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: 1(70)

Январь 2020

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;

Манасян Сергей Керопович, д-р техн. наук;

Мартышкин Алексей Иванович, канд. техн. наук;

Романова Алла Александровна, канд. техн. наук;

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

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

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 70(1). М., Изд. «МЦНО», 2020. – 96 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/170>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2020.70.1

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2020 г.

Содержание

Авиационная и ракетно-космическая техника	5
АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОСАДКИ С ОДНИМ РАБОТАЮЩИМ ДВИГАТЕЛЕМ НА ВЕРТОЛЁТЕ «АНСАТ-У»	5
Попов Вадим Алексеевич Васильев Петр Викторович	
Информатика, вычислительная техника и управление	8
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОДНОКОНТУРНОЙ УПРАВЛЯЮЩЕЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И АНАЛИЗ СИСТЕМ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИИ С ПОМОЩЬЮ СТОХАСТИЧЕСКИХ ГРАФОВ	8
Мусаев Мухаммаджон Усарович Маншуров Шерзод Туйчибаевич Юлдашев Лазиз Тошпулатович	
Машиностроение и машиноведение	14
ВЕРИФИКАЦИЯ МЕТОДИКИ ЧИСЛЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА В КОЛЬЦЕВЫХ КАНАЛАХ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА	14
Захаров Владислав Александрович	
АНАЛИЗ ПУТЕЙ ВЛИЯНИЯ НА ЖЕСТКОСТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПАКЕТНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ	17
Абдувахидов Мутахирхон Мубашеревич Акрамжанов Дилмурод Мухтор ўғли Усманов Равшан Самидулло ўғли Отақўзййев Акмалжон Мўминжон ўғли	
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ПРИ ПЕРЕХОДЕ АВТОБУСНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ «ISUZU» НА ГАЗОВОЕ ТОПЛИВО	22
Мамасалиева Мукаддас Ибадуллаевна Худойбердиев Мухаммад Солиҳ Авлоқул ўғли	
ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕХАНИЗМ ИГЛОВОДИТЕЛЯ ШВЕЙНОЙ МАШИНЫ	26
Насимова Манижа Муминходжаевна	
ПАТЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА РАЗРАБОТКУ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ШИРОКОЗАХВАТНЫХ КУЛЬТИВАТОРОВ	28
Худайкулиев Ражаббай Рузметович Джураева Наргиза Батиржановна Уринов Азиз Пардаевич Мирзаева Мусаллам Мариковна Михайлова Виктория Викторовна	
Металлургия и материаловедение	37
ПОЛУЧЕНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ КВАСЦОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ ОТХОДОВ ПУТЕМ ИХ ЩЕЛОЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ	37
Сабиров Вахобжон Хусанович Иркабаев Джуманали Усманович Амиров Шахбоз Ёркин угли Жумаев Маннон Нафасович Юлдашев Лазиз Ташпулатович	
Процессы и машины агроинженерных систем	41
КОМПЛЕКСНАЯ УБОРКА ХЛОПКА-СЫРЦА МЕХАНИЗИРОВАННЫМ СПОСОБОМ	41
Абдувалиев Убайдулла Абдуллаевич Бутонов Жахонгир Рузикулович	
Радиотехника и связь	44
ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ СЕТЬЮ ОПЕРАТИВНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЛЕРА ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЧАСТКАХ	44
Халиков Абдульхак Абдульхаирович Ураков Олимжон Хикматуллаевич	

Строительство и архитектура	51
ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ УГОЛ И ТЕХНОЛОГИЯ	51
Кораблев Григорий Андреевич	
Транспорт	55
О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ СБОРА И ОТВОДА ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ С АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ТАШКЕНТЕ	55
Салимова Барно Джамаловна	
Махкамов Бехзоджон Равшанович	
Технология материалов и изделий текстильной и легкой промышленности	58
ПРЕИМУЩЕСТВА ЦИФРОВИЗАЦИИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	58
Саиди Дилафруз Раббизода	
Махмудова Фарангис Музаффарджоновна	
ВЛИЯНИЕ ВОЛОКНИСТОГО СОСТАВА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН	61
Валиева Зулфия Фахритдиновна	
Махкамова Шоира Фахритдиновна	
Ражапов Одил Олимович	
Химическая технология	65
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ФРАКЦИЙ ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ	65
Жумабоев Алишер Гофурович	
Содиқов Усмонали Худоберганович	
АНТИПИРЕН ДЛЯ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ ОТ ГОРЕНИЯ	71
Нуркулов Элдор Нурмуминович	
Бекназаров Хасан Сойибназарович	
Джалилов Абдулахат Турапович	
ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ И ДЕСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ КЛУБНЕЙ ЯКОНА	75
Хужакулов Улугбек Каримкулович	
Сафаров Жасур Эсиргапович	
Султанова Шахноза Абдувахитовна	
РАЗДЕЛЕНИЕ ЖЁЛТОГО МАСЛА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАСЛЯНОЙ ЧАСТИ, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ НЕГО	79
Тиллоев Лочин Исматиллоевич	
Косимов Элёр Кодир угли	
Муродов Маликжон Негмуродович	
МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ СЛЁЖИВАЕМОСТИ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ	82
Тожибоев Мирзаабдулла Мустафакулович	
Абдуллаева Масохат Абдулбориевна	
Хамракулова Муборак Хакимовна	
Сайдазимов Муродхон Сайджамолович	
Электротехника	87
ПРОСТРАНСТВЕННОЕ И ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ ФОСФАТНЫХ ЭКСТРАГЕНТОВ, СОДЕРЖАЩИХ АМИНОПИРИДИНОВУЮ ГРУППУ	87
Сабилов Вахобжон Хусанович	
Иркабаев Джуманали Усманович	
Жумаев Маннон Нафасович	
Юлдашев Лазиз Ташпулатович	
Энергетика	92
ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРА ВЕРТИКАЛЬНО-ОСЕВОГО ВЕТРОКОЛЕСА С ЛОПАСТЯМИ, РАБОТАЮЩИМИ ПО ПРИНЦИПУ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЛОБОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ	92
Закиев Денис Даутказыевич	
Маргин Андрей Николаевич	
Крутских Николай Алексеевич	
Алибеков Сергей Якубович	

