассматривавшихся, как удаленные и труднодостижимые.

Идея Сория-и-Мата, реализацию которой он предпринял в одном из окраинных районов Мадрида, состояла в том, чтобы создать транзитно-ориентированный город. [1] Основу застройки такого города формируют транспортный коридор, ширина которого, в зависимости от места отрезка этого коридора

в общей системе, варьируется от 40 до 100 метров, и пересекающие его практически под прямым углом улицы, шириной от 20 до 40 метров. Таким образом, создается сетка для проектирования жилых кварталов правильной геометрической формы, аналогичная сетке ортогональной гипподамовой системы, но не идентичная ей (рис. 3).

Явным преимуществом, того, что предлагал Сория-и-Мата, была равная стоимость земель любого участка, не зависимо от его положения относительно того или иного места в городе, так как его линейный город не имел локализованного в одном месте центра или сосредоточенного ансамбля центральных улиц.

Рисунок 3. А. Сория-и-Мата. Линейный город. Схема генерального плана. Профиль главной улицы линейного города. Вид с главной улицы на жилые кварталы [18]

Территория проектирования был разделена на 6 секторов: железнодорожные пути, промышленность, зеленая зона с прилегающей к ней автомагистралью, жилая зона с общественными объектами, рекреационно-парковая зона, и зона сельскохозяйственных угодий. Помимо железной дороги и автомагистрали основу городского транспорта должны были составлять трамвайные пути, которые позволили бы обеспечить связи между поселениями, входившими в систему. Итогом развития линейных поселений по модели Артуро Сория-и-Мата должны была стать триангуляционная сеть, на вершинах треугольников которой должны были образоваться крупнейшие мегаполисы. И, несмотря на то, что система в целом представляла собой модель подхода к вопросам территориального планирования, в силу того, что каждая сторона каждого включенного в нее треугольника представляла собой город, в ней были заложены основные принципы формирования линейного поселения, в той формулировке, в которой их понимал автор:

- форму города определяет транспортная сеть, позволяющая оптимизировать время передвижения по всей территории;
- обилие природных ресурсов на жилой территории (1/5 – жилье; 4/5 – зеленые насаждения);
- поддержание экологической системы жилой застройки – удаленность домов от транспортной сети;
- соблюдение принципа триангуляции.

Почти через 50 лет после того, как была опубликована работа Сория-и-Мата – в конце 1920-х Вальтер Гропиус – один из ведущих теоретиков и практиков Баухауса, развивая идею и линейного расселения и города-сада, предложил создать линейную систему спроектированных по Говарду поселений, объединенных «общим стволом» мощного транспортного коридора (рис. 4). Это была очевидная попытка искусственного ускорения поступательного процесса урбанизации. «Сторонники линейной формы расселения полагали, что ленточные города могут оказаться активным средством децентрализации населения

в масштабе целых стран, что они способны заменить собой любые города вплоть до столичных центров и что самая сеть линейного расселения неизмеримо

лучше уляжется на географической карте, почти безболезненно прорезая территории сельскохозяйственного назначения» [10].

Рисунок 4. Вальтер Гропиус. Схема линейного расселения. 1928 год [10]

Практически одновременно с Гропиусом – в 1929-1930 проект ленточной урбанизации города Алжира, получивший название «Обус», предлагает Ле Корбюзье (рис. 5). В основе этой работы, вытягивавшей город вдоль линии моря и поворачивавшей его навстречу морскому воздуху, лежит увлекшая мастера идея пустить транспорт по крышам жилых домов. То есть крыши отдельно стоящих зданий он

озеленял, а по домам, сочлененным в линейные системы, предлагал пустить транспорт. Так появились опережавшие время проекты развития городов Алжира, Монтевидео и Сан-Паулу. Важной особенностью проекта была идея создания комфортной городской среды и единение с природой, которая, по мнению архитектора, была основой здоровой жизни, чистого и благоустроенного мира [8].

Рисунок 5. Ле Корбюзье. Проект реконструкции Алжира «Обус». 1920 – 1930 годы [8]

И.Г. Лежава, неоднократно писавший об «Обусе», считал, что в этом новаторском, смелом, но нереализуемом на тот момент проекте, были учтены все аспекты жизни человека. Вмещенные в непрерывный цикл движения города, гармонично вписывающегося в территорию с минимальным ущербом для окружающей среды и позволяющего человеку вновь ощутить свободу и единство с природой.

В том же 1929 году экономистом и теоретиком градостроительства Л.М. Сабсовичем была опубликована одна из первых советских идей линейной системы нового социалистического расселения. Его бесконечные индустриальные соцгорода, окруженные подсобными сельхозугодиями, обеспечивающими продовольственные потребности населения, должны были вплотную примыкать к промышленным зонам. Так, по мнению автора, должны были быть преодолены противоречия между городом и деревней. Быт жителей городов обезличивался и обобществлялся, все сферы жизни становились коллективными [12]. Это был проект создания городов-лагерей принудительного труда во имя повышения производительности труда и ускорения темпов индустриализации страны. По версии С.О. Хан-Магомедова Сабсович «намечает лишь самую общую программу

замены существующей системы поселений с ее развитой иерархической структурой (от деревень до крупнейших городов) на некую усредненную по размерам систему, в которой размеры поселений привязаны к потребностям в рабочей силе крупных промышленных и сельскохозяйственных производств. Это усреднение поселений он видел на путях разукрупнения городов и укрупнения сел» [15]. По сути, это был градостроительный лозунг эпохи. Промышленные предприятия строились в местах добычи сырья, туда же перемещалось и необходимое для их работы население. Городу, как самостоятельному, свободно растущему поселению, с жителями, обладающими свободой выбора места жительства, работы и правом миграции по стране в такой системе места не было [15].

А через год – в 1930 среди конкурсных проектов «Магнитогорья» было представлено «Новое расселение человечества» бригады Стройкома РСФСР (М.О. Барщ, В.М. Владимиров, М.А. Охитович, Н.Б. Соколова и др.) (рис. 6).

В основе проекта лежала идея социолога, экономиста, градостроителя и теоретика урбанизма М.А. Охитовича, бывшего одним из основоположников последовательного дезурбанизма – направления,

основная идея которого заключалась в рассредоточении перегруженной инфраструктуры и населения крупных городов вдоль транспортных артерий. Основными принципами формирования модели «нового расселения» были:

- расселение вдоль крупной транспортной артерии (шоссе)

- децентрализация промышленных предприятий
- низкая плотность застройки
- некапитальное строительство, обусловленное быстрой сменой потребностей человека
- развитая система доставки различных товаров.

**Рисунок 6. Конкурсный проект «Магнитогорье». 1930 год.
 Авторы М.О. Барц, В.М. Владимиров, М.А. Охитович, Н.Б. Соколов и др. [2]**

Е.Ю. Витюк в своей работе «Линейная модель расселения: ретроспективный анализ концепции идеального города», опубликованной в 2014 году в журнале «Архитектон. Известия вузов» высказала предположение о том, что «идеи, высказанные Охитовичем, были подхвачены Гинзбургом и его проектной командой» [5]. И, исходя из этого положения, автор указывает на то, что конкурсный проект «Магнитогорье» был графической реализацией идей Охитовича. Однако внимательный анализ всех опубликованных материалов конкурса и дальнейшей деятельности «проектной команды», о которой идет речь, говорит о том, что, во-первых, сам Гинзбург в конкурсе участия не принимал – его имени нет ни в одном списке авторских коллективов, а, во-вторых, вероятнее всего, проект – это реализация общих идей, рожденных в процессе совместной работы всех его авторов. Тех, кто, назвав себя дезурбанистами, отвергли концепцию компактного города вообще, считая, что территория страны должна быть связана сетью автомобильных и железнодорожных магистралей, на пересечении которых должны возникнуть промышленные и добывающие предприятия.

Вдоль магистралей тянулись селитебные зоны с домами-ячейками, рассчитанными на 1-2 человек, семейными ячейками и «не домами-коммунами, а коммунальными домами». Объекты социальной инфраструктуры размещались между полосой движения и линией жилья. [2] Это была попытка связать промышленные и добывающие предприятия, сельское хозяйство, жилые территории и социальную инфраструктуру в единую непрерывную систему, смена места жительства или приложения труда в которой, практически, не имели смысла.

Помимо всего вышеперечисленного проектом была предусмотрена рассредоточенность всех сооружений, позволяющая создавать большие озелененные пространства между ними. Проблема значительных расстояний была решена оптимальным использованием возможностей автотранспорта, способного обеспечить скоростную транспортную доступность и, как тогда казалось, минимизировать экологические проблемы.

И.И. Леонидов, возглавивший на том же конкурсе бригаду ОСА, представил проект «Города-линии», который должен был расти вдоль шоссе между промышленной и зоной сельхоз производств (рис. 7).

Рисунок 7. Бригада ОСА под руководством И.И. Леонидова. Архитекторы П.А. Александров, И.Д. Ермилов, И.Г. Кузьмин, М.П. Кузнецов, С.Ф. Кибирев, А.П. Максимов, В.Ф. Самарин. Проект социалистического расселения при Магнитогорском металлургическом комбинате. 1930 год [3]

Отрезок линии, детально проработанный как город нового типа, рассматривался как отдельная структура: полоса жилых кварталов между линией общественных, социальных, коммунальных и образовательных учреждений с одной стороны, и защитной полосой парков, за которой идут автомагистрали, с другой. Силуэт формировался разнообразием малоэтажных зданий в сочетании с высотными жилыми корпусами [3].

Авторы как будто вычленили один из участков общей схемы расселения дезурбанистов и стали рассматривать его как самостоятельную единицу – линейный город, развивавшийся вдоль нескольких магистралей и располагавшийся между промышленным комбинатом и совхозом-гигантом. Город, в котором полоса жилых кварталов чередовалась с участками детских учреждений, а по обе стороны от этой жилой полосы располагались общественные, спортивные и рекреационные зоны. Самые же крайние – периферийные линии были отведены под пассажирские и грузовые магистрали, связывающие производственные зоны. При этом, вся жилая застройка состояла

из двух вариантов домов – малоэтажных и башенных. Каждый жилой квартал рассчитывался на 250 человек и состоял либо из восьми малоэтажных домов, либо застраивался двумя домами башенного типа [15].

Доступная связь с окружающей природой на протяжении всего города, транспортная инфраструктура, современные жилые кварталы, общественные зоны, все это являло пример перспективного города будущего, но его проблема заключалась в дальнейшем развитии, а именно, в отдалении по мере роста новых жилых кварталов от мест приложения труда.

В том же 1930 вышла книга «Соцгород: Проблема строительства социалистических городов. Основные вопросы рациональной планировки и строительства населенных мест СССР», написанная Н.А. Милютиным, бывшим одним из членов жюри конкурса на проект генерального плана поселка Магнитогорского комбината. Иллюстрация, приведенная им под № 9 – это авторская интерпретация «Схемы планировки Магнитогорска, предложенная ОСА», опубликованная на странице 27 (рис. 8).

Рисунок 8. Н.А. Милютин. Схема планировки Магнитогорска, предложенная О.С. [11]

В отличие от дезурбанистов и подошедших вплотную к их идеям архитекторов О.С., Милютин рассматривал не только создание новых городов, но и возможность реконструкции существующих. Реконструкции, осуществляемой по единому генплану, что должно было, по его версии, привести к оздоровлению городской среды и способствовать стиранию той разницы между городом и деревней, который могла

обеспечить заявленная автором поточно-функциональная схема расселения. [14]. Именно такую схему, представившую собой город, решенный как 6-типолосный хозяйственно-производственный комбинат, призванный обеспечить наиболее экономное и рациональное использование земли и ресурсов, Милютин предлагал и для нового генерального плана Магнитогорска, и для Нижегородского Автодора (рис. 9).

а)

б)

Рисунок 9. Н.А. Милютин. а) Схема планировки Магнитогорска по поточно-функциональной системе. б). Поточная схема планировки Нижегородского завода [14]

Основные идеи, заложенные Милютиным в эти проекты, заключались в том, что поточно-функциональная система – это путь децентрализации промышленных производств и равномерного их распределения по территории страны. Это, по сути, протяженное линейное поселение, расположенное вдоль транспортного коридора – железнодорожной магистрали, по которой движется «производственный поток от поставок сырья до готовых изделий». В основе концепции – параллельное зонирование территории. Жилые кварталы отделяет от промышленности зеленая рекреационная зона, в которой располагаются пункты питания, учреждения различной социально-образовательной направленности и проходные заводов. Такое планирование позволяло

сократить расстояние от дома до рабочего места и не требовало использования личного или общественного транспорта. Помимо складских территорий в промышленной зоне должны были располагаться коммунальные объекты, одновременно обслуживающие как жилые, так и производственные зоны. Отдельное место в планировочном решении имеет «детская зона», где располагаются школы, дошкольные учреждения, общежития детей и детские культурно-оздоровительные центры. Именно таким Милютин представлял и новый поселок при Сталинградском тракторном заводе, который должен был быть построен там, где город, к началу советской индустриализации вытягиваясь по берегу Волги, уже имел признаки линейного поселения (рис. 10).

Рисунок 10. Н.А. Милютин. Схема планировки поселка при Сталинградском тракторном заводе по поточно-функциональной системе [14]

Следует отметить, что предложенные и Сабсовичем, и участниками конкурса на генеральный план Магнитогорска – дезурбанистами и теми, кто работал в составе бригады ОСА, и Милютиным проекты планировки соцгородов – это яркое отражение эпохи, ее идеологии и поисков ее градостроительного выражения.

