

7universum.com  
**UNIVERSUM:**  
**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**UNIVERSUM:**  
**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

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

Выпуск: 5(74)

Май 2020

Часть 1

Москва  
2020

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:**

*Демин Анатолий Владимирович*, д-р техн. наук;

*Елисеев Дмитрий Викторович*, канд. техн. наук;

*Звездина Марина Юрьевна*, д-р. физ.-мат. наук;

*Ким Алексей Юрьевич*, д-р техн. наук;

*Козьминых Владислав Олегович*, д-р хим. наук;

*Ларионов Максим Викторович*, д-р биол. наук;

*Манасян Сергей Керопович*, д-р техн. наук;

*Мартышкин Алексей Иванович*, канд. техн. наук;

*Серегин Андрей Алексеевич*, канд. техн. наук;

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

**U55 Universum: технические науки:** научный журнал. – № 5(74). Часть 1. М.,  
Изд. «МЦНО», 2020. – 72 с. – Электрон. версия печ. публ. –  
<http://7universum.com/ru/tech/archive/category/574>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2020.74.5-1

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2020 г.

## Содержание

<b>Информатика, вычислительная техника и управление</b>	<b>5</b>
СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННЫХ И ПОЛЫХ СВЕТОВОДОВ	5
Шипулин Юрий Геннадьевич Абдуллаев Темурбек Маруфжанович	
ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЦЕПИ СНАБЖЕНИЯ АГРОПРОИЗВОДСТВА	10
Бердиева Зулфия Мухиддиновна Мухамадиева Зарина Баходировна	
О МНОЖЕСТВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ	14
Гуламов Мухамад Исакович	
<b>Машиностроение и машиноведение</b>	<b>18</b>
ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЖЕСТКОСТИ НА ИЗГИБ ПАКЕТНОЙ КОНСТРУКЦИИ РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ	18
Абдувахидов Мубошер Бурханов Ахмаджон Бобоев Уткирбек Абдуллажанович. Абдувахидов Мутаххир Мубошеревич	
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗГИБНОЙ ЖЕСТКОСТИ ПАКЕТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	23
Абдувахидов Мутахирхон Мубашеревич Акрамжанов Дилмурод Мухтор ўғли Усманов Равшан Самидулло ўғли Отақўзийев Акмалжон Мўминжон ўғли	
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В ПЕРЕВОЗКЕ ЗЕРНА	30
Хамраев Рамзжон Комилжон угли	
ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВОЛОКНА В ИГОЛЬЧАТОМ БАРАБАНЕ УСТРОЙСТВА РАЗДЕЛЕНИЯ ВОЛОКНА	33
Обидов Авазбек Азамтович Султонов Мирзаолим Мирзарахматович	
<b>Металлургия и материаловедение</b>	<b>37</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ РЕДКИХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ ИЗ СБРОСНЫХ РАСТВОРОВ ШЛАМОВОГО ПОЛЯ	37
Шодиев Аббос Немат угли Туробов Шахриддин Насритдинович Саидахмедов Ақтам Абдисамиевич Хакимов Камол Жураевич Эшонкулов Учкун Худойназар угли	
<b>Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы</b>	<b>41</b>
КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЕКЦИИ ВБЛИЗИ ВЕРТИКАЛЬНО РАСПОЛОЖЕННОГО ИСТОЧНИКА	41
Жумаев Журабек Усмонова Гулсанам Мукимовна	
<b>Процессы и машины агроинженерных систем</b>	<b>45</b>
ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВОСДВИГАЮЩЕЙ ПЛАСТИНКИ	45
Киргизов Хусниддин Тургунбоевич	
ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБНОСТИ АКТИВНЫХ КУЛЬТУР МИКРООРГАНИЗМОВ УСВАИВАТЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЯНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ	47
Хамроев Обид Жонибаевич	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ЛОПАСТИ БОТВОПРИЖИМНОГО БИТЕРА КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН	51
Пайзиев Гайбулла Кадинович Файзиев Шукурулло Гайбулла угли Кидиров Адхам Рустамович	

<b>Строительство и архитектура</b>	<b>56</b>
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ НА ТАШКЕНТСКОМ ГЕОДИНАМИЧЕСКОМ ПОЛИГОНЕ Мубораков Хамидхон Мирмахмудов Эркин Рахимжанович Камилов Батиржан Тайирович	56
ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТРУЙНЫХ АЭРАТОРОВ В СООРУЖЕНИЯХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ Абдукодирова Малахат Нориджоновна Радкевич Мария Викторовна	60
<b>Транспорт</b>	<b>64</b>
ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНЗИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН Гуламов Абдулазиз Абдуллаевич Дадабоева Замина Султонмурод кизи	64
ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ ИЗНОС ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ Каримходжаев Назиржон Алматаев Тожибой Орзикулович Одилов Хайрулло Рахмонжон угли	68

**ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ****СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ ВОЛОКОННЫХ И ПОЛЫХ СВЕТОВОДОВ****Шипулин Юрий Геннадьевич***д-р техн. наук, проф., ТГТУ им. И.Каримова,  
Узбекистан, г. Ташкент***Абдуллаев Темурбек Маруфжанович***ст. преп. кафедры «Информационные технологии», Ферганский филиал ТУИТ им. Мухаммада Ал-Хоразми, Узбекистан, г. Фергана  
E-mail: [temurbekm84@gmail.com](mailto:temurbekm84@gmail.com)***THE STATUS AND DEVELOPMENT OF INTELLIGENT OPTOELECTRONIC DISPLACEMENT CONVERTERS BASED ON THE FIBER AND HOLLOW LIGHT GUIDE****Yuriy G. Shipulin***Doctor of Technical Sciences, prof., TSTU named after I. Karimov,  
Uzbekistan, Tashkent***Temurbek M. Abdullayev***Senior Lecturer, Department of Information Technology, Ferghana branch  
of TUIT named after Muhammad Al-Khorazmiy,  
Uzbekistan, Ferghana***АННОТАЦИЯ**

В статье рассмотрены вопросы состояния и развития интеллектуальных оптоэлектронных преобразователей перемещений на основе волоконных и полых световодов. Приведена классификация по принципу действия, конструктивному признаку и функциональному назначению.

**ABSTRACT**

In the article the questions of status and development of optoelectronic discrete displacement converters based on the fiber and hollow light guide are considered. The classification by the principle of action, design feature and functional purpose is given.

**Ключевые слова:** интеллектуальные оптоэлектронные преобразователи, световой поток, оптический канал, световоды, волоконные световоды, бесконтактность измерения.

**Keywords:** intelligent optoelectronic converters, luminous flux, optical channel, optical fibers, optical fibers, non-contact measurement.

Развитие систем контроля и управления в различных областях промышленности и сельского хозяйства приводит к росту потребности в датчиках и преобразователях для измерения давления, перемещения, уровня, расхода жидкостей и контроля и учета штучных изделий и товаров на конвейерных линиях и многих других технологических величин.

Среди существующих преобразователей, основанных на различных физических принципах действия (электромагнитные, тепловые, емкостные, ультразвуковые, электромеханические, радиоактивные и

другие), интеллектуальные оптоэлектронные преобразователи на основе волоконных и полых световодов имеют ряд преимуществ, основными достоинствами которых являются: большая разрешающая способность, высокая точность и быстродействие, широкий диапазон и номенклатура преобразуемых величин, возможность осуществления сканирующего режима преобразования и простота стыковки с ЭВМ, идеальная гальваническая развязка входа от выхода и другие. Кроме того, интеллектуальные

оптоэлектронные преобразователи весьма технологичны в изготовлении и могут иметь невысокую стоимость.

На рис. 1 приведена схема интеллектуального оптоэлектронного преобразователя, в общем случае

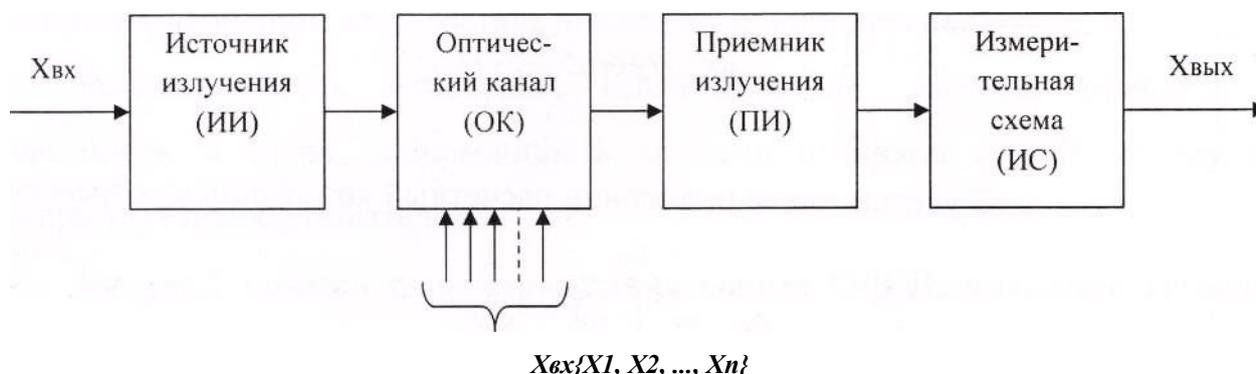


Рисунок 1. Схема интеллектуального оптоэлектронного преобразователя

Интенсивно развиваются интеллектуальные оптоэлектронные преобразователи, в которых выходной сигнал  $X_{\text{вых}}$  формируется в результате воздействия входного дискретного воздействия на излучение, которое распространяется в световоде (оптическом канале) от источника ИИ к приемнику ПИ (рис. 1). По существу, световой поток от ИИ к ПИ подвергается дискретному воздействию (модуляции) со стороны контролируемой величины или параметра.

Оптоэлектронные преобразователи основаны на известных оптических явлениях: отражения, поглощения, преломления, полном внутреннем отражении и другие. Для оптоэлектронных преобразователей в настоящее время выпускаются многочисленные типы источников и приемников излучения. Разнообразны также в зависимости от типов ИИ и ПИ измерительные схемы интеллектуальных оптоэлектронных преобразователей. В качестве оптических каналов могут быть использованы как газовые, жидкостные и другие оптически прозрачные твердые тела, так и специальные световоды, в том числе полые и волоконные. Именно световоды во многом определяют конструктивное многообразие и метрологические возможности интеллектуальных оптоэлектронных преобразователей (датчиков): давления, температуры, шероховатости материалов, уровня жидкостей, скорости вращения тел, углов наклона объектов, линейных и угловых перемещений, цветности, вибрации, веса, состава, концентрации и другие.

Бесконтактность измерения, быстродействие, высокая точность и надежность, а также экономичность выгодно отличают ОПВ от других преобразователей.

На рис.2 показан ряд устройств на основе ОПВ, выходные сигналы которых в дискретной форме (в

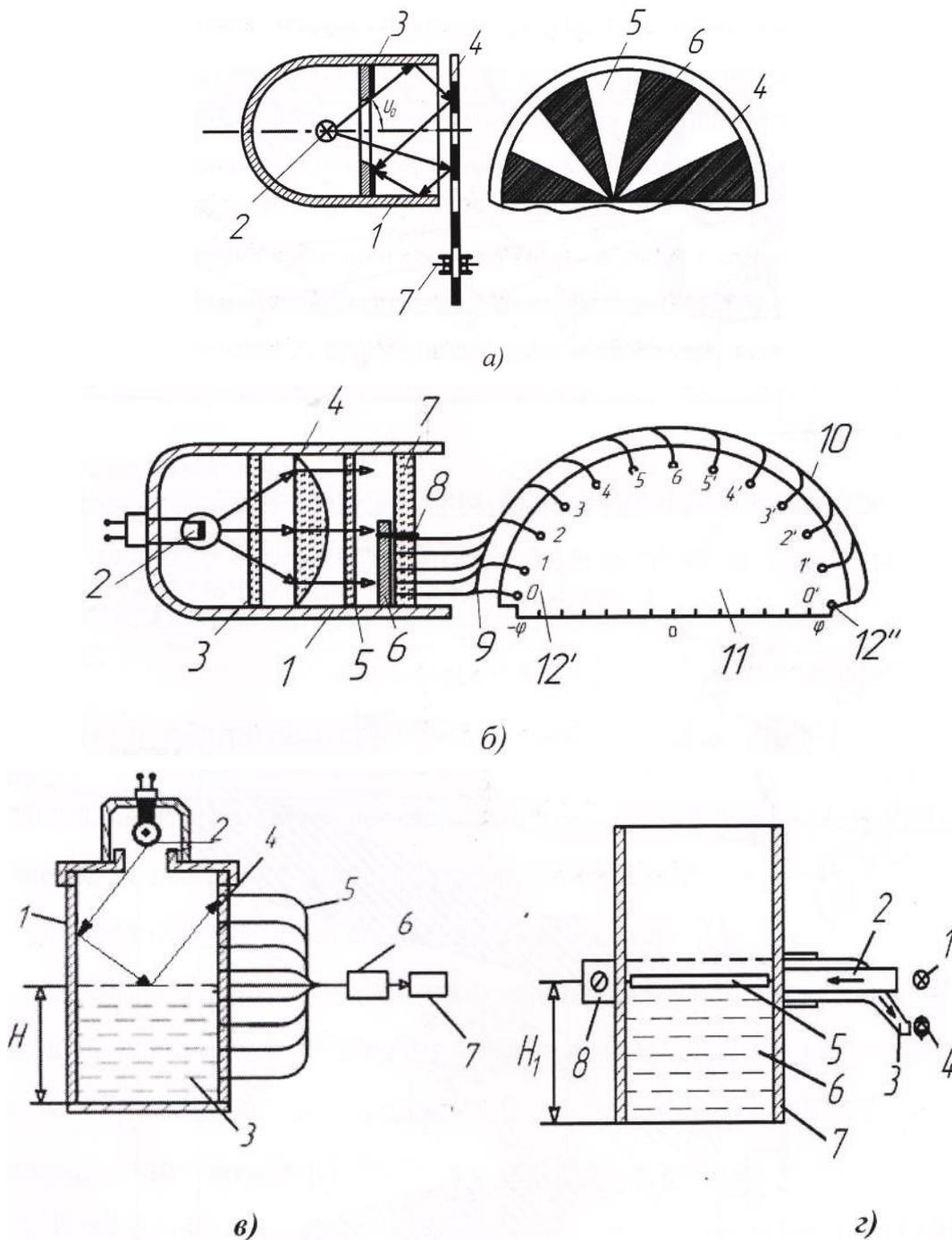
состоящего из источника излучения (ИИ), оптического канала (ОК), приемника излучения (ПИ) и измерительной схемы (ИС).

виде импульсов тока  $I_{\text{вых}}$  или напряжения  $U_{\text{вых}}$  связаны со скоростью вращения  $\omega$ , углом наклона  $\varphi$  и уровня жидкостей  $H$ .

На рис. 2, а. изображен ОПВ скорости вращения [1], содержащий полый световод 7, сосредоточенный источник излучения 2, кольцевой приемник излучения 3, диск 4 со светлыми 5 и темными 6 полосами, ось вращения диска 7.

На рис. 2, б изображен преобразователь угла наклона [2] на основе ОПВ, содержащий полый световод 7, источник излучения 2, тепловой экран 3, фокусирующую линзу 4, защитное стекло 5, полудисковый оптический экран 6, свободно подвешенный на оси 8 круглого основания 7, в котором на нижнем полукруге установлены в четверть круговых секторах по дугам входные торцы двух групп отводящих волоконных световодов 9 и 10, выходные торцы которых уложены вдоль двух дугообразных шкал делениями в градусах  $-\varphi$  и  $+\varphi$  на полу дисковом экране для визуального отображения угла наклона объекта: в левую сторону  $-\varphi$ , а в правую сторону  $+\varphi$ . Предварительно ОПВ устанавливается на контролируемый объект.

В ОПВ уровня жидкости (рис.2, в) в верхнем торце полого световода 1 расположен неподвижный источник излучения 2, а роль подвижного внешнего модулирующего тела (ВМТ) выполняет светоотражающая поверхность уровня жидкости, при перемещении которой изменяется распределения светового потока  $\Phi_0$ , вдоль полого световода 1. Данный полый световод имеет продольную оптическую щель 4, вдоль которой размещены входные торцы отводящих световой поток волоконных световодов 5, выходные торцы которых оптически соединены с матрицей приемников излучения 6 и далее со схемой обработки сигналов 7.



**Рисунок 2. Физические модели ОПВ.**

а) ОПВ скорости вращения; б) ОПВ угла наклона; в, г) ОПВ уровня жидкостей

ОПВ уровня жидкостей изображенный на рис.2, г содержит: источник излучения 1, подводный волоконный световод 2, отводящий световой поток волоконный световод 3, приемник излучения 4, цилиндрический поплавки 5, жидкость 6 с уровнем  $H$ , равномерную трубку 7, хомут для крепление ОПВ с винтом 8.

Формально-логическое описание функции ОПВ используя положения системного анализа можно описать их структуры и функции кортежем, состоящим из пяти компонентов:

$$f=(D,P,H,S,U) \quad (1)$$

где:  $D$  – принцип построения преобразователя;  
 $P$  – объект, который контролируется;  
 $H$  – начальные и конечные значения контролируемого параметра объекта;  $S$  – метод выполнения действия преобразователя;  
 $U$  – условия окружающей среды преобразователя.

Для формально-логического описания структур следует выделить следующие конструктивные элементы: ИИ – источники излучения; ПИ – приемники излучения; СВ – световоды; ПМЭ – подвижные модулирующие элементы; ИС – измерительные схемы.

В общем случае можно представить множество элементов ОПВ в виде

$$\{МЭ\} = \{ИИ, ПИ, СВ, ПМЭ, ИС\} \quad (2)$$

можно также показать, что каждый элемент характеризуется множеством:

$$\{ИИ\} = \{ЛН, СД, ЛЛ, ЛАЗ, ЛД, ГР\}, \quad (3)$$

где: ЛН – лампочка накаливания; СД – светодиод; ЛЛ – люминесцентная лампа; ЛАЗ – лазер; ЛД – лазерный диод; ГР – газоразрядный источник.

$$\{ПИ\} = \{ФД, ФР, ФТ, ФС, МФ\}, \quad (4)$$

где: ФД – фотодиоды; ФР – фоторезисторы; ФТ – фототранзисторы; ФС – фотоселекторы; МФ – матричные фотопреобразователи.

$$\{СВ\} = \{ПС, ПВС, ОВС, ВСК\}, \quad (5)$$

где: ПС – полый световод; ПВС – подводящий волоконный световод; ОВС – отводящий волоконный световод; ВСК – волоконный световод в виде кабеля (жгута).

$$\{ПМЭ\} = \{ПОЭ, ПИИ, ППИ, ППС, ПВС, ПСШ\}, \quad (6)$$

где: ПОЭ – подвижный оптический экран; ППИ – подвижный источник излучения; ППС – подвижный полый световод; ПВС – подвижный волоконный световод; ПСШ – подвижный светоотражающий шар.

$$\{ИС\} = \{ДС, МС, ДСОУ, МСОУ, СМП\}, \quad (7)$$

где: ДС – делительная схема; МС – мостовая схема; ДСОУ – делительная схема с операционным усилителем; ДФС – дифференциальная схема; СМП – измерительная схема с микропроцессором.

К указанным элементам следует добавить оптические элементы {ОЭ}, которые существенно расширяют функциональные возможности:

$$\{ОЭ\} = \{ЛЗ, РФ, ДМ, ОО, ОС, ОК\}, \quad (8)$$

где: ЛЗ – линза; РФ – рефлектор; ДМ – диафрагма; ОО – оптические ответвители; ОС – оптические соединители; ОК – оптический клин.

Множество вариантов конструкции ОПВ определяется взаимодействием указанных основных элементов. Различные сочетания множеств {ИИ}, {ЛИ}, {СВ}, {ПМЭ} и {ИС} дает тот или иной принцип создания ОПВ, что позволяет разработать весьма большое число новых конструкций ОПВ. Проанализируем их принципы построения.

Принцип действия большинства между входными и выходными величинами за счет распределения светового потока от источника к приемнику излучения при продольных и поперечных

перемещениях различных внешних модулирующих тел (ВМТ). В ОПВ можно выделить следующие ВМТ: плоские (пластины, диски, ленты), шарообразные, цилиндрические, поверхности жидкостей и твердых тел.

По функциональному назначению ОПВ могут быть разделены на преобразователи линейных и угловых перемещений, уровня жидкости, давления, скорости вращения, шероховатости, температуры, цветности и другие. Источники излучения, используемые в ОПВ, весьма разнообразны и также определяют тип конструкций ОПВ. Источники излучения можно подразделять на сосредоточенные (точечные), распределенные продольно или поперечно оси световодов. Аналогично могут быть классифицированы приемники излучения. Следует указать, что распределенные на входном торце световодов источники излучения, как правило, получают сочетанием сосредоточенного источника излучения с линзой. Анализ существующих конструкций ОПВ и результатов исследований показывает, что для разработки конструкций ОПВ на основе полых световодов наиболее эффективными являются кольцевые приемники излучения, установленные на входном торце полого световода, и которые одновременно выполняют роль диафрагмы. А для разработки конструкций ОПВ на основе волоконных световодов весьма перспективными являются коаксиальные световоды, у которых подводящий волоконный световод охвачен снаружи отводящим волоконным световодом.

С учетом вышеизложенного, ниже на рис.3 и рис.4 приведены классификации ОПВ по типам продольно и поперечно перемещающихся ВМТ при сосредоточенных и распределенных в источниках излучения.

На рис.3 приведена классификация рефлективных ОПВ по типу продольно перемещающихся ВМТ при сосредоточенном источнике излучения.

В конструкциях рефлективных ОПВ по типу поперечных перемещающихся ВМТ при сосредоточенных источниках излучения (рис.4) при поперечных перемещениях ВМТ по координате “у” изменяется площадь светоотражающей поверхности ВМТ (пластины, шара, цилиндра и световых и темных полос) на поверхности ленты или диска.

Из анализа существующих конструкций ОПВ можно сделать следующие выводы:

1) Характерными признаками рассматриваемых ОПВ для конструкций на основе полых световодов являются: наличие на входном торце полого световода, последовательно установленных по оси полого световода сосредоточенного источника излучения и кольцевого приемника излучения, который одновременно выполняет роль диафрагмы и своей светочувствительной поверхностью обращен во внутрь полости полого световода для восприятия светового потока от различных ВМТ по принципу действия перемещающихся продольно или поперечно оси световода.

2) Характерными признаками ОПВ на основе волоконных световодов являются: наличие на входном

торце волоконного подводящего световода, сопряженного с ним сосредоточенного источника излучения, и коаксиально расположенного с подводщим световодом отводящего волоконного световода, что создает осе-симметричное распределение эффективной освещенности торца отводящего световода световым потоком, отраженным от ВМТ, при этом выходной торец подводящего волоконного световода несколько отодвинут от торцов отводящего волоконного световода, что устраняет фоновую засветку и создает необходимую индикатрису излучения от подводящего волоконного световода.

3) Общими характерными признаками для рассматриваемых ОПВ являются наличие подвижных (в

продольном или поперечном направлениях) ВМТ, в качестве которых наиболее часто в конструкциях ОПВ используются плоское тело, шарообразная и цилиндрическая форма тела, а также поверхности уровня жидкости в ОПВ для контроля уровня жидкости.

4) Для ОПВ, основанных на явлении прерывания светового потока, характерным является наличие распределенного на торце полых или волоконных световодов светового потока и поперечно перемещающихся ВМТ, в качестве которых используются плоские, шарообразные и цилиндрические тела, а также линейка, лента и диски с отверстиями.

#### Список литературы:

1. Азимов Р.К., Шипулин Ю.Г. «Оптоэлектронные преобразователи больших перемещений на основе полых световодов». М.: Энергоатомиздат, 1987. - 105 с.
2. Азимов Р.К., Шипулин Ш.Ю., Холматов У.С., Абдуллаев Т.А., Исмоилов Х.А. «Морфологический метод структурного проектирования оптоэлектронных преобразователей на основе полых и волоконных световодов (ОЭГТВС)». // «Современные материалы, техника и технологии в машиностроении». III Международная научно-практическая конференция, 3-секция.- Андижан.- 2016.- С. 15-19.

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЦЕПИ СНАБЖЕНИЯ АГРОПРОИЗВОДСТВА

*Бердиева Зулфия Мухиддиновна*

*ст. преподаватель Бухарского инженерно-технологического института,  
Республика Узбекистан, г. Бухара*

*Мухамадиева Зарина Баходировна*

*докторант Бухарского инженерно-технологического института,  
Республика Узбекистан, г. Бухара*

## PROBLEMS AND PROSPECTS OF AGRICULTURAL SUPPLY CHAIN

*Zulfia Berdieva*

*Senior Lecturer, Bukhara Engineering and Technology Institute,  
Republic of Uzbekistan, Bukhara*

*Zarina Muhamadieva*

*PhD student, Bukhara Engineering and Technology Institute,  
Republic of Uzbekistan, Bukhara*

### АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются вопросы агробизнеса, роль потребителей и покупателей в развитии данного направления. Имеется в виду ориентация производства пищевых продуктов сельского хозяйства на потребности покупателей, с тем чтобы максимально удовлетворить их растущий спрос на качественные и безопасные пищевые продукты. При этом значение обмена информацией, коммуникации обсуждаются с использованием подхода техноменеджмента.

### ABSTRACT

The article discusses agribusiness issues, the role of consumers and buyers in the development of this direction. This refers to the orientation of agricultural food production to the needs of customers in order to satisfy their demand, growing for high-quality and safe food products, as much as possible. At the same time, the importance of information exchange, communication is discussed using a techno-managerial approach.

**Ключевые слова:** агропроизводство, качество, безопасность, коммуникация, прослеживаемость, пищевые продукты, кризис, пищевая индустрия, агрофудбизнес.

**Keywords:** agricultural production, quality, safety, communication, traceability, food products, crisis, food industry, agrofood business.

### Введение

Рынки агрокультуры и пищевых продуктов сильно изменились за последние годы, возможно, что наиболее фундаментальными изменениями являются смещение от производства и ориентация на рынок. Для того чтобы занять сильные позиции на своих рынках, агробизнес и пищевая индустрия должны производить продукцию, которая соответствует желаниям и потребностям покупателя. В этом смысле потребительская ориентация конкурентная сила и эффективный маркетинг являются ключевыми словами в агробизнесе и пищевой индустрии, а также эффективный контроль как продукции, так и процессов качества является существенным для поддержания качества продукта. Гарантия качества и пищевая безопасность имеют первостепенную важность всем компаниям и организациям, участвующим в цепи

производства пищевых продуктов. Современные условия торговли и законодательства требуют от бизнеса в этой сфере выполнения своих обязательств по качеству продукта [1].

### Результаты и их обсуждение

Изменение концепции пищевого производства является перспективным. Для этого, во-первых, следует рассмотреть историю развития концепции цепи производства. Затем следует описать факторы в пределах цепи агробизнеса, которые могут повлиять на пищевую безопасность, а также на другие показатели качества и стратегию их менеджмента. Наконец, будет обсуждаться, как эти факторы мониторируются сейчас и контролируются и как это должно быть сделано. При этом особый акцент делается на проблемы коммуникации, обмен информацией между звеньями цепи, между участниками агробизнеса и вопросы

применения информационных технологий для достижения поставленных целей.

Пищевая индустрия реагирует на возрастающие требования и глобализацию рынка, в котором эффективность процесса, качество продукта и производства, доверие покупателей, элиминация пищевых опасностей, прослеживаемость пищевого продукта по всей цепи производства, состояние животных и защита окружающей среды, менеджмент окружающей среды, или экоманеджмент, стали побуждающими элементами устойчивости и успеха рынка [2].

Для удовлетворения этих вызовов традиционного внимания к организации и менеджменту производства недостаточно. Это побуждает инициативы в индустрии и исследования для идентификации использования возможностей менеджмента инноваций, которые могли бы поддерживать позиции на рынке и производство товаров повышенного спроса в сегодняшних условиях, окружающих рынок, при больших возрастающих сложностях.

Одной из основных инициатив, которой уделяется много внимания в индустрии, является политика достижения цели через обновленный взгляд на улучшение процессов бизнеса в отношении организации и контроля. Исследования включают политику улучшения рыночной ориентации, эффективность процессов и координацию процессов улучшения достижений информационных технологий.

Производство, переработка, распределение и продажа пищевых продуктов становятся довольно сложным бизнесом. Например, сырье получается из многих источников со всего мира, используются всевозрастающие перерабатывающие технологии, и все сведения о продукте доступны потребителю. Такая комплексность вынуждает разрабатывать подходящие меры контроля для гарантии качества и безопасности продукта. Более того, меняются желания потребителя, касающиеся удобного, менее обрабатываемого и свежего продукта с натуральными качествами. Ответом на эти требования будет то, что вся цепь агропроизводства гарантирует и поддерживает высокие стандарты качества и безопасности. Во всех звеньях этой цепи, начиная от сбора сырья через производство, распределение, продажу, внимание следует уделять вопросам качества, связанным со спецификой продукта, процессами и методами переработки. Имеется ряд причин, особенно в агрофудбизнесе, почему внедрение систем гарантии качества является очень важным.

1. Агропродукты часто являются скоропортящимися и быстро гниют из-за биохимических процессов и микробиологических загрязнений.

2. Многие агропродукты убираются сезонно.

3. Продукты часто являются гетерогенными по отношению к необходимым параметрам качества, таким как содержание важных компонентов, размер, окраска. Это зависит от различий культивации и вариаций, которые не могут быть проконтролированы.

4. Начальное производство агропродуктов осуществляется огромным количеством фермеров, производящих небольшой объем товара [3].

Основные принципы политики пищевой безопасности основаны на всеобъемлющем, интегрированном подходе. Это означает охват всей цепи пищевого производства (от стебля до стола-дастархана), всех пищевых секторов, чтобы гарантировать безопасность для здоровья человека и защиту потребителя. В этом плане политика «от поля до стола» охватывает все секторы цепи, включая производство кормов, первичную продукцию, переработку, хранение, транспортировку и продажу, и ее следует внедрить систематически и на постоянной основе. Успех такой политики требует прослеживаемости за кормами, пищевыми продуктами и их ингредиентами. Адекватные процедуры обязывают внедрять такую прослеживаемость. Она включает обязательство гарантировать, что при производстве кормов и продуктов выполняются адекватные процедуры для изъятия корма и продукта из продажи, если обнаруживается риск для здоровья потребителей. Операторы также должны иметь адекватную информацию от снабженцев сырья и ингредиентов, чтобы можно было идентифицировать источник проблемы. Однако следовало бы отметить, что недвусмысленная прослеживаемость за кормом и продуктом, а также их ингредиентами является сложной задачей, и следует брать во внимание специфику разных секторов и товаров.

Цель законов республики, касающихся пищевой безопасности, – гармонизировать с такими же международными законами. Они направлены на всех участников цепи производства продукта, включая тех, кто занимается кормами для животных. Если следовать этим законам, то все игроки пищевого сектора обязаны вводить систему прослеживаемости. Пищевой сектор состоит из цепи свежих продуктов и индустриальной цепи. 1-я цепь характеризуется продажей свежих необработанных продуктов агрокультур, 2-я цепь характеризуется переработкой продукта в промышленных масштабах. Без учета сложностей прослеживаемости в 1-й цепи индустриальная цепь ставит большие задачи для внедрения прослеживаемости благодаря множеству последовательных операций.