АВИАЦИОННАЯ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНИКА

АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ПОСАДКИ
С ОДНИМ РАБОТАЮЩИМ ДВИГАТЕЛЕМ НА ВЕРТОЛЁТЕ «АНСАТ-У»**Попов Вадим Алексеевич**

преподаватель, Военный учебно - научный центр Военно - воздушных Сил
«Военно - воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» филиал в г. Сызрани,
РФ, г. Сызрань
E-mail: veteran.vvs@mail.ru

Васильев Петр Викторович

преподаватель, доцент, Военный учебно - научный центр Военно - воздушных Сил «Военно - воздушная
академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» филиал в г. Сызрани,
РФ, г. Сызрань

"AERODYNAMIC JUSTIFICATION AND FEATURES OF LANDING WITH ONE ENGINE
RUNNING ON THE HELICOPTER "ANSAT-U"**Vadim Popov**

teacher, Military training and research center of the Air Force "Air force Academy
named after Professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin" branch in the town of Syzran,
Russia, Syzran

Piotr Vasilyev

teacher, associate professor, Military training and research center of the Air Force
"Air force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin" branch in the town of Syzran,
Russia, Syzran

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены особенности подготовки курсантов и летного состава военного ВУЗа к полетам, возможности моделирования управляемого полета при отказе 1-го двигателя в полете. Рассмотрены этапы полета с точки зрения формирования профессиональных знаний и навыков в технике пилотирования.

ABSTRACT

The article deals with the features of training cadets and flight personnel of the military University to fly, the possibility of modeling controlled flight in case formation of professional knowledge and skills in piloting technique are considered.

Ключевые слова: вертолет, полет, силовая установка, общий шаг несущего винта (ОШ НВ), руководство летной эксплуатации (РЛЭ), несущий винт (НВ), высота полета (Нпол).

Keywords: helicopter, flight, power plant, General pitch of the main rotor (OSH NV), flight manual (RLE), the main rotor (NV), flight altitude (Hpol).

Эффективность применения вертолётной авиации, как показывает опыт, в значительной степени определяется уровнем подготовки летного состава. Проблема улучшения подготовки будущих лётчиков занимает главное место в образовательном процессе военного лётного ВУЗа.

Опыт эксплуатации вертолета «Ансат-У» в России довольно большой, практически исследованы все режимы полета данного вертолета, что позволяет летному составу и курсантам безопасно эксплуатиро-

вать данный вертолет при обучении. Серьезных отказов СУ (силовой установки) на протяжении войсковых испытаний в период опытной эксплуатации не было, что говорит о высокой надежности двигателей.

В нашей статье мы хотим провести исследования и аэродинамическое обоснование возможности вертолета «Ансат-У» в выполнении посадки с 1-м работающим двигателем с коротким пробегом на малых поступательных скоростях полета ($V_{пр} < 50$ км/час).

Это позволит летному составу выполнять безопасную посадку с 1-м работающим двигателем вне аэродрома.

На сегодняшний день, такие посадки в целях тренировки не выполняются, при выполнении данного упражнения запрещено выключение 1-го двигателя в полёте. Упражнение выполняется с 1-м задресселированным двигателем, и приземление рекомендуется выполнять на скорости не менее 50-60 км/час. В противном случае на меньшей поступательной скорости у вертолета имеется тенденция к сильной просадке вертолета с увеличением вертикальной скорости (V_y) снижения, что не безопасно.

Опыт эксплуатации вертолетов показывает, что не всегда у летчика имеется возможность долететь до аэродрома на одном двигателе. Это зависит от многих факторов. В этом случае летчик должен уметь грамотно и быстро оценить обстановку, возможность выполнения полета с 1-м работающим двигателем, с воздуха правильно подобрать площадку, определив при этом курс захода с учетом скорости и направления ветра, а также правильно рассчитать глиссаду захода.

Во всех случаях посадку вне аэродрома с 1-м работающим двигателем необходимо выполнять только с коротким пробегом или без пробега с подрывом ОШ НВ. (Учитываются неровности грунта, вероятность поломки шасси при приземлении). В связи с этим, необходимо обучать летный состав выполнению данного вида посадки на аэродроме с точным приземлением в обозначенное место, что исключит поломку вертолета на случай вынужденной посадки с 1-м работающим двигателем вне аэродрома.

В руководстве по летной эксплуатации (РЛЭ) вертолета «Ансат-У», разрешается согласно п.6.2.3, выполнение посадки с 1-м работающим двигателем с коротким пробегом. Необходимость тренировок в выполнении данного вида посадки это залог безопасного выполнения посадки с 1-м работающим двигателем на выбранную площадку вне аэродрома.

К таким полетам летчик должен быть готов психологически. При этом действия органами управления (ОУ) должны быть четкими и соразмерными с условиями полета. В этом случае у летчика должны быть хорошо развиты - глазомер и распределение внимания.

Посадка с 1-м работающим двигателем с коротким пробегом (рис.1), имеет ряд особенностей с аэродинамической точки зрения по сравнению с обычной посадкой.

Во-первых, этапы «выравнивание» и «выдерживание» строгой границы не имеют, и делаются практически одновременно. Предварительное снижение

выполняется на $V_{пол} = 100-130$ км/ч с $V_y = 2-3$ м/с. С $H_{пол} = 50$ м плавным взятием ручки управления (РУ) на себя летчик приступает к гашению скорости с таким расчетом, чтобы на $H_{пол} = 15$ м скорость составляла 80-70 км/час. На $H_{пол} = 10-12$ м энергично отклонить (РУ) на себя с созданием угла тангажа на кабрирование до 15° .