В те же 1930-е годы альтернативный советскому варианту схемы линейного города проект был предложен американским архитектором немецкого происхождения Людвигом Гильберсаймером. В его варианте большая индустриальная магистраль сочеталась с тупиковыми ответвлениями жилых улиц, по обеим сторонам которых располагалась малоэтажная жилая застройка, а за ними – в зеленой рекреационной зоне – объекты социально-образовательной инфраструктуры (рис. 11).

Рисунок 11. Людвиг Гильберсаймер. Фрагмент планировочной схемы линейного города сочетающего большую индустриальную магистраль с тупиковыми ответвлениями жилых улиц, по сторонам которых располагается малоэтажная жилая застройка и школы [4]

Но схема Гильберсаймера также не была безупречна, а в процессе применения ее к проектам реконструкции крупных городов и вовсе потерпела фиаско. Протяженные инженерные сети, разобщенность системы культурно-бытового обслуживания,

художественная безликость, все это было очевидными проблемами предложенного решения линейного города [4].

Казалось, что точка в исканиях перспектив и возможностей линейной системы расселения в 2003 году была поставлена глубоко осмысленным и четко обоснованным проектом линейной системы расселения России от Санкт-Петербурга до Владивостока «Сибстрим», выполненным под руководством И.Г. Лежавы для конкурса «Город 2100». Конкурс был организован Международным газовым союзом и должен был быть представлен на заседании Всемирного газового конгресса. В концепции линейного расселения авторы выделили два основных элемента – город и русло, содержащее в основе своей транспортный коридор. Долгие годы, изучая вопросы территориального планирования, они пришли к выводу, что «звездчатые» концентрированные города и агломерации теряют свою значимость. В наименьшей

степени это относится к столичному региону, но абсолютно справедливо для остальной территории, и обусловлено множеством причин: широтной протяженностью страны, снижением численности населения, слабым экономическим ростом и многим другим. И именно линейная система расселения, описанная «Сибстримом», способна сделать жизнь в малых и средних городах, расположенных между городами большими и крупными, более привлекательной, способствуя общему процессу развития сельского хозяйства, местной промышленности и сохранению самобытной историко-культурной среды. «Сибстрим» совершенно четко доказывает, что для России наиболее естественной является линейная форма расселения, вытянутая вдоль транспортных коридоров, будь то железные дороги, автомагистрали или судоходные реки [7].

Рисунок 12. Сибстрим. Линейный город Санкт-Петербург – Владивосток. Авторы проекта: Лежава И.Г., Шубенков М.В., Хазанов М.Д., Мулагильдин Р., при участии: Л. Молдавской, Д. Размахнина, социолога Г. Дюментона, эколога М. Плец, энергетика Э. Сарандского. (Список авторского коллектива приведен по: Лежава И.Г. НЭР «Сибстрим» [19])

Основная градообразующая ось линейной системы «Сибстрима» – это Транссибирская магистраль, благодаря появлению и работе которой развитие получили многие регионы, стало возможным формирование новых городов, произошло пространственное объединение страны. Продольная ось, протянувшаяся с запада на восток по проекту должна пересекаться семью подобными поперечными структурами, опирающимися на уже существующие крупные города и трассы (рис. 12). Таким образом формируется скелет экономического центра России, собравший в себя население, трудовые ресурсы, культуру. Линейная структура состоит из нескольких «слоев» шириной 10 – 15 км каждый. В центре располагается техническая зона с основными энергетическими и транспортными артериями, и производство. Следом за ней идет зона интенсивного освоения природы и места жизни человека, и затем – зона сельскохозяйственного использования, щадящая природные ресурсы [9].

Линейная система «Сибстрима», будь она реализована, позволила бы связать Европу с Азией, Японией, Дальним Востоком и США. Новейшие транспортная и промышленная инфраструктуры – это путь помощи перегруженным городам в попытках освободиться и реструктурировать свои территориальные ресурсы, сохранить и реанимировать свои исторические центры и в дальнейшем выступить в роли экологически чистых культурно-исторических центров [9].

Одним из очевидных теоретических итогов работы над проектом «Сибстрима» стала статья И.Г. Лежавы «Выбор XXI века – линейная структура городских систем», опубликованная в 2009 году в сборнике «Известия КазГАСУ». Как ни странно, но автор, опираясь на очевидные уже в тот момент перспективы современных транспортных коридоров, не просто декларирует необходимость перехода к линейному развитию городских конструкций, а делает это на основе подробного ретроспективного анализа формирования планировочной структуры Москвы.

Города, являющего собой классический пример радиально-кольцевой структуры, строившегося на фоне постоянного противоборства концепций его линейного и радиально-кольцевого развития [7].

И, если теоретические итоги проекта «Сибстрим» можно определить возвращением внимания профессионального архитектурного сообщества к проблемам формирования линейных систем расселения, отраженного в темах научных исследований последнего десятилетия, то практическим идеи можно было бы считать, например, создание стратегии пространственного развития территорий, прилегающих к трассе БАМа. Начавшаяся реконструкция магистрали, основанная на проекте «БАМ-2», позволит обеспечить масштабный инфраструктурный рывок, но не приблизит решение задач территориального планирования. В то же время, «Стратегия 2030» предусматривает увеличение пропускной способности БАМа, и тем самым не только снимает нагрузку с Транссибирской магистрали, но и открывает возможность освоения новых ресурсов. При этом, заявленная Стратегия развития не предусматривает формирование линейной системы расселения, а основывается на уже существующих развитых городах. Так же, как проект «БАМ-2» не предусматривает прирост населения на территории. И то и другое в современной практике развития территорий кажется недалеким: даже привлечение людей к строительству в процессе реализации «БАМ-2» даст сначала миграционный, а впоследствии естественный прирост населения в регионе, где демографический кризис начался в 1980-е – 1990-е годы и продолжается до сегодняшнего дня. И, соответственно, стратегически важным является формирование на базе уже сложившихся городов и поселков систем, близких к линейной

агломерации или, хотя бы, имеющих признаки агломерационного развития. Такая стратегия будет иметь потенциал для возрождения деградирующих территорий, социально-экономического подъема и улучшения качества жизни. Процесс формирования линейной системы расселения, создаваемой по принципу внутриагломерационного взаимодействия, будет включать в себя развитие территорий, городов и поселков, прилегающих к трассе БАМа. В его основе – максимально возможное использование региональных ресурсов, а так же реализация программы строительства инфраструктур, взаиморасположение которых в целом и их отдельных объектов в частности было обосновано М.А. Охитовичем в начале 1930-х. Предпринятый на начальном этапе исследования анализ существующего положения показал, что часть инфраструктурных каркасов, таких, как система районных объектов здравоохранения и объектов высшего образования, были расположены в регионе в соответствии с принципами Охитовича еще в 1970-х.

То есть, с большой долей вероятности можно предположить, что территории, прилегающие к трассе БАМа, пройдя через процесс реализации стратегии линейного развития, станут самодостаточной организованной линейной системой, эффективно взаимодействующей с самой трассой.

И у них появится шанс стать единственной апробированной и работающей моделью реализованных идей и теоретиков линейного расселения, и ранних советских деконструктивистов, вероятно, очень точно почувствовавших масштабы территориальных запросов страны, но не до конца понявших природу их обоснования, и, тем самым, превративших идею – в лозунг.

Список литературы:

1. Алексахина В.В. Идеальный город в контексте философии, экологии, архитектуры. // Academia. Архитектура и строительство. – 2008. – № 3. – с. 41 – 49.
2. Барщ М.О., Владимиров В.М., Охитович М.А., Соколова Н.Б. Магнитогорье // Современная Архитектура, 1930, № 1-2. – с. 38-51.
3. Бригада ОСА. Пояснение к социалистическому расселению при Магнитогорском химико-металлургическом комбинате // Современная Архитектура, 1930, № 3. – с. 3-9.
4. Бунин А.В., Саваренская Т.Ф. Концепция линейного города. // Градостроительство XX века в странах капиталистического мира. Том второй. М. : Стройиздат. 1979.
5. Витюк Е.Ю. Линейная модель расселения: ретроспективный анализ концепции идеального города // Архитектон: известия вузов – 2014 – с. 36-47 / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://old.archvuz.ru/PDF/%23%2047%20PDF/ArchPHE%2347pp36-47%20Vitiuk.pdf> (дата обращения: 17.02.2021).
6. Градостроительные идеи XX века // Методические указания для студентов специальности 070601 – Дизайн, / Сост.: Л.К. Фешина. СПб.: СПГУТД, 2008 / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://poisk.ru.ru/s13510t8.html> (дата обращения: 31.03.2021).
7. Лежава И.Г. Выбор XXI века – линейная структура городских систем. Известия КазГАСУ 2009 – № 2 (12) – с. 66-69 / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vybor-xxi-veka-lineynaya-struktura-gorodskih-sistem/viewer> (дата обращения: 17.02.2021).
8. Лежава И.Г. Ле Корбюзье. Города. // ЖЖ. Сайт. 8 ноября 2012 / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://ilya-lezhava.livejournal.com/1147.html> (дата обращения: 30.03.2021).
9. Лежава И.Г. НЭР «Сибстрим» // ЖЖ. Сайт. 26 июня 2014 / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://ilya-lezhava.livejournal.com/1824.html> (дата обращения: 11.10.2020).

10. Методические указания для студентов специальности 070601 – Дизайн, / Сост.: Л.К. Фешина. СПб.: СПбГУТД, 2008 / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://poisk-ru.ru/s13510t8.html> (дата обращения: 31.03.2021).
11. Милютин Н.А. Соцгород: Проблема строительства социалистических городов. Основные вопросы рациональной планировки и строительства населенных мест СССР. – М.-Л., 1930. – 81 с.
12. Сабсович Л.М. Города будущего и организация социалистического быта. – М. : Государственное техническое издательство, 1929 – 64 с.
13. Сабсович Л.М. Социалистические города – М. : Госиздат РСФСР «Московский рабочий», 1930 – 124 с.
14. Рабинович В.И. Николай Александрович Милютин. // Мастера советской архитектуры об архитектуре. Избранные отрывки из писем, выступлений, статей и трактатов в двух томах. Том первый. / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://alyoshin.ru/Files/publika/mastera_sov_arch/mastera_sov_arch_1_049.html (дата обращения: 31.03.2021).
15. Хан-Магомедов С.О. Архитектура советского авангарда. – М.: Стройиздат, – 2001. – Кн. 2. / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://www.alyoshin.ru/Files/publika/khan_archi/khan_archi_2_051.html#-1 (дата обращения: 31.03.2021).
16. Historical Atlas by William R. Shepherd. New York, Henry Holt and Company, 1923 / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://legacy.lib.utexas.edu/maps/historical/history_shepherd_1923.html (дата обращения: 14.04.2021).
17. Trade Lane Megacities. Ruta del Norte: Siberia. / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://ireneses.wordpress.com/2014/03/19/trade-lane-megacities-ruta-del-norte-siberia/> (дата обращения: 07.04.2021).
18. Navascues Palacio P. La ciudad lineal de Arturo Soria / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: http://oa.upm.es/7682/1/Villa_28.pdf (дата обращения: 14.04.2021).
19. ЖЖ. Сайт. 26 июня 2014 / [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://ilya-lezhava.livejournal.com/1824.html>. (дата обращения: 11.10.2020).

РАЗРАБОТКА СДВИГОУСТОЙЧИВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПОКРЫТИЙ ДОРОГ ПУТЕМ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ МОДИФИКАЦИИ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ

Махкамов Дилишод Исмаилович

доцент,
Наманганский инженерно-строительный институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган.
E-mail: dm1684@mail.ru

Иноятлов Кахрамон Муйдинович

доцент,
Наманганский инженерно-строительный институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган.
E-mail: ilm1978@mail.ru

Абдуразаков Мирзохид Абдурахмонхужаевич

преподаватель,
Наманганский инженерно-строительный институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган.
E-mail: ym.namangi@mail.ru

Уктамов Сардор Махмуджонович

преподаватель,
Наманганский инженерно-строительный институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган.

DEVELOPMENT OF SHEAR-RESISTANT COMPOSITE ASPHALT CONCRETE MATERIALS FOR ROAD COVERING BY MECHANOCHEMICAL MODIFICATION OF ORGANOMINERAL COMPONENTS

Dilshod Makhkamov

Associate Professor,
Namangan Engineering Construction Institute,
Uzbekistan, Namangan

Qahramon Inoyatov

Associate Professor,
Namangan Engineering Construction Institute,
Uzbekistan, Namangan

Mirzokhid Abdurazakov

Teacher,
Namangan Engineering Construction Institute,
Uzbekistan, Namangan

Sardor Uktamov

Teacher,
Namangan Engineering Construction Institute,
Uzbekistan, Namangan

АННОТАЦИЯ

В статье приводятся результаты исследований впервые разработанных эффективных составов композиционных материалов, наполненных механоактивированными природными песками и другими ингредиентами, позволяющие повышению прочностных свойств, теплостойкости, устойчивости на сдвиг, трещиностойкости и в целом работоспособности и долговечности асфальтобетонных композиционных покрытий дорог.