Такие уравновешенные, интегрированные подходы приводят к устойчивой, эффективной и динамичной пищевой политике. Такую политику следует адресовать недостаткам сектора, которые ограничивают способность быстро и гибко реагировать на риски для здоровья человека.

Из-за ряда кризисов (BSE, Dioxin и др.) возникла необходимость создания новой концепции, элементами которой являются интегрирование входов в цепь агропроизводства, включая законодательство о кормах и начальной продукции (от ствола до стола), прослеживаемость за кормами, пищевыми продуктами и их ингредиентами, предупредительные принципы, анализ риска как основа политики пищевой безопасности. Независимая научная поддержка будет гарантирована агентству по качеству и безопасности пищевых продуктов и кормов. Традиционно цепь производства характеризуется двумя отличительными особенностями: а) односторонняя

коммуникация продавцов сырья (очень часто фермеров), направленная к потребителям готового продукта (покупатели); б) отсутствие общего определения концепции качества [4,5].

Качество было и в ряде случаев все еще остается преимущественно основанным на цене производства и продуктивности (т.е. на уровне начального производства кг/га и на индустриальном уровне кг продукта/кг сырья). Сейчас многие участники цепи агропроизводства в общем знают эти два аспекта качества, однако каждый участник может также использовать ряд дополнительных показателей качества, такие как галогенность и сохраняемость сырья на индустриальном уровне и легкое приготовление на уровне продажи. Такие показатели качества иногда не совпадают с теми определениями качества, сформулированными одним участником в цепи, и могут противоречить с теми, что применяет другой участник или даже потребитель [3].

**Цепь производства пищевых продуктов и факторы, влияющие на показатели качества**

Здесь мы рассмотрим цепи производства пищевых продуктов и обозначим факторы, которые влияют на показатели качества и пищевой безопасности. В первую очередь рассмотрим специальную ассамблею цепи продукции в агрофудиндустрии. Соответственно, каждое звено такой цепи – от первичного производителя до конечного потребителя – будет рассматриваться с той точки зрения, как это может влиять на пищевую безопасность.

Агроцепь отличается фундаментально от промышленного производства или ассамблеи цепи по ряду признаков:

- сокращенное время жизни первичных, промежуточных и конечных продуктов. Это означает, что технология хранения и условия играют главенствующую роль;
- огромное разнообразие по качеству и доступности первичных продуктов благодаря региональ-

ным и сезонным условиям, которые требуют хранения или транспортировки (фрукты и овощи, зелень и цветы);

- unplanned и/или нежелательные побочные продукты, остатки и отходы (особенно после переработки сырья);
- большой объем продуктов;
- большое количество снабженцев первичных продуктов, централизованная продажа лишь некоторых групп продуктов;
- субстанционное влияние окружающей среды на производство, переработку, распределение, потребление (избыток упаковочного материала, продукт, использованные продукты);
- огромный общественный интерес ко всем звеньям цепи (здоровье и аспекты безопасности продукта, забота об окружающей среде, животных, переработка и распределение).

Существует возрастающая потребность в эффективной цепи в соответствии с международным правилом поставок большого разнообразия продуктов, удовлетворяющих спрос на рынке, которые должны быть высокого качества, эффективные по цене и производственным затратам при возрастающих запросах экономики.

Значение цепи можно рассматривать широко – от снабженцев ингредиентов (т.е. первичные продавцы) и упаковочного материала, производителей-оптовиков, дистрибьюторов, транспортных компаний до продавцов и потребителей. Активность внутри цепи зависит от информации и ИКТ, применяемых для организации, менеджмента, координации и контроля бизнеса.

Различные отрасли агробизнеса характеризуются отдельными структурами. В отличие от последовательно функционирующей промышленности, в цепи агропроизводства обычно отсутствует специализация в различных секциях одной компании, но имеется специализация компаний, относящихся к специальному производству.

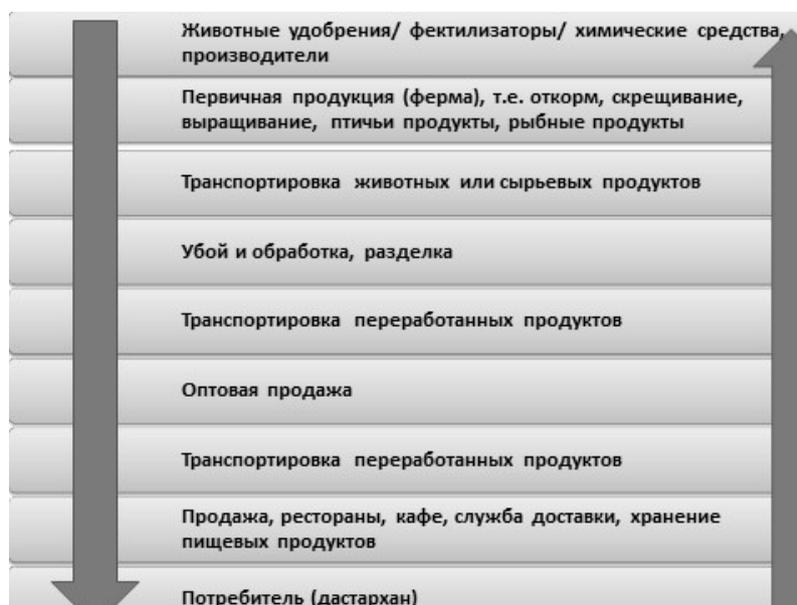


**Рисунок 1. Схематическое представление специализации в цепи агропроизводства:**  
 1 – скрещивание животных, семена; 2 – убой животных; 3 – удобрения, фармацевтика, пестициды;  
 4 – навоз, минеральные удобрения, солома; 5 – молоко, мясные продукты, молочные продукты, мука,  
 бакалея; 6 – животные; 7 – удобрения; 8 – сервис

Модель общей цепи для вида специализации в цепи агропроизводства показана на рисунке 1. Круг описывает сырье и продукты (т.е. удобрения, фертилизаторы, мясо и т.д.), а квадраты обозначают сервис и операции. Как показано на рисунке 1, существует множество связей между потребителями и поставщиками в цепи агропроизводства. Они нуждаются в ресурсах и побочных продуктах, а побочный продукт

образуется в результате производства и переработки. Более того, различные сервисы предоставляются консалтинговыми и административными организациями.

Специализация в секторе агробизнеса приведет к заметному росту продуктивности. Однако это также ведет к увеличению сложных зависимостей поставщик – потребитель в цепи (рис. 2).



**Рисунок 2. Цепь агропроизводства. Стадии производства пищевого продукта**

### Выводы

Подход «от стебля до стола» к пищевой безопасности является целостным подходом, заключающим в себе все элементы, которые могут повлиять на пищевую безопасность на каждом звене «от стебля к столу» и «от поля до дастархана». Эти фразы используются для охвата производства всех продуктов животного происхождения и могут быть применимы не

только к мясу, но и также к молоку, яйцам, рыбе и другим продуктам агрокультуры, так же как и к фруктам и овощам. Путем интегрирования всех стадий производства удобрений, транспортировки, переработки и распределения подход к безопасности продукта «от поля до дастархана» нацелен на увеличение качества и безопасности продукта для достижения возможного наивысшего уровня защиты здоровья.

### Список литературы:

1. Мухамадиев Б.Т., Мухамадиева З.Б. Внедрение системы НАССР в цепи агропроизводства Узбекистана : монография. – Бухара, 2020.
2. Мухамадиева З.Б. Качество, безопасность и прослеживаемость в цепи снабжения пищевых продуктов // Universum. – 2020. – № 3 (69).
3. Мухамадиева З.Б. Экономические и социальные аспекты обмена информации в цепи агропроизводства // БелГУ, IV. – 2020. – С. 202.
4. Hoogland I.P. Quality assurance systems // Innovation of food production systems. – Netherland : Wageningen Pers., 2008.
5. Vernede I.F. Traceability in food processing chains // Agrotechnology and food innovations. – Netherland : Wageningen, 2013.

## О МНОЖЕСТВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ

**Гуламов Мухаммад Исакович**

канд. физ.-мат. наук, д-р биол. наук, доцент Бухарского государственного медицинского института  
 имени Абу Али Ибн Сино  
 Республика Узбекистан, г. Бухара  
 E-mail: [gmi56@mail.ru](mailto:gmi56@mail.ru)

## ABOUT THE MULTITUDE OF INFORMATION MODELS

**Muhamad Gulamov**

Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Doctor of Biological Sciences,  
 Associate professor of Bukhara State Medical Institute named after Abu Ali Ibn Sino,  
 Uzbekistan, Bukhara

### АННОТАЦИЯ

Данная работа посвящена исследованию природы термина «информационная модель» и их множества DIMIFN и является продолжением предыдущих работ автора. На основе анализа конкретных математических, физических, химических и биологических примеров делается заключение, что: 1) информационная модель – это любое логическое, структурированное, информационно-смысловое, абстрактное выражение объектов физического и идеального характера; 2) множество DIMIFN состоит из множества информационных моделей прошедших, настоящих и будущих объектов физического и идеального характера, другими словами, это супермножество знаний, которое существует во Вселенной.

### ABSTRACT

The article is devoted to research of the concept nature "information model" and their multitudes DIMIFN, and is a continuation of the author's previous works. Based on the analysis of specific mathematical, physical, chemical and biological examples, it is concluded that: 1) an information model is any logical, structured, informational-semantic, abstract expression of objects of a physical and ideal nature; 2) the set of DIMIFN consists of a set of information models of past, present and future objects of physical and ideal nature, in other words, it is a superset of knowledge that exists in the Universe.

**Ключевые слова:** информация, информационная модель, множества, супермножества, разнообразия, сочетания.

**Keywords:** information; information model; multitudes; superset; diversity; combinations.

Данная статья является продолжением наших предыдущих работ и посвящена качественному исследованию природы информационных моделей и их множества DIMIFN (All possible mentally permissible diversities of information models of objects of the ideal and physical nature) [1,2].

Надо отметить, что с понятиями информации и информационных моделей связаны фундаментальные вопросы глубинных представлений естественных и гуманитарных наук [6].

Исследование данного вопроса начинаем с анализа научно-технических публикаций, которые имеют место в настоящее время [7,8,9]:

1. Информационная модель (в широком, общенаучном смысле) - это совокупность информации, характеризующая существенными свойствами и состоянием объекта, процесса, явления, а также взаимосвязью с внешним миром.

2. Информационные модели нельзя ощутить или визуализировать, они не имеют материального воплощения, потому что строятся только на информации. Информационные модели - это модели, созданные на формальном языке (т.е. научном,

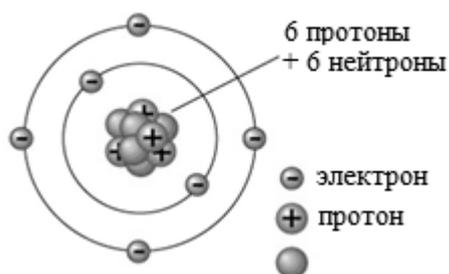
профессиональном или специализированном). Примеры формальных моделей - все виды формул, таблицы, графики, карты, схемы и т.п. Информационная модель, таким образом, это - общенаучное понятие, означающее как идеальный, так и физический объект анализа.

3. Вербальная информационная модель получена в результате умственной деятельности человека и представлена в словесной форме, она является знаковой, т.е. может выражаться рисунками, схемами, графиками, формулами и т.д.

В современных научно-исследовательских работах термин «информационная модель» используется для различных научных понятий, например: структура атома, ДНК, кварк, глюон, химическая структура водорода, окружность, плоскость,  $n$ - мерное пространство, поле Хиггса, электрическое поле и т.д. Всё это можно обобщить под термином информационная модель. А множество информационных моделей (DIMIFN) можно представить как формирующий и отражающий пространственно-временной континуум [2].

«Информация» - это суть физических или абстрактных величин, она является более общим понятием относительно термина «информационная модель» [6]. **Информационная модель – это любое логическое, структурированное, информационно-смысловое, абстрактное выражение** [1,2].

Строение атома углерода



Можно было бы также привести много примеров из области биологии, астрономии к информационным моделям, но в рамках этой статьи ограничимся ссылкой на интернет-материалы [10,11,12]. Одним словом, информационные модели – это любые математические, физические, химические, биологические формализмы, обладающие потаённой структурой и динамикой, проявляемой в пространственно-временном континууме [2] и в теоретических мыслимых идеальных объектах (математические формализмы и объекты духовного характера).

Информационные модели имеют различного рода варианты. В математике, физике и химии один и тот же объект можно отобразить различными информационными моделями в виде математической формулы, графика, таблицы или схемы. Более конкретный и наглядный пример можно привести из биологии: количество генов у видов растений и животных исчисляется тысячами, каждый из них через мутации может дать десятки аллелей. Рассмотрим упрощённую ситуацию кода в гаплоидном наборе, где имеется только 1000 генов, каждый из которых в состоянии дать путём мутаций только 10 аллелей. В этом случае число генных комбинаций достигает  $10^{1000}$  (каждая комбинация – самостоятельная информационная модель), то есть доходит до огромнейшей величины, которая больше числа электронов и протонов во Вселенной. Если всё это переведём на реально существующие виды в природе и постараемся представить всевозможное число генных комбинаций, то получим бесконечность в высшей степени! Вот реальная невообразимая мощь биоразнообразия природы [3].

Если же постараемся представить себе различные варианты всевозможных мыслимых и невысказанных математических, физических, химических и биологических информационных моделей, то тогда однозначно можно сказать, что множество DIMIFN образует множество бесконечного порядка мощности континуума.

Одним словом, элементы множества DIMIFN являются всевозможными вариантами отражения объ-

Примеры к информационным моделям: *математические выражения, функции и формулы*:  $S = a \cdot b$ ,  $E = mc^2$ ,  $\vartheta = S/t$ ,  $F = -F$ ,  $F = am$ ,  $\frac{dy}{dx} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \left( \frac{\Delta y}{\Delta x} \right)$ ,  $I(a, b) = \int_a^b y(x) dx$ , и т.д.; *физические и химические структуры* [13]:



ектов пространственно-временного континуума и абстрактно теоретические представления их взаимодействия.

Из вышеизложенного следует, что информационные модели бывают двух видов:

- информационные модели объектов физического мира;
- информационные модели абстрактного (идеального) характера.

К пункту а) относятся математические, физические, химические, биологические описания различных природных явлений и объектов, например: явления электричества, магнетизма, гравитации, элементарных частиц и другие. К пункту б) относятся математические объекты: арифметические, алгебраические, геометрические операции, функции и Священные Писания.

Природа информационных моделей любых объектов физического мира - это нематериальная сущность, которая включает в себе информационные законы существования физических объектов. Природа информационных моделей, независимо от реально существующих природных объектов, является данной. Поэтому информационные модели не исчезают, не уничтожаются, не теряются, т.е. они вне пространства-времени. Информационная модель – это вроде бы как нематериальное начало жизни физических объектов или это некое потаённое сокровище физического мира.

Информационные модели – знание о физических и абстрактных (идеальных) объектах, процессах и явлениях. Если данное предположение взять за основу, тогда с большой вероятностью можно сказать о том, что в DIMIFN заданы любые математические операции.

Информационная модель в отличие от информации имеет смысл только для человека. Любые новые знания возможно получить на основе оперирования элементами множества DIMIFN. Уместно здесь привести цитату из работы А. Шилейко, Т. Шилейко (1983) [6]: «Говорят, что И. Ньютона спросили однажды, как ему удалось открыть закон всемирного тя-

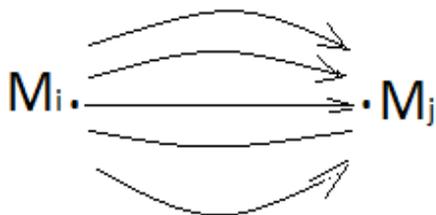
готения. «Я думал об этом!»- был ответ». Это означает, что И. Ньютон оперировал соответствующими информационными моделями и в конце концов обнаружил новую информационную модель – это закон всемирного тяготения!

Элементы ( $M_i$ , где  $i \in N$  – множества натуральных чисел) множества DIMIFN не связаны между собой, но в то время могут обладать возможностью сочетаться друг с другом и самим с собой в любом количестве, тем самым создавая новые информационные модели физического и идеального объектов. При этом важным условием сочетания являются разумные взаимные соответствия. Например, элементы таблицы Менделеева: они могут быть в природе самостоятельными или же в сочетаниях в виде какой-нибудь химической или биологической молекулы.

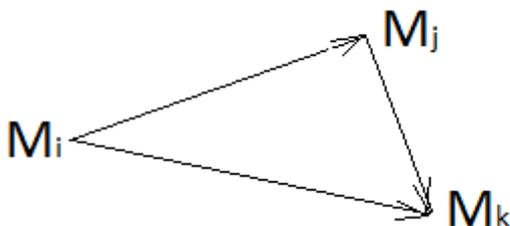
Под термином «сочетания» понимаются определённый структурированный математический, физический, химический и биологический формализмы.

Постараемся вести некую формализацию множества DIMIFN, учитывая некоторые естественнонаучные обобщения:

1. Инвариантный характер физических законов.
2. Переходы от частного случая к общему и наоборот.
3. Элементы таблицы Менделеева и всевозможные химические описания физических и биологических веществ.



б) во многих случаях для элементов DIMIFN ( $M_i, M_j, M_k$ ) и элементов его подмножеств ( $m_i, m_j, m_k$ ) выполняется закон композиции:



Из теории взаимодействия экологических факторов следует, что многие элементы ( $M_i, M_{i+1}, \dots$ ) множества DIMIFN относительно соответствующих преобразований симметричны между собой [4,5].

Всевозможные сочетания, перестановки информационных моделей отражают новые явления физического или идеального мира, которые ранее были не известны.

4. Генетические строения и описания живых объектов и т.п.

Учитывая абстрактную природу элементов бесконечномерного множества DIMIFN мощности континуума, возможно вести обобщённые алгебраические формализации множества DIMIFN [2]:

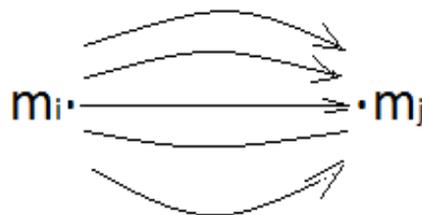
$$DIMIFN = \{M_1, \dots, M_i, M_{i+1}, \dots, M_n, \dots\},$$

каждый элемент этого множества есть подмножество, то есть

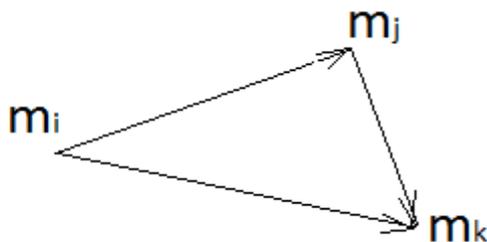
$M_i = \{m_1, \dots, m_i, m_{i+1}, \dots\}$ , где  $m_i \cap m_k \neq \emptyset$ ,  $i, k \in N$ , (имеет место сочетание между элементами подмножества  $M_i$ ). Элементы множества DIMIFN ( $M_i$ ) могут быть различной размерности  $l$  ( $l = \overline{1, n}$ ). Естественно, что элементы множества DIMIFN взаимодействуют между собой, могут порождать новые всевозможные разнообразные элементы:  $M_i \cap M_j \neq \emptyset$ , возможно, и существуют такие элементы DIMIFN, которые не взаимодействуют:  $M_r \cap M_k = \emptyset$  (нет сочетания между элементами).

Учитывая, что множества DIMIFN включают в себя всевозможные научно-технические и абстрактные (идеальные) множества и являются в высшей степени супермножеством, можно предположить с большой вероятностью:

а) что имеются подмножества множества DIMIFN ( $M_i, M_j$ ), где заданы  $Mor(M_i, M_j)$  и  $Mor(m_i, m_j)$ :



$$Mor(M_i, M_j) \times Mor(M_j, M_k) \rightarrow Mor(M_i, M_k) \text{ и } Mor(m_i, m_j) \times Mor(m_j, m_k) \rightarrow Mor(m_i, m_k)$$



Бесспорно то, что разнообразие элементов множества DIMIFN - невообразимо высокого порядка.

**Заключение**

1. Информационная модель – это любое логическое, структурированное, информационно-смысловое, абстрактное выражение физических и нематериальных (идеальных) объектов.

2. Всевозможные сочетания информационных моделей порождают разнообразные мыслимые информационные модели физических и идеальных объектов, которые ранее не выявлены.

3. Познание природы физического и идеального мира основывается на анализе и синтезе различных информационных моделей и на выявлении соответствующей новой информационной модели.

4. Множество DIMIFN мощности континуума.  
5. Во множестве DIMIFN заданы всевозможные математические операции: морфизмы, гомоморфизмы, композиции и т.д.

#### Список литературы:

1. Гуламов М.И. О природе обновления разнообразия // Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. 2017. № 10 (40). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/5124>
2. Гуламов М.И. О природе «материализации» информационных моделей // Universum: Технические наук: электрон. науч. журн. 2018. № 4(49). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/5797>
3. Гуламов М.И. Размышления о природе разнообразия // Universum: Технические наук: электрон. науч. журн. 2016. № 4(22). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/2489>
4. Гуламов М.И., Краснов В.С. Теория взаимодействия экологических факторов. Тверь (РФ): Тверской государственный университет, 2009. - 64 с.
5. Гуламов М.И. Теория взаимодействия экологических факторов. – LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH, 2012. – 94 с.
6. Шилейко А., Шилейко Т. Информация или интуиция? М: Молодая гвардия, 1983. - 208 с.
7. Информационная модель. [ru.wikipedia.org](http://ru.wikipedia.org) (посещал 23.04.2020)
8. Информационная модель. [wiki.vspu.ru/users/wodolazov/model/index](http://wiki.vspu.ru/users/wodolazov/model/index) (посещал 23.04.2020)
9. Знаковые модели, информационные примеры и схемы, виды. [best-exam.ru/znakovie-modeli/](http://best-exam.ru/znakovie-modeli/) (посещал 23.04.2020)
10. Картинки по запросу «структура ДНК». [berl.ru/article/kletka/dnk/..](http://berl.ru/article/kletka/dnk/) (посещал 23.04.2020)
11. ДНК. Строение и структура ДНК. Свойства ДНК. [medicalplanet.su/genetica/27.html](http://medicalplanet.su/genetica/27.html) (посещал 23.04.2020)
12. Структура галактик. [collectedpapers.com.ua/ru/...](http://collectedpapers.com.ua/ru/) (посещал 23.04.2020)
13. Структура атома. [http://images.myshared.ru/4/319832/slide\\_1.jpg](http://images.myshared.ru/4/319832/slide_1.jpg) (посещал 23.04.2020)

**МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ****ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ЖЕСТКОСТИ НА ИЗГИБ ПАКЕТНОЙ КОНСТРУКЦИИ  
РАСЧЕТНО-АНАЛИТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ****Абдувахидов Мубошер***канд. техн. наук, проф., Наманганский инженерно-технологический институт,  
Узбекистан, г. Наманган***Бурханов Ахмаджон***канд. техн. наук, доцент, Наманганский инженерно-технологический институт,  
Узбекистан, г. Наманган***Бобоев Уткирбек Абдуллажанович.***базовый докторант, Наманганский инженерно-технологический институт,  
Узбекистан, г. Наманган  
Email: [boboyev.utkir@gmail.com](mailto:boboyev.utkir@gmail.com)***Абдувахидов Мутаххир Мубошерович***ст. преп., Наманганский инженерно-технологический институт,  
Узбекистан, г. Наманган***ON THE HARDNESS TEST AT BENDS OF A BATCH CONSTRUCTION  
BY THE COMPUTATIONAL AND ANALYTICAL METHOD****Mubosher Abdvakhidov***Candidate of Technical Sciences, Professor, Namangan Engineering-Technological Institute,  
Uzbekistan, Namangan***Ahmadjon Burhanov***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Namangan Engineering-Technological Institute,  
Uzbekistan, Namangan***Utkirbek Boboyev***Basic Postdoctoral Student, Namangan Engineering-Technological Institute,  
Uzbekistan, Namangan***Mutakhhir Abdvakhidov***Senior Lecturer, Namangan Engineering-Technological Institute,  
Uzbekistan, Namangan***АННОТАЦИЯ**

В статье исследован вопрос об определении изгибной жёсткости делительного цилиндра чесального аппарата, образованного путем набора на вал пакета из дисков, имеющих одинаковые толщины при разных диаметрах и сжатого продольным усилием сжатия. Поставленная задача решена на основе общих правил теоретической механики и силового анализа.

**ABSTRACT**

In the article the authors investigate the question on determining the bending stiffness of the pitch cylinder of a carding machine formed by setting a package of disks on the shaft that have the same thickness at different diameters and compressed by a longitudinal compression force. The problem is solved according to general rules of theoretical mechanics and force analysis.

**Ключевые слова:** делительный цилиндр; чесальный аппарат; жесткость на изгиб; функция; продольные усилия; сжатие; дисковый элемент; радиус; конструктивный фактор; эксплуатационный фактор; геометрический параметр; физический параметр.

**Keywords:** pitch cylinder; carding machine; bending stiffness; function; direct force; compression; disc element; radius; efficiency factor; operational factor; geometrical parameter; physical parameter.

В различных отраслях экономики в качестве несущих элементов и в качестве рабочих органов применяются разнообразные составные конструкции, которые по способу функционирования можно делить на два вида: составные конструкции без использования силовых факторов в конструктивных целях и составные конструкции с использованием силовых факторов в конструктивных целях.

Силовые факторы в составных конструкциях могут использоваться в целях повышения несущей способности и жесткости путем упругого упрочнения, образования жесткой пространственной конструкции с помощью посадок с натягом и образования пакета из многочисленных элементов, способного работать на растяжение, сжатие, изгиб и кручение.

В указанных целях применяют продольные, поперечные в т.ч. радиальные и моментные силовые факторы.

Одновременное удовлетворение современных требований к составным конструкциям, в своем большинстве противоречивых, является весьма сложной задачей, успешное решение которой требует использования нетрадиционных подходов к ее решению.

Одним из таких подходов является оптимальное проектирование. Особенностью оптимального проектирования является нахождение оптимального или экстремального значения некоторого параметра, например, массы или стоимости при нескольких заданных исходных параметрах или факторах ограничения.

Увеличение количества подлежащих к учету факторов при одновременном повышении требований к точности проектирования, характерные оптимальному проектированию, привели к потребности резкого повышения требуемой точности определения указанных факторов, имеющих различную физическую природу.

В машиностроении, строительстве и космических аппаратах используются составные конструкции в виде пакета плоских элементов, сжатых продольным усилием, сообщаемым специальным натяжным тросом. Плоские элементы могут иметь одинаковые или изменяемые по определенной закономерности форморазмерные характеристики, а также быть изготовлены из одинакового или различного материала.

Основной целью применения подобных конструкций является увеличение жесткостных параметров несущих элементов и рабочих органов машин в виде гибких пакетных конструкций. В технологических машинах современной текстильной промышленности часто применяются составные рабочие органы в виде пакета плоских дисковых элементов,

набранного на вал, и сжатого продольным усилием, сообщаемым валом.

Результаты ряда исследований указывают на перспективность применения пневмомеханического способа прядения в аппаратной системе прядения, в которой наиболее характерным оборудованием является чесальный аппарат.

Одним из важнейших рабочих органов чесального аппарата является делительный цилиндр, который набран на валу из дисков двух разных диаметров [1]. Набор дисков образует чередующиеся выступы и пазы, ширины которых равны между собой. Набор дисков зажимными гайками сжимается продольным усилием и образует пакет, способный работать не только на сжатие, но и на изгиб, и на кручение.

Важными механическими параметрами делительных цилиндров являются продольные, изгибные и крутильные жесткости. Очевидно, эти параметры делительного цилиндра будут равны сумме жесткостей вала и пакета в виде набора дисков. Так как жесткостные параметры вала определяются известным образом [2], нам достаточно определить параметры пакета дисковых элементов.

Вопросы механики подобных пакетных конструкций разработаны весьма слабо, что связано с отсутствием к настоящему времени научно обоснованного и надежного метода теоретического определения их жесткостных параметров и особенностей протекания динамических процессов в них.

Исследуем вопрос об определении жесткости пакета плоских дисковых элементов при отсутствии, работающих на изгиб и кручение продольных элементов – гибкого пакетного стержня, который для краткости будем называть также просто пакетом.

Гибкий пакетный стержень представляет собой пакет длиной  $L$ , собранный из дисков произвольной формы, выполненных возможно из разных материалов и имеющих малые толщины по сравнению с длиной и поперечными размерами. Сбранному с помощью гибкой нити и зажимных гаек пакету она сообщает осевое сжимающее усилие величиной  $N$ , достаточное для работы гибкого пакетного стержня как монолитное тело.

Такие конструкции находят применение в ряде отраслей машиностроения и строительства. В частности, гибкий пакетный стержень является составной частью пакетных рабочих органов в виде пильных цилиндров хлопкоочистительных машин, где гибкая нить заменена работающим на изгиб валом. Жесткость на изгиб пильных цилиндров очевидно, равна сумме жесткостей на изгиб вала и гибкого пакетного стержня.

Для определения жесткости на изгиб гибкого пакетного стержня в первом приближении принимаем, что он собран из одинаковых абсолютно жестких

круглых дисков радиусом  $R$  малой толщины с центральным отверстием, через которое продета гибкая нить.

Уравновешивание внешних изгибающих моментов, действующих на пакет, происходит за счёт появления реактивных изгибающих моментов, обусловленных сжимающим усилием, создаваемым растянутой гибкой нитью.

Рассмотрим условия равновесия одного из дисков гибкого пакетного стержня, на который действует суммарный момент внешних сил с учётом того, что точки приложения составляющих усилий растяжения нити и сжатия пакета, действующих на диск, находятся на изогнутой оси гибкого пакетного стержня [3].

Условия равновесия с учетом сказанного и принятых основных допущений одного из плоских элементов приведены на рис. 1.