В этом случае происходит небольшая «подкрутка» оборотов НВ, за счет увеличения угла атаки НВ, что в дальнейшем, в момент увеличения общего шага (ОШ) перед посадкой, позволит летчику сохранить обороты НВ в заданных пределах и не допустить их уменьшения менее 95% в момент приземления. Данный маневр выполняется в непосредственной близости от выбранной площадки на удалении 40-50 м. Темп увеличения (подрыва) ОШ НВ рекомендуется выполнять с темпом набегания (приближения) земли, при этом взгляд летчика постоянно направлен на площадку (точку) приземления. На $H_{пол} = 5-6$ м, придать вертолету посадочный угол тангажа $3^\circ - 4^\circ$.

Рекомендуемая высота начала увеличения ОШ НВ составляет 2-3м, при этом (V_y) снижения к моменту приземления должна быть не более 0,2 м/сек.

При грамотном выполнении такой посадки с 1-м работающим двигателем на выбранную площадку исключается повреждение вертолета. Во всех случаях пробег после посадки будет минимальным и составлять в пределах 10-20 м при скорости 30-40 км.

После приземления плавно применить тормоза колес до полной остановки вертолета с последующим выключением работающего двигателя (в случае отказа одного двигателя в полете).

В учебном полете после остановки вертолета, запустить выключенный двигатель и продолжить выполнение полетного задания.

Из выше изложенного в данной статье следуют рекомендации летно-инструкторскому составу:

1. Перед самостоятельными полетами в зону, на площадку, по маршруту – спланировать начинающим летчикам на данном типе ознакомительные (вывозные) полеты на площадку с правом подбора её с воздуха (3-4 полета).

2. В период выполнения полетов с 1-м работающим двигателем на аэродром, отрабатывать посадки только с коротким пробегом при сохранении оборотов НВ в заданных пределах (95-100%).

Реализация данных рекомендаций на практике при эксплуатации вертолета «Ансат-У» позволит летчикам на практике и летно-инструкторскому составу безопасно выполнять посадку на выбранную площадку при отказе 1-го двигателя с коротким пробегом.

Рисунок 1. Посадка по-самолетному

Список литературы:

1. Методические рекомендации по технике пилотирования и навигации вертолета Ансат-У, 2010.
2. Ромасевич В.Ф., Аэродинамика и динамика полета вертолетов, Воениздат 1980, с.351;
3. Руководство по летной эксплуатации Ансат-У, КВЗ, 2009, Раздел 4.8 с.58

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОДНОКОНТУРНОЙ УПРАВЛЯЮЩЕЙ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ И АНАЛИЗ СИСТЕМ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИИ
С ПОМОЩЬЮ СТОХАСТИЧЕСКИХ ГРАФОВ****Мусаев Мухаммаджон Усарович**

канд. техн. наук, доцент Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического
университета им. Ислама Каримова,
Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: asadbek50@mail.ru

Манишуров Шерзод Туйчибаевич

ст. преп. Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического
университета им. Ислама Каримова,
Узбекистан, г. Алмалык

Юлдашев Лазиз Тошпулатович

ст. преп. Алмалыкского филиала Ташкентского государственного технического
университета им. Ислама Каримова,
Узбекистан, г. Алмалык

**MATHEMATICAL MODEL OF SINGLE-LOOP MANAGEMENT OF COMPUTING SYSTEMS
AND ANALYSIS SYSTEMS FOR THE EXCHANGE OF INFORMATION
BY MEANS OF STOCHASTIC GRAPHS****Mukhammadjon Musayev**

Candidate of technical Sciences, associate professor, Almalyk branch of Tashkent state technical
University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Almalyk

Sherzod Manshurov

Senior lecturer, Almalyk branch of Tashkent state technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Almalyk

Laziz Yuldashev

Senior lecturer, Almalyk branch of Tashkent state technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Almalyk

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена развитию известных и разработке новых аналитических методов исследования обмена информацией между управляющей вычислительной системой (ВС) и абонентами. Сложность анализа систем обмена информацией обусловлена сложностью процесса обмена. Рассмотрена модель систем обмена информацией в одноконтурной управляющей вычислительной системе (УВС) и построения ее математической модели с учетом некоторых упрощений. Эти модели на этапе функционального синтеза позволяют привести и оценить необходимую производительность процессоров, время реализации типовой программы (работы), проанализировать потоки в системе, сравнить различные варианты построения функциональных узлов и способы обмена информацией между ВС и внешними абонентами, выявить возможные ошибки.

ABSTRACT

The article is devoted to the development of well-known and the development of new analytical methods for the study of information exchange between the control computer system and subscribers. The complexity of the analysis of information exchange systems is due to the complexity of the exchange process. The model of the information exchange system in a single-circuit control computer system (UVS) and the construction of its mathematical model, taking into

account some simplifications. These models are at the stage of synthesis of the functional lead and to estimate the performance of processors during the implementation of model programs (work), to analyze the flows in the system, compare different options for building functional assemblies and methods of information exchange between the aircraft and external parties, to identify possible errors.

Ключевые слова: вычислительная система, обмен информацией, система массового обслуживания, стохастические графы, пуассоновский поток интенсивности, матрица плотностей.

Keywords: computer system, information exchange, Queuing system, stochastic graphs, Poisson intensity flow, matrix.

Введение. При построении и исследовании математической модели вычислительных систем используются некоторые приближения и упрощения. Для этого имеется много доводов и, прежде всего, это невозможность математически абсолютно точно представить и описать реальную систему. Кроме того, очень хорошая модель может оказаться трудной в математическом отношении, что зачастую не оправдывается экономически.

В статье рассмотрена система обмена информацией в одноконтурной управляющей вычислительной системе (УВС) и построение ее математической модели с учетом некоторых упрощений.