ABSTRACT

The article presents the results of studies of the first developed effective compositions of composite materials filled with mechanically activated natural sands and other ingredients, which increase the strength properties, heat resistance, shear stability and crack resistance and, in general, the performance and durability of asphalt composite road surfaces.

Ключевые слова: Физико-механические свойства, теплостойкость, композиция, наполнители, речные и барханные пески механоактивация ингредиентов, сдвиг устойчивость, трещин стойкость, работоспособность, долговечность, асфальтобетонные композиции.

Keywords: Physical and mechanical properties, heat resistance, composition, fillers, river and dune sands, mechanical activation of ingredients, shear stability, crack resistance, performance, durability, asphalt concrete compositions.

Введение. В настоящее время в мировом масштабе главенствующее положение отводится автомобильным дорогам, по которым перевозится 90% народнохозяйственных грузов, более 95% пассажиров от всего объема перевозок, осуществляемых всеми видами транспорта. Поэтому особое внимание уделяется созданию деформационно-, сдвиго- и трещиностойких композиционных материалов, повышающих качество автомобильных дорог и улучшающих техническое состояние транспортной сети и развитие транспортных коммуникаций.

С момента обретения независимости нашей Республикой проведены масштабные мероприятия и достигнуты определенные результаты по улучшению состояния дорог и развитию инфраструктуры дорожного транспорта. Следует отметить, что несмотря на достаточность сырьевых ресурсов, полученные деформационно-сдвигоустойчивые асфальтобетонные материалы не отвечают соответствующим требованиям сегодняшнего дня. В четвертом направлении программы Стратегических действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан отмечены важные задачи по поощрению научно-исследовательской и инновационной деятельности, созданию эффективных механизмов, направленных на практическое внедрение научных и инновационных успехов. В этом аспекте разработка деформационно-сдвигоустойчивых композиционных асфальтобетонных материалов для покрытий дорог путем механохимической модификации органоминеральных компонентов является актуальной проблемой и служит основным направлением.

Цель исследования. Разработка деформационно-сдвигоустойчивых композиционных асфальтобетонных материалов для покрытий дорог путем механохимической модификации органоминеральных компонентов.

Объект и методы исследований. Объектами исследования являются битумы марок БНД-60/90, Чиназские и Чирчикские речные, Язьяванские, Жамашуйские, Бозские и Янгиерские барханные пески и композиции на их основе. [1-2].

Методы исследований. Физико-химические свойства исследованы с помощью ИК-спектроскопии. Физико-механические свойства композиции:

- прочность при сжатии, МПа, при температуре, °С;
- коэффициент теплоустойчивости, К_т;
- объемная масса, г/см³ [1].

Результаты исследований и их обсуждение.

Для разработки эффективных составов и технологии получения композиционных асфальтобетонных материалов для покрытия дорог в качестве неорганических добавок к композиции с целью повышения их деформационно-устойчивых и теплостойких свойств нами были выбраны речные и барханные пески: чирчикский и чиназский (Ташкентская область), бозский (Андижанская область), жамашуйский (Наманганская область), язьяванский (Ферганская область) и янгиерский (Сырдарьинская область). Они отличаются по минералогическому и гранулометрическому составу и как модельные образцы позволяют сделать предварительные выводы о возможности применения местных природных, в том числе барханных песков для асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог. Несмотря на наличие огромных запасов природных песков, в настоящее время они недостаточно находят применение в производстве асфальтобетонных композиций для покрытия дорог. Как было отмечено выше [3], физико-химические и механические свойства природных песков, особенно барханных песков, с целью применения их в производстве асфальтобетонных композиций для получения покрытий автомобильных дорог, были изучены недостаточно.

В связи этим нами были изучены и проведены глубокие всесторонние исследования местных природных песков и поиск путей доведения их физико-химических свойств до уровня требований ГОСТ 9128-97 с целью получения качественных асфальтобетонных композиционных покрытий дорог. В связи с этим нами были в первую очередь исследованы химические и минералогические составы местных природных песков.

Наличие в составе песка минералов кальцита, доломита и других выявили реакцией их с 10 %-ным раствором соляной кислоты (метод вскипания). В целях выяснения возможности использования местных природных песков в производстве асфальтобетонных композиционных материалов для покрытия автомобильных дорог были исследованы их физико-химические характеристики. В таблицах 1 и 2 представлены результаты исследований химического и минералогического составов местных природных песков. Видно, что как по химическому, так и минералогическому составу барханные пески существенно отличаются от речных в зависимости от местности расположения.

Таблица 1.

Химические составы местных природных песков

Химический состав	Месторождения природных песков					
	Жамашуйское (Наманганская область)	Бозское (Андижанская область)	Язьяванское (Ферганская область)	Янгиерское (Сирдаринская область)	Чиназское (Ташкентская область)	Чирчикское (Ташкентская область)
SiO ₂	71,34	74,01	75,76	78,95	83,34	87,01
Al ₂ O ₃	5,28	6,82	5,8	5,1	5,2	4,8
TiO ₂	0,28	0,29	0,32	0,28	0,32	0,31
Fe ₂ O ₃	0,19	0,22	0,20	0,21	0,20	0,18
CaO	2,8	3,1	2,8	2,5	2,6	3,1
MgO	2,12	1,62	2,1	2,2	2,3	1,8
K ₂ O	1,39	1,34	2,8	1,7	1,29	1,4
Na ₂ O	0,26	0,22	0,32	0,36	0,29	0,28
Po	11,68	12,38	9,8	8,7	4,66	1,28

Таблица 2.

Минералогические составы местных природных песков

Составы	Месторождения природных песков					
	Жамашуйское (Наманганская область)	Бозское (Андижанская область)	Язьяванское (Ферганская область)	Янгиерское (Сирдаринская область)	Чиназское (Ташкентская область)	Чирчикское (Ташкентская область)
Кварц и кремнистые обломки	65,88	66,34	71,67	71,47	81,53	83,10
Кальциты и полевые шпаты	22,5	21,41	20,91	20,57	12,83	14,65
Глинистые и прочие минералы	11,62	12,25	7,42	7,96	5,62	2,25

Из анализа данных таблиц 1 и 2 можно группировать природные, в том числе барханные пески, по наибольшему количеству основных минералов, которые состоят из силикатов, кальцитов и полевых шпатов, прочих глинистых минералов. Такая условная группировка позволяет осуществить научно обоснованный подход при физической и механохимической модификации природных песков для асфальтобетонных покрытий. С практической, особенно с технологической цели, важными свойствами природных песков является их гранулометрический состав, насыпная и истинная плотности, удельная поверхность, а так же шероховатость поверхности зёрен. Для определения насыпной плотности использовали стандартный сосуд определённого объёма (табл. 3) в зависимости от крупности зёрен сыпучего материала [4]. Всушенный до постоянной массы сыпучий

материал (песок) насыпали с высоты 10 см в предварительно взвешенный мерный сосуд до образования конуса. Конус снимали вровень с краями сосуда без уплотнения, после чего сосуд с сыпучим материалом взвешивали и определяли насыпную плотность:

$$P = (m_i - m_2)/V \quad (1)$$

где m_i - масса мерного сосуда; m_2 - масса мерного сосуда с сыпучим материалом; V - объём мерного сосуда.

При определении насыпной плотности песка использовали стандартную воронку, в которой установлено сито с круглыми отверстиями.

Насыпную плотность песка определяли в сухом неуплотнённом состоянии при помощи мерного ци-

линдра вместимостью 1л, как описано для определения объёмной насыпной массы сыпучих материалов

по формуле (1) с пятикратной повторностью опытов, согласно рекомендации [5].

Таблица 3.

Объем стандартных сосудов в зависимости от крупности зёрен сыпучего материала

Наибольшая крупность зёрен, мм	Объём мерного сосуда,	Диаметр сосуда, мм	Высота сосуда, мм
До 5	1	108	108
10	5	185	185
20	10	234	234
40	20	294	294
Более 40	50	400	400

Удельная площадь поверхности песка - суммарная площадь поверхности зёрен песка, приходящаяся на 1 г. Зависит от размера зёрен (с уменьшением размеров зёрен возрастает), его состава и характера поверхности зерен, зернового состава песка. Существует достаточно много разных методов. Наиболее точным является метод определения удельной поверхности по маслоёмкости минералов. Этот показатель является наиболее важным для цели нашего исследования, так как с помощью величины удельной поверхности можно косвенно оценить изменение шероховатости поверхности зерен, величина которой

является одним из главных критериев механоактивации. Кроме того, при равных и прочих условиях по изменению насыпной плотности можно прогнозировать величину удельной поверхности, определение которой связано с достаточно большими временными и трудозатратами. Одним из основных показателей песков, применяемых в асфальтобетонных покрытиях, является их насыпная плотность и удельная поверхность. Исходя из сказанного, были изучены эти показатели выбранных нами песков, результаты которых представлены в таблице 4. Из данных таблицы не трудно убедиться в том, что удельная поверхность и насыпная плотность взаимосвязаны.

Таблица 4.

Поверхностные и объёмные свойства местных природных песков

Месторождение природного песка	Удельная поверхность, см ² /г	Насыпная плотность, кг/м ³	Плотность, кг/м ³
Чиназское (речной)	438	1452	2345
Жамашуйское(барханный)	426	1488	2315
Языванское (барханный)	422	1486	2286
Бозское (барханный)	418	1492	2395
Янгиерское(барханный)	402	1482	2312
Чирчикское (речной)	384	1461	2324

Необходимо отметить, что с практической, особенно с технологической точки зрения, кроме указанных свойств также важными свойствами природных песков являются их гранулометрический состав, а также шероховатость поверхностей зёрен (частиц).

Как было отмечено выше, согласно существующим нормативам, установлены определённые требования к гранулометрическому составу песков, используемых при производстве асфальтобетонных покрытий, которые приведены в таблице 5.

Таблица 5.

Характеристика природного песка

Группа песка	Полный остаток на сите №063 в % (по весу)	Модуль крупности, М _к
Крупный	более 50	более 2,5
Средний	30-50	2,5 - 2,0
Мелкий	10-30	2,0-1,5
Очень мелкий	Менее 10	1,5-1,0

Были исследованы пески шести месторождений, которые отличаются по своей природе, то есть речные и барханные: чирчикский и чиназский (речные),

бозский, жамашуйский, языванский и янгиерский (барханные).

Гранулометрический состав выбранных местных природных песков определяли после сушки при

105-110 °С до постоянного веса по ГОСТ9128-76, с учётом рекомендации авторов [4].

В таблице 6 приведены результаты исследований гранулометрических составов песков, а структурный вид местных барханных песков приведен на рисунке 1.

Таблица 6.

Гранулометрический состав местных природных барханных и речных песков

Месторождения природного песка	Остаток на ситах, % по массе					
	№063	№031	№014	№008	№004	<№004
Чиназское (речный)	-	-	2,4	26,4	31,6	39,6
Жамашуйское (барханный)	-	3,3	27,4	22,4	21,3	25,6
Язьяванское (барханный)	-	3,6	26,5	22,3	21,2	26,4
Бозское (барханный)	-	3,9	28,2	21,4	20,2	26,3
Жамашуйское (барханный)	-	3,3	27,4	22,4	21,3	25,6
Янгиерское (барханный)	-	21,8	18,6	24,2	16,1	19,3
Чирчикское (речный)	10,5	18,6	22,5	19,2	16,5	16,7

Из данных таблицы 6 видно, что наиболее крупнозернистые чирчикский речной песок, бозский, жамашуйский, язьяванский и янгиерский барханные пески занимают промежуточное положение, а чиназский пески являются достаточно мелкозернистыми и в них практически отсутствуют зёрна размерами больше 150-200 мкм. Более половины барханных и чиназских речных песков проходит через сито 0,008. Из этого следует, что местные природные пески очень мелкозернистые, модуль крупности которых меньше 1,0.

1 - бозский; 2 - жамашуйский; 3 - язьяванский; 4 - янгиерский

Рисунок 1. Структурный вид местных барханных песков

Сравнение данных таблиц 5 и 6 показывает, что перечисленные в таблице 4 пески в таком состоянии не могут быть использованы в производстве асфальтобетонных покрытий, так как они по гранулометрическому составу и модулю крупности не отвечают требованиям ГОСТ9128-97.

Необходимо отметить, что использование их в таком состоянии в асфальтобетонных покрытиях приводит к большому расходу вяжущего материала (битума) и увеличению себестоимости асфальтобетонных покрытий, а также к снижению их качественных показателей, особенно их сдвигоустойчивости.

В настоящее время в предприятиях, выпускающие асфальтобетонные композиции для покрытия автомобильных дорог, используют, в основном, речные и дробленые пески из гравия с минеральными добавками, что удорожает стоимость асфальтобетона. Что касается барханных песков, то они практически не используются в этих целях.

С целью сравнительного анализа влияния речных и барханных песков на свойства асфальтобетонной композиции и установления возможности применения барханных бозских, жамашуйских, янгиерских и язьяванских песков для асфальтобетонных покрытий, нами были предварительно исследованы

физико-механических свойства разрабатываемых композиций с их использованием. Результаты этих исследований приведены в таблице 7.

Таблица 7.

Физико-механические свойства асфальтобетона с использованием природных песков

Наименование показателей	Свойства асфальтобетона с местным природным песком					
	чирчик-ский	язьван-ский	бозский	жамашуй-ский	янгийский	чиназский
Количество битума, мас. %	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
Пористость минеральной части, %	21	24	25	26	25	22
Водонасыщение, %, объём	5,4	5,5	5,4	5,5	5,6	5,3
Прочности при сжатии, МПа, при, °C						
50	1,2	0,8	0,85	0,87	0,82	1,1
20	2,8	1,6	1,9	1,95	1,5	2,6

Количество песков 8 % от общего объема асфальтобетонной композиции.