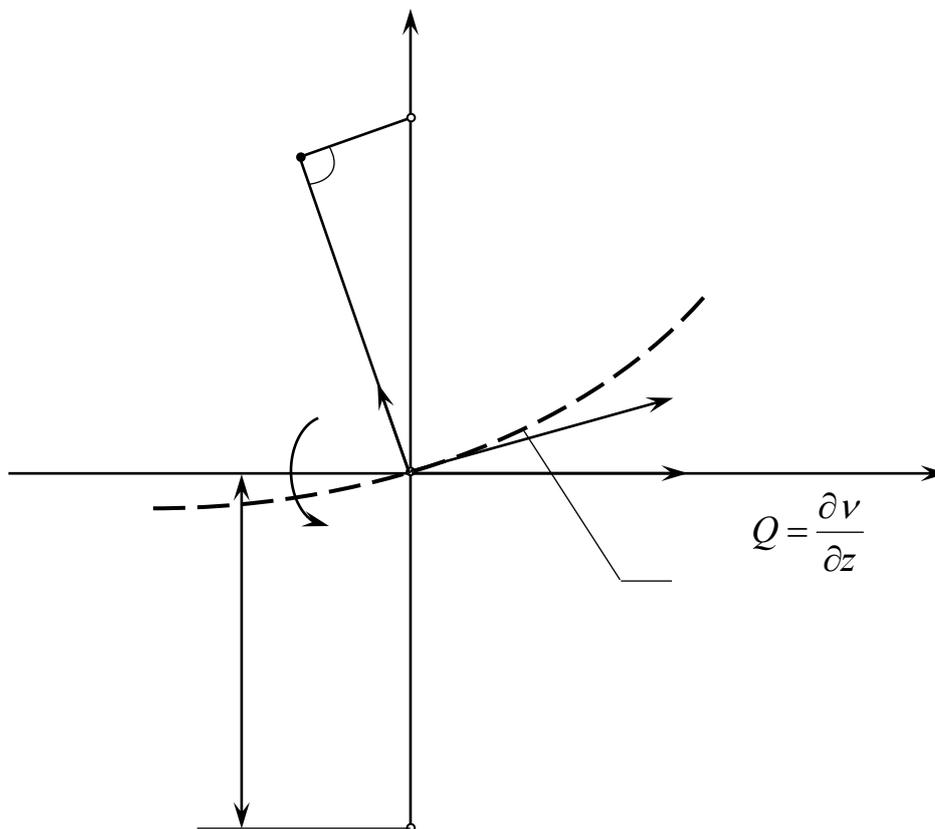


Рисунок 1. Условия равновесия плоских элементов

Плоский элемент малой толщины  $dz$  испытывает давление со стороны других элементов, расположенных по обе его стороны.

В рассматриваемых условиях величины давления и их распределение на площадях контакта на обеих сторонах равны и противоположны по знаку. Поэтому они полностью уравновешивают друг - друга и на рисунке не показаны. В гибкой нити действуют усилия растяжения  $N(\theta)$ , где  $\theta$  – угол наклона вектора  $N$  к оси  $OZ$ .

Для простоты считаем, что слева величина усилия равна горизонтальной составляющей усилия растяжения нити, равной номинальному усилию растяжения нити при отсутствии изгиба  $N_n = -N$  и направлен по оси  $OZ$ , а справа –  $N_n = \frac{H}{\cos \theta}$ , где

$\theta = \frac{\partial v}{\partial z}$  – угол поворота поперечного сечения гибкой нити при искривлении ее геометрической оси вследствие изгибной деформации гибкого пакетного стержня.

Так как длина  $dz$  мала, то можем считать, что все они приложены в точке пересечения геометрической оси нити и плоскости симметрии плоского элемента  $O$ .

Тогда условия равновесия линейных силовых факторов в проекциях на оси  $OZ$  имеют вид:

$$\sum Z = 0 \text{ или } H = N \cos \frac{\partial v}{\partial z} \quad (1)$$

Выполнение силового анализа приводит к выражению для реактивного момента внутренних сил гибкого пакетного стержня при его работе на изгиб следующего вида:

$$M_p = NR \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \quad (2)$$

Несложными преобразованиями полученного выражения на основе дифференциальной зависимости между углом поворота поперечных сечений  $\frac{\partial v}{\partial z}$  и продольными деформациями  $\frac{\partial w}{\partial z}$  с учетом малости угла  $\theta$  получаем:

$$C = 2NR^2$$

Таким образом, изгибная жесткость гибкого пакетного стержня расчетно-аналитическим способом в первом приближении может быть определена как удвоенное произведение усилия номинального усилия растяжения гибкой нити или усилия сжатия плоских элементов на квадрат расстояния от крайней точки на поверхности контакта плоских элементов на вогнутой стороне изгибающегося гибкого пакетного стержня до геометрической оси гибкой нити.

Экспериментально определенные значения изгибной жесткости гибкого пакетного стержня на 1-2 порядка превышают определенные по (3), что объясняется большими влияниями конструктивных и эксплуатационных факторов.

По методике, аналогичной приведенной выше с учетом дифференциальной зависимости малых вертикальных перемещений плоских элементов и их продольных перемещений при незакрепленных против сближения торцов пакета теоретически были определены аналитические виды функций влияния самых значимых конструктивных факторов – толщины плоских элементов  $l$  и коэффициента трения между ними  $k$ :

$$\lambda_l = \frac{l}{2R \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right)} \quad (3)$$

$$\lambda_k = \frac{kl}{R \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2} \quad (4)$$

Если их объединить в одну суммарную функцию влияния конструктивных факторов

$$\lambda_c = \lambda_l + \lambda_k$$

выражение (3) примет следующий вид:

$$C = 2(1 + \lambda_c)NR^2 \quad (5)$$

Исследования показывают, что на величину изгибной жесткости определенное влияние оказывают эксплуатационные факторы, главным из которых являются упругие деформации дисков стягивающей нити, возникающие при работе пакета на изгиб.

Влияние упругих деформаций обуславливается возникновением дополнительных усилий на элементах пакета. Это влияние зависит от степени относительного изменения величины продольных усилий в результате упругих деформаций и носит криволинейный характер, и сильнее проявляется при малых значениях продольного усилия.

Величина дополнительного усилия сжатия пакета, очевидно, может быть определена посредством относительной дополнительной продольной деформации, вызванной изгибом пакета следующим образом:

$$N_g = \varepsilon E_b F_b \quad (6)$$

Здесь:  $N_g$  – величина дополнительного продольного усилия;

$\varepsilon$  – величина относительной дополнительной деформации элементов гибкого пакетного стержня;

$E_b$  – площадь поперечного сечения вала;

$F_b$  – модуль упругости материала вала.

Проведенный силовой анализ привел к определению функции влияния упругих деформаций элементов пакета на изгибную жесткость гибкого пакетного стержня в следующем виде:

$$\lambda_g = \frac{1}{2} \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2 \quad (7)$$

Последняя зависимость приводит к выражению в следующем виде:

$$C_n = 2 \left[ (1 + \lambda_c) (N + \lambda_g E_b F_b) \right] R^2 \quad (8)$$

Как следует из (3), (4) суммарная функция влияния толщины дисков и силы трения между ними, и изгибная жесткость гибкого пакетного стержня являются нелинейными функциями величины деформаций с «мягкой» характеристикой. При этом теоретическое определение величины и оценка функций влияния затруднительно из-за наличия делителей

$$\left( \frac{\partial v}{\partial z} \right) \text{ и } \left( \frac{\partial v}{\partial z} \right)^2.$$

Далее из (7) следует, что функция влияния упругих деформаций на изгибную жесткость также является нелинейной функцией величины поперечных деформаций, но с «жесткой» характеристикой. При этом теоретическое определение величины и оценка функций влияния упругих деформаций затруднительно также из-за наличия множителя

$$\left(\frac{\partial v}{\partial z}\right)^2.$$

Поэтому для их изучения был использован экспериментальный метод. Эксперименты проводились на стендах, на которых были установлены наиболее характерные составные рабочие органы с пакетами - пильные цилиндры различных типов хлопкоочистительных машин.

При фиксированных значениях продольного усилия определялись фактическое значение изгибной жесткости по величинам прогиба и соответствующего ему изгибающего момента. Учитывая, что при достаточно близких значениях  $N_i$  и  $N_{i+1}$  искомые функции можно заменить прямолинейной зависимостью, получали  $(n-1)$  систем из двух уравнений, по которым определялись значения функций  $\lambda_c$  и  $\lambda_g$ .

Результаты эксперимента показали, что характеры изменения функций и для всех типов пакетных рабочих органов аналогичны и различие состоит в величинах постоянных коэффициентов, которыми они могут быть заменены на практически важном диапазоне изменения поперечных деформаций порядка  $(10^{-3} \dots 10^{-2})L$ , где  $L$  – длина пакета.

#### Список литературы:

1. Макаров А.И. и др. Расчет и конструирование машин прядильного производства. М.: Машиностроение, 1981, 464 с.
2. Работнов Ю.Н. Соппротивление материалов. – Москва: Государственное издательство физико-математической литературы, 1962, 456с.
3. Абдувахидов М. Динамика пакетных роторов текстильных машин. Ташкент: ФАН, 2011, 165с.

Эксперименты подтвердили «мягкий» характер функции  $\lambda_c$  и «жесткий» характер функции  $\lambda_g$  при умеренно выраженном «мягком» общем характере функции жесткости.

В результате проведенного исследования впервые разработан научно-обоснованный расчетно-аналитический метод определения изгибной жесткости пакета дисков делительного цилиндра чесального аппарата, образованного путем набора на вал пакета из дисков, имеющих одинаковые толщины при разных диаметрах и сжатого продольным усилием сжатия в функции продольного усилия сжатия пакета  $N$  и радиуса дисковых элементов  $R$ .

В этом методе количество функций влияния, определяемых экспериментально, равно двум – суммарной функции влияния конструктивных факторов  $\lambda_c$  и функций влияния эксплуатационных факторов  $\lambda_g$ .

Таким образом, появляется возможность определения изгибной жесткости гибкого пакетного стержня расчетно-аналитическим способом исходя из геометрических и физических параметров, как и в случае стержня монолитной конструкции.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗГИБНОЙ ЖЕСТКОСТИ ПАКЕТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

*Абдувахидов Мутахирхон Мубашиерович*

*ст. преп., Наманганский инженерное технологический институт,  
Узбекистан, г. Наманган*

*Акрамжанов Дилмурод Мухтор ўгли*

*ассистент, Наманганский инженерное технологический институт,  
Узбекистан, г. Наманган  
E-mail: [akramjanovd@gmail.com](mailto:akramjanovd@gmail.com)*

*Усманов Равшан Самидулло ўгли*

*магистрант, Наманганский инженерное технологический институт,  
Узбекистан, г. Наманган*

*Отақўзийев Акмалжон Мўминжон ўгли*

*магистрант, Наманганский инженерное технологический институт,  
Узбекистан, г. Наманган*

## RESEARCH OF THE THEORETICAL FOUNDATIONS FOR DETERMINING BENDING RIGIDITY OF PACKAGE STRUCTURES

*Mutaxirxon Abduvohidov*

*Senior lecturer, Namangan Institute of Engineering and Technology,  
Uzbekistan, Namangan*

*Dilmurod Akramjanov*

*Assistant of Namangan Institute of Engineering and Technology,  
Uzbekistan, Namangan*

*Ravshan Usmanov*

*Master's degree of Namangan Institute of Engineering and Technology,  
Uzbekistan, Namangan*

*Akmaljon Otaqo'ziyev*

*Master's degree of Namangan Institute of Engineering and Technology,  
Uzbekistan, Namangan*

### АННОТАЦИЯ

В статье исследованы вопросы аналитического определения изгибной жесткости рабочих органов составной конструкции, имеющих пакет, образованный из жестких дисков, имеющих малые толщины по сравнению с его длиной и поперечными размерами различными способами. Поставленная задача решена путем анализа работы пакетной конструкции на изгиб известными методами сопротивления материалов.

### ABSTRACT

The article investigates the questions of the analytical determination of the bending stiffness of the working bodies of a composite structure having a package formed of hard drives having small thicknesses in comparison with its length and transverse dimensions in various ways. The problem is solved by analyzing the operation of the batch design for bending by known methods of resistance of materials.

**Ключевые слова:** составная конструкция; плоский элемент; пакетный стержень; жесткий диск; гибкий пакетный стержень; монолитный пакетный стержень; чистый изгиб; работа на изгиб; условие равновесия; изгибающая жесткость.

**Keywords:** composite construction; flat element; batch rod HDD; flexible packet rod; monolithic packet rod; clean bend; bending work; equilibrium condition; bending stiffness.

В машиностроении и в строительстве находят применение составные конструкции, образованные набором в пакет плоских элементов и сжатием пакета в продольном направлении. Они могут использоваться в качестве несущих элементов или в качестве рабочих органов. Показатели жесткости этих конструкций являются важнейшими параметрами, характеризующими способность выполнения ими возложенных на них конструктивных и технологических функций. В условиях интенсификации рабочих процессов и усложнения конструкции, особенно характерных для развития машин текстильной, легкой и хлопковой промышленности в последние годы выдвигают на передний план проблемы динамики и прочности, в частности расчетов на вибрацию. Эти проблемы приобретают особую актуальность при проектировании составных рабочих органов, имеющих пакеты, образованные из плоских рабочих и прокладочных элементов. К ним относятся основные рабочие органы ряда технологических машин текстильной и легкой промышленности – формирующие органы многозвенных ткацких машин типа ТММ-360, разделительные цилиндры чесальных аппаратов, конденсоры чесальное-вязальных агрегатов ЧН-180, наборные валы отделочных машин, пильные цилиндры в различных хлопковых машинах, ножевые барабаны трепальных машин и т.д., причем имеется в виду, что рассматриваемые составные конструкции работают как монолитное тело. Вопросы механики таких конструкций проработаны весьма слабо, что связано с отсутствием к настоящему времени научно обоснованного и надежного метода теоретического определения их жесткостных параметров на стадии проектирования. Жесткости конструкций и отдельных элементов являются интегральными показателями, обобщающими в себе параметры геометрической и физической природы, т.е. геометрической формы и размеров, и физических свойств – механических характеристик соответствующих материалов. Принимаем следующие условности и допущения, которым будем следовать в пределах этой работы.

а. Пакетный стержень – это составная конструкция, состоящая из плоских элементов произвольной конфигурации, возможно из различных материалов, соединенных в пакет любым способом. Основным требованием, которому должен отвечать пакетный стержень – его способность сохранения целостности конструкции при внешнем силовом воздействии. Соединение плоских элементов для образования пакетного стержня чаще всего осуществляется посредством усилия сжатия, являющейся равнодействующей всех продольных силовых факторов, действующих на пакет. Оно направлено по прямой продольной оси пакета или по касательной к изогнутой продольной оси при его изгибной деформации. Конструктивно продольное усилие сжатия может быть сообщено посредством центрально

расположенного вала, работающего на изгиб и кручение или гибкой нити, не работающей на изгиб и кручение, а также несколькими продольными стяжками. Величины усилия сжатия пакета и растяжения стягивающих элементов равны по абсолютной величине и составляют замкнутый силовой контур в пределах пакетного стержня и являются внутренними силами по отношению к нему. При этом в частном случае усилие сжатия может равняться и нулю. Принципиально пакетный стержень может быть образован также путем использования вместо продольного сжатия пакета плоских элементов другого способа, например, склеивания элементов. Считается, что толщины плоских элементов  $l$  на несколько порядков меньше поперечных и продольных размеров пакетного стержня  $H$  и  $L$ .

б. Пакетный стержень описанного вида и выполняющий определенную конструктивную или технологическую функцию будем называть пакетным рабочим органом. Пакетный рабочий орган может иметь плоские рабочие элементы и прокладочные элементы между ними. Тогда рабочие элементы будут выполнять определенные технологические функции, а прокладочные будут служить для установления и закрепления рабочих элементов требуемым образом. Пакетный рабочий орган при выполнении своих технологических функций может совершать движения разнообразного характера. Пакетный рабочий орган чаще всего совершает вращательное движение вокруг собственной продольной оси. Рабочие и прокладочные элементы пакетных рабочих органов имеют, как правило, центрально-симметричные конфигурации относительно оси вращения. Наиболее характерными представителями пакетных рабочих органов данного типа являются пильные цилиндры различных хлопкоочистительных машин.

в. Пакетный стержень, в котором образование пакета производит не обладающая изгибной и крутильной жесткостью гибкая нить, будем называть гибким пакетным стержнем (ГПС). Согласно этому определению ГПС может явиться составной частью пакетного стержня или пакетного рабочего органа. Тогда параметры жесткости пакетного стержня или пакетного рабочего органа будут определяться в виде сумм параметров жесткости ГПС и вала или других стягивающих пакет элементов. ГПС и его частный случай с нулевой величиной усилия сжатия являются важными теоретическими моделями при исследованиях механики пакетных конструкций.

г. Пакетный стержень, который образован не благодаря усилию сжатия пакета, а благодаря тому, что плоские элементы по контактным поверхностям скреплены друг с другом так, что пакет может работать на растяжение, изгиб и кручение, будем называть монолитным пакетным стержнем (МПС). Такая монолитная пакетная конструкция может быть обра-

зована, например, контактной сваркой или склеиванием плоских элементов по поверхностям контакта. МПС также является важной теоретической моделью при исследованиях механики других пакетных конструкций. Для решения поставленной задачи выполним исследование работы ГПС и МПС на изгиб. В частном случае ГПС величина усилия сжатия пакета

может быть достаточно малой и обеспечивающей только контактирование плоских элементов по всей площади соприкосновения, когда деформации сжатия плоских элементов не будут превышать величин отклонений площадей соприкосновения от плоскостности.

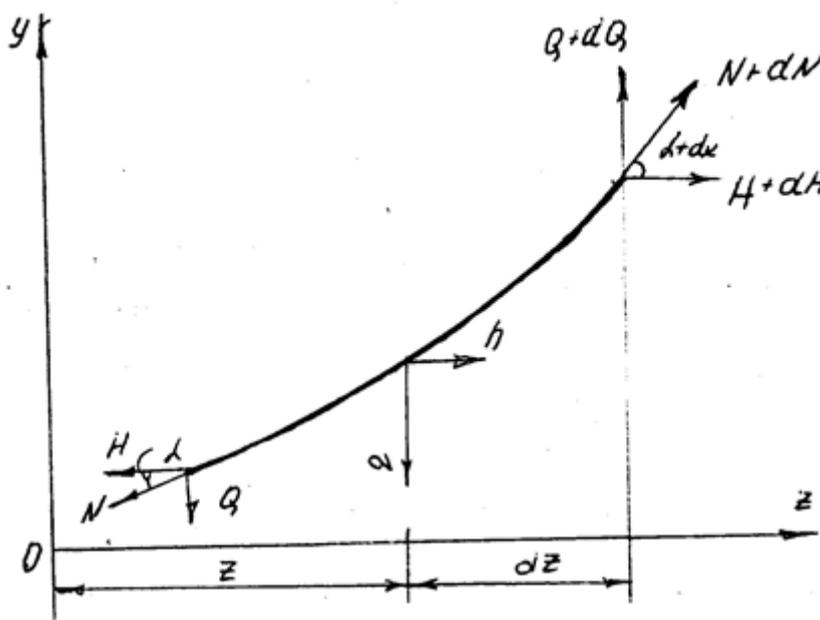


Рисунок 1.

Величину усилия сжатия пакета в этом случае принимаем равной нулю. Проведенный анализ показывает, что методика, по которой определяется величина изгибной жесткости обычной балки, испытывающей прямой изгиб для определения изгибной жесткости ГПС при нулевой величине усилия сжатия пакета неприемлемо. Это связано с тем, что если при изгибе любое волокно балки, не лежащее на нейтральной плоскости, испытывает или растяжение или сжатие, то, когда усилие сжатия пакета нулевое, все воображаемые продольные волокна ГПС могут испытывать только сжатие. Теоретический анализ работы на изгиб ГПС при нулевой величине усилия сжатия пакета выполним сначала при следующих дополнительных допущениях.

1. ГПС состоит из одинаковых плоских элементов, имеющих одинаковые толщины. Стягивающим элементом является нерастяжимая абсолютно гибкая нить, продетая через отверстия в дисковых элементах.

2. Систему координат определим таким образом, что ГПС и стягивающая нить располагаются в первой четверти системы координат и при отсутствии изгибной деформации продольная ось ГПС совпадает с координатной осью  $Z$ . Координатные оси  $X$  и  $Y$  располагаются соответственно в горизонтальной и вертикальной плоскостях соответственно перпендикулярно к оси  $Z$ .

3. Все внешние силовые факторы к ГПС прилагаются в плоскости симметрии его плоских дисковых элементов.

4. Толщина плоских дисковых элементов, поперечные размеры отверстий в них и гибкой нити являются малыми величинами по сравнению с длиной ГПС и поперечных размеров дисковых элементов.

5. Плоские элементы являются абсолютно жесткими.

6. Плоские элементы могут перемещаться только по вертикали при отсутствии других угловых и линейных перемещений.

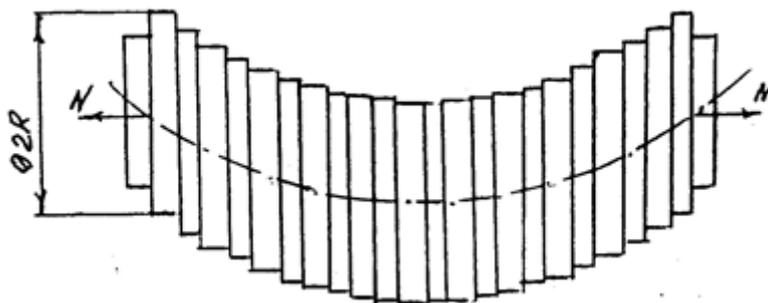


Рисунок 2.

Анализ работы ГПС с нулевой величиной усилия сжатия пакета показывает, что при работе на изгиб гибкая стягивающая нить испытывает действие рас-

тягивающих усилий, которые являются единственными внутренними силовыми факторами, в конечном счете обеспечивающими равновесие с внешними силовыми факторами.

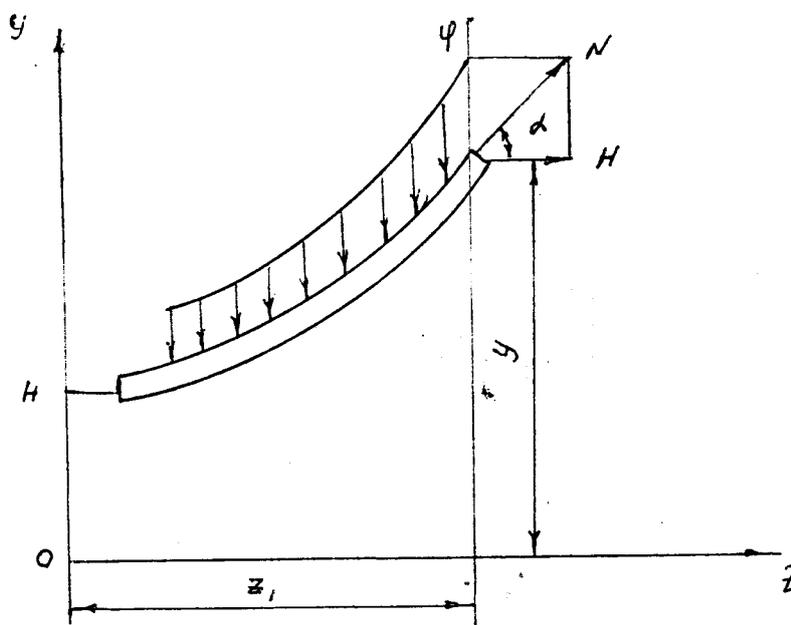


Рисунок 3.

Как известно из курса сопротивления материалов, гибкая нить может воспринимать и поперечную нагрузку за счет изменения направления нити. При нулевой величине усилия сжатия пакета плоские элементы на гибкую нить будут действовать как равномерно распределенная по длине нагрузка. Рассмотрение вопроса о жесткости в этом случае будет полезным для лучшего понимания работы гибкой нити в ГПС при отличной от нуля величине усилия сжатия пакета. Как видно из рисунка 1, усилие  $N$ , растягивающее гибкую нить, всегда направлено по касательной к ней в рассматриваемой точке. Это является следствием неспособности гибкой нити работать на изгиб. Полное усилие натяжения гибкой нити

при принятых условиях может быть определено выражением

$$N = \sqrt{Q^2 + H^2} \tag{1}$$

где:

$Q = Q(z)$  – поперечная сила, например, сила тяжести дисков, равная вертикальной составляющей натяжения нити  $N$ ;  $H = H(z)$  – горизонтальное натяжение, равное горизонтальной составляющей натяжения нити  $N$ .

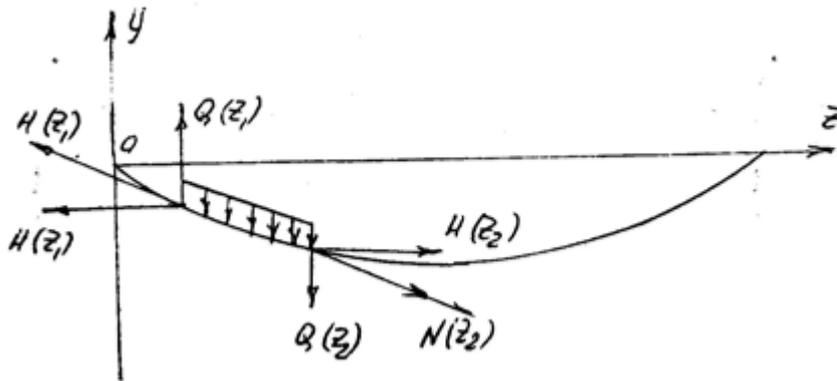


Рисунок 4.

Разрежем нить в точке сечением  $z$  и отбрасываем правую часть. Согласно условиям равновесия гибкой нити сила  $Q$  равна алгебраической сумме всех вертикальных сил, действующих в оставшейся левой части нити. В нашем случае эта сумма величин сил тяжести плоских элементов в оставшейся части нити. Так как усилие  $N$  всегда направляется по касательной к геометрической оси нити, то

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{dv}{dz} = \frac{Q}{H} \quad (2)$$

где:

$\alpha$  – угол наклона вектора  $N$  к горизонту, или угол между вектором силы натяжения гибкой нити  $N$  и ее горизонтальным составляющим  $H$  в точке с координатами  $y$  и  $z$ .

Рассмотрим условие равновесия элементарного участка длиной  $dz$ . Обозначим  $q$  и  $h$  вертикальное и горизонтальное составляющие распределенной внешней нагрузки, приложенной к гибкой нити. Для них из условий равновесия элементарного участка нити находим:

$$\frac{dQ}{dz} = q \quad (3)$$

$$\frac{dH}{dz} = h \quad (3a)$$

В нашем случае, когда горизонтальные силы отсутствуют, т.е.  $h=0$  и горизонтальное натяжение  $H$  постоянно по всей длине нити. Так что можем написать  $H = \text{const}$ . Тогда рассматривая совместно (2) и (3), получаем основное уравнение равновесия гибкой нити:

$$\frac{d}{dz} \left( H \frac{dv}{dz} \right) = q \quad (4)$$

Из анализа основного уравнения равновесия гибкой нити вытекает, что все параметры условий уравновешивания зависят только от величины осевого

натяжения и не зависят от физических свойств материала нити, геометрических размеров поперечного сечения нити и длины нити. Величина усилия растяжения нити, имеющая такую же метрическую размерность, что и продольная жесткость – силы и определяет жесткость гибкой нити во всех уравнениях динамики нити. Если из гибкой нити вырезать некоторую часть двумя сечениями  $z_1$  и  $z_2$  и заменить действия отброшенных частей усилиями  $N(z_1)$  и  $N(z_2)$ , то из условий равновесия, требующих равенство нулю суммы проекций всех сил на горизонтальную ось, получим  $H(z_1) = H(z_2)$ , то есть, горизонтальная составляющая  $H$  усилия растяжения  $N$  оказывается одинаковой во всех сечениях и является постоянной.

Исследование работы на изгиб: МПС Рассмотрим работу МПС, испытывающего чистый изгиб под действием изгибающего момента внешних сил  $M$ , действующего в вертикальной его плоскости сечений (рис. 5). Принятое нами выше определение МПС позволяет здесь воспользоваться методами сопротивления материалов. Следуя [1] получаем уравнения статики в следующем виде:

$$\sum Z = 0 \quad \text{или} \quad \int_F \sigma_z dF = 0 \quad (5)$$

$$\sum M_x = 0 \quad \text{или} \quad \int_F \sigma_y dF = M \quad (6)$$

$$\sum M_y = 0 \quad \text{или} \quad \int_F \sigma_z dF = 0 \quad (7)$$

Полученная система из трех уравнений недостаточна для определения нормальных напряжений. Для их определения рассмотрим деформацию стержня длиной  $dz$ , выделенного сечениями 1-1 и 2-2. Здесь для наглядности деформации сильно преувеличены. Оба сечения поворачиваются вокруг нейтральных осей, оставаясь при этом плоскими, и образуют между собой угол  $d\alpha$ . Линия  $O_1O_2$  на нейтральном слое сохранит первоначальную длину  $dz$ . Волокна, расположенные выше нейтрального слоя укорачиваются, а ниже удлиняются.

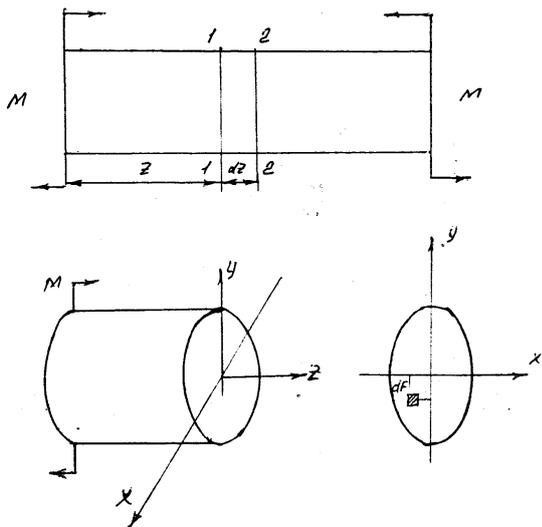


Рисунок 5.

Удлинение произвольного волокна  $AB$ , расположенного на расстоянии  $y$  от нейтрального слоя под действием нормальных напряжений  $\sigma$  равно

$$\Delta l = (\rho + y)\delta\alpha - \rho\delta\alpha = y\delta\alpha \quad (8)$$

Здесь:

$\rho$  – радиус кривизны нейтрального слоя.

Тогда соответствующее относительное удлинение равно

$$\varepsilon = \frac{y \delta\alpha}{\rho \delta\alpha} = \frac{y}{\rho} \quad (9)$$

Теперь можем воспользоваться законом Гука следующим образом:

$$\sigma = \varepsilon E \quad \text{или} \quad \sigma = \frac{E y}{\rho} \quad (10)$$

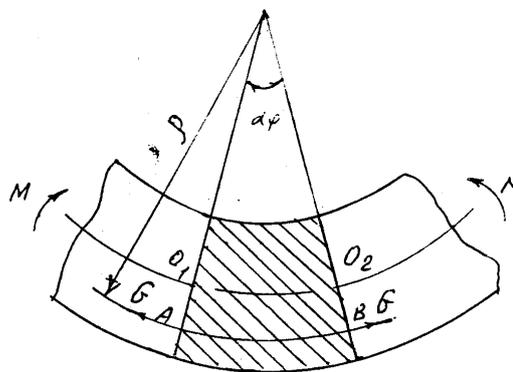
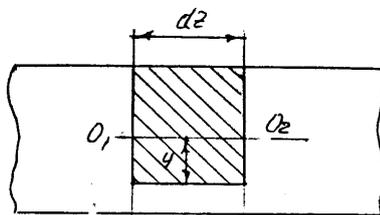


Рисунок 6.

Полученное уравнение показывает, что нормальные напряжения по высоте сечения распределены по линейному закону и их величины прямо пропорциональны расстоянию  $y$  от продольной оси МПС до рассматриваемой точки.

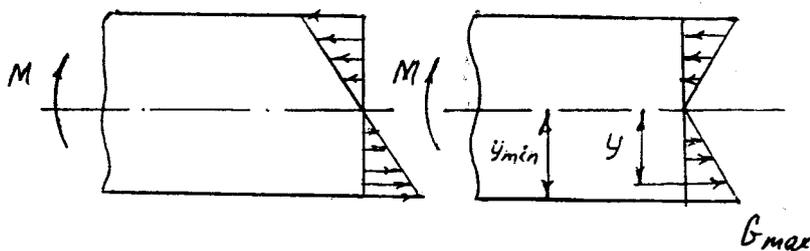


Рисунок 7.