Построена и исследована математическая модель процесса обмена информации с помощью стохастических графов. Получить аналитические выражения для определения вероятности дискретной Марковской цепи можно, воспользовавшись теоремой Медведова Г.А. [1] для анализа стохастических графов, позволяющей получить простые рекуррентные формулы их вычисления.

Вывод уравнений. Отличительной чертой оптимального подхода к проблемам построения сложных управляющих ВС является исследование взаимосвязи между этапами сбора, накопления, обработка информации и техническими параметрами системы. Возможность аналитического решения указанной за-

дачи стала реальной благодаря предложенным методам описания модели ВС как системы массового обслуживания (СМО) и разработке методов теории Марковской цепей. Формальной моделью описанной выше ВС служит двух узловая двухфазная СМО [2,3] у которой узел (процессорное устройство) содержит один обслуживающий прибор А и является первой фазой для внешнего потока заявок и второй – для внутреннего потока, генерируемого внешним запоминающим устройством (узлом С) (рис1). Полагаем, что ширина полосы пропускания памяти больше или равна ширине полосы процессоров, а поэтому на выходе С всегда содержатся заявки внутреннего потока, требующие второй фазы обслуживания. На вход системы поступает внешний пуассоновский поток интенсивности λ .

Прибор А должен обслуживать заявки внутреннего и внешнего, обладающего относительным приоритетом, потока. Следовательно, заявки внешнего потока не прерывают уже начатого обслуживания заявки внутреннего потока, а поступают в очередь г накопителя (БН) и ждут окончания обслуживания. Если же в очереди г нет заявок, а в узле С всегда имеются заявки внутреннего потока (предположение о неограниченности программ), то прибор А по окончании обслуживания одной заявки из узла С немедленно приступает к обслуживанию другой и т. д. до прихода заявок внешнего потока.

Рисунок 1. Двух узловая двухфазная СМО

Сделав допущение о том, что время обслуживания имеет экспоненциальное распределение с параметром μ для внешнего потока и μ_1 для внутреннего, тогда СМО может быть описана однородной Марковской цепью, для которой определим фазовый вектор

$$P(t) = \{P_{00}(t), P_{01}(t), \dots, P_{0r}(t), P_{11}(t), P_{12}(t), \dots, P_{1r+1}(t)\},$$

где $P_{ik}(t)$ – вероятность пребывания системы в момент времени t в состоянии

$$E_{ik}; \quad i = 0, 1; \quad k = 0, 1, \dots, r+1.$$

Чтобы определить Марковский процесс, необходимо задаться матрицей плотностей переходов. Это удобно делать, построив стохастический граф процесса [1, 2], так как между матрицей плотностей перехода и матрицей смежности В графа $G(X, F)$ существует взаимно однозначное соответствие [1]. Графом $G(X, F)$ называется пара, состоящая из множества X и отображения F множества X в подмножество U по закону, когда каждому элементу $x \in X$ ставится в соответствие некоторое подмножество $F_x \subset V$. При этом возможны подмножества $F_x = \emptyset$. Каждый элемент множества X (множество элементарных состояний системы) представляет вершину графа, а упорядоченная пара элементов (X, Y) , где $y \in F_x$, является дугой графа.

Квадратная матрица $B = \|b_{\alpha\beta}\|_{\alpha\beta}^N = 1$ называется матрицей смежности графа G , где $b_{\alpha\beta} = 1$, если из X_α в вершину X_β идет дуга, и $b_{\alpha\beta} = 0$ – в противном случае. Чтобы получить из матрицы B матрицу A , нужно единичные элементы матрицы B заменить соответствующими плотностями переходов.

Построим граф возможных переходов [3], за время Δt между состояниями множества X . Для этого элементы X состояния изобразим в виде точек (или малых кружков), называемых узлами графа, расположив в ряд все состояния $x \in X$ ($x = 0, 1, \dots, N$) в порядке возрастания (слева направо) количества заявок в системе. Возможные переходы из одного состояния в другое указываются стрелками, соединяющими эти

состояния. Осуществляются же переходы в результате принятия на обслуживание новой заявки (переход направо) или окончания обслуживания (переход налево). Линия, соединяющая два узла, называется ветвью графа. Каждая ветвь (x, y) характеризуется величиной, называемой передачей ветви P_{xy} , а для нашей системы передача принимает смысл вероятности перехода из состояния x в состояние y .

Ветвь бывает прямой, индексы коэффициента передачи расположены в порядке возрастания, и обратной, если в коэффициенте передачи расположены в порядке убывания. Ряд последовательных ветвей образует путь графа, и если этот путь замкнут, то мы имеем контур обратной связи. Если контур обратной связи образован одной ветвью, то он называется петлей.

Для пуассоновского процесса коэффициент передачи (вероятность перехода) прямых ветвей, вычисленный с точностью до $0(\Delta t)$, одинаков и равен $P_{i,i+1}(t) = \lambda \Delta t + 0(\Delta t)$, $i = 1, 2, \dots, r-1$, где r – длина очереди, а для обратных ветвей $P_{i,i-1}(t) = \mu \Delta t + 0(\Delta t)$, $i = 1, 2, \dots, r-1$. Передачу петли найдем следующим образом:

$$P_{i,i+1}(t) = (\lambda + \mu) \Delta t + 0(\Delta t), \quad i = 1, 2, \dots, r.$$

На основании описанного выше алгоритма представления обслуживающего прибора заявкам различных потоков и алгоритма его освобождения составляем стохастический граф переходов (рис.2) обслуживающей системы, являющейся математической моделью исследуемой управляющей ВС.