Исследования проводили следующим образом. В лабораторных условиях нами были получены асфальтобетонные композиции с использованием выбранных песков по существующей технологии. Для этого все образцы песков промывались с целью удаления из них водорастворимых посторонних включений. После сушки при температуре 105-110 °C до

постоянного веса, песок просеивали через сито № 063 и готовили образцы из асфальтобетонных композиций для определения физико-механических их свойств.

В таблице 8 приведены физико-механические показатели асфальтобетонных композиций, например, получаемых с использованием речных, барханных песков и других компонентов на Наманганском и Ангренском асфальтобетонных заводах (АБЗ) [3].

Таблица 8.

Физико-механические свойства асфальтобетонных композиций для покрытий дорог, выпускаемых Наманганским и Ангренским АБЗ

Наименование испытаний	Наманганский АБЗ			Ангренский АБЗ		
	Содержание битума БНД 60/90, %					
	5,5	6,0	6,5	5,5	6,0	6,5
Прочность при сжатии, МПа, при температуре, °С						
20 (R ₂₀)	2,93	3,43	3,34	2,93	3,45	3,39
50 (R ₅₀)	1,1	1,2	1,15	1,22	1,35	1,30
Прочность при сжатии, МПа, при водонасыщенном состоянии, R _{вод}	3,31	3,88	3,48	2,99	3,06	3,10
Коэффициент теплоустойчивости, K _т	2,93	3,13	3,19	2,93	2,74	2,55
Объемная масса, г/см ³	2,34	2,40	2,44	2,40	2,44	2,58

Сравнительный анализ данных таблиц 7 и 8 показывает, что физико-механические показатели лабораторных и заводских образцов близки друг к другу и в определенной степени соответствуют требованиям ГОСТ 9128-97, кроме основных свойств – прочности при сдвиге и сжатии, определяющих сдвигоустойчивости покрытий. При этом показатели предела прочности при сжатии и сдвиге в определенном значении уступают и не отвечают необходимым требованиям, которые предъявляются к асфальтобетонным покрытиям, используемым в наших климатических условиях, то есть, высокая температура поверхности дорог в летнее время, которая достигает 90-100 °C. При этой температуре покрытия в определенной степени размягчаются, и их прочность при сдвиге резко снижается, что в конечном итоге, приводит к снижению сдвиг устой-

чивости и, соответственно, образованию гофрированный (волнистости) на поверхности дорог и потери комфорта при езде по ней. Поэтому, нами предлагается использовать механоактивированные мелкозернистые барханные пески, ни как заполнитель щебенистого и гравистого асфальтобетона, а как минерального наполнителя в состав битума в небольших количествах (5-10 %).

Как было отмечено выше, одним из основных свойств для повышения долговечности покрытий автомобильных дорог является его сдвиг устойчивость. В связи с этим нами было исследовано, кроме влияния вида барханных и речных песков, также содержание битума на сдвиг устойчивость и прочность сдвига асфальтобетонных композиционных материалов.

На рисунке 2 приведена диаграмма прочности на сдвиг асфальтобетонных композиций с использованием барханных и речных песков в зависимости их вида и содержания битума.

Рисунок 2. Диаграмма прочности на сдвиг асфальтобетонных композиций с использованием чирчикских (1), янгирских (2), бозских (3), язьянских (4) и барханных жамашуйский (5) и чиназских (6) речных песков при 6,5 %, 20 %, и 25 % содержании битума

Как видно из диаграммы, прочность асфальтобетонных композиций имеет определенное увеличение в зависимости от вида, как барханных и речных песков, так и от содержания битума.

При увеличении содержания битума до 20-25 % можно получать асфальтобетонную композицию с прочностью на сдвиг 0,7-0,9 МПа с низкомолекулярными песками. Незначительное увеличение механической прочности на 10-20 % повлечет за собой увеличение количества (в 3-5 раз) расхода дорогостоящего компонента битума. Необходимо отметить, что высокое содержание битума в асфальтобетонной композиции приведет к большим расходам битумов и, соответственно, удорожанию строительства 1 км дороги, а это является не выгодным для производства дорог.

Таким образом, анализируя современные достижения науки и практики в области разработки и производства высококачественных асфальтобетонных композиций для покрытий асфальтобетонных дорог, и на основе полученных нами результатов было сделано предположение, что с целью повышения сдвигоустойчивости разрабатываемых асфальтобетонных композиционных материалов перед их получением необходимо провести работу по физико-механо-химической обработке их органоминеральных ингредиентов. Путём механоактивации указанных песков и модификации органических вяжущих материалов, позволяющих достичь улучшения основных эксплуатационных свойств асфальтобетонных покрытий и довести их физико-механические показатели до уровня требований ГОСТ 9128-97 и климатических условий Центрально-Азиатского региона в целом, чему посвящены дальнейшие исследования данной диссертации.

Заключение

Разработан новый эффективный способ повышения физико-механических свойств асфальтобетонных покрытий путём введения в их состав механоактивированных минеральных ингредиентов, в частности, природных речных и барханных песков, основанного на ударно-раскалывающе-истирающем эффекте, приводящий к образованию частиц с развитой удельной поверхностью с требуемыми геометрическими и физическими параметрами за счёт поляризации частиц на молекулярном уровне, сопровождающийся появлением гетерогенных дипольных моментов, которые способствуют улучшению адгезионных свойств с образованием водородных связей как с катионно - активными, так и анионно - активными веществами, каким является госсиполовая смола и, в конечном счете, увеличению межфазного взаимодействия между ингредиентами и битумом.

Предложен эффективный способ повышения прочностных и других эксплуатационных свойств композиционных асфальтобетонных покрытий путём введения в их состав механоактивированных на дисмембраторе, природных речных, барханных песков. За счёт ударно-раскалывающе-истирающего принципа измельчения дисмембратора эффекта происходит образование новых поверхностей частиц с развитой удельной поверхностью, с необходимыми геометрическими и физическими параметрами. Также использование активной модифицированной порошкообразной госсиполовой смолы в битуме, способствуют повышению адгезионной прочности композиции. Показано, что физико-механические

свойства асфальтобетонных композиций, главным образом, зависят от химического, гранулометрического состава минеральных ингредиентов и, соответственно их удельной поверхности.

Установлено, что при механоактивировании природных песков на диссменбраторной установке, также происходит активация за счёт поляризации частиц на молекулярном уровне, сопровождающаяся появлением, с одной стороны, гетерогенных дипольных моментов, образованием химических связей

(водородных) как с катионно - активными, так и анионно-активными веществами, какими являются модифицированная порошкообразная госсиполовая смола и кубовый остаток фурфуролового спирта. С другой - улучшением адгезионных взаимодействий субстрат-адгезив органоминеральных ингредиентов. В результате можно получать эффективные составы асфальтобетонных композиционных материалов с требуемой деформационно-сдвигоустойчивостью и долговечностью покрытий автомобильных дорог.

Список литературы:

1. Негматов С.С., Собиров Б.Б., Иноятлов К.М., Салимсаков Ю.А. Композиционные асфальтобетонные материалы для покрытия дорог // Ташкент: ГУП «Фан ва тараккиёт», 2012.
2. Негматов С.С., Собиров Б.Б., Абдуллаев А.Х., Рахмонов Б.Ш., Иноятлов К.М., Салимсаков Ю.А. Модифицированные битумные композиции многофункционального назначения // Ташкент: ГУП «Фан ва тараккиёт», 2012.
3. Sobirov A.B., Rahmonov B.Sh., Abdullayev A.X., Inoyatov K.M., Salimsakov Y.A., Mahkamov D.I., Soliyev R.X. Study of composition and technology of highly filled composite polymeric materials for asphalt roads, which can be used in hot climates and increasing their operation life. European polymer congress in 2011. XII congress of the specialized group of polymers., / Congress program, june 26 - jule 1, 2011, Granada, Spain.
4. Makhkamov Dilshod Ismatillayevich, Inoyatov Qaxramon Muydinovich, Abdurazakov Mirzokhid Abdurakhmonxujayevich, O'ktamov Sardor Makhmudjanovich. Use of mechanically activated components in road construction. An international multidisciplinary research journal. Vol. 10, issue 5, may 2020. p.1558-1566 India.
5. Sayibjan Negmatov, Kakhramon Inoytov, Lochin Oblakulov, Shukhrat Bozorboyev, Bahodir Sobirov, Bakhrom Rakhmonov, Jahongir Negmatov, Dilshod Makhkamov, Rustam Soliev, Andrey Lisenko. Research And Development Of Technologies Of Obtaining The Mechanically Activated Powder Based On Natural Ingredients And Dune Sand For Production Of Sealing Composite Cements And Composite Materials For Various Purposes. International Porous and Powder Materials Symposium and Exhibition, PPM 2013, September 3-6, 2013 в г. Измире.
6. Inamov A.N., Ergashev M.M., Nazirqulova N.B., Saydazimov N.T. "The role of geo information technologies in management and design of the state cadastre of roads" <https://saarj.com/academicia-current-issue> "ACADEMICIA (An International Multidisciplinary Research Journal)" Vol. 10 Issue 11, November 2020
7. Mukhammadyusuf Ergashev, Murodjon Mamajonov, Mirzokhid Kholmirezayev "Automation and modulation of highways in gis software", <https://www.modern-j.ru/5-59-2020> "Теория и практика современной науки" №5(59) 2020.
8. Mukhammadyusuf Ergashev, Valisher Abdurakhimov "The use of basic gps stations, which are situated in Naman-gan, in the field of automobile roads", <https://www.iupr.ru/5-72-2020> "Экономика и социум" №5(72) 2020.
9. Anvarjon Dadaxodjayev, Marufjon Mamajonov, Mukhammadyusuf Ergashev, Murodjon Mamajonov "creating a road database using gis software", научном журнале "Интернаука" <https://www.internauka.org/journal> №43(172) 2020.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Махмудова Дильфуза Абдулазизовна

доктор философии по техническим наукам, PhD, доцент,
 Ташкентский Государственный Транспортный университет,
 Республика Узбекистан, г. Ташкент.
 E-mail: dilfuz240570@mail.ru

STUDY WATER-THERMAL REGIME OF EARTH LINEN OF AUTOMOBILE ROADS

Dilfuza Makhmudova

Doctor of Philosophy in Engineering Sciences, PhD, Associate Professor,
 Tashkent State Transport University,
 Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрен вопрос о водно-тепловом режиме земляного полотна в условиях Узбекистана. Предложены дифференциальные уравнения, описывающие водно-тепловой режим полотна дорог при глубоком и близком залегании грунтовых вод, при боковом увлажнении.

ABSTRACT

In the article the following problem was discussed: water-thermal regime of earth linen of automobile roads in Uzbekistan condition. Differential balances describing water-thermal regime of roads in deep and near laying of soil water, in lateral damping were suggested.

Ключевые слова: земляное полотно, увлажнение, прочность, деформация, дорожная одежда, грунтовые воды, капиллярное поднятие.

Keywords: subgrade, moisture, strength, deformation, pavement, groundwater, capillary uplift.

Земляное полотно автомобильных дорог находятся под воздействием природно-климатических условий. Водно-тепловое воздействие отражается в виде циклического увлажнения, промерзания и высушивания грунтов земляного полотна, в результате которых прочностные характеристики грунтов рабочего слоя земляного полотна меняются и при переувлажнении происходят различные деформации в земляном полотне и разрушение целостности дорожной одежды.

Для проектирования земляного полотна с заданными прочностными свойствами необходимо прогнозирование количественных показателей водно-

теплого режима. Литературный анализ результатов исследования водно-теплого режима земляного полотна приводит к выводу, что в условиях засушливой зоны, тем более в орошаемых районах, основным источником увлажнения рабочего слоя являются подземные воды, режим которых тесно связан с режимом поливов. При этом механизм увлажнения связывается, прежде всего, с капиллярным поднятием и боковым увлажнением. Для засушливого климата можно использовать ниже приведенную схему для описания земляного полотна (рисунок 1).

1-нагрузка от колеса автомобиля; 2-дорожная одежда; 3-обочина; 4-атмосферные воды; 5-капиллярные воды; 6-грунт естественного залегания; 7-коллектор; 8-просачивающаяся вода из коллектора.

Рисунок 1. Схема увлажнения и нагружения рабочего слоя земляного полотна

Анализ участков автомобильных дорог по условиям увлажнения согласно представленной схеме рис.1 позволяет обосновать тепловлажностные воздействия на дорожные конструкции в искусственно орошаемых районах. В результате анализа рис. 1 обоснованы теоретические методы расчета водно-теплого режима и получены следующие дифференциальные уравнения водно-теплого режима.