Дальнейшее следование [1] приводит к выражениям:

$$\int_F z dF = 0 \quad (11)$$

$$\int_F xy dF = 0 \quad (12)$$

$$\int_F y^2 dF = J_x \quad (13)$$

Полученный интеграл (12) представляет собой момент площади поперечного сечения стержня относительно оси  $x$ . Тогда из выражения (7) получаем

$$\frac{EJ}{\rho} = M \quad \text{или} \quad \frac{E}{\rho} = \frac{M}{J} \quad (14)$$

Подставляя (13) в (3.9) находим

$$\sigma = \frac{My}{J} \quad (15)$$

Полученную зависимость для определения напряжений можем переписать в выражение для определения деформаций

$$\varepsilon = \frac{My}{EJ} \quad (16)$$

Полученная зависимость связывает величину деформации с величинами изгибающего момента  $M$ , расстояния до рассматриваемого волокна  $y$  и жесткости на изгиб стержня  $EJ$ . Заметим, что величина  $y$  может принять любые значения от  $O$  до максимального значения, равного половине высоты сечения стержня. При круглом сечении стержня эта величина равна радиусу окружности сечения  $R$ . Так как (15) справедлив для любой точки сечения, то его можем переписать для конкретной, скажем крайней верхней или нижней точки круглого поперечного сечения, имеющей максимальную деформацию. Имеем:

$$\varepsilon_{\max} = \frac{MR}{EJ} \quad (17)$$

Очевидно, полученное выражение можем представить в другом виде:

$$C = \frac{MR}{\varepsilon_{\max}} \quad (18)$$

где:

$C = EJ$  – изгибная жесткость МПС.

Исследование работы ГПС и МПС на изгиб дало следующие результаты:

При отсутствии усилия сжатия между плоскими элементами ГПС, он не может нести изгибную нагрузку, но может воспринимать поперечные силовые факторы. В этом случае несущим элементом является только гибкая нить, условия работы которой вытекают из (4). При этом параметры условий уравновешивания зависят только от величины осевого натяжения и не зависят от физических свойств материала нити, геометрических размеров поперечного сечения нити и длины нити. Жесткость на изгиб МПС, состоящего из круглых дисков радиуса  $R$ , может быть определена как отношение произведения величин реактивного изгибающего момента внутренних сил, уравновешивающего внешний изгибающий момент на радиус поперечного сечения стержня  $R$  к величине деформации крайних воображаемых волокон стержня, отстоящих от нейтральной оси на расстоянии  $R$ .

#### Список литературы:

1. Прочность, устойчивость, колебания. Справочник в трех томах. Том 1. – М.: Машиностроение, 1968. – 832 с.
2. Абдувахидов М. Исследование изгибных и крутильных колебаний пакетных роторов. // Проблемы машиностроения и надежности машин.-1994.-Т.5. -С. 141.
3. Абдувахидов М. Динамика пакетных роторов текстильных машин. Монография. –Т.: Фан, 2011 - 165 с.
4. Акрамжанов Д. Анализ путей влияния на жесткостные параметры пакетных рабочих органов различных факторов. // Научный журналUniversum: Выпуск: 1(70)- Январь 2020. –С. 17. <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/170>
5. Акрамжанов Д. Исследование вопросов аналитического определения параметров жесткости пакетных конструкций. // Научный журнал Universum: Выпуск: 4(61)-Апрель 2019. –С. 16. <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/158>

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ В ПЕРЕВОЗКЕ ЗЕРНА

*Хамраев Рамзжон Комилжон угли*

*ассистент, Ташкентский государственный технический университет  
Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [ramz192@mail.ru](mailto:ramz192@mail.ru)*

## OPPORTUNITIES FOR THE OPERATION OF NEW GENERATION TRUCKS IN GRAIN TRANSPORTATION

*Ramzjon Hamroev*

*assistant, Tashkent state technical university,  
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

### АННОТАЦИЯ

В связи с высокой эффективностью уборки зерна в стране были созданы «поле» + «комбайн» + «перевозка зерна» + «пункт сбора зерна». В статье анализируется, как зернотранспортные машины сочетаются с комбайнами, почему являются важной частью всего процесса уборки урожая, исследуются особенности нового поколения грузовых автомобилей и их возможности для использования перевозки зерна.

### ABSTRACT

Due to the high efficiency of grain harvesting in the country, a “field” + “combine” + “grain transportation” + “grain collection point” were created. The article analyzes how grain transport machines combine with combines, is an important part of the whole harvesting process, explores the features of the new generation of trucks and their possibilities for using grain.

**Ключевые слова:** грузовые автомобили, особенность, уборка зерна, транспортировка зерна, транспортное средство, влияющие факторы, количество рейсов, расход топлива.

**Keywords:** trucks, feature, grain harvesting, grain transportation, vehicle, influencing factors, number of flights, fuel consumption.

Развитие сельскохозяйственного производства и интенсификация его механизации являются одним из приоритетов, и одним из важных вопросов является совершенствование оборудования, используемого на транспорте.

Процессы сельскохозяйственного производства в республике тесно связаны с перевозкой различных товаров (органические и минеральные удобрения, семена хлопчатника, горюче-смазочные материалы, хлопок, пшено, зерно, фрукты, овощи, дыни, картофель, корма и т.д.). Большая часть работ, выполняемых на колесных тракторах универсального типа, используемых в сельском хозяйстве, приходится на транспортные операции, а их вес достигает 50–60 % [3].

В Узбекистане возделываются различные зерновые и зернобобовые культуры, и объем их производства превышает 8 млн. тонн. В сельском хозяйстве самый большой объем перевозки груза в короткие сроки приходится на период уборки зерновых.

С целью предотвращения потерь от самоосыпания и других факторов уборку урожая приходится проводить в кратчайшие сроки. Это резко увеличивает нагрузку на процесс перевозки

зерна и транспортные средства, используемые при этом.

В Узбекистане работы по уборке урожая зерна организованы по поточной схеме в виде «поле» + «комбайн» + «транспортное средство» + «пункт приема зерна». При этом транспортные средства для перевозки зерна составляют единую систему вместе с комбайнами и являются основным звеном в общем процессе.

До недавнего времени при перевозке зерна пользовались тракторами и прицепами: Т28Х4МС, Т-40А, ЮМЗ-6Л, МТЗ-52, МТЗ-50, МТЗ-80, МТЗ-82, ТТЗ-60.10, ТТЗ-80.10, ТТЗ-100К10, Беларусь 80.1/82.1, Беларусь 82.2, LS-1004, New Holland TL5060, TS-130, АХ0S340, автотракторная техника и 2ПТС-4-793А, 2ПТС-4-793А-01, 2ПТС-4-793А-03, использовались прицепы 2ПТС-5-793Д, ГА3-53 и Зил-130 грузоподъемностью до 4 тонн. Однако необходимость уборки зерна в краткосрочной перспективе и значительный рост производства зерна в последние годы увеличили спрос на автомобили. Малые габариты автомобилей ГА3-53, Зил-130 и прицепов 2ПТС-4-793, 2ПТС-4-887 и Т28Х4МС, Т-40А, ЮМЗ-6Л, МТЗ-52, МТЗ-50, МТЗ-80, МТЗ-82, ТТЗ-60.10, ТТЗ-80.10, ТТЗ-100К10, Беларусь 80.1/82.1, Беларусь 82.2, LS-1004, New

Holland Тракторы TL5060, TS-130, AXOS340 не смогли удовлетворить спрос на транспортировку зерна из-за низких скоростей, поэтому они редко используются при транспортировке зерна [4, 1].

**Результаты исследований.** Современные грузовые автомобили по сравнению с предыдущими имеют некоторые особенности и преимущества, которые влияют как на технические характеристики, так и на повышение комфорта, удобства в эксплуатации и обслуживании:

- вертикальная установка гидроцилиндра для подъема кузова в передней части кузова. Такое расположение гидроцилиндра имеет огромное преимущество перед расположением цилиндра в центре кузова, так как уменьшается нагрузка на цилиндр при подъеме кузова, вследствие чего повышаются надежность и долговечность;
- автоматическое включение вентилятора системы охлаждения двигателя;
- измененная конструкция стремянок задних рессор на верхнее расположение гаек (для протяжки стремянок не требуется снимать колеса);
- балансирующая подвеска с V-образным реактивным рычагом. Верхние реактивные тяги (штанги)

при перекосах мостов относительно рамы автомобиля работают по принципу шаровой опоры, не подвергаясь изгибу и скручиванию;

- установка масляного бака гидросистемы подъема кузова на раме. Это дает большой плюс, можно, не используя подмостки и приспособления, заправлять систему маслом;
- шины многослойные с металлокордом;
- комфортная кабина, установленная на 4-опорной подвеске плавающего типа;
- стабилизаторы поперечной устойчивости. Стабилизаторы делают автомобиль более устойчивым, улучшая управляемость и безопасность;
- низкие показатели центра тяжести от уровня земли. Низкий центр тяжести дает автомобилю большую устойчивость и позволяет рационально использовать размеры машины, увеличивая ее полезную загрузку.
- Вышеприведенные особенности грузовых автомобилей нового поколения расширяют возможность их применения при транспортировке зерна в сельском хозяйстве Узбекистана [5].

Таблица 1.

Основные факторы влияющие на работу комбайна и автотранспорта при уборке зерна

№	Наименование факторов	Уровни варьирования факторов				
		20	30	40	50	60
1	Урожайность зерна, ц/га	20	30	40	50	60
2	Объемный вес зерна, кг/м <sup>3</sup>	650	700	750	800	850
3	Радиус перевозки, км	3	7	11	15	19
4	Пропускная способность комбайна, кг/с	3,0	5,5	8,0	10,5	13,0
5	Объем бункера комбайна, м <sup>3</sup>	2	3	4	5	6
6	Скорость движения комбайна, км/час	2,0	3,6	5,0	6,5	8,0
7	Ширина захвата комбайна, м	4,0	5,0	6,0	7,0	–
8	Производительность разгрузочного шнека комбайна, т/мин	5,0	7,0	9,0	11,0	13,0
9	Объем кузова транспортных средств, м <sup>3</sup>	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0
10	Скорость движения транспортного средства, км/час	2,0–3,0	8,0–10,0	20–30	40–50	60–70
11	Грузоподъемность транспортных средств, т	3,0	5,0	7,0	9,0	10,0

При этом показатели транспортных средств изменяются в следующем виде. Объем кузова транспортных средств – от 3,0 до 15,0 м<sup>3</sup>, т.е. в 5 раз, скорость движения транспортных средств – от 2,0–3,0 км/час (на поле) до 60–70 км/час, т.е. в 30–35 раз, грузоподъемность транспортного средства – от 3,0 до 10 т, т.е. более чем в 3 раза [2].

Кроме этого, на показатели работы автомобилей влияет запыленность воздуха, которая намного превышает определенную норму во время уборки зерновых, и неравномерность поверхности поля из-за

наличия поливных борозд. Если при организации уборочных работ учитываются вышеприведенные факторы, тогда обеспечивается слияние работы зерноуборочного комбайна и транспортного средства.

Исследования показывают, что требования к перевозчикам, необходимые для перевозки зерна общим количеством  $Q = 42\ 200$  тонн на полях, к точкам хранения зерна в течение  $D_y = 30$  дней приведены в таблице 2.

Таблица 2.

## Эксплуатационные показатели зерновозов

№	Показатели	ТТЗ-80.10	МТЗ-80	ГАЗ-53	Зил-130	MAN 26.280 GLD
1	Количество ежедневных рейсов ( $Z_k$ )	9	11	17	17	11
2	Эффективность бизнеса					
	– ( $Q$ ) т	25,6	35,2	54,4	71,4	138,6
	– ( $P_k$ ) т/км	256	352	544	714	1386
3	Ежедневная прогулка ( $L_{общ}$ ) км	90	110	170	354	110
4	Скорость машины км/ч					
	– ( $V_T$ ) техник	15	26	38	38	52
	– ( $V_{ЭКС}$ ) эксплуатацион.	11	16,7	25,3	25,3	20
5	Количество транспортных средств требуется ( $A_{общ}$ )	120	80	50	40	20
6	Расход топлива					
	– л	дизель/ 55,6	дизель/ 68,4	бензин/ 51	бензин/ 62,9	дизель/ 36,7
	– м <sup>3</sup>	–	–	метан/ 9,52	метан/ 19,82	метан/ 6,16

Как видно из таблицы выше, с ростом урожайности растет и количество прицепов и тракторов, необходимых для их перевозки. Кроме того, эта сумма зависит от состояния перевозимого груза, расстояния перевозки и скорости движения единицы. При использовании грузовых автомобилей нового поколения (MAN 26.280GLD) мы видим, что ежедневный расход топлива и количество грузовых автомобилей сократились в несколько раз.

**Выводы**

В целях повышения эффективности перевозок необходимо обосновать параметры транспортных

единиц с учетом современных требований, высоких скоростей, сокращения количества рейсов, обеспечения объема груза и его оптимального грузооборота. Особенность нового поколения грузовых автомобилей заключается в том, что такие условия труда являются сложными и существует множество факторов, которые негативно влияют на производительность зерна. Кроме того, использование грузовых автомобилей нового поколения позволит сократить транспортные расходы в несколько раз.

**Список литературы:**

1. Астанакулов К.Д. Обоснование параметров и режимов работы молотильного аппарата мини-молотилки для обмолота пшеницы : дис. ... канд. техн. наук. – Янгиюль : УзМЭИ, 2002. – 148 с.
2. Астанакулов К., Ҳамроев Р. Янги авлод юк автомобиллари ердамида дон ташиш технологик жараени кўрсаткичлари // Интернаука. Научный журнал. – М., 2019. – № 8 (90). – Б. 75–78.
3. Гребнев В.П. Обоснование оптимальной грузоподъемности прицепа при корректировании вертикальных нагрузок на колеса тракторно-транспортного агрегата: сб. науч. тр. ВГАУ. – Воронеж : ВГАУ, 2005. – С. 83–87.
4. Обидов С., Ҳамроев Р. MAN юк автомобилларининг ўзига хос жиҳатлари ва улардан юк ташишда фойдаланиш имкониятлари // Интернаука. Научный журнал. – М., 2019. – № 19 (101). – Б. 75–76.
5. Тошмирзаев М.А, Ҳамраев Р.К. Янги авлод юк автомобилларининг ўзига хос жиҳатлари ва улардан дон ташишда фойдаланиш имкониятлари // Материалы Международной научно-практической конференции (Ташкент, 28 ноября 2018 г.). – Б. 856–859.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ВОЛОКНА В ИГОЛЬЧАТОМ БАРАБАНЕ УСТРОЙСТВА РАЗДЕЛЕНИЯ ВОЛОКНА

**Обидов Авазбек Азамтович**

*д-р техн. наук, доцент Наманганского инженерно-технологического института,  
Республика Узбекистан, г. Наманган  
E-mail: [aobidov@list.ru](mailto:aobidov@list.ru)*

**Султонов Мирзоалим Мирзарахматович**

*докторант Наманганского инженерно-технологического института,  
Республика Узбекистан, г. Наманган  
E-mail: [sultonovM@mail.ru](mailto:sultonovM@mail.ru)*

## STUDY OF FIBER MOTION IN A NEEDLE DRUM FIBER SEPARATION DEVICE

**Avazbek Obidov**

*Doctor of Technical Sciences, Associate Professor of Namangan Engineering and Technology Institute,  
Republic of Uzbekistan, Namangan*

**Mirzaolim Sultonov**

*PhD student, Namangan Engineering and Technology Institute,  
Republic of Uzbekistan, Namangan*

### АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается движение хлопкового волокна в игольчатом барабане устройства для отделения прядильного волокна от волокнистых отходов. В ходе исследования была определена величина времени движения и влияние массы волокна на удержание иглы. На основании результатов построены и проанализированы соответствующие графики.

### ABSTRACT

The article discusses the movement of cotton fiber in the needle drum of a device for separating dope fiber from fibrous waste. During the study, the magnitude of the movement time and the effect of the mass of the fiber on the retention of the needle were determined. Based on the results, the corresponding graphs are constructed and analyzed.

**Ключевые слова:** волокно, пильный барабан, линтер, игольчатая гарнитура, устройство, движение воздуха, эффективность разделения, движение волокна, фракционный состав, короткое волокно, угол наклона, качество, обработка.

**Keywords:** fiber, saw drum, linter, needle headset, device, air movement, separation efficiency, fiber movement, fractional composition, short fiber, tilt angle, quality, processing.

Одним из основных процессов первичной обработки хлопка являются джинирование и линтерование, которые, как известно, производят волокнистые смеси в нескольких фракциях. В этом направлении разрабатываются научные основы переработки волокнистых продуктов, разделения на фракции, процессов разделения длинных волокон, включая разработку автоматических устройств разделения, производство современных ресурсосберегающих технологий. Особое внимание уделяется улучшению потребительских свойств хлопковой продукции за счет ее широкого внедрения. Кроме того, приоритетным направлением является разработка технологий и оборудования, позволяющих сохранить исходное качество хлопкового волокна и семян и снизить производственные затраты, создание и оптимизация

ресурсосберегающих конструкций и параметров оборудования для отделения пряденых волокон от разработанных волокнистых отходов (пуха, линта) [1].

Несмотря на исследования, направленные на улучшение процесса отделения волокна от отходов, некоторые аспекты этого процесса раскрыты не полностью, в частности, разработка технологии отделения волокна из волокнистых отходов – улюка и пуха, не изучена полностью. Кроме того, возможность определения оптимальных параметров игольчатых барабанов и направления волокнистой массы к барабанам при отделении волокон, пригодных для прядения из состава линта и улюка, недостаточно изучена. Исходя из вышеизложенного, более глубокое изучение возможностей внедрения технологий для увеличения производства волокна на

предприятию, разработка конструкций, которые не оказывают негативного влияния на качество продукта, в настоящее время актуальна [2].

Основным рабочим органом нового устройства является игольчатый барабан, который помогает отделить волокна от волокнистых отходов. Поэтому в статье теоретически изучен процесс отделения волокна разной массы от игольчатого барабана. Предположим, что радиус пилы равен  $R$  (м), ее скорость вращения равна  $\omega$  (сек<sup>-1</sup>), а длина иглы равна  $l$  (м).

Пусть  $v_0$  - скорость воздушного потока в трубе, а  $v_l$  - скорость волокон в барабане. Мы принимаем следующие предположения: пусть скорость воздуха остается постоянной и влияет на волокна в направлении игл; пусть волокна сначала движутся вдоль иглы, которая является длиной, а затем свободно перемещаются после прохождения расстояния  $l_0$ . Теоретически мы находим движение волокон и время их нахождения на игле (в зависимости от их массы). Мы также определяем

соответствующую угловую скорость пилы для движения волокон вдоль иглы. Размещая начало координаты в центре пилы, мы направляем ось  $ox$  справа налево, ось  $oy$  перпендикулярна ей и снизу вверх (рис. 1). Предположим, что волокно движется на расстоянии над иглой  $BM = r$  в любой момент  $t$ .

При расчете устройства, прежде всего, необходимо учитывать движение волокна. Потому что эффективность разделения устройства, будь то положительное или отрицательное, зависит главным образом от движения волокнистой массы вокруг рабочих органов. На это движение могут влиять различные факторы, расположение рабочих органов, угол наклона игл и различные силы. На основании теоретических исследований необходимо убедиться, что движение волоконной массы происходит в нужном направлении, и определить степень влияния сил [3].

Предположим, что угол между радиусом барабана и направлением иглы составляет  $\beta$ . Обозначим координаты точки  $M$  через  $(x, y)$ .

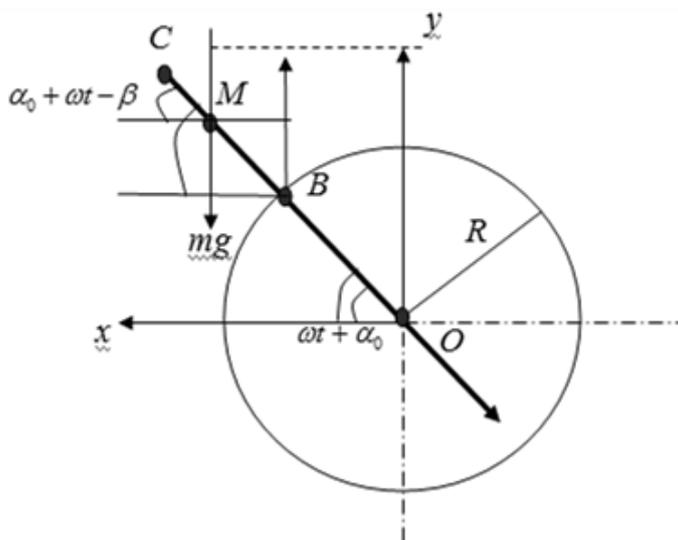


Рисунок 1. Схема движения волокна массой  $t$  на игле

В выбранной системе координат их выражения следующие:

$$x = (R + r \cos \beta) \cos(\omega t + \alpha_0)$$

$$y = (R + r \cos \beta) \sin(\omega t + \alpha_0)$$

где  $\alpha_0$  - угол, образованный радиусом пилы с осью  $ox$  в начальный момент.

Определим силы, действующие на волокно. Это сила тяжести волокна, сила трения и сила воздуха, действующая на иглу [4]. Во время движения игольчатого барабана направления линий, на которые воздействуют эти силы, изменяются. За счет этого удержание волокна в игле или состояние свободного движения зависит от массы волокна, скорости враще-

ния барабана и силы воздуха. Силы гравитации и трения зависят от угла, образованного иглой относительно барабана, и скорости барабана. Используя рис.1, мы находим проекции сил тяжести и трения в направлении иглы:

$$F_{TP} = f \cdot N$$

$$F_g = -mg \sin(\alpha_0 + \omega t + \beta)$$

Здесь:  $m$  - масса волокна,  $N$  - нормальная сила, действующая на волокно, и с учетом силы тяжести, центробежных и кориолисовых сил его внешний вид выглядит следующим образом:

$$N = 2m\omega r \cos \beta + mg \cos(\alpha_0 + \omega t + \beta) + m(r \cos \beta + R)\omega^2 \sin \beta$$

Помимо этих сил, на волокно влияет центробежная сила  $m(R+r \cos \beta)\omega^2 \cos \beta$ , сила всасывания воздуха  $F_0 = c(v_0 - \dot{r})$  ( $v_0$  - скорость воздуха в направлении иглы,  $c$  - коэффициент сопротивления воздуха). С учетом этих сил запишем уравнение движения волокна вдоль иглы:

$$m\ddot{r} = m(R+r \cos \beta) \cos \beta \omega^2 - mg \sin(\alpha_0 + \omega t + \beta) - f[2m\omega \dot{r} \cos \beta + mg \cos(\alpha_0 + \omega t + \beta)] - fm(\cos \beta + R)\omega^2 \sin \beta + c(v_0 - \dot{r})$$

Это уравнение мы изменим таким образом:

$$\ddot{r} + \dot{r}(2\omega \cos \beta + \gamma) - r\omega^2(\cos \beta - f \sin \beta) \cos \beta = R\omega^2(\cos \beta - f \sin \beta) - g[\sin(\alpha_0 + \omega t + \beta) + f \cos(\alpha_0 + \omega t + \beta)] + \gamma v_0 \tag{1}$$

здесь  $\gamma = c/m$

Используя следующие обозначения  $\alpha = \alpha(t) = \alpha_0 + \omega t + \beta$ ,  $n = (2\omega + \gamma)/2$ ,  $c_0 = \cos \beta - f \sin \beta$ ,  $a = c_0 \omega^2$ ,  $b = R\omega^2 c_0 + \gamma v_0$  мы делаем уравнение (1) похожим на это

$$\ddot{r} + 2n\dot{r} - ar = b - g[\sin \alpha(t) - f \cos \alpha(t)] \tag{2}$$

когда уравнение (2) интегрируется в интервале  $0 < t < t_1$  при условиях  $r = r_1, \dot{r} = 0, t = 0$ , где

$t_1 = \frac{L}{\omega}$ ,  $L$  - длина дуги пилы, контактирующей с потоком воздуха. Решение уравнения (1), удовлетворяющее указанным условиям [5], имеет следующий вид:

$$r = Ae^{k_1 t} + Be^{k_2 t} - \frac{b}{a} + A_0 \sin(\omega t + \alpha_0 + \beta) + B_0 \cos(\omega t + \alpha_0 + \beta)$$

здесь

$$A = \frac{c_1 k_2 - c_2}{k_2 - k_1}; B = \frac{c_2 - k_1 c_1}{k_2 - k_1},$$

$$c_1 = b/a - A_0 \sin \alpha_1 - B_0 \cos \alpha_1,$$

$$c_2 = -\omega(A_0 \cos \alpha_1 - B_0 \sin \alpha_1)$$

$$k_1 = -n + \sqrt{n^2 + a}, k_2 = -n - \sqrt{n^2 + a},$$

$$B_0 = g \frac{\omega^2 + a + 2n\omega f}{\Delta}; A_0 = g \frac{\omega^2 + a - 2n\omega f}{\Delta},$$

$$\Delta = (\omega^2 + a)^2 + 4n^2 \omega^2, \alpha_1 = \alpha_0 + \beta$$

Решая уравнение (1) для разных масс в графической форме, можно проанализировать, хранятся ли волокна на поверхности пилы или отделены от нее. Если выполняется условие  $r(t_1) < r_0$ , что волокна движутся вдоль иглы, волокна с такой массой останутся на поверхности барабана, если  $r(t_1) > r_0$  такое волокно отделяется от поверхности барабана и становится свободным волокном.

При расчете учитывались следующие значения:

$$R = 0.2 \text{ м}, L = 0.05 \text{ м}, c = 0.001 \text{ Нс/м},$$

$$v_0 = 10 \text{ м/с}, \omega = 20 \text{ с}^{-1}, r_1 = 1 \text{ мм}, r_0 = 8 \text{ мм}, f = 0.2,$$

$$\alpha_0 = 15^\circ, \beta = 15^\circ.$$

Результаты расчетов приведены на рис. 2. Из этого анализа графиков было обнаружено, что волокна с массами  $m = 0,1$  и  $m = 0,2$  не остаются в игле и своевременно уходят в выходную трубку.

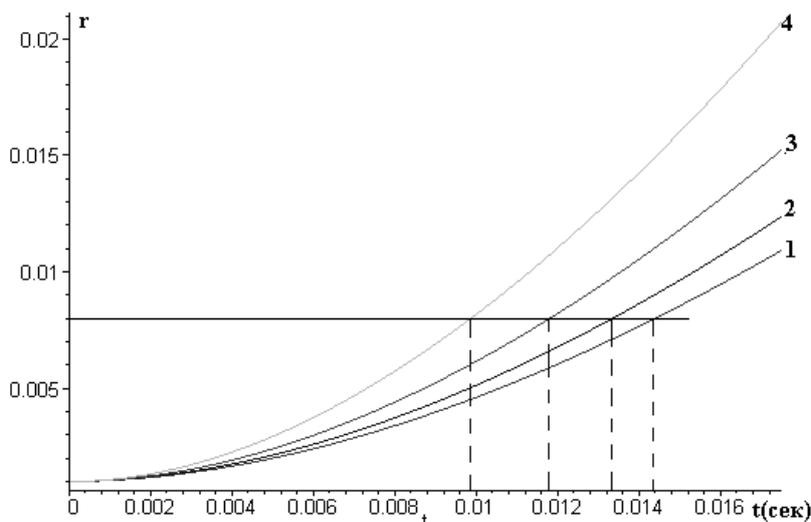


Рисунок 2. Графики движения волокон разных масс вдоль иглы во времени  $t$ (сек):  $1 - m = 0.6 \text{ г}, 1 - m = 0.4 \text{ г}, 1 - m = 0.2 \text{ г}, 1 - m = 0.1 \text{ г}$

**Список литературы:**

1. Ахмедходжаев Х.Т., Каримов А.И., Обидов А.А. Исследование вибрационного перемещения хлопковых семян на виброкаретках параллельного основания. // Проблемы текстиля. 2003, Вып. 4., № 4. С. 65-67.
2. Лугачев А.Е. Исследование основных элементов очистителей хлопка-сырца с целью повышения качественных показателей процесса. Дис...канд.техн.наук. – Т.: ТИТЛП, 1981. 200 с.
3. Obidov A., Sultonov M., Muhksinov I., Abdullaev Sh. The Theoretical Studies of the Cultivation of Three Cotton Seeds along the Plain. // Engineering. 2018, Т. 2. Вып. 10. С. 514-520.
4. Ашнин П.Н. Кардочесание волокнистых материалов. // Легкая промышленность и бытовое обслуживание. 1985, №3. С. 88-92.
5. Obidov A., Mamatqulov O., Sultonov M. Theoretical analysis of the movement of Cotton piece on the slope surface. // International conference Berlin. – 27.04.2018. С.151-156.

**МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ****ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ РЕДКИХ И БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ  
ИЗ СБРОСНЫХ РАСТВОРОВ ШЛАМОВОГО ПОЛЯ**

**Шодиев Аббос Немат угли**

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

**Туробов Шахриддин Насритдинович**

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

**Саидахмедов Ақтам Абдисамиевич**

*ст. преподаватель, Навоийский государственный горный институт,  
Республика Узбекистан, г. Навои*

**Хакимов Камол Жураевич**

*ассистент, Каршинский инженерно-технический институт,  
Республика Узбекистан, г. Карши*

**Эшонкулов Учкун Худойназар угли**

*ассистент, Каршинский инженерно-технический институт,  
Республика Узбекистан, г. Карши*

**RESEARCH OF TECHNOLOGY FOR EXTRACTION OF RARE AND NOBLE METALS  
FROM DISCHARGE SLUDGE FIELD SOLUTIONS**

**Abbos Shodiev**

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

**Shahriddin Turobov**

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

**Actam Saidakhmedov**

*Senior Lecturer, Navoi State Mining Institute,  
Republic of Uzbekistan, Navoi*

**Kamol Khakimov**

*Assistant, Karshi Engineering and Technology Institute,  
Republic of Uzbekistan, Karshi*

**Uchkun Eshonkulov**

*Assistant, Karshi Engineering and Technology Institute,  
Republic of Uzbekistan, Karshi*

**АННОТАЦИЯ**

В данной статье рассмотрены различные методы извлечения редких благородных металлов из отходов металлургического производства, в частности, твердые и жидкие отходы. Исследованы факторы, воздействующие на процесс сорбции для повышения эффективности процесса, и разработана технологическая схема для извлечения молибдена, рения, меди, золота, серебра и других металлов.

## ABSTRACT

This article discusses various methods for extracting rare precious metals from metallurgical wastes, in particular solid and liquid wastes. The factors affecting the sorption process to increase the efficiency of the process are investigated and a technological scheme for the extraction of molybdenum, rhenium, copper, gold, silver and other metals is developed.