Рисунок 2. Граф переходов обслуживающей системы

Коэффициентами передачи ветвей данного графа будут:

$$P\{E_{ik} \rightarrow E_{i,k+1}\} = \lambda \Delta t + 0(\Delta t), \quad i = 0, \quad k = 0, 1, 2, \dots, r-1,$$

$$P\{E_{i,k+1} \rightarrow E_{ik}\} = \mu \Delta t + 0(r-1 \Delta t), \quad i = 0, \quad k = 1, 2, \dots, r-1,$$

$$P\{E_{0,k} \rightarrow E_{0,k}\} = \begin{cases} 1 - \lambda \Delta t + 0(\Delta t), & k = 0 \\ 1 - (\lambda + \mu_1) \Delta t + 0(\Delta t), & k = 1, \dots, r-1; \\ 1 - (\lambda + \mu_1) \Delta t + 0(\Delta t). & k = r; \end{cases} \quad (1)$$

$$P\{E_{1,k} \rightarrow E_{1,k}\} = \begin{cases} 1 - (\lambda + \mu) \Delta t + 0(\Delta t), & k = 1, \dots, r \\ 1 - \mu \Delta t + 0(\Delta t). & k = 1, \dots, r+1 \end{cases}$$

В соответствии с графом составляем систему линейных дифференциальных уравнений первого порядка

$$\begin{cases}
 P'_{00}(t) = -\lambda P_{00}(t) + \mu P_{11}(t), & (a) \\
 P'_{0k}(t) = \lambda P_{0k-1}(t) + (\lambda - \mu_1) P_{0k}(t), k = 1, \dots, r-1 & (б) \\
 P'_{0r}(t) = \lambda P_{0r-1}(t) - \mu_1 P_{0r}(t), & (в) \\
 P'_{11}(t) = -(\lambda + \mu) P_{11}(t) + \mu P_{12}(t) + \mu_1 P_{01}(t), & (з) \\
 P'_{1k}(t) = \lambda P_{1k}(t) - (\lambda + \mu) P_{1k}(t) + \mu P_{1k+1}(t) + \mu_1 P_{0k}(t), k = 2, 3, \dots, r & (д) \\
 P'_{1r}(t) = \lambda P_{1r}(t) - \mu P_{1r+1}(t). & (е)
 \end{cases} \quad (2)$$

При $r \rightarrow \infty$ уравнения (2а) и (2г) очевидно отсутствуют.

Так как $\lambda, \mu, \mu_1 > 0$, то переходные вероятности также больше нуля,

$P_{i,k}(t) > 0$ ($i = 0, 1; k = 0, 1, 2, \dots, r+1$), а поэтому данная цепь является неприводимой и апериодической. Тогда, согласно теореме Маркова [1,4], существуют предельные вероятности $P_{ik}(t)$, ($k = 0, 1, \dots, r+1; i = 0, 1$), что является единственным решением системы уравнений (3), полученным путем предельного перехода по t (при $t \rightarrow \infty$, $P'_{ik}(t) = 0$)

$$\begin{cases}
 -\lambda P_{00}(t) + \mu P_{11}(t) = 0, & (a) \\
 \lambda P_{0k-1}(t) - (\lambda - \mu_1) P_{0k}(t) = 0, & (б) \\
 \lambda P_{0r-1}(t) + \mu_1 P_{0k}(t) = 0, & (в) \\
 (\lambda + \mu) P_{11}(t) + \mu P_{12}(t) + \mu_1 P_{0k}(t) = 0, & (з) \\
 \lambda P_{1k-1}(t) - (\lambda + \mu) P_{1k}(t) + \mu P_{1k+1}(t) + \mu_1 P_{0k}(t) = 0, & (д) \\
 \lambda P_{1r}(t) - \mu_1 P_{1r+1}(t) = 0. & (е)
 \end{cases} \quad (3),$$

Решая данную систему с условием нормировки

$$\sum_{k=0}^r P_{0k} + \sum_{k=1}^{r+1} P_{1k} = 1 \quad (4)$$

получим единственное распределение стационарных вероятностей системы.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ. Определить вероятности состояний дискретной Марковской цепи можно, воспользовавшись теоремой Медведева Г.А. [1,4] для анализа стохастических графов, позволяющей получить простые рекуррентные формулы их вычисления. Суть теоремы состоит в следующем: выделяются сечения $S(S \subset F)$ ветвей в графе $G = (X, F)$, которые превращают его при удалении S в не связанный между собой связанный графа: $G_1(X_1, F_1)$ и $G_2(X_2, F_2)$. Связным называется граф, в котором каждая пара вершин может быть соединена некоторой цепью. Несвязный граф может быть разбит на конечное число связных подграфов, называемых компонентами, или частями. Любой несвязный граф является совокупностью связных графов. Причем сечение S можно представить в виде суммы двух сечений $S = S_1 \vee S_2$, где $S_1 \wedge S_2 = 0$ и если $(\alpha, \beta) \in S_1$, то $\alpha \in X_1, \beta \in X_2$.

Аналогично, если $(\alpha, \beta) \in S_2$, то $\alpha \in X_2, \beta \in X_1$. Тогда справедлива следующая теорема

$$\sum_{i,j \in S_1} P(i, j) P_i = \sum_{k,l \in S_2} P(k, l) P_k \quad (5)$$

Граф, представленный на рис 2. и описывающий поведение управляющей ВС при описанных допущениях о потоках и дисциплине обслуживания, может иметь следующие сечения:

1. $S_2 = \{(0, 0; 0, 1), (1, 1; 0, 0)\}$. В этом случае с помощью теоремы (5) получим соотношение $P_{00}\lambda = P_{11}\mu$ $P_{11} = [(\lambda / \mu)] P_{00}$

2. Сечение 2: $S_2 = \{(0, 1; 0, 2), (1, 1; 0, 0), (1, 1; 0, 0)\}$; В этом случае получаем

$$P_{01}\lambda + P_{01}\mu = P_{11}\mu; P_{01} = [\mu / (\lambda + \mu_1)] P_{11} \quad (6).$$