Дифференциальные уравнения водно-теплого режима полотна дорог при глубоком увлажнении. Для участков дорог с глубоким залеганием уровня грунтовых вод может быть применима общая теория тепломассообмена, разработанная А.В.Лыковым [1] для капиллярно пористых тел и развитая В.М.Сиденко для дорожных конструкций [2]. Процесс миграции тепла и влаги (теплообмен) в полотне, при условии однородности грунтов, можно представить в следующем виде:

$$\frac{\partial t}{\partial T} = \alpha \frac{\partial^2 t}{\partial z^2} + \epsilon \frac{\partial W}{\partial T}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial W}{\partial T} = \alpha_1 \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} + \alpha_1 \epsilon_1 \frac{\partial^2 t}{\partial z^2}. \quad (2)$$

где α –коэффициент температуропроводности грунта, м²/ч; ϵ –коэффициент, характеризующий выделение

$$W(Z,t) = W_H + m_1 t + \frac{\sqrt{\pi}}{2} \sqrt{\frac{\alpha}{\alpha_1}} \left(1 + \frac{2b_1 \alpha_1 m_2 t}{\sqrt{\pi}(\alpha - \alpha_1)} \right) \operatorname{erf} \left(\sqrt{\frac{\alpha}{\alpha_1}} \frac{Z}{2\sqrt{\alpha t}} \right) - \frac{\sqrt{\pi} b_1 \alpha_1 m_2 t}{2(\alpha - \alpha_1)} \operatorname{erf} \left(\frac{Z}{2\sqrt{\alpha t}} \right) \\ T(Z,t) = T_H - m_2 t \left[1 - \operatorname{erf}(\eta) \right] \quad \text{где } \eta = \frac{Z}{2\sqrt{\alpha t}} \quad (5)$$

Наблюдения показали, что t колеблется от 1 по 4 месяцев. Поэтому значения m_1 колеблется от $1 \cdot 10^{-5}$ до $5 \cdot 10^{-5}$ 1/ч. Коэффициенты температуропроводности α , влажностопроводности α_1 и термовлажностопроводности ϵ_1 были приняты по данным лабораторных исследований [2].

В рассматриваемом случае значения этих коэффициентов приняты: $\alpha = 0.001$ град/ч, $\alpha_1 = 7 \cdot 10^{-5}$ м²/ч, $m_1 = 2.5 \cdot 10^{-3}$ м²/ч, $\epsilon_1 = 0.002$ 1/град, $W_H = 0.16$, $Z = 0.2$, $t = 700$ час. Расстояние от низа дорожной одежды до РГУВ в районе исследования принято равным 3 м. Тогда значение $W(Z,t)$ по формуле (5) равно 0.17.

Дифференциальные уравнения водно-теплого режима полотна дорог при боковом увлажнении. Рассмотрим задачу о влагообмене в грунтовом полотне без учета термовлажностопроводности при наличии боковых коллекторов, влияющих на изменение влажности в полотне. Уравнение распределения влаги будет иметь вид:

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \alpha_1 \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} \quad (6)$$

Начальным условием будет $W(Z,0) = W_H$, крайними условиями будут:

или поглощение грунтом тепла вследствие фазовых превращений влаги, град.; α_1 –коэффициент влажностопроводности двухфазной влаги грунта, м²/ч; ϵ_1 –коэффициент термомиграции 1/ч; z –глубина (переменная координата), м; t –время, час.

Для просматриваемого случая имеются краевые и начальные условия:

для влажности:

$$W(Z;0) = W_H, \quad W(0,t) = W_H + m_1 t, \quad \left. \frac{\partial W}{\partial Z} \right| = 0 \quad (3)$$

для температуры:

$$T(Z;0) = T_H, \quad T(0,t) = T_H - m_2 t, \quad \left. \frac{\partial T}{\partial Z} \right| = 0. \quad (4)$$

где W_H , T_H - начальное распределение влажности и температуры по глубине;

m_1 , m_2 – коэффициенты, характеризующие интенсивность изменения влажности и температуры за холодный период. Здесь $m_1 = 1/ч$ и $m_2 = \text{град/ч}$.

В результате анализа и некоторых математических преобразований окончательные выражения для определения температуры и влажности полотна имеют вид:

$$W(z, 0) = W_H; \quad W(0, t) = W_1; \quad W(l, t) = W_H + m t. \quad (7)$$

где: l - расстояние от низа дорожной одежды до уровня грунтовых вод в период ее максимального стояния, м.

Введем автомодельную переменную и после некоторых математических преобразований окончательное выражение для определения температуры и влажности полотна имеет вид:

$$W \left(Z, t \right) = (W_H - W_1 + m t) \frac{\operatorname{erf} \left(\frac{Z}{2\sqrt{\alpha_1 t}} \right)}{\operatorname{erf} \left(\frac{l}{2\sqrt{\alpha_1 t}} \right)} + W_1 \quad (8)$$

Равенство (8) показывает, что влажность вблизи бокового источника увлажнения будет расти и достигает максимальное значение равной $W_H + m t$.

Предварительно были проанализированы значения коэффициента m для периода застоя воды в боковых канавах. Значения m вычислялись по формуле:

$$m = \frac{W_K - W_H}{t}, \quad (9)$$

где W_K , W_H – конечная и начальная влажность грунта под кромкой проезжей части за период t часов стояния воды в коллекторах.

Наблюдения показали, что t колеблется от 1 до 6 месяцев. Однако, период стояния МГПВ составляет от 1 недели до 1 месяца. В соответствии с этим, значения m_I колеблется от $1 \cdot 10^{-5}$ до $5 \cdot 10^{-5}$ 1/ч. Коэффициенты температуропроводности a , влагопроводности a_I и термовлагопроводности v_I были приняты по данным лабораторных исследований [2]. Ширина обочин дорог для района исследования составляет 2-2.5 м.

В рассматриваемом случае значения этих коэффициентов приняты: $a_I = 2 \cdot 10^{-5}$ м²/ч, $m_I = 2 \cdot 10^{-5}$ м²/ч, $v_I = 0.002$ 1/град, $W_H = 0.24$, $W_I = 0.32$, $Z = 0.2$, $t = 200$ час, $l = 3$ м. Тогда значение $W(Z, t)$ по формуле (8) равно 0.25.

Для обеспечения заданной прочности проезжей части на участках с длительным застоем сбросных вод необходимо удалять кромку одежды на определенное расстояние l от боковых коллекторов. Для определения минимального удаления боковых коллекторов l от кромки проезжей части необходимо произвести соответствующие преобразования (8). При $t = t_p$, $W(Z, t) = W_p$ находим l :

$$l = 0.8Z(W_H - W_I + mt_p) + 2\pi\sqrt{\alpha_I t_p} \quad (10).$$

Анализ выражения (10) дал возможность определять минимальное расстояние между кромкой проезжей части и бокового коллектора.

Если принять $Z = 1.0$ м, $W_H = 0.16$, $W_I = 0.21$, $m = 5 \cdot 10^{-5}$ 1/ч, $t_p = 2010$ ч, $\alpha_I = 8 \cdot 10^{-5}$ м²/ч, то l получается:

$$l = 0.8 \times 1.0 (0.16 - 0.21 + 0.00005 \times 2010) + 2 \times 3.14 \sqrt{0.00008 \times 2010} = 2.56 \text{ м}$$

Аналитическое решение влагообмена в полотне при близком залегании грунтовых вод. В результате интенсивной промывки полей, и затрудненного водоотвода наблюдается резкое поднятие горизонта грунтовых вод (ГГВ) и длительный период их стояния. В этот период создается значительная опасность постепенного нарастания переувлажнения грунтов полотна [3].

Поскольку влажность грунта в рассматриваемой зоне относительно высокая, то основной формой миграции является жидкая фаза. В связи с этим термодиффузией водяного пара можно пренебречь и уравнение для влагообмена примет вид (6).

Анализ службы земляного полотна в районе исследования позволяет принять следующие краевые условия:

$$W(Z; 0) = W_I; \quad W(0, t) = W_I + mt; \quad W(h, t) = W_0; \quad (11)$$

где – полная влагоемкость; W_I – начальная влажность, m – коэффициент, характеризующий интенсивность нарастания влаги грунта полотна под проезжей частью; h – расстояние от низа дорожной одежды до уровня грунтовых вод в период ее максимального стояния.

Для решения (6) с учетом (11) можно написать следующие равенства влагообмена в полотне при близком залегании грунтовых вод:

$$W(Z, t) = W_I + mt \left[1 - \frac{\operatorname{erf}\left(\frac{Z}{2\sqrt{\alpha_I t}}\right)}{\operatorname{erf}\left(\frac{h}{2\sqrt{\alpha_I t}}\right)} \right]. \quad (12)$$

С целью определения влажности грунтов под дорожной одеждой с близким стоянием (1-1.5 м) уровня грунтовых вод был выполнен расчет $W(Z, t)$ по уравнению (12).

Наблюдения показали, что t колеблется от 1 до 3 месяцев. Однако, период стояния РУГВ составляет от 1 до 2 месяцев. Поэтому значения m_I колеблется от $2 \cdot 10^{-5}$ до $7 \cdot 10^{-5}$ 1/ч. В рассматриваемом случае значения этих коэффициентов приняты: $a_I = 2 \cdot 10^{-5}$ м²/ч, $m = 2 \cdot 10^{-5}$ м²/ч, $W_I = 0.16$, $Z = 0.2$, $t = 700$ час, $h = 1.2$ м. Тогда значение $W(Z, t)$ по формуле (12) равно 0.17.

Для улучшения водно-теплового режима в активной зоне полотна и повышения прочности имеет важное значение возвышение низа дорожной одежды над расчетным уровнем грунтовых вод. При решении задачи воспользуемся уравнением (12). После упрощения получим следующую формулу:

$$W(Z, t) \Big|_{t \rightarrow \infty} = W_I - m\sqrt{t} \frac{h - Z}{2\sqrt{\alpha_I}} - \frac{Zh}{4\alpha_I} \quad (13)$$

Из формулы (13) приближенным методом можно определить h .

В зависимости от m , t , α , W_p , W_I значения h колеблется от 0.6 до 1.2 м.

Таким образом получено аналитическое решение для влагообмена, определен $W(Z, t)$ в полотне при глубоком и близком залегании грунтовых вод. А также получено аналитическое решение для влагообмена в полотне при увлажнении водой из боковых коллекторов. На конкретном примере определены значения $W(Z, t)$.

Список литературы:

1. Лыков А.В., Михайлов Ю.А. Теория тепло- и массопереноса. Госэнерго- издат. - М., -Л.: 1963, 535 с.
2. Сиденко В.М. Расчет и регулирование водно-теплового режима земляного полотна. Автотрансиздат, - М.: 1962, 116 с.
3. Махмудова Д.А. Результаты исследования влажности грунтов земляного полотна автомобильных дорог // Вестник КГУСТА. – Бишкек, 2016. -№1(51). - С. 66-70.

ТРАНСПОРТ

DOI - 10.32743/UniTech.2021.86.5.11803

**ФОРМИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕМАМИ ПЕРЕВОЗОК
В СООТВЕТСТВИИ С ПОТРЕБНОСТЯМИ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ****Жураев Мухиддин Нортोजиевич***PhD, доцент, кафедра транспортной логистики,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: mdjurayev82@mail.ru***Омонов Баходир Шомирзаевич***канд. экон. наук, доцент, кафедра транспортной логистики,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: baxomonov@gmail.com***Кенжаев Сирожиддин Нематуллаевич***ассистент,
кафедра материаловедения и машиностроения,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: xpert_01@bk.ru***FORMATION OF MODELS FOR TRANSPORTATION VOLUME CONTROL
IN RELATION TO CONSUMER NEEDS****Mukhiddin Juraev***Doctor (Ph.D.), assistant professor,
Department of Transport Logistics,
Tashkent State Transport University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent***Omonov Bakhodir Shomirzaevich***Doctor (Ph.D.), assistant professor,
Department of Transport Logistics,
Tashkent State Transport University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent***Sirozhiddin Kenjayev***Assistant,
Department of Materials Science and Mechanical Engineering,
Tashkent State Transport University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent***АННОТАЦИЯ**

В статье исследован вопрос непрерывного обеспечения потребности потребителей в транспортировке, которая формируется случайно. При этом исследованы показатели элементарных случайных процессов, направленных на удовлетворение потребностей потребителей в транспортировке, для них сформированы соответствующие математические модели, также обоснованы методологические свойства и аспекты данного подхода. На основе стоимости процесса перевозки хлопкового сырья из хлопкункта Нуристон на Нишанский хлопкоочистительный завод рассмотрена достоверность результатов оперативного планирования перевозок и управления перевозками.

На основе математических моделей, приведенных в статье, появляется возможность непрерывного удовлетворения производственных потребностей предприятия при любой случайной стоимости потребляемых и транспортируемых грузов.

ABSTRACT

The article investigates the issue of continuous provision of consumers' needs for transportation, which is formed by chance. At the same time, the indicators of elementary random processes aimed at satisfying the needs of consumers in transportation were investigated, and corresponding mathematical models were formed for them, methodological properties and aspects of this approach were also substantiated. Based on the cost of the process of transporting cotton raw materials from the Nuriston cotton station to the Nishan cotton ginnery, the reliability of the results of operational planning of transportation and transportation management is considered.

On the basis of the mathematical models presented in the article, it becomes possible to continuously meet the production needs of an enterprise at any random cost of consumed and transported goods.

Ключевые слова: груз, автотранспортное средство, математическая модель, потребность, элемент, процесс, поездка.

Keywords: cargo, vehicle, mathematical model, need, element, process, trip.