**Ключевые слова:** молибден, пульпа, кек, выщелачивание, сорбция, ионообменная смола.

**Keywords:** molybdenum, pulp, cake, leaching, sorption, ion exchange resin.

Возрастающая потребность промышленности в молибденовой продукции требует создания новых технологий для извлечения молибдена из вторичного сырья и отходов молибденового производства. Технологии извлечения молибдена из концентрата, применяемый в цехе № 5 УЗКТЖМ способ азотнокислого разложения, не обеспечивают высокое извлечение молибдена в готовую продукцию – оксид молибдена. Из технологического процесса выводятся отходы в виде шламовых пульп, в них содержатся Mo, Re, Fe, Cu, Au, Ag – и в твердой, и растворимой части пульпы. В перспективе переработка отходов гидрометаллургического производства молибдена позволяет решить ряд проблем, связанных не только с вовлечением их в производство вторичного сырья и комплексным использованием минеральных ресурсов, но и улучшением экологической обстановки в районе дислокации предприятий.

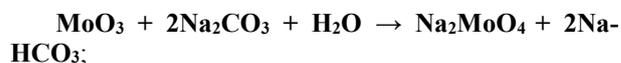
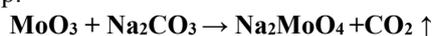
Анализами ИСП-спектроскопии установлено, что шламовые кеки с содержанием цветных и редких металлов представляют собой ценное техногенное сырье. Усредненные пробы кека по содержанию основных компонентов составляют (в %): 4,8 Mo, (в том числе 2,1 окисленного и 2,7 сульфидного); 1,2 Cu; 0,03 Re; 0,24 W, а также 9,5 Fe; 4,3 SiO<sub>2</sub>; следы As, P и 6,0 ионообменных смол (б/у); промышленного мусора (галька, щепа и пр.) и 42 (и выше) влаги.

Результатами рентгено-фазовых анализов определены формы нахождения основных компонентов в шламовом кеке: Fe(OH)<sub>3</sub>·30H<sub>2</sub>O, MoO<sub>2</sub>, MoO<sub>3</sub>, MoS<sub>2</sub>, CuMoO<sub>4</sub>, ZnMoO<sub>4</sub>, CaMoO<sub>4</sub>, PbMoO<sub>4</sub>, Fe<sub>2</sub>(MoO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>, а также адсорбированные на гидроксиде железа формы меди, молибдена, вольфрама. Установлено, что шламовый кек имеет магнитные свойства и удельный вес составляет 1,33 т/м<sup>3</sup>. Эти свойства являются научным обоснованием для поиска и разработки технологии извлечения железа из шламовых кеков с применением магнитной сепарации и гравитационного обогащения.

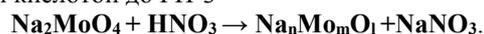
Для извлечения молибдена и других ценных компонентов из хвостов магнитной сепарации шламового кека, содержащего (в %): 2,4 Mo; 0,011 Re, 2,5 Cu – проведены эксперименты по выщелачиванию кека. В качестве выщелачивающего реагента применена кальцинированная сода, из полученного продуктивного раствора извлекался молибден и рений сорбцией на ионообменных смолах.

Основные реакции, протекающие в процессах выщелачивания:

– перевод молибдена из шламового кека в раствор:

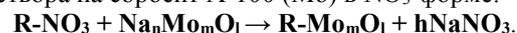


– нейтрализация продуктивного раствора азотной кислотой до pH-3



В результате нейтрализации раствора моноионы молибдена переводятся в форму полимолибдата переменного состава и поступают на сорбцию.

Селективная двухстадийная сорбция молибдена из раствора на сорбент А-100 (Mo) в NO<sub>3</sub>-форме:



При этом ионы полимолибдата сорбируются на сорбент А-100 (Mo), в растворе концентрируются соли нитрата натрия (NaNO<sub>3</sub>). Насыщенный сорбент направляется на промывку.

Промывку насыщенного сорбента для глубокого удаления ионов натрия проводят паровым конденсатом или катионно очищенной водой. Промывка присоединяется к раствору, выходящему после первой стадии сорбции, и поступает на 2-ю стадию сорбции для доизвлечения молибдена из бедных растворов.

Десорбцию молибдена с насыщенного и промытого сорбента проводят раствором аммиака с концентрацией 80–120 г/л с удельной нагрузкой 0,5 объема на 1 объем насыщенного сорбента в час (0,5–1,0 л/час). Первые порции получаемого десорбата направляют на получение тетрамолибдата аммония (ТМА).

Получение ТМА из товарного десорбата. При содержании в товарном десорбате содержания избыточного аммиака более 30 г/л проводится упаривание десорбата при температуре 90–100 °С, при этом отгоняется избыточный аммиак и концентрируется раствор по молибдену на 20–30%. Далее раствор охлаждают и при перемешивании дозируют азотную кислоту до pH 2,5, из раствора выпадают кристаллы тетрамолибдата аммония (ТМА). Кристаллы ТМА отфильтровываются, маточные растворы после восьмикратной кристаллизации ТМА выводятся в бак исходного раствора молибдата натрия, а растворы очищаются от примесей.

Учитывая, что в последние годы на практике в технологии извлечения молибдена и рения из различных растворов широко применяют ионообменные смолы фирмы «Purolite», следовательно, далее исследованы сорбционные характеристики сорбентов анионитов Purolite A100 (Mo) и Purolite A170 на исследуемых растворах переработки шламовых кеков.

Лабораторными экспериментами и опытно-промышленными испытаниями определено, что более эффективными и избирательными являются для сорбции молибдена сорбент Purolite A100 (Mo) и для сорбции рения – сорбент Purolite A170. Установлено,

что извлечение молибдена из растворов, полученных переработкой шламовых кеков, составляет 95,0 %, а рения – не менее 88,0 %.

С целью более глубокого теоретического анализа и разработки технологии извлечения рения из сбросных растворов шламового поля (УзКТЖМ) отдельно

исследовались химический и солевой состав сбросных растворов, также ионное состояние молибдена, рения и примесных элементов в растворе.

Таблица 1.

Состав раствора из шламового поля

	Содержание, мг/л	Элементы соединения	Содержание, мг/л
Молибден	7,43–86,9	Алюминий	13,63–100,44
Медь	14,67–1320	Титан	5,0–30,0
Свинец	2,71–5,20	Железо	67,33–599,54
Рений	1,87–9,18	Барий	6,15–35,8
Мышьяк	0,4	Олово	0,33–3,64
Сера общая	1,59	Цинк	60,5–752,74
Оксид кремния	28,2	Галлий	0,0001–0,0003
Кальций	962,4–4193,3	Золото, г/т	0,32–4,04
Магний	28,1–966,1	Серебро, г/т	1,03–14,09

Исследованы различные сорбенты для селективного извлечения рения из азотнокисло-сернокислых растворов и его концентрирования. Наиболее высокой емкостью по рению обладают сильноосновные смолы (советские смолы АВ-17, АВ-27, АМ и др.). При рН = 6,0–8,0 емкость этих смол по рению достигает 50–60 %. Средство анионов  $Re\ C > 7$  к сильноосновным смолам столь велико, что рений не элюируется с сильноосновных смол даже растворами гидроксида натрия. Элюирование приходится проводить кислотами высокой концентрации: 7 н. HCl, 4–5 н. HNO<sub>3</sub> или 1 н. HClO<sub>4</sub>.

Установлено, что если на сильноосновной смоле вместе сорбированы рений и молибден, то можно элюировать вначале молибдат-ионы раствором щелочи, а затем кислотой рений. Вместо кислот можно в качестве элюента рения использовать раствор роданистого аммония (ионы SCN имеют высокое средство к иониту).

На имеющейся базе данных в области химии и технологии редких металлов, проведенных теоретических исследований и лабораторно-экспериментальных работ разработана технология комплексной

переработки объединенных растворов со шламового поля и карбонатных растворов выщелачивания сбросных кеков. Исследования проводили, последовательно разделив их по следующим технологическим узлам:

- узел подготовки растворов (А);
- узел осаждения железа, меди и кремния (Б);
- узел сорбции молибдена (В);
- узел сорбции рения (Г);
- узел утилизации сбросных растворов (Д).

Лабораторными экспериментами и испытаниями на опытно-промышленных установках подтверждено, что более эффективными и избирательными из экспериментируемых растворов являются для сорбции молибдена сорбент Purolite A100 (Mo) и для сорбции рения сорбент Purolite A170. Установлено, что извлечение молибдена из объединенных растворов составляет 95,0 %, рения – не менее 88,0 %. Основные результаты испытаний и технические характеристики полученных ТМА и АМК сорбционным способом показаны в таблице 2.

Таблица 2.

Химический состав полученных опытных образцов ТМА (№ 1, № 3) и ПМА (№ 2, № 4)

Наименование показателя	Норма						
	Сорт 1	Сорт 2		Опыт № 1	Опыт № 2	Опыт № 3	Опыт № 4
Молибденового ангидрида (MoO <sub>3</sub> ), %, не менее	76	74	78	67,33	83,66	92,87	91,17
Железа (Fe), %, не более	0,03	0,2	0,007	0,0025	0,004	0,017	0,007
Алюминия (Al), %, не более	0,005	0,04	0,005	0,0014	0,0014	0,0018	0,0017
Никеля (Ni), %, не более	0,001	0,001	0,005	0,001	0,001	0,011	0,0037
Марганца (Mn), %, не более			0,01	0,001	0,001	0,001	0,001
Кремния (Si), %, не более	0,05	0,3	0,01	0,006	0,005	0,008	0,004
Кальция (Ca), %, не более			0,004	0,006	0,003	0,005	0,005
Магния (Mg), %, не более	0,001	0,001	0,0015	0,004	0,002	0,0036	0,0026
Мышьяк (As), %, не более	0,003	0,003	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002
Фосфор (P), %, не более	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003		

На основании проведенных исследований, проведенных лабораторных экспериментов и опытно-промышленных испытаний разработана технология

комплексной переработки твердых отходов и сбросных растворов шламового поля молибденового производства НПО РМиТС АО «Алмалыкский ГМК» (рисунок 1).

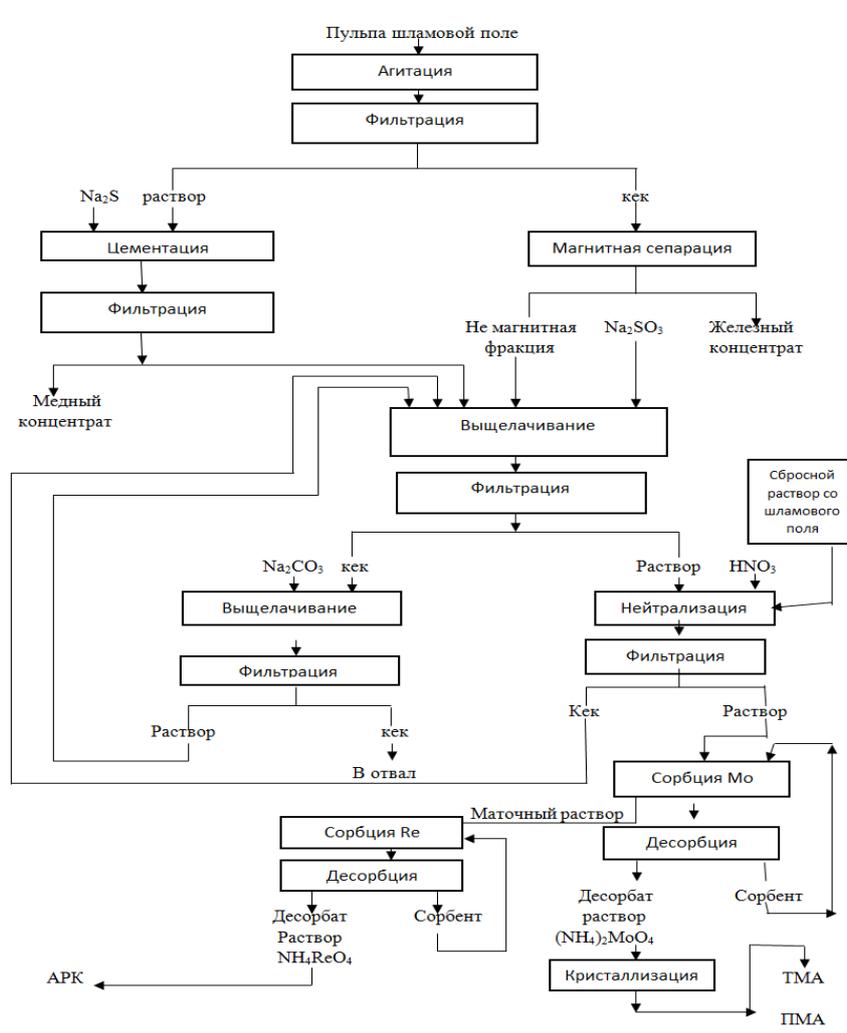


Рисунок 1. Принципиальная технологическая схема переработки отходов шламового поля НПО РМиТС

Разработанная технология является законченной научно-исследовательской работой, рекомендована для внедрения НПО РМ и ТС в промышленных условиях. Для разработки технологического регламента и

выдачи исходных данных для проектирования производства необходимо произвести технико-экономические расчеты, чем в будущем будут заниматься авторы разработки.

**Список литературы:**

1. Зеликман А.Н., Коршунов Б.Г. *Металлургия редких металлов.* – М. : *Металлургия*, 1991. – 549 с.
2. Извлечение редких металлов из технологических растворов, образующихся при выщелачивании огарка / А.Н. Шодиев, Ш.Н. Туробов, С.З. Намазов, М.Б. Хамидов [и др.] // *Материалы XII Международной конференции «Международный научный обзор технических наук, математики и компьютерных наук» (США, Бостон, 2019 г.).* – С. 22–28.
3. Изучение возможности извлечения молибдена и рения из техногенных отходов / А.С. Хасанов, А.Н. Шодиев, А.А. Саидахмедов, Ш.Н. Туробов // *Горный вестник Узбекистана.* – 2019. – № 3. – С. 51–53.
4. Современное оборудование, применяемое в гидрометаллургической переработке редких металлов / Э.А. Пирматов, А.Н. Шодиев, А.С. Хасанов, Ш.Н. Туробов [и др.] // *Universum: Технические науки: электрон. научн. журн.* – 2019. – № 11 (68). – С. 33–39.

**ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ  
ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ****КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОНВЕКЦИИ ВБЛИЗИ  
ВЕРТИКАЛЬНО РАСПОЛОЖЕННОГО ИСТОЧНИКА****Жумаев Журабек***доцент, Бухарский государственный университет,  
Республика Узбекистан, г. Бухара  
E-mail: [jumayev\\_jura1956@mail.ru](mailto:jumayev_jura1956@mail.ru)***Усмонова Гулсанам Мукимовна***магистрант Бухарский государственный университет,  
Республика Узбекистан, г. Бухара***COMPUTER SIMULATION OF THE CONVECTION PROCESS NEAR A VERTICALLY  
LOCATED SOURCE****Zhurabek Zhumaev***Associate Professor, Bukhara state University,  
Republic of Uzbekistan, Bukhara***Gulsanam Usmonova***Master's degree from Bukhara state University,  
Republic of Uzbekistan, Bukhara***АННОТАЦИЯ**

В этой статье моделируется процесс возникновения динамического и температурного пограничных слоев вблизи вертикально расположенного стержня, который является источником тепла. Сформулированная система дифференциальных уравнений в частных производных с граничными условиями, решена численно и алгоритм решения реализован с использованием графической среды DELPHI. Для рисования графиков был использован компонент Chart.

**ABSTRACT**

This article simulates the process of occurrence of dynamic and temperature boundary layers near a vertically located rod, which is a heat source. The formulated system of partial differential equations with boundary conditions is solved numerically and the solution algorithm is implemented using the DELPHI graphical environment.

**Ключевые слова:** динамический пограничный слой, температурный пограничный слой, источник тепла, математическая модель, теплообмен.

**Keywords:** dynamic boundary layer, temperature boundary layer, heat source, mathematical model, heat exchange.

Всестороннее исследование процессов тепловой конвекции является весьма актуальной проблемой гидромеханики и теплообмена, поскольку они часто встречаются во многих задачах практики, например, в теплицах, машиностроении, промышленных установках и т.д., которые связаны эффективным (рациональным) использованием энергетических ресурсов, актуальность которых отражается в указах и постановлениях руководства нашей республики [1].

Исследованию таких механизмов посвящены многочисленные работы отечественных и зарубежных авторов. В частности, в [2, 3] рассматривается влияние процессов конвекции при проектировании

современных элементов электронной техники, в [4, 5] рассмотрены вопросы конвекции в случае аварийного охлаждения ядерного или химического реакторов.

Сопряженная задача естественной конвекции в частично заполненном жидкостью вертикальном цилиндрическом баке в условиях подвода равномерного теплового потока к внешней стороне боковой стенки и одновременного отвода тепла через локальные стоки, расположенные в боковой стенке бака, проанализированы в работе [6].

Вышеприведенный анализ показывает, что процессы тепловой конвекции нуждается в дальнейшем

исследовании. В частности, многие процессы, которые приведены в начале, происходят в вертикально расположенных источниках и в сильно изменяющимся температурном режиме.

В настоящей работе численно исследуется стационарный, ламинарный перенос в слое, примыкающем погруженный в покоящийся окружающий газ в вертикальной поверхности. При этом предполагается, что температура окружающего воздуха постоянно и равна  $t_1$ ; температура на поверхности стержня так же поддерживается постоянной температурой равной  $t_0$ , ( $t_0 > t_\infty$ ). Схематическая картина течения показана на рис.1.

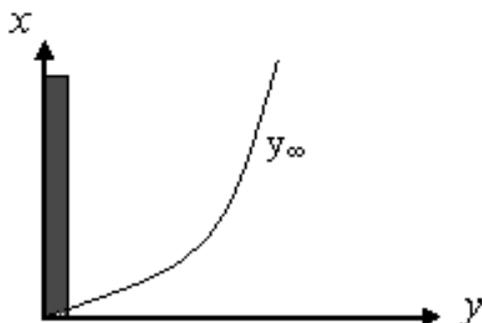


Рисунок 1. Схематическая картина течения

В процессах тепловой или свободной конвекции, в отличие от вынужденной, течение возникает под действием разности температур. Во внешних свободно-конвективных течениях, которые рассматривается здесь, параметры окружающей среды можно принять постоянными.

При проведении вычислительных экспериментов предполагалось, что теплофизические свойства материала стенок и газа не зависят от температуры, а режим течения является ламинарным.

Рассматриваемый физический процесс математически моделируется на основе уравнении приближении пограничного слоя следующей системой дифференциального уравнения [9-10]:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial}{\partial x}(\rho u) + \frac{\partial}{\partial y}(\rho v) &= 0, \\ \rho u \frac{\partial u}{\partial x} + \rho v \frac{\partial u}{\partial y} &= \frac{\partial}{\partial y} \left( \mu \cdot \frac{\partial u}{\partial y} \right) + \frac{\rho \beta (T - T_1)}{Fr}, \\ \rho u \frac{\partial E}{\partial x} + \rho v \frac{\partial E}{\partial y} &= \frac{1}{Pr} \frac{\partial}{\partial y} \left( \mu \cdot \frac{\partial E}{\partial y} \right). \end{aligned} \right\} (1)$$

В этих уравнениях неизвестными является:  $u, v$  – продольные и поперечные составляющие скорости;  $\rho$  – плотности,  $T$  – абсолютная температура,  $E$  – полная энергия, а также динамический коэффициент вязкости  $\mu$ ,  $Fr$  – гидродинамическое число Фруда,  $Pr$  – Число Прандтля – критерий подобия тепловых процессов в жидкостях и газах, учитывающий влияние

физических свойств теплоносителя на теплоотдачу [14].

Для замыкания системы дифференциальных уравнений (1) привлекаем следующие алгебраические уравнения:

Полная энергия

$$E = C_p T; \tag{2}$$

Уравнение состояния для идеального газа

$$\rho = \frac{const}{T}; \tag{3}$$

Зависимость коэффициента вязкости газа от температуры представляется формулой Саттерленда [10]

$$\mu = \frac{const}{C + T} T^{3/2}; \text{ где } C \approx 122 \text{ (для воздуха)} \tag{4}$$

Таким образом, система уравнений (1) с учетом (2) – (4) замыкается.

### Граничные условия

Согласно рис. 1 сформулируем граничные условия. В системе координат по оси  $x$  расположен неограниченный стержень источник тепла, который имеет фиксированное значение. При тепло и массопереносе вблизи стержня возникает динамические и тепловые пограничные слои. Толщина пограничного слоя расширяется по мере продвижения на верх. Исходя из перечисленных выше, сформулируем граничные условия:

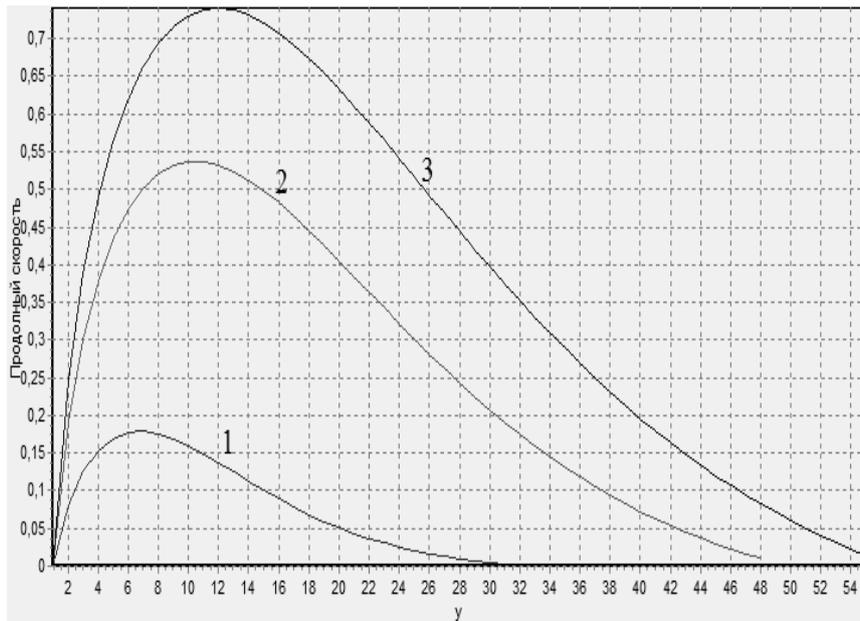
$$\begin{aligned} x = 0: & \begin{cases} u = 0, H = H_0, v = 0 & \text{при } y = 0 \\ u = 0, H = H_1, v = 0 & \text{при } y > 0 \end{cases} \\ x > 0: & \begin{cases} u = 0, H = H_0, v = 0 & \text{при } y = 0 \\ u \rightarrow 0, H \rightarrow H_1, v \rightarrow 0 & \text{при } y \rightarrow y_\infty \end{cases} \end{aligned} \tag{5}$$

Выше изложенная задача решена численно с применением двухслойной, четырехточечной неявной конечно-разностной схемы и методом прогонки с итерацией.

Условие на бесконечность в (5) это граница динамического или теплового пограничного слоя, которой определяется из условия расширения границ во время вычислительного процесса.

При этом на основе составленного алгоритма составлена программа на языке DELPHI. Во время работы программы, результаты выражались в виде графиков, для этого воспользовались компонентом Chart.

На рис.2 приведены появление осевой скорости и расширение динамического пограничного слоя при  $Pr=0,7$ . Как видно из рисунка, чем выше по стержню, тем выше скорость.

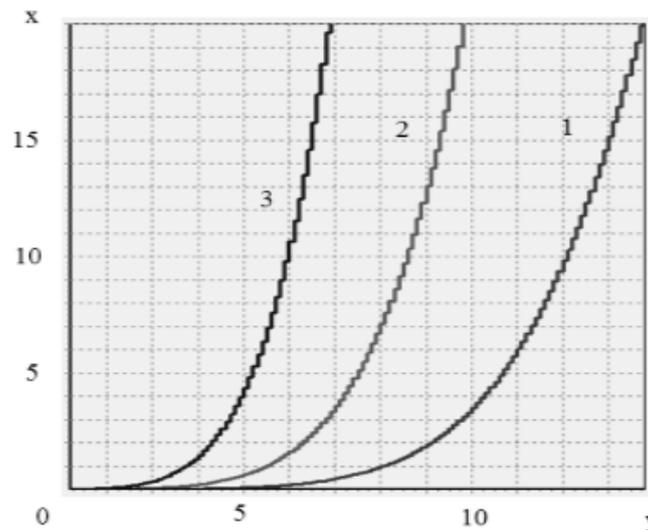


**Рисунок 2. Появление продольной скорости из-за разности температур.  $T_0 = 500K, T_1 = 300K. Pr=0,7.$   
 1 –  $\bar{x} = 1$ ; 2 –  $\bar{x} = 5$ ; 3 –  $\bar{x} = 10$**

Повышение температуры источника тепла приводит к возрастанию продольной скорости и сужению пограничного слоя.

На рис. 3. приведена ширина зоны смещения теплового пограничного слоя в зависимости от

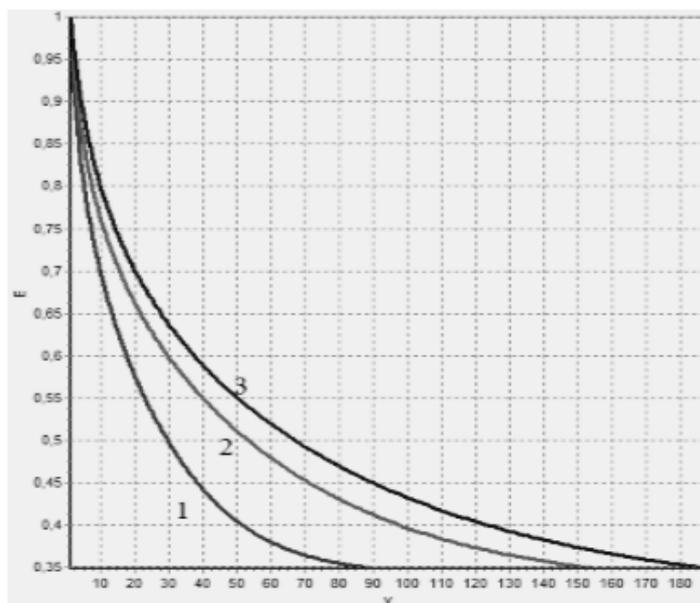
числа Прандтля. Из рисунка следует, что уменьшение числа Прандтля приводит к увеличению ширины зоны смещения. Известно, что  $Pr=0,5$  соответствует воздуху,  $Pr=2$  соответствует горячей и  $Pr=10$  холодной воде. Таким образом, полученные решения соответствует физике процесса.



**Рисунок 3. Зоны смещения теплового пограничного слоя при различных значениях числа Прандтля.  
 1 –  $Pr = 0,5$ ; 2 –  $Pr = 2$ ; 3 –  $Pr = 10$**

На рис.4 приведено распределение полной энергии вблизи источника тепла, когда среда является

воздухом. Видно, что по мере продвижения вверх зоны распределения расширяются.



**Рисунок 4.** Расширение зоны полной энергии по оси при  $Pr=0,5$ . 1 –  $\bar{x} = 5$ ; 2 –  $\bar{x} = 20$ ; 3 –  $\bar{x} = 50$

Используя уравнения в приближении теории ламинарного пограничного слоя рассчитаны поля скоростей, температур вблизи вертикально расположенного источника тепла. Рассчитаны ширина теплового и динамического пограничных слоев. Результаты компьютерного моделирования с помощью графических средств Delphi представлены в виде графиков.

Выявлено, что увеличение числа Прандтля приводит к сужению границы пограничного слоя. Повышение температуры источника тепла приводит к увеличению скорости, направленной на вверх. Таким образом, выбранную модель можно использовать для исследования задач, приведённых в введении.

#### Список литературы:

1. Dally J.W., Lall P., Suhling J.C. Mechanical design of electronic systems. Knoxville, TN USA: College House Enterprises, LLS, 2008. 664 p.
2. Samadiani E., Joshi Y., Mistree F. The thermal design of a next generation data center: a conceptual exposition. // J. Electron. Packag. 2008. Vol. 130, No. 4. P. 1104–1112.
3. Kim Y.K., Lee K.H., Kim H.R. Cold neutron source at KAERI, Korea // J. Nuclear Engng and Design. 2008. Vol. 238, No. 7. P. 1664–1669.
4. Karthikeyan S., Sundararajan T., Shet U.S.P., Selvaraj P. Effect of turbulent natural convection on sodium pool combustion in the steam generator building of a fast breeder reactor // J. Nuclear Engng and Design. 2009. Vol. 239, No. 12. P. 2992–3002.
5. Rodriguez I., Castro J., Perez-Segarra C.D., Oliva A. Unsteady numerical simulation of the cooling process of vertical storage tanks under laminar natural convection // Inter. J. of Thermal Sci. 2009. Vol. 48, No. 4. P. 708–721.

## ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

### ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВОСДВИГАЮЩЕЙ ПЛАСТИНКИ

*Киргизов Хусниддин Тургунбоевич*

*канд. техн. наук, Наманганский инженерно-строительный институт,  
Узбекистан, г. Наманган*

*E-mail: [alisher\\_lion90@mail.ru](mailto:alisher_lion90@mail.ru)*

### OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF SOIL MOVING PLATE

*Husniddin T. Kirgizov*

*Cand. tech. Sciences, Engineering building institute of Namangan,  
Uzbekistan, Namangan*

#### АННОТАЦИЯ

В статье приведены оптимизации параметров почвосдвигающей пластинки и определены рациональные значения рабочих органов.

#### ABSTRACT

The article presents the optimization of the parameters of the soil-shifting plate and determines the rational value of the working bodies.

**Ключевые слова:** рабочих орган, плоскорежущей лапы, высота почвосдвигающей пластинки, длина почвосдвигающей пластинки, крошения почвы, обрабатываемой полосы.

**Keywords:** working body, flat-cutting paws, height of the soil-shifting plate, the length of the soil-shifting plate, crumbling of the soil, the cultivated strip.

С учетом сложности процесса взаимодействия рабочих органов с почвой, в котором участвует и взаимодействует многие факторы, при определении оптимальных параметров рабочих органов для полосной обработки почвы был поставлен многофакторный эксперимент. Для описания рассматриваемого процесса предполагалось, что изучаемый процесс является непрерывной функцией аргументов и может быть с достаточной точностью представлен полиномом второго порядка.

Априорный анализ, результаты теоретических исследований и предварительных опытов показали, что наиболее существенное влияние на качество крошения почвы, степень очищения почвы от растительных остатков и тяговое сопротивление плоскорежущей лапы оказывают следующие параметры:  $H$  –

высота почвосдвигающей пластинки,  $L$  – длина почвосдвигающей пластинки,  $V$  – поступательная скорость. Уровни и интервалы варьирования этих параметров приведены в таблице 1.

При выборе интервалов варьирования каждого отдельного фактора стремились к тому, чтобы оптимальная точка находилась в интервале варьирования. Кроме того, все факторы были бы совместимы, т.е. была бы возможность реализации всех вариантов матрицы.

Исходя из вышеизложенных условий назначались интервалы варьирования каждого фактора. Для уменьшения влияния внешних неконтролируемых факторов последовательность проведения экспериментов рандомизирована с помощью таблицы случайных чисел.

*Таблица 1.*

**Уровни факторов и интервалы их варьирования**

Обозначение		Наименование факторов	Уровни варьирования			Интервал варьирования
Кодир.	Натур.		- 1	0	+ 1	
$X_1$	$H$	Высота почвосдвигающей пластинки, мм	40	50	60	10
$X_2$	$L$	Длина почвосдвигающей пластинки, мм	250	280	310	30
$X_3$	$V$	Поступательная скорость, м/с	1,0	1,5	2,0	0,5

В качестве функции отклика были выбраны степень крошения почвы, степень очищения обрабатываемой полосы от стерни и корней, а также тяговое сопротивление плоскорезущей лапы.