Учитывая (6), найдем

$$P_{01} = [\mu / (\lambda + \mu_1)] P_{11} \quad (7)$$

3. $S_3 = \{(0, k; 0, k+1), (1, k; 1, k+1), (1, k+1; 1, k)\}$

для $k = 1, 2, 3, \dots$, из которого с помощью (5) получаем $\lambda P_{0k} + \lambda P_{1k} = P_{1k+1}\mu$,

$$P_{1,k+1} = (\lambda / \mu) (P_{0k} + P_{1k}) \text{ где } k = 1, 2, \dots, r \quad (8)$$

4. Сечение S'_2 дает выражение, аналогичное S_2 для произвольного $k = 1, 2, \dots, r$, в чем легко можно убедиться, для чего применим к

$$S'_2 = \left\{ (0, k+1; 0, k+2), (0, k+1; 1, k+1), (1, k; 1, k+1), (1, k+1; 1, k) \right\} \text{ теорему (5)}$$

$$\lambda P_{0,k+1} + \mu P_{0,k+1} + \lambda P_{1k} = P_{1,k+1}\mu \quad (9)$$

$$P_{0,k+1} = [\mu / (\lambda + \mu_1)] (P_{1k+1} - [\lambda / (\lambda + \mu_1)] P_{1k}) \text{ и,}$$

подставив в последнее выражение P_{1k+1} , полученное из (8), значение после преобразований находим $P_{0k+1} = [\lambda / (\lambda + \mu_1)] P_{0k+1}$, $k = 1, 2, \dots, r$, где (9) применяя последовательно k – раз, получим $P_{0k} = \lambda / (\lambda + \mu_1) P_{00}$, или

$$P_{0k} = \alpha^k P_{00}, \quad (10)$$

$$\text{где } \alpha = \lambda / (\lambda + \mu_1)$$

Применяя же k -раз (8) с учетом (6), (7) и (10), находим

$$P_{1k} = \rho^k \left[(1 - \alpha^k) / (1 - \alpha) \right] P_{00} \quad (k = 1, 2, \dots, r+1) \quad (11)$$

где

$$\rho = \lambda / \mu, \quad \alpha = \mu / (\lambda + \mu_1).$$

Подставив значение $(P_{0k} = 0, 1, 2, \dots)$ и $P_{1k} (k = 1, 2, \dots)$ в условии нормировки, после преобразований находим

$$P_{0k} = (1 - \alpha)(1 - \rho) \quad (12)$$

Подставив (12) в (10) и (11) окончательно получим

$$P_{0k} = \alpha^k (1 - \alpha)(1 - \rho), \quad k = 0, 1, 2, \dots, r$$

$$P_{1k} = \rho^k \left[(1 - \alpha^k) / (1 - \alpha) \right] (1 - \alpha)(1 - \rho),$$

$$(k = 1, 2, \dots, r+1).$$

Зная распределение стационарных вероятностей пребывания системы в различных состояниях, с помощью теоремы (5) можем определить среднее время ожидания, начала обслуживания заявок внешнего потока как $\bar{w} = \bar{k} / \lambda$, где $\bar{k}$ – среднее число заявок в очереди r , определяемое следующим образом:

$$\bar{k} = \sum_{k=1}^r k P_{0k} + \sum_{k=1}^{r+1} (k-1) P_{1k} \quad (13)$$

При $r = \infty$ получим следующее выражение для

$$\bar{k} = \frac{\alpha}{(1 - \alpha)} + \frac{\rho}{(1 - \rho)}$$

$$\bar{k} = \rho / (1 - \rho) \quad \text{где } \alpha = \lambda / (\lambda + \mu_1). \quad (14)$$

Подставив его в $\bar{w}$ найдем

$$\bar{w} = (1 / \mu_1) + (1 / \mu) \rho / (1 - \rho), \quad \rho = \lambda / \mu \quad (15)$$

Если время обслуживания заявок внутреннего потока равно нулю, т.е. $\mu_1 = \infty$ (это равносильно тому, что нет заявок внутреннего потока), то $\alpha = 0$, а потому получим $\bar{w} = \rho / [\mu(1 - \rho)]$, $\bar{k} = \rho^2 / (1 - \rho)$, т.е. согласно формулам приведенным [1-3] для вычислений времени ожидания начала обслуживания и средней длины очереди, если на вход обслуживающего прибора поступает один пуассоновский поток и имеет место дисциплина выбора из очереди «первый пришел – первый обслуживается». Прибор не все время обслуживает заявки внутреннего потока, часть

времени (производительной мощности) расходуется на обслуживание заявок внешнего потока, а потому среднее время обслуживания одной заявки внутреннего потока $\bar{t}_r$, будет отличаться от величины μ_1^{-1} . Определим $\bar{t}_r$ через вероятность занятости, прибора обслуживания заявок внутреннего потока интенсивность их обслуживания:

$$\bar{t}_r = (\mu \sum_{k=1}^{\infty} P_{0k})^{-1}.$$

Коэффициент снижения производительность η процессора (производительность будем понимать в ранее определенном смысле) вычисляется следующим образом:

$$\eta = (\bar{t}_r - \mu_1^{-1}) / \bar{t}_r = 1 - \sum_{k=0}^r P_{0k} \quad (16)$$

Подставив в $\bar{t}_r$ и η значения $P_{0k} (k = 0, 1, 2, \dots, r)$, получим после упрощений $\bar{t}_r = 1 / \mu_1(1 - \rho)$, $\eta = \rho$.