В условиях глобализации рынка услуг, развития информационных технологий такие задачи, как непрерывное обеспечение услугами перевозки производства и бизнеса, применение новейших технологий, оптимизация экономического управления, сокращение материальных затрат настоятельно требуют управления на основе логистических подходов. Транспортные услуги должны быть направлены на непрерывное обеспечение потребностей потребителей в перевозках. Поэтому необходимо удовлетворить ежедневную потребность потребителя, которая определенным образом образуется случайно. Такое положение требует изучения и адекватного моделирования элементарных процессов обслуживания адресных потребителей.

Вопросы создания научных основ эффективного использования автомобильного транспорта в процессе перевозки грузов и повышения качества транспортного обслуживания исследованы крупными зарубежными и отечественными учеными [2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 13, 20, 21]. Как показывают проведенные учеными исследования, при изучении технологического характера потребности в перевозках узлового пункта, который получает (или отправляет) груз, и при изучении непрерывного удовлетворения потребностей потребителей не полностью учтены такие важные аспекты, как взаимосвязи и взаимодействия набора элементов, которые организуют процесс перевозки. При этом параметры и модели, характеризующие процессы перевозки представлены усредненными показателями, где требуется учитывать случайную природу формирования параметров и колебания их значений. Такой подход имел логическое место при составлении годовых планов перевозок в условиях плановой экономики, так как средние значения параметров, полученные в результате многократного повторения элементарных процессов, потеряли свой случайный характер и превратились в постоянные в соответствии с законом больших чисел теории вероятности. Такой подход не соответствует требованиям сегодняшнего дня – он не соответствует принципам оперативного обеспечения ежедневных потребностей потребителей с минимальными затратами и минимальным объемом запасов.

Процесс автотранспортных перевозок владеет такими свойствами, как регулярность, детерминированность и управляемость и относится в класс кибернетических систем. При управлении процессами

перевозки необходимо учитывать наличие централизованных информационных каналов между системами [14, 15, 16, 17, 19].

Если в задачах по планированию перевозок требуется решения с применением функций оптимальности и ограничительных уравнений, то применяются методы линейного программирования с использованием широко распространенных расчетных схем и компьютерных алгоритмов [7, 9, 10, 11, 13, 18].

В течении определенного периода планирования фактическая потребность потребителя в ежедневных объемах перевозок распределяется неравномерно. Иногда потребность потребителя в перевозках зависит от грузопотоков, поступающих из других адресов и при этом распределение этих показателей во времени носит вероятностный характер.

Процесс транспортного обслуживания должен быть направлен на бесперебойное обеспечение потребностей потребителей в перевозках. А это требует разделить процесс на временные интервалы. В связи с этим необходимо удовлетворить ежедневную потребность потребителя, которая определенным образом образуется случайно. Такое положение требует изучения и адекватного моделирования элементарных процессов обслуживания адресных потребителей. Главной целью выполнения такой задачи является выражение удовлетворения транспортного спроса адресных потребителей через показатели элементарных случайных процессов, направленных на удовлетворение потребностей потребителей. Для этого необходимо определить базовые элементарные процессы и формировать их соответствующие математические модели. Такой подход включает в себя следующие методологические свойства и аспекты [1]:

1) в качестве базового элементарного процесса принимается процесс перевозки, выполняемый в определенном направлении перевозки определенным видом автотранспорта и водителем. В качестве элементов данной перевозки принимается поездка с грузом и без него, процессы, происходящие в пунктах отправления и принятия груза. Каждый элемент перевозки измеряется прежде всего временем, затраченным на осуществление перевозки. Разделение процесса перевозки на элементы обосновывается тем, что, во первых, эти элементы рассматриваются как неделимые элементы обобщенного процесса

транспортного обслуживания адресных потребителей, во вторых, в этих элементах имеется определенный управляющий орган – водитель, в результате адекватных действий которого реализуется процесс перевозки;

2) элементарные процессы характеризуются формированием их показателей как случайные показатели и законом распределения этих показателей;

3) эти элементы взаимосвязаны, показатели процессов вышних уровней реализуется и моделируется преобразованием случайных показателей элементарных процессов;

4) обобщенные показатели, характеризующие интенсивность и эффективность транспортного обслуживания потребителей проявляются в качестве случайных функций, формируемых в виде определенной структуры элементарных перевозочных процессов.

Реальная потребность потребителя в перевозках в определенный день зависит от количества запасов, оставшихся от предыдущего дня (Q_3) и потребности в употреблении груза нынешнего дня (Q_u). Если $Q_3 > Q_u$, то в этот день этому потребителю груз можно не завозить. А если наоборот, $Q_3 < Q_u$, то для обеспечения бесперебойной работы предприятия ему необходимо завозить груз как минимум $(Q_3 - Q_u)$ тонн.

Однако, в реальных условиях значения Q_u , Q_3 как случайные числа подчиняются определенным

законам распределения. Параметры данного закона распределения определяется средним значением математического ожидания и показателями, характеризующими разницу между отдельными средними значениями (дисперсия, среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации), образующихся случайным образом. Таким образом, значение Q_u , ожидаемый на следующий день носит вероятностный характер и его невозможно точно определить. Поэтому количество ежедневных запасов берется значительно больше любого значения ежедневного параметра потребления, что позволяет бесперебойно удовлетворить потребности производства предприятия при любых случайных значениях употребляемых и перевозимых грузов.

Каждый элемент и каждый показатель процесса перевозки должны определяться для каждого вида автотранспортного средства (i), для каждого водителя (r) и для каждого направления перевозки (j). Например, один из элементарных процессов перевозки выражается временем поездки с грузом $t_{с\text{ грузом}}$. А время поездки с грузом состоит из суммы времени простоя ТС у грузоотправителя и грузополучателя $t_{\text{простой}}$ и времени поездки с грузом между этими пунктами $t_{\text{отпр-прием}}$, то есть $t_{с\text{ грузом}} = t_{\text{отпр-прием}} + t_{\text{простой}}$.

Время поездки учитывает время, затраченное на поездку без груза до пункта отправки груза для доставки транспортного средства для выполнения очередного рейса $t_{\text{порожняк}}$, то есть

$$t_{\text{поездка}} = t_{с\text{ грузом}} + t_{\text{порожняк}} = t_{с\text{ грузом}} + t_{\text{порожняк}} + t_{\text{простой}}$$

Время поездки ($t_{\text{поездка}}$) зависит от длины пробега с грузом и без него ($l_{с\text{ грузом}}$, $l_{\text{порожняк}}$) и технической

скорости подвижного состава с грузом и без него ($V_{Т\text{ с грузом}}$, $V_{Т\text{ порожняк}}$), то есть

$$t_{\text{поездка}} = \frac{l_{с\text{ грузом}}}{V_{Т\text{ с грузом}}} + \frac{l_{\text{порожняк}}}{V_{Т\text{ порожняк}}} + t_{\text{простой}}$$

Количество поездок автотранспортного средства $Z_{\text{поездка}}$ за время пребывания в маршруте (T) и

объем перевезенного груза при этом ($Q^П$) определяется следующим образом:

$$Z_{\text{поездка}} = \frac{T - t_0}{t_{\text{поездка}}} = \frac{T - \frac{\sum l_0}{V_{ТО}}}{t_{\text{поездка}}} = \frac{T - \frac{\sum l_0}{V_{ТО}}}{\frac{l_{с\text{ грузом}}}{V_{Т\text{ с грузом}}} + \frac{l_{\text{порожняк}}}{V_{Т\text{ порожняк}}} + t_{\text{простой}}}$$

$$Q^П = q_n \gamma_{ст} Z_k$$

где $\sum l_0$, t_0 – сумма нулевого пробега транспортного средства за время (T) и время, затраченное на этот пробег;

q_n , $\gamma_{ст}$ – номинальная грузоподъемность ТС и коэффициент использования грузоподъемности.

В вышеуказанных выражениях только параметры $\sum l_0$, T , $l_{с\text{ грузом}}$, $l_{\text{порожняк}}$ являются постоянными величинами, а остальные формируются как случайные показатели. Время поездки формируется как сложная функция от расстояния и случайных параметров скорости, то есть

$$t_{\text{поездка}} = f(l_{с\text{ грузом}}, l_{\text{порожняк}}, V_{Т\text{ с грузом}}, V_{Т\text{ порожняк}}, t_{\text{простой}})$$

Скорость движения формируется для каждого вида автотранспортного средства i и каждого направления перевозки (поездки) j под воздействием различных факторов, таких как, например, дорожные условия, конструктивные технические возможности автомобиля и его техническое состояние, влияние вида перевозимого груза или пассажиров, транспортный поток на дороге, режим работы водителя, физическое и психическое состояние водителя и др. Однако влияние этих факторов на скорость движения не постоянны во времени и по маршруту, это влияние меняется со временем и на различных участках маршрута. Поэтому такие параметры, как техническая скорость

автомобиля, время простоя у грузоотправителя и грузополучателя, время поездки с грузом и без него должны рассматриваться как математическое ожидание случайных величин.

Время поездки ($t_{\text{поездка}}$) и время поездки с грузом ($t_{\text{с грузом}}$) как более общие величины состоит из математических ожиданий параметров элементарных процессов, составляющих поездку. На основании этого количественная характеристика автотранспортных средств, действующих на маршруте выражается следующими формулами:

$$\begin{aligned}
 M(t_{\text{с грузом}}) &= M(t_{\text{отпр-прием}}) + M(t_{\text{простой}}); \\
 M(t_{\text{поездка}}) &= M(t_{\text{с грузом}}) + M(t_{\text{порожняк}}) + M(t_{\text{простой}}); \\
 M(t_{\text{поездка}}) &= \frac{l_{\text{с грузом}}}{M(V_T \text{ с грузом})} + \frac{l_{\text{порожняк}}}{M(V_T \text{ порожняку})} + M(t_{\text{простой}}); \\
 M(Z_{\text{поездка}}) &= \frac{T - \sum l_o / M(V_{To})}{M(t_{\text{поездка}})}; \\
 M(Q^{\Pi}) &= q_n \gamma_{\text{ст}} M(Z_{\text{поездка}}).
 \end{aligned}$$

С вероятностной точки зрения случайные величины $X = (t_{\text{простой}}, V_T \text{ с грузом}, V_T \text{ порожняк}$ и др.) выражаются законами распределения параметров. Закон распределения связывает возможные значения величины с вероятностью их реализации. Для непрерывных и дискретных величин имеется универсальная форма закона распределения, при котором функцией распределения является $F(x)$. Точечное значение этой функции равен вероятности, что при испытаниях случайная величина будет меньше (x). То есть.

$$F(x) = P(X < x).$$

Если закон распределения случайной величины является непрерывной функцией, в этом случае его можно представить в виде интеграла от так называемой $f(x)$ функции плотности вероятностей, то есть.

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(x) dx$$

Вероятность попадания случайной величины (x) в интервал от α до β определяется интегралом $f(x)$ от α до β :

$$P(\alpha < x < \beta) = \int_{\alpha}^{\beta} f(x) dx$$

Теперь на основе усредненных значений параметров рассмотрим достоверность результатов оперативного планирования перевозок и управления перевозками.

Пример. Рассмотрим процесс перевозки хлопка-сырца из хлопкункта Нуристон на Нишанский хлопкоочистительный завод. Длина маршрута направления $l_{\text{с грузом}} = l_{\text{порожняк}} = 30$ км. Распределение ежедневного возможного количества поездок (для одного автомобиля), выполняемых на данном маршруте выражается законом нормального распределения и при этом наблюдается следующие параметры: $M(Z_{\text{поездка}}) = 3$ – математическое ожидание количества поездок и $\sigma(Z_{\text{поездка}}) = 0.66$ – среднеквадратическое отклонение. Математическое ожидание производительности автомобиля определяется следующим образом:

$$M(Q^T) = q_n \gamma_{\text{ст}} M(Z_{\text{поездка}}) = 5.5 \cdot 3.0 = 16.5 \text{ т.}$$

Будем считать, что для непрерывного обеспечения производства хлопкоочистительного завода хлопок-сырцом требуется ежедневно завозить не менее 100 тонн хлопка-сырца. Количество автопоездов, необходимых для этого (A_3):

$$A_3 = \frac{Q^{\Pi}}{M(Q^T)} = \frac{100}{16.5} \approx 6$$

Теперь рассмотрим вероятность перевозки в объеме не менее $\Pi = 100$ тонн 6 автопоездами. Объем перевозок на маршруте Q^M является случайной величиной и его реализация определяется параметром Q^{Π} . Вероятность выполнения на маршруте перевозки в объеме не менее Q^{Π} определяется следующим образом:

$$P(Q^{\Pi} \leq Q^M < \infty) = P(Q^{\Pi} \leq A_3 \cdot q_n \cdot \gamma_{\text{СТ}} \cdot Z_{\text{поездка}} < \infty) =$$

$$P\left\{\frac{Q^{\Pi}}{A_3 \cdot q_n \cdot \gamma_{\text{СТ}}} < Z_{\text{поездка}} < \infty\right\} = P\left[\overline{M(Z_{\text{поездка}})} \leq Z_{\text{поездка}} < \infty\right].$$

где $\overline{M(Z_{\text{поездка}})} = \frac{Q^{\Pi}}{A_3 \cdot q_n \cdot \gamma_{\text{СТ}}}$ – среднее количество поездов для выполнения объема перевозок Q^{Π} .