Полученные результаты экспериментов обработаны на ПК IBM по программе, предназначенной для обработки данных экспериментов по плану  $V_3$  с повторением.

После обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии:

- по качеству крошения почвы, %

$$y = 75,0889 + 1,0770 X_1 + 7,3633 X_3 - 2,0977 X_1^2 - 1,0408 X_1 X_3 + 1,2525 X_2 X_3 + 1,7373 X_3^2 \quad (1.1)$$

- по степени очищения обрабатываемой полосы от стерни и корней, %

$$y = 85,24 + 1,4310 X_1 + 2,5013 X_2 + 4,2710 X_3 + 2,9253 X_3^2 - 2,0379 X_2 X_3 \quad (1.2)$$

- по тяговому сопротивлению плоскорезущей лапы, (Н)

$$y = 255,884 + 8,3167 X_1 + 15,79 X_2 + 66,036 X_3 + 6,6998 X_3^2 \quad (1.3)$$

Проверка гипотезы об адекватности модели и функции отклика производилась с помощью критерия Фишера. Для степени крошения, очищения обрабатываемой полосы от стерни и корней, а также тягового сопротивления плоскорезущей лапы расчетное значение критерия Фишера составили соответственно 2,2048; 2,24161; 2,21148, а табличное 2,36;

2,29; 2,24. Значит расчетное значение коэффициента меньше табличного. Следовательно, гипотеза об адекватности регрессионных моделей и функций отклика не противоречат полученным экспериментальным данным.

Адекватность полученных уравнений регрессии (1.1), (1.2), (1.3) позволяет провести анализ влияния на функцию откликов исследуемых факторов.

Из уравнений (1.1), (1.2), (1.3) видно, что все факторы, включенные в план эксперимента оказывают существенное влияние на качество крошения почвы, степени обрабатываемой полосы и тяговое сопротивление плоскорезущей лапы.

С уменьшением высоты ( $X_1$ ) и длины ( $X_2$ ) почвосдвигающей пластинки крошение почвы несколько ухудшается, а с увеличением скорости движения ( $X_3$ ) улучшается.

Анализ уравнений (1.2) показывает, что с увеличением высоты ( $X_1$ ) и длины ( $X_2$ ) почвосдвигающей пластинки и скорости движения ( $X_3$ ) агрегата степень очищения обрабатываемой полосы от растительных остатков увеличивается.

Из уравнения (1.3) видно, что высота ( $X_1$ ) и длина ( $X_2$ ) почвосдвигающей пластинки и скорости движения агрегата ( $X_3$ ) существенно влияют на тяговое сопротивление плоскорезущей лапы. Их увеличение вызывает повышение ее тягового сопротивления.

Решая уравнение (1.1), (1.2), (1.3) на ПК IBM методом «штрафных функций» получены следующие рациональные значения параметров (таблица 1.2), при которых обеспечивается требуемая степень крошения почвы (не менее 80 %) и степень очищения обрабатываемой полосы от стерни и корней (не менее 90 %) при минимальном тяговом сопротивлении.

Полученные данные приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Рациональные значения параметров

Параметры	Обозначение	Значения параметров		
		Кодированные	Натуральные	Округленные
H, мм	$X_1$	0,2989	53,0	55
L, мм	$X_2$	0,6269	289,9	300
V, м/с	$X_3$	0,5439	1,77	1,8

Таким образом рациональными параметрами рабочих органов являются: H = 55 мм, L = 300 мм, V = 1,8 м/с. При таких параметрах рабочих органов степень крошения почвы составляет 80, 0 %, степень

очищения обрабатываемой полосы от стерни и корней 90,01 %, а тяговое сопротивление 306,16 Н.

#### Список литературы:

1. Аугамбаев М., Иванов А.З., Терехов Ю.И. Основы планирования научно-исследовательского эксперимента. – Ташкент.: Укитувчи, 1993. -335 с.
2. Мельников С.В., Алешкин В.Р., Рощин П.М. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. –Л.: Колос, 1980. -166 с.
3. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Граноский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. –М.: Наука, 1976. -278 с.
4. Насритдинов А.А., Киргизов Х.Т. Агрегат для полосной обработки почвы// Современные научные исследования и инновации. -2015. -№12. Москва. –С. 61-69.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБНОСТИ АКТИВНЫХ КУЛЬТУР МИКРООРГАНИЗМОВ УСВАИВАТЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НЕФТЯНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

*Хамроев Обид Жонибаевич*

*канд. техн. наук, доцент, кафедра Механизация сельского хозяйства,  
Каршинский инженерно-экономический институт,  
Республика Узбекистан, г. Карши*

## INVESTIGATION OF THE ABILITY OF ACTIVE CULTURAL MICROORGANISMS TO ABSORB OIL ORIGIN

*Obid Zh. Khamroev*

*Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Agricultural Mechanization,  
Karshi Engineering and Economic Institute,  
Republic of Uzbekistan, Karshi*

### АННОТАЦИЯ

В статье предложена экспериментальная установка, имитирующая резервуар для хранения нефтепродуктов в условиях сельского хозяйства, где проведены исследования при периодическом культивировании микроорганизмов, проверены на активность роста и степень утилизации углеводородсодержащих соединений нескольких штаммов микроорганизмов. Представлены результаты исследований по определению зависимости потребления субстрата и роста биомассы от продолжительности процесса.

### ABSTRACT

The article proposes an experimental setup that provides the accumulation of petroleum products in agriculture, where studies are carried out with the periodic growth of microorganisms, checking the activity and degree of use of hydrocarbon-containing compounds of several strains of microorganisms. The results of studies to determine the dependence of substrate and biomass consumption on the duration of the process are presented.

**Ключевые слова:** микроорганизмы, культуральная среда, активность, биомасса, степень утилизации, субстрат, экспериментальная установка.

**Keywords:** Microorganisms, culture medium, activity, biomass, degree of utilization, substrate, experimental setup.

**Введение.** Данные об указанной способности микроорганизмов обычно получают на небольших лабораторных установках. Это позволяет выбрать активный штамм микроорганизма, изучить его физиологические свойства и применить в дальнейшем в опытных условиях на отработанных для него режимах ферментации, которые являются оптимальными для данного микроорганизма.

**Актуальность.** Известные способы очистки технических объектов от остатков нефтепродуктов с применением существующих средств довольно энергоемки и недостаточно совершенны. Кроме того, отработанные моющие растворы плохо регенерируются и медленно окисляются в биосфере, а вывоз их на свалку (или слив в водоемы) приносит огромный вред окружающей среде. Поэтому поиск новых способов очистки является весьма актуальной задачей.

**Цель и задачи.** Целью данной работы является обосновать возможность биологической очистки технических объектов от загрязнений нефтяного происхождения.

Задача работы является определить способность ранее выбранных активных микроорганизмов усваивать остатки нефтепродуктов на экспериментальной установке.

**Материалы и методы.** Исходя из этих соображений, нами была изготовлена экспериментальная установка по типу резервуара для хранения нефтепродуктов. Основной частью установки является резервуар, который представляет собой горизонтальный цилиндр емкостью 10 литров, изготовленный из органического стекла. В резервуар смонтированы следующие узлы: барботер (система подачи воздуха); теплообменник, сообщен силиконовыми шлангами с термостатом и служит для поддержания определенной температуры; электроды для измерения pH среды; термометр сопротивления; насос-дозатор для подачи в резервуар титрующей жидкости; вентиль для отбора проб.

Засевной материал получали в колбах на минеральной среде по прописью № 9 (ВНИИсинтезбелок, Россия).

В качестве источника углерода использовали остатки дизельного топлива в концентрации 5 % объема, исходный состав которых предварительно был исследован ( см. ниже).

Испытания проводили при температуре, оптимальной для каждого вида микроорганизма, pH среды для дрожжей составлял 4,5...5,0, а для бактерий- 6, 8...7,0. Опыты проводили с добавлением поверхностно – активного вещества (ПАВ) технического сульфосурида в концентрации 0,05 % и без него.

В качестве источника азота использовали 20 % -ный водный раствор аммония сернокислого (4мл на литр культуральной среды) и подаваемый на подпитровку 6%-ный водный раствор аммиака. Источниками фосфора и других биогенных элементов являлся набор концентрированных солей по прописи № 8 (ВНИИсинтезбелок, Россия), в количестве 20 мл на литр культуральной среды.

При исследованиях рабочий объем резервуара установки составлял пять литров.

Известно, что остатки нефтепродуктов при хранении осаждаются на внутренних стенках резервуаров, особенно придонной их части. С целью определения пригодности биопрепаратов (микроорганизмов) для удаления остатков загрязнений с поверхности объектов использовали образцы из стали в форме усеченного цилиндра. Наружный диаметр образца соответствует внутреннему диаметру резервуара установки. Затем на подготовленные образцы (на внутренней части) наносили слой осадка нефтепродуктов и ставили их в резервуар установки.

**Обсуждение, результаты, выводы.** Известно, что в процессе биологической очистки микроорганизмы для своего роста используют углеводороды из состава нефтяных загрязнений.

Рост микроорганизмов на нефтяных загрязнениях зависит от группового углеводородного состава загрязнений. Поэтому было необходимо определить групповой углеводородный состав исследуемых загрязнений. В соответствии с принятой методикой состав образцов определяли хроматографическим методом. Результаты количественного определения углеводородов показывают, что в исследуемых загрязнениях содержатся углеводороды с длиной цепи от  $C_8$  до  $C_{27}$ . Последние содержат в среднем 68,7 % n-алканов, 29,2 % изоалканов и сравнительно небольшое количество ароматических углеводородов.

Таким образом, анализ состава исследуемых образцов позволяет прийти к выводу о целесообразности применения биологического способа при очистке технических объектов от остатков нефтепродуктов. Микроорганизмы, окисляющие широкий спектр n-алканов ( $C_8...C_{33}$ ) и другие классы соединений как например, изосоединения и ароматические углеводороды, наиболее перспективны для биологической очистки различных объектов от нефтепродуктов.

Полученные результаты позволили применить модульные (стандартные) углеводороды аналогичного состава для изучения способности микроорганизмов утилизировать нефтепродукты.

При исследовании влияния температуры на рост выбранных культур установили, что имеется микроорганизмы, способные расти на средах с нефтепродуктами в широком диапазоне температур (26...42<sup>0</sup> С), откуда следует, что биологическую очистку объектов можно произвести в регионах с различными климатическими условиями.

Ранее [1], нами было выбрано активные культуры нефтеокисляющие микроорганизмов. Нефтеокисляющая способность некоторых активных культур была проверена на экспериментальной установке, имитирующей резервуар для хранения нефтепродуктов на нефтекомплексах агропромышленного комплекса.

Установка позволила сократить время очистки (по сравнению с результатами, полученными в колбах) с 48 часов до 24...27 часов. Это объясняется тем, что интенсивность аэрации культуральной жидкости на экспериментальной установке значительно выше, чем в экспериментальных колбах. В результате исследования установлено, что оптимальное количество воздуха, подаваемого в резервуар установки, равно 3 л/л мин (3-м литрам на литр загрязнений в минуту); количество подаваемого воздуха ниже оптимального приводит к снижению активности культур, а больше-нецелесообразно, потому что воздух, не успевая растворяться в культуральной жидкости, уходит в атмосферу.

Приведены также исследования по определению степени утилизации углеводородов после культивирования выбранных культур на экспериментальной установке. Опыты проведены с поверхностно-активным веществом (технический сульфосурид) в концентрации 0,05 % и без него. Результаты исследований приведены в таблице.

Таблица 1.

**Утилизация углеводородов микроорганизмами на экспериментальной установке (исходное сырьё - дизельное топливо; концентрация углеводородов - 38,8 г/л)**

№	Обозначение штаммов	Утилизировано, в %	
		n - алканы	ароматические углеводороды
1	ВСБ-638	85,5	86,4
2	ВСБ-638 + 0,05 % ПАВ	91,7	91,9
3	ВСБ- 935	95,6	93,7
4	ВСБ – 935+ 0,05 % ПАВ	97,7	92,1
5	ВСБ -160	91,4	90,05
6	ВСБ -160 + 0,05 % ПАВ	91,4	84,7

Из табл. следует, что с добавлением ПАВ в культуральную среду степень утилизации углеводов несколько увеличивается у штамма ВСБ-638 на 6,2 %, у штамма ВСБ-935 – на 2,1 %, а у штамма ВСБ-160 не изменяется. Это объясняется тем, что при интенсивной аэрации культуральной жидкости диспергирующая способность ПАВ незначительна, откуда следует, что процесс очистки может осуществляться без добавки ПАВ.

Необходимо отметить, что во всех опытах удалось слить культуральную жидкость без нефтяной эмульсии. На поверхности металлических образцов

не было следов нефтепродуктов, если не считать незначительную часть биомассы, которая легко удаляется струей воды.

Из полученные микрофотографии клеток дрожжей рода *Candida tropicalis* ВСБ-935 в первые часы и в конце процесса ферментации (увеличение  $1 \times 1350$  в световом микроскопе МБИ-15) было видно, что частицы дизельного топлива полностью окислены микроорганизмами.

Результаты исследований по определению зависимости потребления субстрата и роста биомассы от продолжительности процесса представлены на рис. 1 (при воздействии штамма ВСБ-935).

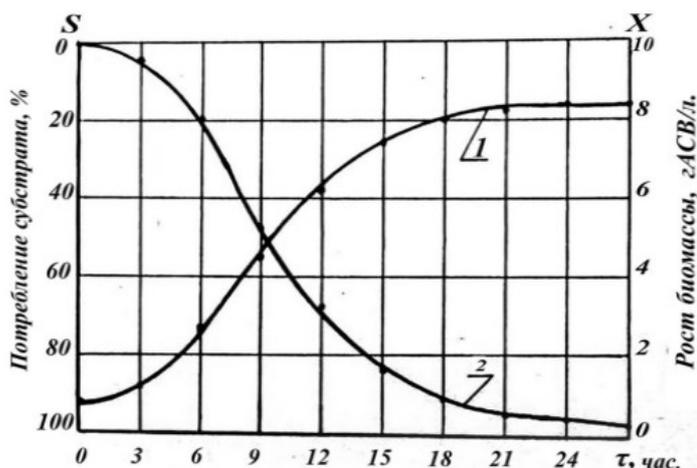


Рисунок 1. Кривые роста биомассы (1) штамма ВСБ -935 и потребления субстрата (2) во времени (дизельное топливо 10 г/л)

Рост культуры микроорганизмов во времени подчиняется определенной закономерности, которую обычно устанавливают следующим образом: в питательную среду вносят некоторое количество культуры микроорганизмов и через равные интервалы времени определяют рост клеток. В течение опыта питательные вещества в среду не добавляют и про-

дукты обмена клеток не удаляют [2,3]. На рис. 2 представлена классическая кривая роста периодической культуры.

Кривая 1 описывает рост культуры во времени и состоит из нескольких участков (фаз развития).

Кривая 2 характеризует процесс потребления клетками субстрат S.

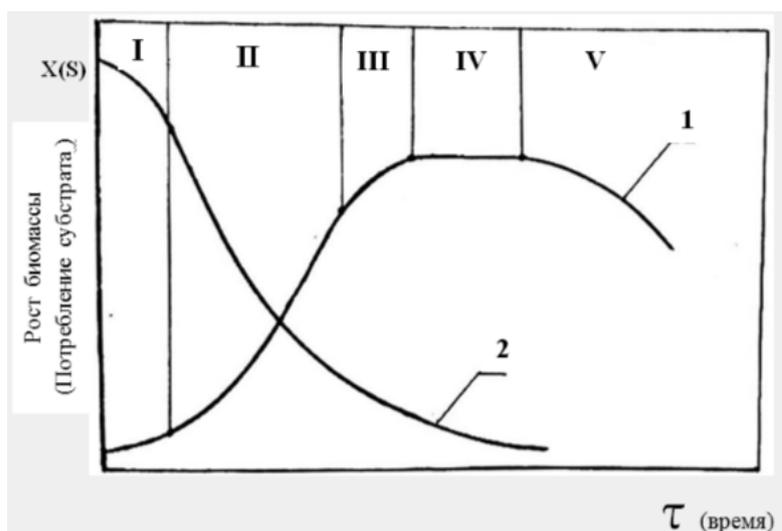


Рисунок 2. Кривые роста периодической культуры:  
 1 - рост культуры во времени; 2 – кривая потребления субстрата.  
 I- начальная или лаг- фаза; II-фаза логарифмического роста; III - фаза замедления роста;  
 IV- стационарная фаза роста; V- фаза отмирания клетки.

Сопоставление рис. 1 и рис. 2 показывает, что экспериментальные данные вполне удовлетворительно согласуются с результатами теоретических исследований.

Таким образом, полученные результаты исследований служат основой создания технологии биологической очистки технических объектов от нефтяных загрязнений.

**Список литературы:**

1. Хамроев О. Ж. Исследования способности микроорганизмов диспергировать нефтепродукты // Наука, техника и образование, 2020. № 4(68).
2. Чурбанова И. Н. Микробиология. – М. : Высшая школа, 1987. -239 с. , ил.
3. Шлегель Г. Общая микробиология: Пер. с нем.– М.: Мир, 1987. – 567 с., ил.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ЛОПАСТИ БОТВОПРИЖИМНОГО БИТЕРА КАРТОФЕЛЕУБОРОЧНЫХ МАШИН

**Пайзиев Гайбулла Кадирович**

канд. техн.наук, Наманганский инженерно-строительный институт,  
Узбекистан, г. Наманган  
E-mail: [alisher\\_lion90@mail.ru](mailto:alisher_lion90@mail.ru)

**Файзиев Шукурулло Гайбулла угли**

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

**Кидиров Адхам Рустамович**

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

## DETERMINATION OF THICKNESS OF THE BLADES OF THE TOWEL-PRESSURE BITER FOR POTATO CLEANERS

**Gaybulla Payziev**

Cand. Technical Science, Inginering building institute of Namangan,  
Uzbekistan, Namangan

**Shukurullo Fayziev**

teacher, Inginering building institute of Namangan,  
Uzbekistan, Namangan

**Adham Kidirov**

teacher, Inginering building institute of Namangan,  
Uzbekistan, Namangan

### АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается вопрос определения толщины лопасти бitera при взаимодействии с прутками ботвоудаляющего транспортера и заключение о целесообразности применения нового рабочего органа для отделения клубней картофеля от ботвы.

### ABSTRACT

The article considers the issue of determining the thickness of the beater blade when interacting with the rods of the topper-removing conveyor and the conclusion on the advisability of using a new working body to separate potato tubers from the tops.

**Ключевые слова:** лопасть, консольная балка, ботвоудаляющий транспортер, прутки, гибкость.

**Keywords:** blade, cantilever beam, haulm conveyor, rods, flexibility.

Рассмотрим лопасть как консольную балку (рис.1), один конец которой жестко закреплен, а на свободный конец приложена сила прижатия  $N$  и сила трения  $F$  [4]. Результирующая этих сил равна

$$P = \sqrt{N^2 + F^2} = N\sqrt{1 + f^2}.$$

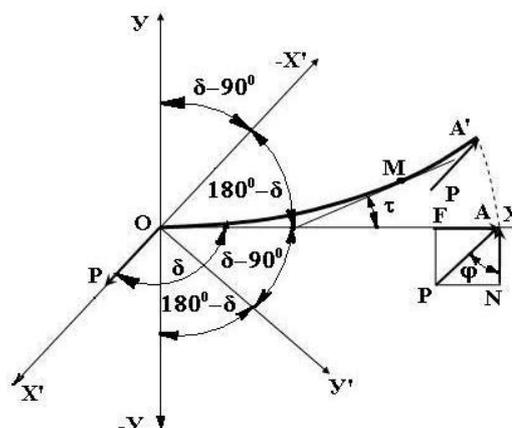


Рисунок 1. Расчетная схема изгиба лопасти

Дифференциальное уравнение изогнутой оси лопасти имеет следующий вид [3].

$$l_n^2 d^2 \varepsilon / ds^2 = -\beta^2 \sin \varepsilon, \quad (1)$$

где  $l_n$  – полная длина осевой линии лопасти битера, м;

$s$  – длина дуги упругой линии в точке М, отсчитанная от  $O$ , м,

$$\beta = l_n \sqrt{P / H}, \quad (2)$$

$$\varepsilon = \tau + \delta, \quad (3)$$

где  $H=EI$ -изгибная жесткость поперечного сечения лопасти,  $\text{Нм}^2$ ;

$E$  – модуль упругости материала лопасти, Па;

$I$  – момент инерции поперечного сечения лопасти,  $\text{м}^4$ ;

$\tau$  – угол наклона касательной, проведенной к изогнутой оси

в точке  $T$  к оси  $X$ ;

$\delta$  – угол наклона силы  $P$  к оси  $X$ .

В уравнении (1) величины  $l_n$ ,  $\beta$  и  $\delta$  являются постоянными и известными.

Для решения уравнения (1), примем

$$d\varepsilon / ds = z. \quad (4)$$

С учетом этого уравнения (1) будет иметь следующий вид.

$$l_n^2 dz / ds = -\beta^2 \sin \varepsilon. \quad (5)$$

Перейдя к половинному аргументу и умножив обе части уравнения (5) на соответствующие части следующего тождества (справедливость его вытекает из (4))

$$z ds = d\varepsilon, \quad (6)$$

получим

$$2l_n^2 z dz = -4\beta^2 \sin(\varepsilon / 2) \cos(\varepsilon / 2) d\varepsilon. \quad (7)$$

Интегрируя это уравнение, получим

$$(l_n z)^2 = -4\beta^2 \sin(\varepsilon / 2) + C, \quad (8)$$

где  $C$  – произвольная постоянная.

Определив  $C=4\beta^2 D$  и приняв во внимание уравнение (8), получим

$$(l_n d\varepsilon / ds)^2 = 4\beta^2 \left( D - \sin^2 \frac{\varepsilon}{2} \right), \quad (9)$$

Из условия действительности величины  $d\varepsilon/ds$  из уравнения (9) следует, что

$$D \geq \sin^2 \frac{\varepsilon}{2} \quad (10)$$

Здесь возможно следующие два случая

$$1 \geq D \geq \sin^2 \frac{\varepsilon}{2} \quad (11)$$

и

$$1 \leq D \leq \infty. \quad (12)$$

Решение уравнения (9) в каждом из этих случаев будут различны и при рассмотрении конкретной задачи заранее определится, к какому случаю она относится. Рассматриваемая нами задача относится к первому случаю [5] и для решения уравнения (10) с учетом условия (11) можем ввести следующие обозначения

$$D = \kappa^2 \quad (13)$$

и

$$\sin^2 \frac{\varepsilon}{2} = \kappa^2 \sin^2 \psi, \quad (14)$$

где  $\kappa = const$

$\psi$  – новая искомая переменная, вместо угла  $\varepsilon$ .

$$0 \leq \kappa \leq 1; \quad 0 \leq \psi \leq \frac{\pi}{2}. \quad (15)$$

С учетом (13) и (14) уравнение (9) принимает следующий вид

$$l_n \frac{d\varepsilon}{ds} = 2\beta \kappa \cos \psi. \quad (16)$$

Продифференцировав уравнения (14) по  $S$  и решая его относительно  $\frac{d\varepsilon}{ds}$ , получим [5].

$$\frac{d\varepsilon}{ds} = \frac{2\kappa^2 \sin \psi \cos \psi}{\sin \frac{\varepsilon}{2} \cdot \cos \frac{\varepsilon}{2}} \cdot \frac{d\psi}{ds}. \quad (17)$$

Подставляя это значения  $d\varepsilon/ds$  в (16) и принимая во внимание (14), имеем

$$l_n \frac{d\psi}{ds} = \beta \sqrt{1 - \kappa^2 \sin^2 \psi} \quad (18)$$

Интегрирование этого уравнения от начальной точки  $0 (s = 0; \psi = \psi_0)$  до произвольной точки  $M (s, \psi)$ , даёт

$$S = \frac{l_n}{\beta} [F(\psi) - F(\psi_0)], \quad (19)$$

где  $F(\psi)$  и  $F(\psi_0)$  – эллиптические интегралы первого рода

$$F(\psi) = \int_0^\psi \frac{d\psi}{\sqrt{1 - \kappa^2 \sin^2 \psi}}; \quad (20)$$

$$F(\psi_0) = \int_0^{\psi_0} \frac{d\psi}{\sqrt{1 - \kappa^2 \sin^2 \psi}}. \quad (21)$$

Здесь постоянная  $\kappa$  называется модулем, а переменная  $\psi$  – амплитудой эллиптического интеграла.

Для конца лопасти  $S = l_n$  и  $\psi = \psi_L$ . Подставляя эти значения  $S$  и  $\psi$  в (19), получим

$$\beta = F(\psi_L) - F(\psi_0). \quad (22)$$

Далее находим уравнение изогнутой оси лопасти в системе координат  $XOY$ . Для этого введем дополнительную систему координат  $X'OY'$ , ориентированную по направлению силы  $P$ , приложенной в начальной точке  $O$  (рис. 1). Из схемы, приведенный на рис. 1, имеем

$$dX' = -ds \cos(180^\circ - \varepsilon) = ds \cos \varepsilon = ds \left( 2 \cos^2 \left( \frac{\varepsilon}{2} \right) - 1 \right); \quad (23)$$

$$dY' = ds \cos(\varepsilon - 90^\circ) = ds \sin \varepsilon = 2 ds \sin \left( \frac{\varepsilon}{2} \right) \cdot \cos \left( \frac{\varepsilon}{2} \right). \quad (24)$$

С учетом (15) и (18) эти уравнения перепишем в следующем виде

$$\frac{dX'}{l_n} = \frac{2}{\beta} \sqrt{1 - \kappa^2 \sin^2 \psi} d\psi - \frac{ds}{l_n} \quad (25)$$

и

$$\frac{dY'}{l_n} = \frac{2}{\beta} \kappa \sin \psi d\psi. \quad (26)$$

Интегрирование этих уравнений дает

$$X' = \frac{2l_n}{\beta} [E(\psi) - E(\psi_0)] - S \quad (27)$$

и

$$Y' = \frac{2kl}{\beta} (\cos \psi_0 - \cos \psi), \quad (28)$$

где  $E(\psi)$  и  $E(\psi_0)$  – эллиптические интегралы второго рода;

$$E(\psi) = \int_0^\psi \sqrt{1 - \kappa^2 \sin^2 \psi} d\psi \quad (29)$$

и

$$E(\psi_0) = \int_0^{\psi_0} \sqrt{1 - \kappa^2 \sin^2 \psi} d\psi. \quad (30)$$

Теперь перехожу от дополнительной системы координат к первоначальной системы координат  $XOY$ .

$$X = X' \cos \delta + Y' \sin \delta \quad (31)$$

$$Y = Y' \cos \delta - X' \sin \delta \quad (32)$$

Подставляя в (31) и (32) выше найденные значения  $X'$  и  $Y'$ , получим

$$X = \left\{ \frac{2l}{\beta} [E(\psi) - E(\psi_0)] - S \right\} \cos \delta + \quad (33)$$

$$+ \frac{2l}{\beta} \kappa (\cos \psi_0 - \cos \psi) \sin \delta$$

$$Y = \frac{2l_n}{\beta} \kappa (\cos \psi_0 - \cos \psi) \cdot \cos \delta - \quad (34)$$

$$- \left\{ \frac{2l_n}{\beta} [E(\psi) - E(\psi_0)] - S \right\} \sin \delta$$

Для концевой точки лопасти эти уравнения будут иметь вид

$$X_L = \left\{ \frac{2l_n}{\beta} [E(\psi_L) - E(\psi_0)] - l_n \right\} \cos \delta + \quad (35)$$

$$+ \frac{2l_n}{\beta} \kappa (\cos \psi_0 - \cos \psi_L) \sin \delta;$$

$$Y_L = \frac{2l_n}{\beta} \kappa (\cos \psi_0 - \cos \psi_L) \cdot \cos \delta - \quad (36)$$

$$- \left\{ \frac{2l_n}{\beta} [E(\psi_L) - E(\psi_0)] - l_n \right\} \sin \delta$$

По этим формулам мы можем определить координаты концевой точки лопасти, если известны эллиптические параметры  $\kappa$ ,  $\psi_0$  и  $\psi_L$ .

Для определения  $\kappa$ ,  $\psi_0$  и  $\psi_L$  воспользуемся следующими данными.

1. Для начальной точки  $O$   $\psi = \psi_0$  и  $\tau = 0$ , а следовательно согласно (3) и (15)

$$\kappa \sin \psi_0 = \sin \frac{\delta}{2}. \quad (37)$$

2. Учитывая, что

$$\frac{d\varepsilon}{ds} = \frac{d\tau}{ds} = \frac{M}{EJ} \quad (38)$$

по (37), получим

$$\kappa \cos \psi = \frac{l_n}{2\beta} \cdot \frac{M}{EJ}, \quad (39)$$

где  $M$  – изгибающей момент в рассматриваемом сечении лопасти.

Для концевой точки лопасти  $M = 0$ , а следовательно

$$\kappa \cos \psi_L = 0 \quad (40)$$

Откуда

$$\psi_L = \frac{\pi}{2} \quad (41)$$

3. Третьим уравнением для определения эллиптических параметров является выражение (28), которое с учетом (41) имеет вид

$$F(\kappa) - F(\psi_0) = \beta,$$

где  $F(\kappa) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\psi}{\sqrt{1 - \kappa^2 \sin^2 \psi}}$  - полный эллиптический интеграл первого рода.

Таким образом мы получили следующие три уравнения для определения значений эллиптических параметров  $\kappa$ ,  $\psi_0$  и  $\psi_L$

$$\kappa \sin \psi_0 = \sin \frac{\delta}{2}; \tag{42}$$

$$\psi_L = \frac{\pi}{2}; \tag{43}$$

$$F(\kappa) - F(\psi_0) = \beta. \tag{44}$$

Одно из искомым неизвестных  $\psi_L$  определяется из (43), два других неизвестных  $\kappa$  и  $\psi_0$  из (42) и (44) путем подбора. Для этого по таблицам эллиптических интегралов [1] находится значение  $\kappa$ ,  $F(\kappa)$  и  $F(\psi_0)$  в зависимости от угла  $\alpha$  (где угол  $\alpha$  связан с  $\kappa = \sin \alpha$ ).

Придавая  $\alpha$  некоторые значения, находим соответствующие ему углы  $\psi_0$  согласно выражению

$$\sin \alpha \cdot \sin \psi_0 = \sin \frac{\delta}{2}, \tag{45}$$

откуда

$$\psi_0 = \arcsin \left( \frac{\sin \frac{\delta}{2}}{\sin \alpha} \right). \tag{46}$$

По выбранным углам  $\alpha$  и  $\psi_0$  из таблицы эллиптических интегралов [1] находим значения  $F(\kappa)$  и  $F(\psi_0)$ . Затем изменяя угол  $\alpha$ , а следовательно и  $\psi_0$ , добиваемся того, чтобы разность  $F(\kappa)$  и  $F(\psi_0)$  была равна  $\beta$ .

Подставляя найденные значения  $\kappa$  и  $\psi_0$  в (36) и (37) определяем координаты  $X_L$  и  $Y_L$  концевой точки лопасти.