Учитывая ограниченность длины очереди, выражение для P_{00} будем искать в виде

$$\frac{(1 - \alpha)(1 - \rho)(\rho - \alpha)}{\rho - \alpha + \alpha^{r+2}(1 - \rho) - \rho^{r+2}(1 - \alpha)} \quad (17)$$

При $r = 0$ мы получим $P_{00} = 1$. Это значит, что если очередь для накоплений заявок внешнего потока отсутствует, то обслуживаться всегда будут заявки внутреннего потока. Отметим довольно простые выражения для P_{00} при $r = 1, 2$;

$$P_{00} \big|_{r=1} = \frac{1}{1 + \alpha + \rho};$$

$$P_{00} \big|_{r=1} = 1 / [1 + \rho + \rho^2 + \alpha(1 + \alpha + \rho)] \quad (18)$$

которые помогут при построении графика (рис.3.) зависимости P_{00} от длины очереди и интенсивности потока требований, поступающих от внешнего источника. Среднее время обслуживания заявок внутреннего потока при этом равно $\bar{t}_r = (1 - \alpha) P_{00} / [\mu_1 (1 - \alpha)^{r+1}]$

Тогда относительное снижение производительности обслуживания прибора будет

$$\eta = 1 - \left[1 + \frac{\lambda}{\mu_1} (1 - \alpha^r) \right] P_{00} \quad (19)$$

Рисунок 3. График зависимости η от P_{00} .
 Прямые _____ получены для пуассоновского потока,
 _____ кривые для регулярного потока.

Выводы:

На рис.3 и рис. 4 показана зависимость времени ожидания от величины ρ при фиксированных значениях отношения $\psi = \mu / \mu_1$ и сравниваются кривые при дисциплинах обслуживания: относительных и абсолютных приоритетах.

График изменения P_{00} и $\eta = \eta(\lambda, \mu, \mu_1, r)$, показанные на рис.4 для $r=1, 2$ и $r=\infty$ при фиксированных значениях отношений $\psi = \mu / \mu_1$, равных 0,1 и ∞ , позволяют сделать ряд **выводов**:

Рисунок 4. Средняя зависимости средняя длительность ожидания от ρ и $\bar{\omega}\mu$.

1. При увеличении емкости внешнего накопителя уменьшается степень загрузки процессора вычислительными операциями и вероятность потери информации.

2. При $r \rightarrow \infty$ относительное снижение производительности стремится к величине загрузки процессора обслуживанием внешних заявок, т.е. $\eta \rightarrow \rho$.

Список литературы:

1. Медведев. Г.А. Анализ стохастических графов, описывающих поведения шаговых систем автоматического поиска // Автоматика и вычислительная техника, 1978, - N 4 – с 15-24
2. Гнеденко. Б.В., Коваленко. И.Н. Введение в теорию массового обслуживания. -2-е изд.-М: наука, 1987. - 336 с.
3. Алгоритмы и программы решения задач на графах и сетях. / Нечепуренко. М.И., Попков. В.И. и др.- Новосибирск: Наука. Сиб. от-ние, 1990. -515 с.
4. Кендалл. Д. Стохастические процессы, встречающиеся в теории очередей и их анализ методом вложенных цепей Маркова: Математика. –М: ИЛ, 1969 г. с 3-22 (сб. переводов).

МАШИНОСТРОЕНИЕ И МАШИНОВЕДЕНИЕ

ВЕРИФИКАЦИЯ МЕТОДИКИ ЧИСЛЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА В КОЛЬЦЕВЫХ КАНАЛАХ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА

Захаров Владислав Александрович

аспирант Омского Государственного Технического Университета,

РФ, г. Омск

E-mail: zaxarovvlad71@mail.ru

VERIFICATION METHODS A NUMERICAL STUDY OF HEAT TRANSFER IN THE ANNULAR CHANNELS OF THE HEAT EXCHANGER

Vladislav Zakharov

postgraduate student of Omsk State Technical University

Russia, Omsk

АННОТАЦИЯ

Разработана методика численного исследования для определения коэффициента теплоотдачи в кольцевом канале теплообменного аппарата в программном продукте Ansys. Методика состоит из двух этапов: построение сеточной модели для области жидкости в Ansys ICEM CFD и определение коэффициента теплоотдачи в Ansys CFX. Выполнена верификация полученных результатов с экспериментальными данными.

ABSTRACT

The method of numerical research for determining the heat transfer coefficient in the annular channel of the heat exchanger in the Ansys software product is developed. The method consists of two stages: construction of a grid model for the liquid region in Ansys ICEM CFD and determination of the heat transfer coefficient in Ansys CFX. The results obtained were verified with experimental data.

Ключевые слова: теплообмен, кольцевой канал, методика, Ansys CFX.

Keywords: heat transfer, annular channel, method, Ansys CFX.

В химической, нефтеперерабатывающей, и других областях промышленности широко используются теплообменники, в которых жидкость (газ) движется в кольцевом пространстве, образованном двумя коаксиально расположенными цилиндрами. Совершенствование таких устройств требует изучения специфических течений, которые являются разновидностью вихревых и закрученных потоков. В

данной методике рассмотрим задачу течения неизо-термическое вязкой жидкости (газа) в непроницаемых гладких границах кольцевой области при наличии осевого и окружного вынужденного движения жидкости, обусловленного вращением внутреннего цилиндра.

Верификация численной методики представлена на примере объекта, расчётная схема которого изображена на рисунке 1.

Рисунок 1. Расчётная схема теплообменного аппарата

Опытная установка имеет следующие геометрические параметры (1):

$$B/R_1 = 0,271; L/2 \cdot B = 40 \quad (1)$$

Граничные условия: на входе задаётся массовый расход среды, а на выходе статическое давление (1 атм.). Для стенки кольцевого зазора, образованной поверхностью внутреннего цилиндра задаётся угловая скорость, условие прилипания и параметр шероховатости; на стенке кольцевого зазора, образованной поверхностью внешнего цилиндра – условие проскальзывания.

Для проведения теоретических испытаний используется воздух при температуре 30°C. При обработке опытных данных для воздуха принято $Pr = 0,7$, а суммарный коэффициент теплоотдачи равен половине коэффициента теплоотдачи на поверхности внутреннего цилиндра.

В качестве использования RANS модели турбулентности выберем SST, которая сочетает в себе лучшие свойства $k - \omega$ модели в пристеночной области и преимущества $k - \epsilon$ модели вдали от стенок. Главной трудностью при использовании модели SST является необходимость использования достаточно мелких сеток в окрестностях стенок.