Очевидно, вероятность выполнения перевозок в объеме не меньше заданного объема обеспечивается

$$P[M(Z_{\text{поездка}}) \leq Z_{\text{поездка}} \leq \infty] = \Phi\left[\frac{\infty - M(Z_{\text{поездка}})}{\sigma(Z_{\text{поездка}})}\right] - \Phi\left[\frac{M(Z_{\text{поездка}}) - M(Z_{\text{поездка}})}{\sigma(Z_{\text{поездка}})}\right] = 1 - 0,5 = 0,5.$$

где $\Phi\left[\frac{\infty - M(Z_{\text{поездка}})}{\sigma(Z_{\text{поездка}})}\right] = 1$, $\Phi\left[\frac{M(Z_{\text{поездка}}) - M(Z_{\text{поездка}})}{\sigma(Z_{\text{поездка}})}\right] = 0,5$ – функция нормального распределения, значения которой приводятся в специальной литературе.

Итак, стало известно, что планирование исходя из усредненного значения параметра ($Z_{\text{поездка}}$) обеспечивает не высокое значение вероятности выполнения перевозок в объеме не меньше чем заданного объема.

Данную задачу можно поставить и наоборот. Для того, чтобы ежедневно перевозить на маршруте сырка в объеме не менее 100 тонн требуется сколько автопоездов?

Допустим, вероятность выполнения перевозки в объеме не менее 100 тонн должна быть равна 0,9. В этом случае вышеприведенное выражение принимает следующий вид:

$$\Phi\left[\frac{\infty - M(Z_{\text{поездка}})}{\sigma(Z_{\text{поездка}})}\right] - \Phi\left[\frac{M(Z_{\text{поездка}}) - M(Z_{\text{поездка}})}{\sigma(Z_{\text{поездка}})}\right] = 0,9$$

Первая часть данного выражения равна 1, так как это часть не зависит от параметра A_3 , из чего следует:

$$\Phi\left[\frac{M(Z_{\text{поездка}}) - M(Z_{\text{поездка}})}{\sigma(Z_{\text{поездка}})}\right] = 1 - 0,9 = 0,1.$$

Теперь мы должны решать обратную задачу, то есть должны определить аргумент нормальной функции Φ по его значению. Из соответствующей таблицы по $\Phi(x) = 0,1$ находим аргумент $x = -1,28$. Поэтому:

$$\frac{M(Z_{\text{поездка}}) - M(Z_{\text{поездка}})}{\sigma(Z_{\text{поездка}})} = -1,28,$$

$$\overline{M(Z_{\text{поездка}})} = \frac{Q^{\Pi}}{A_3 \cdot q_n \cdot \gamma_{\text{СТ}}}$$

тогда, когда значение количества поездов ($Z_{\text{поездка}}$) будет не меньше его математического ожидания $M(Z_{\text{поездка}})$. Ввиду того, что распределение параметра ($Z_{\text{поездка}}$) выражается законом нормального распределения, данная вероятность определяется следующим образом:

тогда

$$\frac{Q^{\Pi}}{A_3 \cdot q_n \cdot \gamma_{\text{СТ}}} = -1,28\sigma(Z_{\text{поездка}}) + M(Z_{\text{поездка}})$$

или

$$A_3 = \frac{Q^{\Pi}}{q_n \cdot \gamma_{\text{СТ}} \cdot [M(Z_{\text{поездка}}) - 1,28\sigma(Z_{\text{поездка}})]} =$$

$$\frac{100}{5,5(3,0 - 1,28 \cdot 0,66)} = \frac{100}{11,85} = 9$$

Таким образом, для того, чтобы ежедневно перевозить на маршруте сырка в объеме не менее 100 тонн с вероятностью 0,9 требуется 9 автопоездов. Аналогично можно решать задачу определения ежедневного рабочего режима автомобиля для обеспечения заданного объема перевозок или задачу организации перевозок в соответствии с потребностями различных производственных предприятий.

В статье рассматривался вопрос бесперебойного обеспечения потребности потребителей в перевозках, это потребность формируется случайно, элементарные базовые случайные процессы, направленные на удовлетворение потребностей потребителей выражены посредством показателей и построены соответствующие математические модели, также обоснованы методологические особенности и аспекты данного подхода. На основе значений процесса перевозки хлопка-сырка из хлопункта Нуристон на Нишанский хлопкоочистительный завод рассмотрена достоверность результатов оперативного планирования перевозок и управления перевозками. Такие подходы позволяют формализовать обобщенные процессы транспортного обслуживания адресных потребителей региона и задачи эффективного управления этими процессами.

Список литературы:

1. Бутаев Ш.А., Мирзаахмедов Б.М., Жўраев М.Н., Дўрмонов А.Ш., Баходиров Б. Ташиш жараёнларини моделлаштириш ва оптималлаштириш. Тошкент: ФАН, 2009. -268 б.
2. Бутаев Ш.А., Жураев М.Н. Автотранспорт воситалари ташиш имкониятларини радиал маршрутларга самарали таксимлаш моделлари ва усуллари. Тошкент: А.Навоий номидаги Ўзбекистон Миллий кутубхонаси, 2012. -186 б.
3. Саматов Г.А., Камилджанов Б.И., Ф.Р.Галимова. Логистик бошқарув концепциялари ва моделлари. - Тошкент: Фан ва технология, 2015. – 232 б.

4. Ходжаев Б.А. Автомобильные перевозки. – Ташкент: Фан.1991. – 400 с.
5. Вельможин А.В., Гудков В.А., Миротин Л.Б. Теория организация и управление автомобильными перевозками: логистический аспект формирования перевозочных процессов.-Волгоград: РПК «Политехник», 2001. – 179 с.
6. Бауэрсокс Дональд Дж., Клосс Дейвид Дж. Логистика: интегрированная цепь поставок. – М: Олимп-Бизнес, 2001.- 640 с.
7. Решение транспортных задач с применением программирования в системе MathCAD. //Молодой ученый. 2014, №5. –С.8-13.
8. Транспортное планирование: формирование эффективных транспортных систем крупных городов. / Ю.В.Трофименко, М.Р.Якимов. –М.: Логос, 2013. -464 с.
9. Струченков В.И. Динамическое программирование в примерах и задачах. –М.-Берлин: Директ-медиа, 2015. - 275 с.
10. Витвицкий Е.Е. Моделирование транспортных процессов. -Омск: СибАДИ, 2017. – 178 с.
11. Козлов П.А. Системные исследования – новый подход // Наука и техника транспорта. 2014. №1, С. 46–50.
12. Николин В.И. Грузовые автомобильные перевозки: монография. Омск: Изд-во «Вариант – Сибирь», 2004. – 480 с.
13. Congli Hao, Yixiang Yue. Optimization on Combination of Transport Routes and Modes on Dynamic Programming for a Container Multimodal Transport// System Procedia Engineering - 2016. Pp. 382 – 390.
14. Chen, Y., Yu, J., Yang, S., & Wei, J. (2018), “Consumer’s intention to use self-service parcel delivery service in online retailing: An empirical study”, Internet Research, Vol.28 No.2, pp. 500.
15. Devari, A., Nikolaev, A.G., and He, Q. (2017), “Crowdsourcing the last mile delivery of online orders by exploiting the social networks of retail store customers”, Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Vol. 105, pp. 105-122
16. Wang, X., Zhan, L., Ruan, J., and Zhang, J. (2014), “How to choose “last mile” delivery modes for E-fulfillment”, Mathematical Problems in Engineering
17. Yang, X., Strauss, A.K., Currie, C.S., and Eglese, R. (2014), “Choice-based demand management and vehicle routing in e-fulfillment”, Transportation science, Vol. 50 No.2, pp. 473-488.
18. Behrends, S., Lindholm, M., & Woxenius, J. (2008). The impact of urban freight transport: A definition of sustainability from an actor's perspective. Transportation planning and technology, 31(6), 693-713.
19. Genchev, S.E., Richey, R.G., Gabler, C.B. (2011). Evaluating reverse logistics programs: suggested process formalization. International Journal of Logistics Management, 22(2), 242-263.
20. Han J.X, Xu Q, Jin Z.H. Research on the Path Optimization of Multimodal Transport of Bulky Cargo // Journal of Wuhan University of Science and Technology: transportation science and engineering. – 2010. 34(4), Pp. 661-664.
21. Igor. Y. Davydenko. Logistics Chains in Freight Transport Modelling / Delft University of Technology, 2015. - pp. 188.

DOI - 10.32743/UniTech.2021.86.5.11777

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЕЙ
ПУТЕМ ДОБАВКИ ВОДОРОДА К БЕНЗИНУ****Исмаев Жуманиёз Файзуллаевич**

канд. тех. наук, доцент,
Ташкентский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: jumaniyoz132@mail.ru

Джалилов Жавлон Халилович

ст. преподаватель,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: djkh55555@mail.ru

Файзуллаев Абдоржон Жуманиёз угли

менеджер, ЧП "Inoyat Fayz",
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: fayz.abdor@mail.ru

Юсупов Умрбек Комилжонович

магистрант,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: umurbekyusupov91@gmail.com

**IMPROVING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF CARS BY ADDING HYDROGEN
TO GASOLINE****Jumaniyoz Ismatov**

Candidate of Technical Sciences, docent,
Tashkent State Technical University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Javlon Djalilov

Senior Lecturer,
Tashkent State Transport University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Abrorjon Fayzullayev

Manager,
Private enterprise "Inoyat Fayz",
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Umrbek Yusupov

Undergraduate,
Tashkent State Transport University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассмотрены проблемные вопросы охраны окружающей среды от загрязнения вредными веществами автомобильного транспорта.

ABSTRACT

This work was considered the task influence of the problematic issues of environmental protection from pollution by harmful substances of road transport are considered.

Ключевые слова: водород, генератор водорода, экология, автомобиль, двигатель, топлива, бензин, экономика.

Keywords: hydrogen, hydrogen generator, ecology, car, engine, fuel, gasoline, economy.

С постановлением Президента Республики Узбекистан от 10 июля 2020 года № ПП-4779 утверждена дорожная карта «По повышению энергоэффективности и экономии топливно-энергетических ресурсов на крупных энергоемких предприятиях отраслей экономики». В пункте 15 настоящей дорожной карты поставлена задача «Разработать долгосрочную Национальную стратегию по развитию водородной энергетики» [1, 2].

Не секрет что автотранспортные средства в процессе эксплуатации выбрасывают токсичные вещества, загрязняющие атмосферу и оказывающие вредное влияние на здоровье человека и окружающую среду. Ужесточение с введением нормативов на выброс вредных веществ с отработавшими газами автотранспортные средства начали в США (1963 г.), затем в Европе (1968 г.) начались интенсивные исследования по уменьшению этого выброса [3].

В настоящее время вопросы по охраны окружающей среды от загрязнения токсичными веществами автотранспорта и промышленности являются приоритетными задачами для правительств, научных организаций и бизнеса. Из-за увеличения массы выбросов вредных веществ автомобильного парка в мире стимулировало международное законодательство (Правила ООН) периодически обновлять стандарты и ужесточать нормативные требования по выбросу вредных веществ автотранспортными средствами. Предельно допустимые выбросы вредных веществ CO, CH, NO_x в международных Правилах ООН 12 ужесточались в несколько этапов: за период с 1972 по 1986 гг., были ужесточены примерно в 2,5 раза, а с 1986 по 1992 гг., второй этап, для категорий наиболее массовых автомобилей примерно в 5 раз. Принимаемые новые нормативы на выброс вредных веществ со сроками их введения приведены в таблицах 1 и 2 [4, 5].

Таблица 1.

Нормы на выброс вредных веществ с ОГ легковыми автомобилями по Правилам № 83 ООН

Экологический класс автотехники	Год введения		Выбросы вредных веществ с отработавшими газами, г/км			
	Европа	Россия	CO	CH	NO _x	PM
Евро-1	1992		2.72	0.97		
Евро-2	1996	2006	2.2	0.5		
Евро-3	2000	2008	2.3	0.2	0.15	
Евро-4	2005	2012	1.0	0.1	0.08	
Евро-5	2009	2014	1.5	0.1	0.06	0.005
Евро-6	2014	2018	0.5	0.1	0.06	0.005

Эти нормативные требования для автомобилей не могли быть выполнены без применения систем нейтрализации отработавших газов. Так как нейтрализаторы не допускали использования этилированных бензинов (предельно допустимая концентрация свинца не должна превышать 0,015 мг/л бензина), то для стран и отдельных регионов до полного перехода на снабжение неэтилированным бензином действовали старые требования Правил 15.04 ООН 1982 г.

Для грузовых автомобилей и автобусов с 1993 года были введены Правила №49 ООН, которые предусматривают испытания двигателя на стенде по 13 режимному циклу (как и стандарт США для дизелей) для оценки выброса оксида углерода, углеводородов, оксидов азота и дополнительно твердых частиц с отработавшими газами (таблица 2).

Таблица 2.

Нормы на выброс вредных веществ с ОГ автомобилей массой более 3,5 т по Правилам № 49 ООН

Нормы	Год введения		Допустимая норма, г/кВт · ч			
	Европа	Россия	CO	CH	NO _x	PM
Евро-1	1993		4.5	1.1	8	0.36
Евро-2	1996	2006	4.0	1.1	7	0.15
Евро-3	2000	2008	2.1	0.66	5	0.1
Евро-4	2005	2010	1.5	0.46	3.5	0.02
Евро-5	2008	2014	1.5	0.46	2.0	0.02
Евро-6	2013	2018	1.5	0.13	0.4	0.01

Уровень выброса CO_2 , по существу, отражает уровень расхода топлива автомобилем в зависимости от режима движения, типа двигателя и т.д. При испытании по стандартной методике Правил ООН № 101 (Директивы 93/116/ЕЕС) расход 1 кг топлива автомобилем с бензиновым двигателем эквивалентен выбросу около 3,1 кг CO_2 , с дизельным двигателем около 3,16 кг. Это естественно, так как в молекулах углеводородов, входящих в бензин и дизельное топливо, содержится соответственно от 4 до 12 и от 9 до 20 атомов углерода. Перевод автомобиля на газовое топливо-метан CH_4 является естественным экологически выгодным шагом, с выбросом 2,8 кг CO_2 [6].