Учитывая, что для нашего случая  $\psi_L = \frac{\pi}{2}$  и

$$\delta = \frac{\pi}{2} + \phi_n \text{ (где } \phi_n \text{ - угол трения материала лопасти по}$$

ботве), выражения (37) и (38) будут имеет следующий вид [2].

$$X_L = \left\{ \frac{2l_n}{\beta} [E(\kappa) - E(\psi_0)] - l_n \right\} \cos \left( \frac{\pi}{2} + \frac{\phi_n}{2} \right) + \frac{2l_n}{\beta} \kappa \cos \psi_0 \sin \left( \frac{\pi}{2} + \frac{\phi_n}{2} \right) \tag{47}$$

и

$$Y_L = \frac{2l_n}{\beta} \kappa \cos \psi_0 \cos \left( \frac{\pi}{2} + \frac{\phi_n}{2} \right) - \left\{ \frac{2l_n}{\beta} [E(\kappa) - E(\psi_0)] - l_n \right\} \cdot \sin \left( \frac{\pi}{2} + \frac{\phi_n}{2} \right) \tag{48}$$

где  $E(\kappa) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1 - \kappa^2 \sin^2 \psi} d\psi$  - полный эллиптический интеграл второго рода.

Из анализа зависимостей (45) и (46) следует, что прогиб лопасти битера при взаимодействии с прутками ботвоудаляющего транспортера зависит от ее длины, свойства материала из которого изготовлены лопасти ( $E$  и  $\phi_n$ ), формы и размеров их поперечного сечения, направления и величины возникающих сил [5].

Определим напряжение, возникающее в заделке лопасти [3]

$$\sigma_0 = \omega_0 \beta E h_n / (2l_n), \tag{49}$$

где  $\omega_0 = 2\kappa \cos \psi_0;$  (50)

$h_n$  - толщина лопасти, м;

$E$  - модуль упругости материала лопасти, Па;

С учетом (2) и (50), а также то, что  $H = EJ$  (где  $J$  - момент инерции поперечного сечения лопасти), а  $J = B_n h_n^3 / 12$  выражение (49) будет иметь следующий вид

$$\sigma_0 = \left( 2\kappa \sqrt{3EP} / \sqrt{B_n h_n} \right) \cos \psi_0. \tag{51}$$

Пользуясь этой формулой можно определить толщину лопасти, т.е.

$$h_n \geq 12\kappa^2 EP / \left( B_n [\sigma]^2 \cos^2 \psi \right), \tag{52}$$

где  $[\sigma]$  - допускаемое напряжение, МПа.

Расчеты, проведенные по формуле (52) при  $[\sigma] = 7$  МПа,  $E = 200$  МПа,  $F = 800$  Н,  $\phi_n = 30^\circ$ ,  $B_n = 1$  м,  $\kappa = 0,82$  и  $\psi_0 = 54^\circ$  показали, что толщина лопасти должна быть не менее 9,2 мм.

**Список литературы:**

1. Отаханов Б.С., Пайзиев Г.К., Хожиев Б.Р. Варианты воздействия рабочего органа ротационной машины на почвенные глыбы и комки. М.: «Научная жизнь», 2014. №2 стр. 75-78
2. Петров Г.Д. Картофелеуборочные машины. 2-изд., переработ. и доп. М.: Машиностроение, 1984. -320 с.
3. Попов Е.П. Теория и расчет гибких упругих стержней. М.: Наука, 1986. -294с.
4. Сорокин А.А., Пайзиев Г.К. Ботвоудаляющее устройство картофелеуборочных машин. Фергана. Научно-технический журнал ФерПИ, 2001. №2 стр. 86-88
5. Шипачев В.С. Высшая математика. -М.: Высшая школа. 1990. -479с.

**СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА****СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ  
НА ТАШКЕНТСКОМ ГЕОДИНАМИЧЕСКОМ ПОЛИГОНЕ****Мубораков Хамидхон***канд. техн. наук, доцент, кафедра геодезии и геоинформатики, Национальный университет Узбекистана, Республика Узбекистан, г. Ташкент.***Мирмахмудов Эркин Рахимжанович***канд. физ.-мат. наук, доцент, кафедра геодезии и геоинформатики, Национальный университет Узбекистана, Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [erkin\\_mir@mail.ru](mailto:erkin_mir@mail.ru)***Камилов Батиржан Тайирович***преподаватель, кафедра геодезии и геоинформатики, Национальный университет Узбекистана, Республика Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [kbotirjon@mail.ru](mailto:kbotirjon@mail.ru)***CURRENT STATE OF GEODESIC WORKS AT THE TASHKENT GEODYNAMIC POLYGON****Khamidkhon Muborakov***associate prof., Ph.D., geodesy and geoinformatics department, National University of Uzbekistan, Uzbekistan, Tashkent***Erkin Mirmakhmudov***Associate prof., Ph.D., geodesy and geoinformatics department, National University of Uzbekistan, Uzbekistan, Tashkent***Batirjan Kamilov***Teacher, geodesy and geoinformatics department National University of Uzbekistan, Uzbekistan, Tashkent***АННОТАЦИЯ**

В статье приводится роль геодезических измерений в определении горизонтальных и вертикальными смещений земной коры на Ташкентском геодинамическом полигоне (ТГДП) как классическими методами, так и с помощью навигационных спутниковых систем. Значение скорости движения микроплит Ташкентской области анализируется в данной работе на основе классического нивелирования I класса. Кратко изложены способы обработки спутниковых измерений с использованием стандартного программного обеспечения Trimble Total Control. Отмечается необходимость редукции пунктов геодинамических полигонов (ГДП) к международной геодезической сети IGS и Центрально-Азиатской геодинамической сети (CATS).

**ABSTRACT**

The article describes the role of geodetic measurements in determining the horizontal and vertical displacements of the earth's crust at the Tashkent geodynamic test site both by classical methods and by using navigation satellite systems. The value of the speed of movement of microplates in the Tashkent region is analyzed in this work on the basis of classical leveling of I order. The methods for processing satellite measurements using standard Trimble Total Control software are summarized. The necessity of reducing points of geodynamic polygons (GDS) to the international geodetic network IGS and the Central Asian Geodynamic Network (CATS) is noted.

**Ключевые слова:** ГДП, ГНСС, триангуляция, нивелирование, смещения.**Keywords:** GTS, GNSS, triangulation, leveling, deformation.

**Введение.** С прогрессом современной техники, как лазерная локация ИСЗ, доплеровские измерения

расстояний, радиоинтерферометрические наблюдения внегалактических радиоисточников, точность

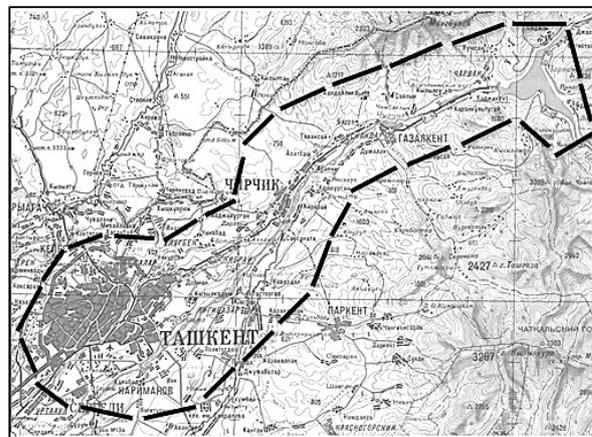
определения положений точек на земной поверхности достигла 1-3см, что можно интерпретировать строение модели геоида и выявить характер деформационных изменений микроплит. Поскольку территория Узбекистана находится на стыке трех глобальных и двух локальных плит, то возникает проблема определения величин подвижек тектонических плит, которые влияют на координаты геодезических пунктов [1]. Если же рассматривать высокоточные гравиметрические измерения аномалии силы тяжести, полученные с помощью современных электронных баллистических гравиметров, то учет этих сдвигов существенно оказывает влияние не только на геоцентрическую и референционную систему координат, но и на топоцентрические координаты пунктов. Однако любая новая технология имеет свои преимущества и недостатки, обусловленные влияниями внешних и внутренних факторов, оказывающие действие на точность определения координат [2]. Влияние их пренебрежимо мало при классических измерениях из-за устойчивости оптических инструментов к любым климатическим условиям. В таких случаях целесообразно использовать традиционные астрономо-геодезические измерения, основанные на высокоточных оптических инструментах.

Оптические методы определения локальных смещений земной поверхности стали использоваться в 1980-1990гг. на основе триангуляции и высокоточного нивелирования. Была разработана специальная инструкция по определению смещений и созданы кафедры, лаборатории, а также сформированы учебные курсы "Современное движение земной коры" в высших учебных заведениях [3]. Традиционные методы наблюдений дают базовую основу для исследования тектоники земной коры, но их слабым местом является невозможность иметь непрерывные данные о ходе процесса, требующее частые повторные измерения, что связано с затратами времени и труда. Это не всегда возможно при ограниченности времени и недостаточности финансирования, в результате можно узнать лишь осредненную картину событий между циклами измерений. Интерпретации сложных явлений на коротком интервале времени можно на основе данных радиотелескопов со сверхдлинной базой (РДСБ), лазерной локации ИСЗ [4].

Наземная лазерная локация ИСЗ внедрена в Узбекистане с 1979г. на территории Китабской международной широтной станции и измерительном комплексе высокогорной Майданакской обсерватории с целью определения параметров вращения Земли и определения глобальных геодинимических смещений [5]. Объектами наблюдений были геодезические спутники ЛАГЕОС-1, ERS-1, SPOT, TOPEX, GPS-35, ГЛОНАСС-65. Вышеперечисленные наземные спутниковые измерительные комплексы являются стационарными и решают не только позиционные задачи, но также и астрофизические проблемы, связанные с крупномасштабными явлениями. Поэтому целесообразно использовать современные мобильные приборы: электронные тахеометры, высокоточные нивелиры, наземные лазерные сканеры и геодезические приемники ГНСС, которые должны быть испытаны

на специальных геодезических полигонах, расположенных в местах тектонических разломов. В [6,7] предложен проект геодинимического полигона Центральной Азии, основанный на IGS станциях и пунктах Центрально-Азиатской геодинимической сети (CATS). Современные ГДП по классу изучения тектонических движений могут быть локального характера [8], предназначенные для определения предвестников сильных землетрясений и обеспечения безопасности эксплуатации крупных промышленных сооружений.

**Наблюдения и измерения.** Ташкентский геодинимический полигон (ТГДП) создан после сильного ташкентского землетрясения 1966 года с целью исследования деформационных изменений [9]. Он охватывает территорию крупных промышленных городов Ташкент, Чирчик, Газалкент и ряд гидросооружений на реке Чирчик, расположенных на стыке горных хребтов, представляющих сложный рельеф, который образовался в результате неогеновых и нижнечетвертичных тектонических явлений (рис.1). Рельеф, на котором расположен полигон, неоднородный и сложный с геологической точки зрения, т.к. посередине протекает река Чирчик, а северная и южная часть граничит горными хребтами, где проходит Картжатауский разлом. Естественно, все эти объекты являются природного происхождения и оказывают влияние на стабильность геодезических пунктов, установленных на ТГДП. Процессы формирования тектонических структур и форм рельефа продолжаются в настоящее время.



*Рисунок 1. Фрагмент топографической карты с границами Ташкентского ГДП*

Для регистрации движения земной коры была построена геодезическая сеть, состоящая условно из трех частей, Ташкентской (12 пунктов), Каржатауской (11 пунктов) и Чарвакской (11 пунктов), совмещенные с действующими пунктами городской триангуляции 2 и 3 классов, установленные в 1954-1958гг. В этой сети 1969 - 1971гг. выполнялись угловые и линейные измерения с помощью оптических геодезических инструментов, результаты которых тщательно обработаны. Поскольку скорость смеще-

ния имеет незначительную величину, то принято решение выполнить повторные измерения в 1974-1975гг. [10,11].

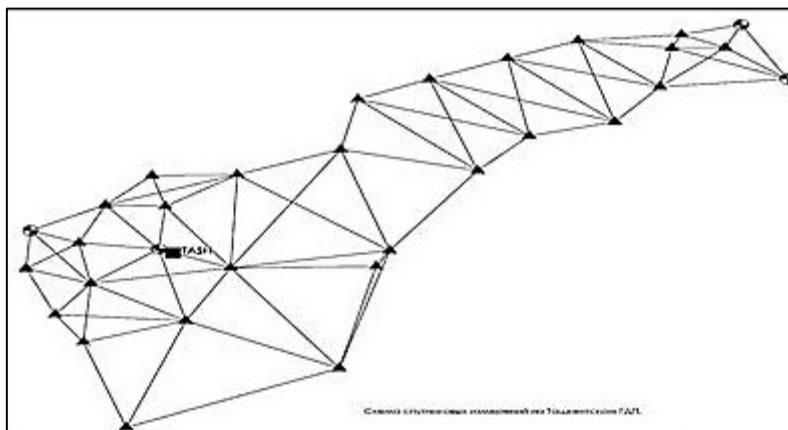


Рисунок 2. Схема геодезической сети ТГДП

В целях изучения высотных изменений было проложено линии нивелирования 1-го класса: Ташкент-Чарвак, протяженностью около 100 км; по периметру Чарвакского водохранилища; Ташкент-сейсмостанция «Сукок»; в районе Каржатауского разлома. По всем этим линиям произведено классическое нивелирование I класса в два цикла (1969-1970, 1971-1972) с привязкой к пунктам государственной геодезической сети. Особую сложность представляли нивелирные линии, которые проходили по холмистой местности, т.к. приходилось закреплять значительное количество промежуточных точек. В последующие годы на полигоне продолжены геодезические исследования земной поверхности. Так, по результатам измерений в 1992-1993 гг. в северо-восточном пригороде Ташкента установлено опускание земной поверхности до 2,3 мм/год, а по 2000-2002 гг. - поднятие до 1,3 мм/год.

По мере внедрения новых технологий в 2008-2010 гг. специалистами Национального центра геодезии и картографии (НЦГК) на 31 пунктах плановых сетей выполнено 6 циклов наблюдений с использованием ГНСС. В процессе измерений были использованы существующие пункты триангуляции 1-4 классов и постоянно действующей GPS станции «TASH», расположенной на территории Астрономического института АН РУз.

Центрирование и нивелирование спутниковых приёмников выполнено с точностью  $\pm 1$  мм. Высота антенны над центрами пунктов измерялась специальными измерительными вехами (рулетками) из комплекта GPS-приёмников до и после завершения каждого сеанса. Синхронное включение обеспечивалось при помощи сотовой связи после расстановки всех приёмников, проверялось количество наблюдаемых спутников и текущее значение DOP. Обработка выполнена с использованием программного обеспечения Trimble Total Control, версия 2.73., как свободная с одним исходным пунктом NCGC. Координаты, принятые за исходные, получены путем осреднения координат пункта NCGC, вычисленных от пункта

TASH в каждом цикле отдельно. Отклонение значений измерений на пунктах СГС-1 вызвано спецификой производства работ на пунктах геодезических полигонов и направлено на повышение точности выполняемых работ. В качестве фиксированного пункта использован пункт NCGC, координаты которого вычислены от пунктов KIT3 (Китаб, Узбекистан), POL2 (Бишкек, Кыргызстан), Nssp (Ереван, Армения), MDVJ (Менделеево, Россия), входящие в глобальную сеть IGS.

**Анализ и выводы.** Анализ результатов вычислений показывает, что дисперсия планового положения находится в пределах допустимой и удовлетворяют требованиям геодезических измерений на пунктах геодезических полигонов. Значение погрешности составляющих вектора получилась  $\pm 1.7$  мм ( $x, y$ ) и  $\pm 5.7$  мм ( $h$ ), а для пунктов сети  $\pm 7.0$  мм и  $\pm 20.3$  мм соответственно. Вычисление горизонтальных смещений между циклами показало, что они совпадают с результатами, полученными по программе CATS в 1992-1998, т.е. скорость изменения достигает около 2-3см в год. Вопрос о достаточной точности спутникового определения высот пунктов требует своей фактической проверки и систематического анализа с привлечением международных программных комплексов. В связи с этим предлагается организовать программу возобновления современных геодезических измерений, а именно, производить ежегодно два цикла ГНСС измерений и вести мониторинг динамики движения земной коры.

**Заключение.** Таким образом, можно сделать вывод о том, что использование ГНСС позволяет с достаточной точностью и оперативностью получить локальные горизонтальные сдвиги микроплит на коротком и длительном интервалах времени, а также обеспечить безопасность эксплуатации крупных промышленных объектов и сооружений на территории полигона. Установление связи между современными вертикальными движениями земной коры и тектоническими движениями прошлых геологических периодов имеет большое научное и практическое значение, так как позволяет не только раскрыть

закономерности изменения земной коры, но и решить многие другие вопросы. Наиболее достоверные результаты изучения динамики движений локальных плит получаются на геодезических геодинимических полигонах. Это означает, что данный вид исследований необходимо продолжить и развивать не только

на ТГДП, но и в наиболее сейсмоопасных районах Республики Узбекистан, применяя все современные методы измерений и используя накопленный опыт работы в области геодинимики. С учетом этого необходимо разработать проект геодезических работ и нормативно-техническую базу ТГДП.

#### Список литературы:

1. Уломов В.И. О роли горизонтальных тектонических движений в сейсмогеодинамике и прогнозе сейсмической опасности // Физика Земли. – 2004. – № 9. – С.14 – 30.
2. Антонович К.М. Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. / К.М. Антонович. – М: Картогеоцентр, 2005.Т.1
3. Панкрушин В.К. Математическое моделирование и идентификация геодинимических систем. – Новосибирск: СГГА, 2002. – 424с.
4. Батраков, Ю.В. Использование ИСЗ для решения задач планетарной геодезии и геодинимики /Ю.В. Батраков/Изучение Земли как планеты методами астрономии, геодезии и геофизики: труды I Орловской конференции. - Киев. 1982. С.195–200.
5. Арсланов Р.А., Мирмахмудов Э.Р., Расулов А.А. О некоторых задачах в области космических исследований Узбекистане. Тезисы докладов. "Космические исследования, технологии и конверсия-II".Ташкент-1997, стр.15-17.
6. Мирмахмудов Э.Р. О необходимости создания ГНСС полигона для республик Центральной Азии // Вестник науки и образования. Москва, 2020. №4 (86). Часть 1. С.108-111.
7. Мирмахмудов Э.Р. Определение геоцентрического смещения координат пунктов Центрально-Азиатской геодинимической сети Узбекистана // Научный журнал. 7 Universum. Москва, 2020. №73.С.26-29.
8. Машимов М. М. Геодинимические исследовательские проекты. Геодинимические исследования. М., 1996, стр. 25-30.
9. Райзман А.П. Исследование Ташкентского землетрясения 1966-1968 гг. геодезическим методом: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Москва, 1970. – 11с.
10. Корешков Н.А., Пискулин В.А., Райзман А.П.. Некоторые результаты геодезических исследований современных движений земной поверхности на геодинимических полигонах Узбекистана // Тезисы докладов VII Всесоюзного совещания по изучению современных движений земной коры. (Львов, 16-21 мая 1977 г.). – Москва, 1968.
11. Корешков Н.А. О состоянии геодезических работ на Ташкентском, Фрунзенском и Душанбинском геодинимических полигонах. Поиски предвестников землетрясений на прогностических полигонах. Издательство «Наука», М., 1974 г.

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СТРУЙНЫХ АЭРАТОРОВ В СООРУЖЕНИЯХ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

**Абдукодирова Малахат Нориджоновна**

доцент кафедры «Экология и управление водными ресурсами»,  
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства,  
Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [marvik78@yandex.ru](mailto:marvik78@yandex.ru)

**Радкевич Мария Викторовна**

д-р техн. наук, доцент, и.о. профессора,  
Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства,  
Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [maria7878@mail.ru](mailto:maria7878@mail.ru)

## OPPORTUNITIES FOR APPLICATION OF JET AERATORS IN BIOLOGICAL CLEANING FACILITIES

**Malakhat Abdukodirova**

Associate Professor of the Department of Ecology and  
Water Resources Management, Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers,  
Uzbekistan, Tashkent

**Maria Radkevich**

Doctor of tech. Sci., Associate Professor, Acting Professor  
of Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers,  
Uzbekistan, Tashkent

### АННОТАЦИЯ

Качество биологической очистки в большой степени зависит от работы систем аэрации. Поиск наиболее экономичного и эффективного варианта приводит к выводу о возможности применения струйных аэраторов. Для обеспечения максимального коэффициента массопереноса и размеров активно аэрируемой зоны следует применять насадки с прямоугольно-овальными отверстиями.

### ABSTRACT

The quality of biological treatment depends to a large extent on the aeration systems operation. The search for the most economical and effective option leads to the conclusion about the possibility of using jet aerators. To ensure the maximum mass transfer coefficient and dimensions of the actively aerated zone, mouthpieces with rectangular-oval holes should be used.

**Ключевые слова:** биологическая очистка стоков, система аэрации, струйная аэрация, насадок.

**Keywords:** biological wastewater treatment, aeration system, jet aeration, mouthpiece.

Для совершенствования технологий биологической очистки наиболее важным вопросом является интенсификация процессов аэрации.

Развитие технологий насыщения жидкостей газами неразрывно связано с разработкой новых конструкций газожидкостных аппаратов. Причиной этого является то, что использование традиционных газожидкостных технологий и их аппаратурного оформления приводит к определенным трудностям.

Применяемые сегодня на очистных сооружениях г. Ташкента пневматические аэраторы нуждаются в наличии дорогостоящих компрессорных станций, обслуживание которых затруднено из-за частого забивания распределительных отверстий элементами активного ила (требуется периодическая полная

остановка сооружений для осуществления регенерации) [1].

Работа аппаратов механического перемешивания требует решения проблем герметизации оборудования в условиях высокой влажности окружающего воздуха. Надежность и ремонтпригодность этих аппаратов понижена благодаря наличию внутренних подвижных элементов и сложного привода [2, 3].

Комбинированные пневмомеханические аппараты занимают промежуточную позицию по эффективности растворения кислорода, отличаются высокой степенью перемешивания, но из-за присутствия в их конструкции недостатков как пневматических, так и механических аппаратов, применение комбинированных систем затруднено [2].

Исследования по повышению технических характеристик аппаратуры для аэрирования жидкостей привели к появлению инжекционных статических устройств, осуществляющих диспергирование газа струями жидкости, создаваемыми насосом. По сравнению с ранее рассмотренными аэраторами, струйные аппараты имеют следующие преимущества: высокая скорость растворения газа в жидкости и малая энергоёмкость, а также простота конструкции, легкость эксплуатации и надежность работы. Благодаря указанным достоинствам струйные аппараты в последнее время все более широко применяются для осуществления эффективного тепло- и массопереноса в различных отраслях промышленности. В частности, они используются в аэротенках, окислительных каналах и других сооружениях биологической очистки стоков; в производстве газированных напитков; медицинской и микробиологической промышленности [4, 5].

Более широкое применение устройств струйного типа ограничивается несовершенством конструкции и отсутствием научно обоснованных методик расчета их главных гидродинамических и массообменных характеристик. Поэтому сохраняется актуальность теоретических и экспериментальных исследований процессов аэрации в этих аппаратах [5, 6, 7].

Механизм насыщения жидкости газом в таких аппаратах основан на инжектировании падающей струей жидкости, вытекающей из насадки (рисунок 1). Поверхность струи жидкости после выхода из насадки, двигаясь в газовой среде, становится негладкой, "шероховатой". Во впадины "шероховатостей" проникает газ и увлекается в спутное движение струей. Захваченный газ диспергируется в виде мелких пузырей, образуя газожидкостную смесь с развитой межфазной поверхностью.

Анализ проведенных ранее исследований показывает, что струйные аппараты такого типа практически не уступают пневматическим, механическим и пневмомеханическим системам по скорости растворения кислорода в жидкости. К положительным характеристикам этих аппаратов можно отнести исключение из схемы производства газонагнетательных машин, достаточно развитую

межфазную поверхность системы газ-жидкость, высокую эксплуатационную надежность, поскольку аппарат не имеет подвижных элементов, малое потребление энергии. Это подтверждают данные по эффективности различных типов аэрационных систем, приведенные в таблице 1.

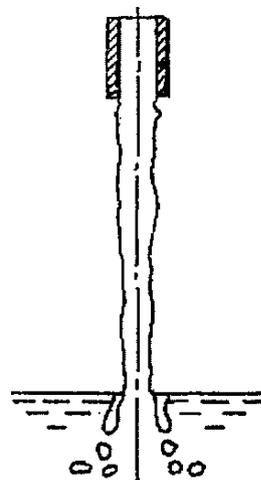


Рисунок 1. Инжектирующая струя

Математическое моделирование процесса струйной аэрации проводится в несколько этапов. Целью моделирования является определение геометрических размеров аэрируемой области и массообменных характеристик струйного процесса в зависимости от исходных данных: скорость, геометрические размеры и конфигурация струи, физико-химические свойства сред и др. Перечислим основные этапы математического описания процесса:

- изучение инжектирующей способности струи жидкости;
- гидродинамические характеристики газожидкостной зоны;
- определение среднего диаметра газовых пузырьков;
- исследование характера межфазной поверхности процесса;
- моделирование массопереноса в системе.

Таблица 1.

**Характеристика аэрационных систем**

Тип аэратора	Эффективность переноса кислорода в жидкость, кг O <sub>2</sub> /(кВт·ч).
Пневматический мелкопузырчатый	0,95 - 1,8
Аэратор типа ПМ с подачей диспергированного воздуха	1,29
Пневматический крупнопузырчатый	0,64 - 0,98
Механический турбинный	1,2-1,38
Механический поверхностный	1,68
Струйный	0,32 - 3,9

Анализ литературных данных показывает, что к сегодняшнему дню не создано достаточно четкого теоретического описания механизма явлений, происходящих при движении турбулизированных жидкостных струй в газовой среде. Всё же было выявлено,

что на расход инжектируемого газа значительно влияют параметры "шероховатостей" на поверхности струи [6, 7].

Возникновение "шероховатостей" и разрывов на поверхности падающих струй можно объяснить тем,

что при течении внутри насадки струя жидкости приобретает определенный профиль скорости, вследствие равенства нулю скорости на границе со стенкой насадки. После выхода струи из насадки в газовую фазу исчезает влияние ограничивающей стенки и профиль скорости перестраивается.

Одним из наиболее важных показателей является массоперенос кислорода, который характеризуется объемным коэффициентом массопереноса  $K_{La}$ . Как этот, так и другие показатели работы струйных аэраторов во многом зависят от формы струй, которые обеспечиваются насадками различной формы. Нами ведутся исследования возможностей применения

струйных аэраторов с различными насадками. В ходе предварительного эксперимента были определены значения объемного коэффициента массопереноса и эффективности переноса кислорода для насадок с круглыми и овально-прямоугольными отверстиями.

Результаты измерений глубины погружения струи  $H_p$ , диаметра факела и скорости истечения  $V$  для отверстий круглой и овально-прямоугольной формы приведены в таблицах 2 и 3.

Скорость определялась по формуле  $V=Q/S$ , (м/с)

Где  $Q$  – задаваемый расход, м<sup>3</sup>/с;  $S$  – площадь сечения струи на выходе из сопла, м<sup>2</sup>.

Таблица 2.

Геометрические размеры области аэрирования при различной скорости истечения струи из круглого отверстия

Скорость, м/с	Глубина области аэрирования $H_p$ , м	Диаметр факела $d_f$ , м
2,64	0,22	0,091
4,2	0,325	0,134
5,14	0,36	0,154
6,39	0,418	0,176

Таблица 3.

Геометрические размеры области аэрирования при различной скорости истечения струи из овально-прямоугольного отверстия

Скорость, м/с	Глубина области аэрирования $H_p$ , м	Диаметр факела $d_f$ , м
1,87	0,28	0,127
3,53	0,36	0,164
4,98	0,455	0,207
6,44	0,58	0,264
7,9	0,6	0,273

По полученным данным построены сравнительные графики (рис. 2 и 3) зависимостей  $H_p$  и  $d_f$  от скорости истечения.



Рисунок 2. График зависимости  $H_p$  от скорости истечения струи

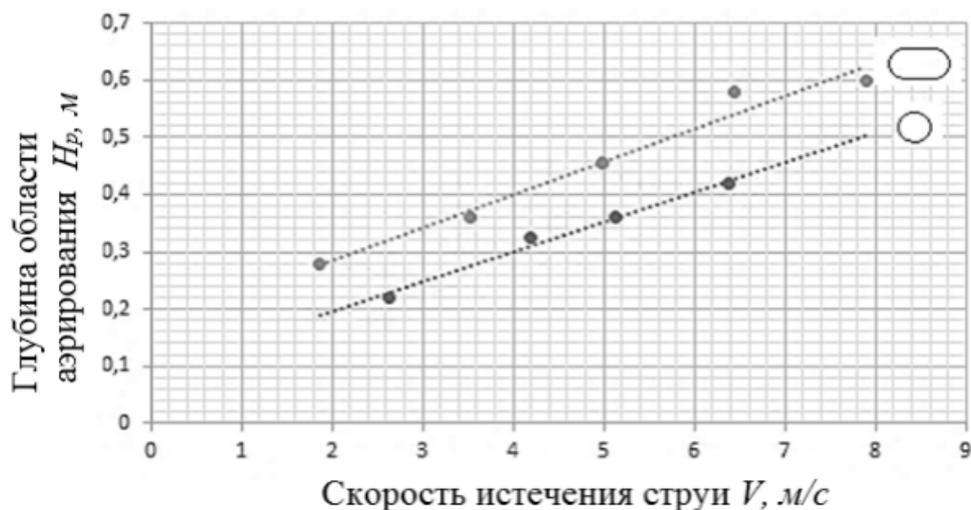


Рисунок 3. График зависимости  $d_f$  от скорости истечения струи

Из графиков видно, что зависимости геометрических размеров области активного аэрирования ( $H_p$  и  $d_f$ ) от скорости истечения струи из сопла (для одиночных отверстий) имеет линейный характер. Область активного аэрирования при использовании овально-прямоугольного отверстия больше, чем при использовании круглого отверстия.

**Заключение.** Для совершенствования процессов естественной и искусственной биологической

очистки сточных вод целесообразно использовать струйные аэраторы, отличающиеся простотой эксплуатации.

Для обеспечения максимального коэффициента массопереноса и размеров активно аэрируемой зоны следует применять насадки с прямоугольно-овальными отверстиями.

#### Список литературы:

1. Абдукодырова М.Н. О возможностях интенсификации биологической очистки стоков в г. Ташкенте // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2018. № 5(50). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/5920> (дата обращения: 1.05.2020).
2. Мешенгиссер Ю. М. Теоретическое обоснование и разработка новых полимерных аэраторов для биологической очистки сточных вод. Автореферат дисс.... д.т.н. Москва, 2005. – 48 с.
3. Tanner W., Reid P.E. Advances in Aeration. El. source. URL: <http://www.reidengineering.com/wp-content/uploads/2012/05/Aeration-Presentation-Reid2013.pdf>
4. Чупраков Е. Г. Интенсификация работы городских очистных сооружений за счет предварительной обработки сточных вод в вихревых гидродинамических устройствах. Автореферат дисс... к.т.н. Пенза, 2005. – 24 с.
5. Яблокова М.А. Аппараты с инжектированием и диспергированием газа турбулентными струями жидкости. Автореф. на соиск. уч. степ. д.т.н. Санкт - Петербург: С - П.ГТИ, 1995. - 40 с
6. Кислов Е.А. Методы расчета гидродинамических и массообменных характеристик газожидкостных аппаратов с закрученными струями. Дисс... к.т.н. Ярославль: ЯГТУ, 2005. – 178 с.
7. Лобов В.Ю. Создание метода расчета и усовершенствование конструкций струйных аппаратов. Дисс... к.т.н. Ярославль: ЯГТУ, 2001. – 178 с.