Проблема глобального потепления, считается наиболее важной среди всех экологических проблем, с которыми столкнулось человечество. Об этом было отмечено на конференции ООН в Киото в 1997 г., на которой были определены порядок, последовательность и обязательства стран по снижению выбросов парниковых газов. Дальнейшее ужесточение экологических норм на выброс вредных веществ дополняется с 2009 г. Европейскими требованиями на выброс парниковых газов (CO_2) от автотранспорта. В настоящее время в мире насчитывается уже более 900 миллионов автомобилей и ежегодно эта цифра увеличивается еще на 55-60 млн., а ежегодное мировое потребление сырой нефти составляет около 3,4 миллиардов тонн. Эксперты всего мира прогнозируют двукратное увеличение численности транспорта за ближайшие 20 лет и такое же увеличение потребления нефти. Если рост мирового автомобильного парка будет идти такими темпами, то разведанных запасов

нефти хватит примерно на 40 лет, а природного газа на 60 лет.

Водород как единственный экологически чистый энергоноситель рассматривается в большинстве международных проектах, фактор снижения экологического давления на окружающую среду. При сжигании водорода не выделяется CO_2 , а значит автоматически решается планетарная проблема парникового эффекта и региональные экологические проблемы. Сравнительные характеристики не которых топлив приведены в таблице 3.

В республике Узбекистан и за рубежом работы ведутся в рамках программы «Экологически чистый транспорт - Зеленый автомобиль» по расширению применения автомобилей с комбинированными энергоустановками, позволяющими уменьшить выброс CO_2 на 25-35% и электромобилей в условиях их работы в городах, а также межотраслевой программы по этапному внедрению водородной энергетики в автотранспорте. Создание инфраструктуры использования водорода на автомобильном транспорте, которая потребует значительных финансовых вложений и в долгосрочной перспективе должна быть завершена к 2030 году.

При использовании водорода в качестве добавки к основному топливу и в первую очередь к бензину позволяет двигателя существенно снизить токсичность продуктов сгорания и увеличить топливную экономичность. Это объясняется высокой реакционной способностью и широкими концентрационными пределами горения водорода, которые положительно влияют на завершенность химических реакций при горении топливно-воздушной смеси.

Таблица 3.

Сравнительные характеристики топлив

Параметры	Пропан	Бутан	Бензин	Метан	Водород
Химическая формула	C_2H_8	C_4H_{10}	C_8H_{17}	CH_4	H_2
Молекулярная масса	44	58	114	16	2
Плотность жидкой фазы при, нормальных условиях, кг/м^3	510	580	730		70,8
Температура кипения при атмосферном давлении, $^{\circ}\text{C}$	-43	-0,5	не ниже 35	-161,6	-252,7
Теплота сгорания в газообразном состоянии, МДж/м^3	85	111	213	39	143,06
Пределы воспламеняемости в смеси с воздухом при нормальных условиях, % объема:					
нижний	2,4	1,8	1,5	5	10
верхний	9,5	8,5	6,0	15	80
Октановое число	110	95	92	120	
Степень сжатия	10...12	7,5...8,5	8,2	13	
Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг топлива, кг	15,8	15,6	14,7	17	23,8

При окислении водорода в воздухе единственными токсичными компонентами являются оксиды

азота NO_x . Кроме того, в продуктах сгорания реального двигателя всегда будут содержаться некоторое

количество CO и CH_x , вследствие частичного сгорания моторного масла, попадающего в камеру. Однако концентрация этих компонентов не очень велика, что подтверждено рядом исследований [6, 7, 8]. Таким образом, при использовании водорода в качестве добавки к бензину основными токсичными продуктами сгорания являются CO , CH_x и NO_x .

Существующие теоретические методы расчета, не позволяют с достаточной достоверностью количественно оценить влияние сложных внутрицилиндровых процессов и конструктивных параметров на энергетические и экологические показатели ДВС при использовании альтернативных топлив, в частности водорода. Поэтому при изучении рабочего

процесса двигателя, использующего водородосодержащие смеси, целесообразно одновременное проведение расчетных и экспериментальных исследований, позволяющих, с одной стороны, устанавливать закономерности протекания действительного цикла на разных режимах работы, а с другой совершенствовать методы расчетного анализа рабочих процессов и состава продуктов сгорания, сокращая тем самым объем дорогостоящих экспериментальных исследований.

На рис.1. предоставлена принципиальная схема электролизера водорода [8].

1-ключ, 2-реле, 3-масса, 4-предохранитель, 5-аккумулятор, 6-ННО генератор, 7-резервуар, 8-влагоотделитель, 9-воздушный фильтр

Рисунок 1. Принципиальная схема электролизёра водорода

Для изучения и определение условий эксплуатации легкового автомобиля Cobalt водород добавки к бензину и определение расхода топлива нами проведено эксплуатационные испытания по маршруту Ташкент-Чирчик-Ташкент, продолжительность маршрута до 100 км.

Объектом испытаний является легковой автомобиль Cobalt, работающий на бензине и водороде (как добавка к бензину). Во время испытания автомобиля Cobalt, работающий на бензине и с добавкой водорода режим работы автомобиля соответствовал к реальному условию эксплуатации.

Для получения статистических данных по расходу топлива автомобиля Cobalt работающей на бензине и водорода добавки бензина проводятся контрольные замеры расхода топлива. Перед испытаниями производится проверка технической исправности автомобиля.

Методика испытаний производилась на основании О'zDst 1.6:2003 ГСС Уз, нормативные документы, общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению, О'zDst 8.016:2002. Методика выполнения измерений, МИ-2377-98. Разработка и аттестация методик выполнения измерений. – М.: ВНИИМС, 1998. – 31 с. [9,10,11,12].

Испытания производятся на автомобилях с исправными, пломбированными и поверенными спидометрами. Управление автомобилями должно осуществляться так же, как и в условиях рядовой эксплуатации. При проведении испытаний производится обследование условий эксплуатации, составляется протокол обследования, в который вносятся данные, необходимые для дальнейшего расчета нормативных коэффициентов:

- общий пробег по маршруту;

- количество вынужденных остановок на маршруте;
- количество регулируемых и не регулируемых перекрестков на маршруте;
- количество поворотов;
- количество подъемов и спусков;
- ограничений скорости движения.

Водитель совместно с исполнителем, проводящим обследование, перед выездом обязан убедиться в отсутствии повреждений, подтеканий масла, охлаждающей и амортизаторной жидкостей, проверить заправку двигателя охлаждающей жидкостью и маслом, рекомендованным заводом-изготовителем, заправить бак топливом до полного, а также произвести все другие необходимые работы, выполняемые при ежедневном техническом обслуживании. В процессе работы они также обязаны внимательно провести контрольный осмотр и убедиться в отсутствии выше перечисленных повреждений.

Определение количества израсходованного бензина устанавливается по результатам измерений следующих величин:

- заправить топливом полный бак до горловины и отметить метку до начала измерений;
- в конце испытания путем доливки бензина в бензобак до отметки на горловине и измеряется израсходованное количество топлива;
- температура окружающего воздуха;
- пройденный путь за время испытаний;
- время испытаний.

Применяемые средства измерений должны удовлетворять требованиям, приведенным в таблице 4, прошедшие государственную поверку в установленном порядке. Измерительный прибор должен быть установлен и закреплен на месте, где его шкала легко обозрима для испытателя. Датчик для измерения температуры окружающего воздуха должен быть защищен от прямых солнечных лучей и не должен прикасаться к твердым поверхностям.

Таблица 4.

Перечень выполняемых измерений

№	Наименование измеряемой величины	ед. измер.	Обозначение	Рекомендуемые приборы		
				Наименование	Класс точности	Предел измерения
1	Температура газа (окружающего воздуха)	°C	t ₂	Термометр метеорологический стеклянный ГОСТ 112	1.0	-10 -0 +100
2	Время испытаний	сек	T	Секундомер ГОСТ 5072	0.5	—
3	Пробег автомобиля за время испытаний	км	S	Спидометр ГОСТ 12936 (СТ СЭВ 48657)	0.5	—

Примечание: Испытания должны проводиться при: скорости ветра не более 3 м/с, отсутствие осадков, температура воздуха от -5 до +25 °C, атмосферное давление от 730 до 760 мм рт. ст, атмосферная влажность не выше 90%.

Метод измерения количества бензина, израсходованного во время испытаний, состоит в определении изменения в конце испытания путем доливки бензина в бак до отметки.

Результаты обработки испытаний по маршруту “Ташкент-Чирчик- Ташкент” для автомобиля Cobalt приведены в таблице 5.

Таблица 5.

Результаты обработки испытаний по маршруту “Ташкент-Чирчик- Ташкент” для автомобиля Cobalt

Топливо	Средняя величина расход	Отклонение от средней величины $x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$
Бензин	7,29	-0,1	0,01
	7,31	0,1	0,01
Бензин с водородом	5,68	-0,2	0,04
	5,72	0,2	0,04

Эксплуатационный нормативный расход топлива на пробег 100 км составляет для легкового автомобиля Cobalt с бензином 7,3 л/100 км и водород добавки бензина 5,7 л/100 км. Экономия топлива составляет до 20%. Если один автомобиль ездит в сутки в среднем 200 км, тогда экономия бензина на 100 км – 1,6 л, на 200 км – 3,2 л. Сейчас один литр бензин стоит 5500 сум (0,52419\$) (Курс доллара по

ЦБ РУз 14.04.2021г, 1\$=10492,36 сум). Тогда получим, экономия одного автомобиля: в сутки 3,2*5500 = 17 600 сум (3,2*0,4774 = 1.6774\$), за месяц 25*17 600 = 440 000 сум (25*1,6774 = 41,9352\$) и за год 12*440 000 = 5 280 000 сум (12*41,9352 = 503,2224 \$).

Проведенная эксплуатационная испытания показывает легкового автомобиля Кобальт с бензином 7,3 л/100 км и водород добавки бензина 5,7 л/100 км

при этом экономия топлива в год составляет 5 280 000 сум или 503,2224 долларов.

На основании выполненного анализа работ зарубежных и отечественных исследований по снижению выбросов вредных веществ и парниковых газов с отработавшими газами, а также и от других систем автомобилей необходимо для объективного проведения дальнейших исследований по экологической безопасности и энергоэффективности автомобилей:

- разработать комплексный метод объективной оценки экологической безопасности автомобилей;
- на основе выбранного комплекса методик провести сравнительные исследования экологических и экономических показателей и энергоэффективности автомобилей с традиционными двигателями внутреннего сгорания (ДВС), с комбинированными энергоустановками.

Список литературы:

1. Постановление Президента Республики Узбекистан 22.08.2019 г. п пп-4422 Об ускоренных мерах по повышению энергоэффективности отраслей экономики и социальной сферы, внедрению энергосберегающих технологий и развитию возобновляемых источников энергии.
2. Постановление Президента Республики Узбекистан 10.07.2020 N q-4779 Увеличение энергоэффективности экономики и снижение зависимости экономических секторов в топливно-энергетических продуктах.
3. Кутенев В.Ф., Кисуленко Б.В., Шюте Ю.В. «Экологическая безопасность автомобилей с двигателями внутреннего сгорания». М. Экология, Машиностроение, 2009 г., 253 с.
4. Вайсблум М.Е. Новые тенденции в развитии требований ЕЭК ООН в отношении экологических показателей АТС и устанавливаемых на них двигателей. Журнал ААИ. – 2011. -№3 (68)., с. 14-19.
5. Правила ООН №49 «Единообразные предписания, касающиеся подлежащих принятию мер по ограничению выбросов загрязняющих газообразных веществ и твердых частиц из двигателей с воспламенением от сжатия, предназначенных для использования на транспортных средствах, а также выбросов загрязняющих газообразных веществ из двигателей с принудительным зажиганием, работающих на природном газе или сжиженном нефтяном газе и предназначенных для использования на транспортных средствах», 13.08.2008 г. E/ECE/324, E/ECE/trans/505.
6. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. «Промышленно-транспортная экология», М., Высш. школа, 2003, 273 с.
7. Исмаилов Ж.Ф., Кадыров С.М. Водород как добавка углеводородному топливу. Вестник ТАДИ, №1, 2017 г.
8. Ismatov J.F., Musabekov Zakirjon, Ashirov Vosit, Jurayev Kurbonali Hydrogen electrolyzer for internal combustion. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 6, Issue 10, October 2019. ISSN: 2350-0328.
9. Методика испытаний O'zDst 1.6:2003 ГСС Уз.
10. Нормативные документы, общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению O'zDst 8.016:2002.
11. Методика выполнения измерений МИ-2377-98.
12. Разработка и аттестация методик выполнения измерений. – М.: ВНИИМС, 1998. – 31 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 5(86)
Май 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+