**ТРАНСПОРТ****ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНЗИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА  
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН****Гуламов Абдулазиз Абдуллаевич**

канд. экон. наук, доцент, проректор по учебной работе,  
Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта,  
Узбекистан, г. Ташкент

**Дадабоева Замина Султонмурод кизи**

магистр 2 курса группы MIQ-28, Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта,  
инженер управление организации и контроля промышленной деятельности, АО «Узбекистон темир йуллари»,  
Узбекистан, г. Ташкент  
E-mail: [zaminasultan@mail.ru](mailto:zaminasultan@mail.ru)

**PROBLEMS OF DEVELOPMENT OF THE RAILWAY TRANSIT POTENTIAL  
OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN****Abdulaziz Gulamov**

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Vice-Rector for Academic Affairs,  
Tashkent Institute of Engineers of Railway Transport,  
Uzbekistan, Tashkent

**Zamina Dadaboyeva**

2-year Master of MIQ-28 Group, Tashkent Institute of Engineers of Railway Transport,  
Engineer of Organization Administration and Industrial Activity Control, JSC "O'zbekiston Temir Yollari"  
Uzbekistan, Tashkent

**АННОТАЦИЯ**

Статья посвящена актуальным на сегодняшний день проблемам развития транзитного потенциала республики. Цель исследования – выработка и реализация мероприятий по развитию международных транспортных коридоров для эффективного использования транспортного потенциала страны. В статье изучены вопросы актуальности формирования новых транзитных коридоров. В результате исследования вычислены основные пути развития транспортного и транзитного потенциала железных дорог и предложены следующие решения: организация новых транспортных коридоров; дальнейшее укрепление существующих транспортных линий; обеспечение международного признания «узбекских» маршрутов и международного сотрудничества в их деятельности; совершенствование тарифной политики, системы платежей и сборов; улучшение транспортной инфраструктуры; обеспечение привлечения инвестиций в техническое развитие транспортной инфраструктуры, которая является частью структуры международных транспортных коридоров; формирование единого координирующего органа из представителей стран коридора, которые являются членами международных организаций для выполнения повседневных работ по эксплуатации маршрута.

**ABSTRACT**

The article is devoted to the current problems of the development of the transit potential of the republic. The purpose of the study is the development and implementation of measures to develop international transport corridors for the effective use of the country's transport potential. The article studies the relevance of the formation of new transit corridors. As a result of the study, the main ways of developing the transport and transit potential of the railways were calculated and the following solutions were proposed: the organization of new transport corridors; further strengthening of existing transport lines; ensuring international recognition of the "uzbek" routes and international cooperation in their activities; improvement of tariff policy, system of payments and fees; improvement of transport infrastructure; ensuring attraction of investments in the technical development of transport infrastructure, which is part of the structure of international transport corridors; the formation of a single coordinating body of representatives of the corridor countries that are members of international organizations for the daily routine operation.

**Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, транзитные перевозки, транспортные коридоры, ШОС, товарооборот, транзитный потенциал.

**Keywords:** railway transport, transit traffic, transport corridors, SCO, trade, transit potential.

Железнодорожный транспорт играет важную роль в удовлетворении потребностей населения, в экономике страны, его функционировании и развитии транспортного рынка, также является основным звеном в транспортной системе Узбекистана. Железные дороги Узбекистана напрямую связаны с железными дорогами Казахстана, Кыргызстана, Таджикистана, Афганистана и Туркменистана.

В условиях глобализации необходимо сотрудничество железных дорог с другими видами транспорта, что позволит увеличить транспортно-транзитный потенциал каждого вида транспорта и развить логистику. Правительство уделяет особое внимание разработке целевых мер в этой области, и важным шагом в этом деле является Указ Президента Республики Узбекистан от 1 февраля 2019 года № УП-5647 «О мерах по коренному совершенствованию системы государственного управления в сфере транспорте». В соответствии с указом для совершенствования системы государственного управления в сфере транспорта, повышения инвестиционной привлекательности и экспортного потенциала республики, обеспечения стратегического развития и устойчивого функционирования транспортных коммуникаций, а также в соответствии с задачами, определенными Стратегией действий по пяти приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан в 2017 - 2021 годах, образован Министерство транспорта Республики Узбекистан. В указе определены следующие задачи для развития транзитного потенциала республики:

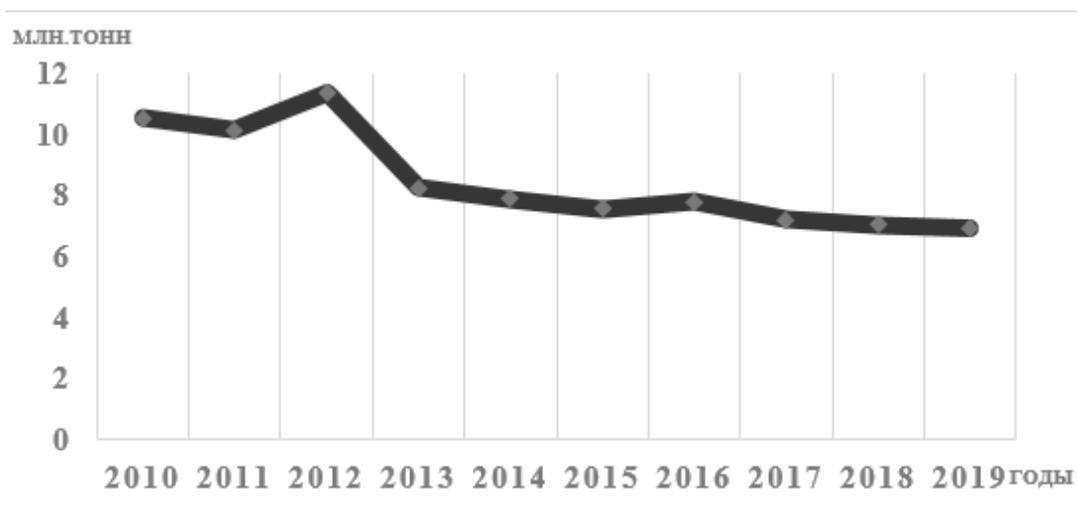
выработка единой государственной транспортной политики, направленной на

гармоничное развитие всех видов транспорта на основе их интеграции в единую транспортную сеть и использования новых эффективных транспортно-логистических систем;

проведение единой тарифной политики в сфере транспорта, направленной на стимулирование развития рынка транспортных и логистических услуг, обеспечение их доступности для всех категорий потребителей, а также привлечение инвестиций в отрасль;

выработка предложений и реализация мероприятий по развитию международных транспортных коридоров, совершенствование системы логистики, эффективное использование транспортного потенциала страны, минимизация издержек субъектов предпринимательства на транспортно-логистические услуги [1].

Кроме того, акционерным обществом «Узбекистан темир йуллари» разрабатываются долгосрочные стратегические планы. Основной целью Концепции развития железнодорожного транспорта Республики Узбекистан до 2024 года является устойчивое социально-экономическое развитие Республики Узбекистан, улучшение благосостояния населения [2], создание условий для обеспечения лидирующих позиций Республики Узбекистан на основе инновационного развития железнодорожного транспорта. Одним из способов достижения этих целей является развитие транспортных коридоров и повышение транзитного потенциала страны. Динамика железнодорожных транзитных перевозок Республики Узбекистан за последнее десятилетие выглядит следующим образом:



**Рисунок 1. Динамика транзитных перевозок Республики Узбекистан**

В 2019 году объем транзитных грузов составил 6,9 миллиона тонн, что на 1,7 процента меньше, чем в 2018 году. Как видно из диаграммы, объем

транзитных перевозок начал снижаться с 2013 года. За последнее десятилетие объем перевозок сократился на 36,4% [3].

В качестве эффективного способа увеличения объемов транзита предлагаем обратить внимание на развитие транзитных транспортных коридоров [4, 5]. В настоящее время Узбекистан работает над новыми путями выхода на мировые рынки. Примером являются железнодорожные проекты Китай - Кыргызстан - Узбекистан и Узбекистан - Афганистан - Пакистан - Индия.

Представители железных дорог Республики Узбекистан, Российской Федерации, Республики Казахстан, Исламской Республики Афганистан и Исламской Республики Пакистан провели 3-5 декабря 2018 года в Ташкенте многостороннюю встречу по вопросу строительства транспортного коридора Россия-Казахстан-Узбекистан-Афганистан-Пакистан. По ее итогам был подписан протокол о создании совместной рабочей группы и финансового консорциума по строительству новой железной дороги Мазари-Шариф — Кабул — Пешавар. Проект, оцениваемый в 5 миллиардов долларов, предполагает строительство магистрали протяженностью 573 километра и транзитным потенциалом до 20 миллионов тонн грузов в год [6]. Этот коридор позволит странам Южной Азии соединиться с европейскими странами и Китаем по железной дороге.

В рамках пресс-тура, организованного МИА "Россия сегодня" и агентством Sputnik, в Москве состоялась пресс-конференция, посвященная ситуации в Афганистане. Глава Евразийского аналитического клуба Никита Мендкович, заметил, что при объединении усилий можно добиться значительных результатов. Узбекистан уже построил магистраль от Хайратона до Мазари-Шарифа и планирует продолжать этот важный инфраструктурный проект. По словам эксперта, строительство сети железных дорог в Афганистане сегодня осложняется политической и военной обстановкой в этой стране, поэтому необходимо договориться со всеми заинтересованными сторонами. По мнению политолога, от развития дорожной инфраструктуры выиграют и сами афганцы, и сопредельные страны [7].

На очередном саммите Шанхайской организации сотрудничества (ШОС) в Астане Президент Республики Узбекистан Ш. Мирзиёев провел встречу с президентом Афганистана Ашрафом Гани и премьер-министром Пакистана Навазом Шарифом и подчеркнул, что «Узбекистан и в дальнейшем будет развивать многоплановое и взаимовыгодное сотрудничество с Пакистаном». В свою очередь, Шариф сообщил, что Пакистан заинтересован в дальнейшем расширении сотрудничества с

Узбекистаном во всех сферах. Мирзиёев отметил, что Узбекистан выступает за политическое урегулирование ситуации в Афганистане, обеспечение стабильности в стране и развитие ее экономики [8].

Наша страна экспортирует в Афганистан электроэнергию, фрукты и овощи, нефтепродукты, минеральные удобрения, участвует в реализации проектов в сфере строительства, энергетики, горного дела и образования. С помощью нашей страны в Афганистане были построены мосты, высоковольтные линии электропередач, волоконно-оптические кабели и сети водоснабжения.

Согласно последним данным, средний товарооборот между Афганистаном и Пакистаном оценивается в 1,5 миллиона долларов [9]. Для Афганистана Пакистан является одной из основных транзитных стран, где для Пакистана Афганистан является не только рынком дешевых товаров, но и транзитной зоной в Западный Китай и Центральную Азию.

В последние годы Индия демонстрирует сильный экономический рост. Учитывая, что Индия в настоящее время является вторым по величине экспортером в мире, создание транспортного коридора будет выгодно для наших железных дорог и обеспечит дополнительные транзитные перевозки по европейскому маршруту.

Согласно европейской статистике, торговля водными и автомобильными дорогами между ЕС и Индией в среднем составляет 31,6 млн. тонн в год, между ЕС и Пакистаном 6,2 млн. тонн [10]. Эти показатели также показывают важность этого направления.

Помимо организации транспортных коридоров, которые являются одним из основных путей развития транспортного и транзитного потенциала железных дорог, предлагаются следующие решения: дальнейшее укрепление существующих транспортных линий; обеспечение международного признания «узбекских» маршрутов и международного сотрудничества в их деятельности; совершенствование тарифной политики, системы платежей и сборов; улучшение транспортной инфраструктуры; обеспечение привлечения инвестиций в техническое развитие транспортной инфраструктуры, которая является частью структуры международных транспортных коридоров; формирование единого координирующего органа из представителей стран коридора, которые являются членами международных организаций для выполнения повседневных работ по эксплуатации маршрута.

**Список литературы:**

1. Указ Президента Республики Узбекистан от 1 февраля 2019 года «О мерах по коренному совершенствованию системы государственного управления в сфере транспорте» № УП-5647. Режим доступа: <http://lex.uz/docs/4194107>, свободный.
2. Abdullayevich G. A. Management of the Reproduction Process of the Main Capital of the Railway Company //Asian Journal of Technology and Management Research (AJTMR) Volume. – 2019. – Т. 8. – №. 02.
3. Данные АО «Узбекистон темир йуллари».
4. Гуламов А. А., Мерганов А. М., Рахматов З. Н. Тариф как фактор повышения конкурентоспособности национальной экономики //Міжнародний науковий журнал Інтернаука. – 2017. – №. 5. – С. 115-19.
5. Sputnik Узбекистан / [Мобильная версия] / Экономика – Китай может присоединиться к проекту железной дороги в Афганистане. Узбекистан: 10.04.2019г. – Режим доступа: <https://sptnkne.ws/p9HF>, свободный.
6. Осипов Н. Е., Каракулов Ф. З., Мерганов А. М. Анализ международного опыта корпоративного управления в железнодорожном комплексе //Экономическое развитие регионов и приграничных территорий евразийского экономического союза (ЕАЭС): Сб. статей. – 2016. – С. 79-82.
7. Sputnik Узбекистан / [Мобильная версия] / Эксперт: РФ и Узбекистан могут создать свой Шелковый путь через Афганистан. Узбекистан: 06.02.2019г. – Режим доступа: <https://sptnkne.ws/sjgY>, свободный.
8. РИА Новости / Глава Узбекистана встретился с лидерами Пакистана и Афганистана Россия: 08.06.2017г. – Режим доступа: <https://ria.ru/20170608/1496119229.html>, свободный.
9. TRADE MAP / Trade statistics for international business development – Режим доступа: [https://trademap.org/Bilateral\\_TS.aspx?nvpm=1%7c004%7c%7c586%7c%7cTOTAL%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1%7c1%7c1](https://trademap.org/Bilateral_TS.aspx?nvpm=1%7c004%7c%7c586%7c%7cTOTAL%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1%7c1%7c1), свободный.
10. Eurostat / Your key European statistics – Режим доступа: <https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/submitViewTableAction.do>, свободный.

## ОСНОВНЫЕ ПРИЧИНЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ ИЗНОС ДЕТАЛЕЙ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

**Каримходжаев Назиржон**

*канд. тех. наук. доцент, Андижанский машиностроительный институт  
Узбекистан, г. Андижан  
E-mail: [karimhodjayev@bk.ru](mailto:karimhodjayev@bk.ru)*

**Алматаев Тожибой Орзикулович**

*канд. тех. наук. профессор, Андижанский машиностроительный институт  
Узбекистан, г. Андижан  
E-mail: [talor58@mail.ru](mailto:talor58@mail.ru)*

**Одилов Хайрулло Рахмонжон угли**

*магистр, Андижанский машиностроительный институт  
Узбекистан, г. Андижан  
E-mail: [odilovhayrullo1158@gmail.com](mailto:odilovhayrullo1158@gmail.com)*

## MAIN FACTORS CAUSING THE DETERIORATION OF AUTOMOBILE PARTS WHICH ARE USED IN VARIOUS NATURAL-CLIMATE CONDITIONS

**Nazirjon Karimhodjayev**

*candidate of Technical Science, Andijan machine-building institute,  
Uzbekistan, Andijan*

**Tojiboy Almatayev**

*candidate of Technical Science, Andijan machine-building institute,  
Uzbekistan, Andijan*

**Xayrullo Odilov**

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

### АННОТАЦИЯ

В данной статье приводятся результаты анализа причин, влияющих на износ деталей автомобильных двигателей, эксплуатирующихся в различных природно-климатических условиях, особенно при высокой температуре и запыленности воздуха Центрально-Азиатской зоны. Предлагаются конкретные выводы и предложения по повышению долговечности автомобилей путем применения эффективной системы защиты двигателей от механических (пылевых) частиц загрязнений, попадающих в них вместе с воздухом, топливом и маслом.

### ABSTRACT

This article presents the results of an analysis of the factors that affect the deterioration of parts of automobile engines operating in various climatic conditions, especially at high temperatures and dusty air in the Central Asian areas. Concrete conclusions and suggestions are proposed to increase the longevity of automobiles by applying an effective engine protection system against mechanical (dusty) particles of contaminants that enter into parts together with air, fuel and oil.

**Ключевые слова:** Автомобиль, двигатель, моторное масло, износ, природно-климатические условия, абразивный, коррозионный, механический, дорожная пыль.

**Keywords:** Automobile, engine, engine oil, deterioration, climatic conditions, abrasive, corrosive, mechanical, road dust.

Работа автомобильных транспортных средств в различных условиях эксплуатации, особенно в карьерах, где содержится повышенная запыленность воздуха вызывает повышенный износ их деталей и механизмов, а с увеличением износа деталей автомобиля повышается расход топлива и других эксплуатационных материалов, возникают частые отказы и поломки.

Например, увеличение износа деталей цилиндро-поршневой группы и газораспределительного механизма двигателя является одним из главных причин повышенного расхода топлива и масла, снижения его долговечности, а также понижения тяговых качеств автомобиля.

Износ деталей рулевого управления и тормозной системы ухудшает управляемость автомобилем, снижая безопасность его вождения. Износ деталей, агрегатов и механизмов вызывает изменение первоначальных размеров деталей и их геометрической формы, впоследствии это приводит к существенному увеличению зазоров между трущимися деталями, появлению шумов, стуков и вибрации. Дальнейший рост износа в конечном счете приводит автомобиль к критическому состоянию, после чего эксплуатация автомобиля считается экономически невыгодным, а с точки зрения безопасности управления - не допустимым. Наибольшее число неисправностей и отказов возникает в связи с естественным изнашиванием деталей. Увеличение зазора в сопряженных деталях допускается до определенного предела, который различен для разных сопряжений и зависит от их конструкции и назначения. При работе механизма с зазором, превышающим допустимый предел, износ деталей интенсивно увеличивается и может привести к существенному повышению расхода топлива и эксплуатационных материалов, к сильному выбросу токсичных веществ, загрязняющих атмосферу и к снижению эффективности работы автомобиля.

На преждевременное увеличение износа деталей и механизмов автомобилей оказывают влияние множество факторов, к основным из которых можно отнести несвоевременное и некачественное проведение технического обслуживания, недостаточная и неправильная смазка трущихся деталей (применение не соответствующей марки смазочного материала и др.), тяжелые условия эксплуатации (например, работа в условиях повышенной температуры и запыленности воздуха, на бездорожье и плохих дорогах, перегрузки и другие).

Автомобили и их двигатели при проектировании, как правило рассчитываются на работу в условиях умеренного климата, хотя и природно-климатические условия, особенно экстремальные случаи оказывают отрицательное влияние на надежность и износостойкость двигателей [ 5 ].

Ниже нами проведен анализ влияния природно-климатических условий эксплуатации на численные значения износа деталей автомобилей. Различают

три основные виды природно-климатических территориальных зон, где эксплуатируется наибольшее количество автомобилей: умеренные, экстремально холодные и жаркие [1].

В связи с тем, что климатические условия европейских зон является умеренным, считаем, что влияние таких условий эксплуатации на процесс изнашивания деталей машин по сравнению с другими экстремальными случаями имеет минимальный характер. При эксплуатации автомобилей в умеренных климатических зонах основное влияние на износ деталей оказывают, главным образом технические факторы обслуживания и ремонта.

Большое количество автомобилей эксплуатируются и в климатических условиях Крайнего Севера и в жарких, сухих высоко-запыленных зонах Центральной Азии. Если температура в Крайнем Севере в зимнее время опускается до  $-50^{\circ}\text{C}$ , то в Центральной Азии жара может достигать до  $+50^{\circ}\text{C}$  и выше. Рассмотрим какое же влияние оказывают эти климатические условия эксплуатации на интенсивность и разновидность износа деталей автомобилей.

В связи с тем, что наибольшему трению и износу подвержены детали двигателя, кроме того 43% от всех затрат на запасные части автомобиля приходится на двигатель с целью уменьшения большого объема работ, считаем целесообразным в дальнейшем рассмотреть сущность и степень влияния климатических условий на интенсивность изнашивания деталей применительно к двигателю.

Существует следующие основные виды износа деталей двигателя: истирание и задир трущихся поверхностей. В нормальных условиях эксплуатации двигателя происходит, главным образом истирание гильз цилиндров, поршневых колец, вкладышей и подшипников. Оно может иметь характер механический, коррозионный и абразивный. В обычных условиях эксплуатации именно истирание деталей определяет срок службы двигателя. В таблице 1. представлены составляющие общего эксплуатационного износа цилиндров автомобильных двигателей для умеренно- климатической зоны и Крайнего Севера.

Таблица 1.

**Составляющие общего износа цилиндров двигателей при их эксплуатации в умеренно-климатической зоне и на Крайнем Севере (впроцентах) [1; 3.]**

Составляющие общего износа	Умеренно-климатическая зона				Крайний Север
	ЗИЛ-130	ЗМЗ-53	ЯМЗ-236	ЯМЗ-238	ЯМЗ-238*
Общий эксплуатационный **	100	100	100	100	100
От нормального теплового режима	15,1-32,1	15,8-30,8	19,8-29,7	19,3-29,0	15,3-22,9
От пониженного теплового режима	5,0-10,7	5,3-10,3	4,2-6,3	4,1-6,1	33,6-50,4
От межсменных пусков	10,9-23,4	2,4-4,7	8,4-12,7	8,9-13,3	15,9-23,9
от поступления в двигатель пыли	33,8-68,9	54,3-76,5	51,3-67,7	51,6-67,5	2,8-35,2

\*При перевозке руды.

\*\* Включая неустановившие режимы работы двигателя по оборотам и нагрузке.

Работа двигателей в условиях Крайнего Севера в холодное время года считается экстремально-тяжелым. Крайне низкая температура окружающей

среды может вызвать падение мощности и повышения расхода топлива, заклинивания цилиндров и другие. При понижении температуры

охлаждающей жидкости с  $80^{\circ}\text{C}$  до  $60^{\circ}\text{C}$  износ деталей увеличивается на 30%, а при понижении до  $40^{\circ}\text{C}$  – на 140% [4,5]. В этом случае износ деталей имеет коррозионный характер и с понижением температуры охлаждающей жидкости системы охлаждения величина такого вида изнашивания сильно увеличивается.

Изменение скорости изнашивания цилиндров двигателя при низкой температуре обуславливается следующими причинами: наличием полусухого трения между стенками цилиндра и поршневыми кольцами; коррозионным разрушением поверхностных слоев металлов.

Пониженные тепловые режимы, включая холодные пуски, неустановившиеся режимы, повышенные нагрузочные и скоростные режимы, а также жесткость рабочего процесса по разному влияют на интенсивность изнашивания деталей двигателя. Однако, в рядовой эксплуатации на износ деталей цилиндро-поршневой группы наибольшее влияние оказывает абразивная пыль, попадающая различными путями в двигатель из окружающего воздуха [2, 3].

Высокая и сухая температура окружающей среды способствует появлению в двигателе детонационного сгорания, которое также является одним из причин увеличения интенсивности изнашивания цилиндра, поршневых колец и поршня. Известно, что при сильной детонации двигатель перегревается, в результате чего может произойти молекулярно-механический вид изнашивания, перегар и поломки компрессионных колец и канавок поршня.

Высокая жара при не эффективной работе системы охлаждения приводит двигатель к перегреву вследствие этого мощность двигателя падает, а удельный расход увеличивается.

Климат в Центральной Азии является резко континентальный: лето продолжительное и очень жаркое, а зима короткая и холодная.

Днем абсолютная максимальная температура воздуха в тени достигает  $+45^{\circ}\text{C}$ ,  $+47^{\circ}\text{C}$ , порой  $+50^{\circ}\text{C}$  и больше а ночью падает до  $+5^{\circ}\text{C}$ ... $10^{\circ}\text{C}$ . В горных районах после сильной жары ( $40-47^{\circ}\text{C}$ ) автомобиль, проходя через горные перевалы попадает в условия, когда температура воздуха составляет  $0-1^{\circ}\text{C}$ , т.е. резкий перепад температуры составляет  $40-46^{\circ}\text{C}$  [ 5 ]. На горной высоте плотность и давление воздуха уменьшается соответственно на 18,5% и 21,5%(на высоте 2000 м над уровнем моря) [4]. В результате этого уменьшается наполнение цилиндров, смесь обогащается, происходит неполное сгорание и дымление двигателя, перерасход топлива и интенсивный износ деталей цилиндро-поршневой группы.

Существенное влияние на интенсивность изнашивания деталей оказывает дорожная и атмосферная

пыль. Запыленность воздуха в значительной части территории Центральной Азии достигает  $3,5\text{ г/м}^3$ , а во время сильных ветров и бурь  $-17\text{ г/м}^3$ , что в более 10 раз выше, чем запыленности воздуха в умеренной зоне ( $0,003\text{...}1,42\text{ г/м}^3$ ). Для ясности представления достаточно сказать, что при запыленности воздуха  $0,8-1,2\text{ г/м}^3$  видимость полностью теряется [2 ,3].

Пыль, попадая в двигатель вызывает абразивный износ его деталей. Это объясняется тем, что в пыли содержится кварц, содержание которого составляет от 50 до 95 %. Твердость кварца ( $1000-1200\text{ кг/мм}^2$ ) больше твердости конструкционных материалов, поэтому он и вызывает абразивное изнашивание трущихся деталей двигателя. Недооценка этого фактора при проектировании и эксплуатации двигателя может привести к неоправданному повышению интенсивности изнашивания деталей и резкого снижения его надежности [2 ,3,7].

Абразивные частицы, попадающие в двигатель по-разному влияют на износ его деталей. Абразивная пыль, попадающая в двигатель вместе с воздухом и топливом вызывает наибольший износ цилиндров в верхней части, т.е. в зоне остановки поршня в в.м.т., верхних компрессионных колец и канавок поршня. Абразивные частицы, попадающие в двигатель вместе с маслом вызывают наибольший износ подшипников коленчатого вала, цилиндров в средней части, масляеъемных колец, поршневого пальца и втулок (Рис.1) [6].

Из рис.1 видно, что с увеличением количества пыли, поступающего в двигатель вместе с воздухом, топливом и маслом интенсивность изнашивания его деталей повышается и в этом случае износ имеет абразивный характер. Следует отметить, что интенсивность изнашивания трущихся деталей зависит от соотношения твердости поверхности деталей и абразивных частиц. Чем меньше твердость поверхности деталей и больше твердость абразива, тем больше абразивное изнашивание.

Повышение температуры топлива влияет на его плотность и вязкость. Снижение плотности и вязкости вызывает уменьшение массовой подачи топлива в цилиндры, увеличивает количества топлива, перетекающего через зазоры в плунжерных парах. В этом случае высокая температура топливного насоса вызывает полусухое и сухое трение в плунжерных парах и деталях смазываемых топливом, что приводит к их интенсивному износу и задиру.

Перечисленные причины приводят к уменьшению ресурса топливной аппаратуры в 1,5-2 раза по сравнению с эксплуатацией при нормальной температуре [2].



**Рисунок 1** Степень влияния абразивной частицы пыли на процесс изнашивания цилиндров двигателя

Выше приведенные работы по определению степени влияния различных эксплуатационных и дорожно-климатических факторов на характер и интенсивность изнашивания деталей автомобилей выполнены авторами на основе обширных экспериментальных исследований [2; 3] и обобщения отечественного и зарубежного опыта по рассматриваемому вопросу.

В результате проделанной в данной статье работ установлено, что на износ деталей автомобилей и их двигателей оказывает влияние множество факторов, такие как нагрузочные и скоростные режимы работы (определяющие величину молекулярно-механического изнашивания) и тепловой режим работы, включая периоды пуска и прогрева (определяющие величину коррозионно-механического изнашивания). Однако, на интенсивность изнашивания двигателей решающее влияние оказывают природное – климатические и дорожные условия. При высокой температуре и повышенной запыленности воздуха износ деталей двигателя, главным образом детали цилиндра-поршневой группы интенсивно изнашиваются и в этих условиях преобладающее значение имеет абразивное изнашивание деталей. И это приобретает особую значимость для автомобилей, эксплуатирующихся в природно-климатических условиях

Центрально-Азиатской зоны, где содержится высокая температура и запыленность атмосферного воздуха. Особенно сильное влияние дорожно-климатических условий на износ деталей и механизмов наблюдается у автомобилей МАН, КамАЗ и др., работающих в карьерах Республики Узбекистан.

По результатам выше представленных данных можно сделать следующие выводы: долговечность автомобилей и их двигателей определяется износостойкостью деталей; на характер и интенсивность изнашивания деталей оказывают влияние различные эксплуатационные факторы среди которых решающее значение имеют экстремальные природно-климатические условия; интенсивность изнашивания деталей цилиндра-поршневой группы двигателя имеет, главным образом абразивный характер причиной которого является пыль, попадающая в двигатель вместе с воздухом, топливом и маслом. Поэтому считаем, что наиболее доступным и экономически выгодным путем снижения износа деталей двигателя независимо от климатической местности их эксплуатации, является эффективная очистка воздуха, топлива и масла и уплотнение всех мест возможного проникновения пыли в двигатель, и эта рекомендация приобретает особую значимость для автомобилей, эксплуатирующихся в территориальных зонах Центральной Азии и республики Узбекистан.

#### Список литературы:

1. Григорьев М.А., Долецкий А.В. Обеспечение надежности двигателей. -М: Стандарты, 1978.- 378 с.
2. Каюмов Б.А. Обеспечение надежности системы питания современных бензиновых двигателей в условиях жаркого климата.-Андижан, Андижонашриёт –манбаа.2019.-104с.
3. Крамаренко Г.В., Салимов А.У., Каримходжаев Н., Каюмов К.К. Качество топлива и надежность автотракторных двигателей. –Ташкент: Фан, 1992.– 126с.
4. Шеховцев А.Ф. и др. Конструктивные отличия и особенности Эксплуатация двигателей в экстремальных условиях. Kovsh.com/ library/ice/climatic conditions/ekspluadvigatelekstremuslov. 2019.
5. Эксплуатации ДВС в условиях стран Азии, Африки и Латинской Америки. Основы климатической приспособленности ДВС.–Киев:УМК ВО, 1988.-285с.
6. Эфендиев А.М. Повышение надежности автотракторных двигателей в условиях пустынь с высокой концентрацией соледержащей пыли в воздухе. –Ташкент,1994.- 180 с.
7. Recommendations for Cleaning and Pretreatment of Heavy Fuel Oil Alfa Laval. London. 2012. -124 p.

Научный журнал

**UNIVERSUM:  
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 5(74)  
Май 2020

Часть 1

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](mailto:mail@7universum.com)  
[www.7universum.com](http://www.7universum.com)

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленного  
оригинал-макета в типографии «Allprint»  
630004, г. Новосибирск, Вокзальная магистраль, 3  
16+