Построение сетки для области жидкости реализовано в приложении Ansys ICEM CFD. Построение

выполнено блочным методом с использованием структурированной гексаэдрической сетки. Преимущество использования структурированной сетки: быстрое изменение параметров сеточной модели, удобный и детальный контроль создания сетки. После построения блочной структуры выполнено конвертирование в неструктурированную гексаэдрическую сетку.

Для оценки размера первой пристеночной ячейки в радиальном направлении (рисунок 2а) используется безразмерный параметр, который определяется следующими формулами (2):

$$y^+ = \frac{Re \cdot \sqrt{\frac{C_f}{2}}}{\delta} \cdot \Delta y, C_f = \frac{0,455}{(\ln(0,06 \cdot Re))^2} \quad (2)$$

где Δy – размер первой пристеночной ячейки; y^+ – безразмерный параметр; C_f – коэффициент поверхностных напряжений трения; Re – критерий Рейнольдса.

Безразмерный параметр y^+ , рассмотренный при верификации методики, варьируется в диапазоне от 1 до 50. Коэффициент роста ячеек принят равным – 1,2; рост ячеек – линейный.

Конечно-элементарная сетка в азимутальном (рисунок 2а) и осевом направлениях (рисунок 2б) – равномерная, количество элементов в этих направлениях принимается равным 2 ячейки на 1 мм.

Рисунок 2. Сеточная модель потока: (а) – радиальное и азимутальное направление; (б) – осевое направление

Расчёт проводится в 2 этапа [2] в программе Ansys CFX. На первом этапе задаются граничные условия и производится расчёт. После получения первичных результатов, необходимо произвести корректировку граничных условий. Для этого определяется усреднённая температура на всей поверхности жидкости и задаётся экспертным параметром в граничных условиях. Далее расчёт выполняется второй раз.

Для верификации полученных результатов с экспериментальными данными воспользуемся уравнениями (3):

$$\alpha = \frac{Nu^* \cdot \lambda}{2 \cdot \nu}, Ta = \frac{\omega}{\theta} \cdot R_1^{0,5} \cdot B^{1,5}, Nu^* = \frac{Nu}{Pr^{1/3}} \quad (3)$$

где Nu^* – модифицированное число Нуссельта, α – суммарный коэффициент теплоотдачи, ν – коэффициент кинематической вязкости, λ – коэффициент теплопроводности, θ – линейная скорость, ω – угловая скорость.

На рисунке 3 представлена оценка адекватности предложенной методики на основе экспериментальных данных, представленных в работе [1], при $Re = 3 \cdot 10^4$, $Ta = 10^2 \dots 10^4$.

Рисунок 3. Результаты исследования теплообмена в кольцевом канале с внутренним вращающимся цилиндром

- ♦ - экспериментальные данные [1]; 1 – численный расчёт при $y^+ = 50$;
 2 – численный расчёт при $y^+ = 10$; 3 – численный расчёт при $y^+ = 5$;
 4 – численный расчёт при $y^+ = 1$

В результате выполненных исследований установлено, что для расчёта кольцевых каналов с вращающейся внутренней стенкой предложенная численная методика наиболее сопоставима с

экспериментальными данными при $y^+ = 5$; коэффициент роста ячеек 1,2; модель турбулентности SST, при этом погрешность численных расчётов не превышает 5%.

Список литературы:

1. Костерин С.И., Финатьев Ю.П. Исследование теплообмена турбулентного потока воздуха в кольцевом зазоре между вращающимися коаксиальными цилиндрами // ИФЖ. – 1962. – №8. – ТОМ 5. – С. 911–918.
2. Щукин В.К. Теплообмен и гидродинамика внутренних потоков в полях массовых сил – М.: Машиностроение, 1980. – 240 с.

АНАЛИЗ ПУТЕЙ ВЛИЯНИЯ НА ЖЕСТКОСТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПАКЕТНЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ

Абдувахидов Мутахирхон Мубашиервич

ст. преп., Наманганский инженерно-технологический институт,
Узбекистан, г. Наманган

Акрамжанов Дилмурод Мухтор ўгли

ассистент, Наманганский инженерно-технологический институт,
Узбекистан, г. Наманган
E-mail: akramjanovd@gmail.com

Усманов Равшан Самидулло ўгли

магистрант, Наманганский инженерно-технологический институт,
Узбекистан, г. Наманган

Отақўзийев Акмалжон Мўминжон ўгли

магистрант, Наманганский инженерно-технологический институт,
Узбекистан, г. Наманган

ANALYSIS OF WAYS OF INFLUENCE ON RIGID PARAMETERS OF PACKAGE WORKING BODIES OF VARIOUS FACTORS

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 особенностей влияния на жёсткостные параметры пакетных конструкций, представляющих собой пакет, образованный из жестких дисков, имеющих малые толщины по сравнению с его длиной и поперечными размерами различными способами. Поставленная задача решена способом качественного анализа работы пакетной конструкции на изгиб, кручение и сжатие-растяжение.

ABSTRACT

The article investigates the features of the effect on the stiffness parameters of package designs, which are 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 a method of qualitative analysis of the work of the batch design for bending, torsion and compression-tension.

Ключевые слова: гибкий пакетный стержень; изгибная жёсткость; продольная жёсткость; крутильная жёсткость; влияние конструктивных факторов; влияние эксплуатационных факторов.

Keywords: flexible packet rod; bending stiffness; longitudinal stiffness; torsional stiffness; the influence of design factors; the impact of operational factors.

Для современного машиностроения одной из характерных тенденций остается стремление к повышению производительности машин путем увеличения быстроходности, что обуславливает рост рабочих нагрузок, повышение требований к показателям точности, надежности и экономичности.

Одновременное удовлетворение указанных противоречивых требований 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 точности определения указанных факторов, имеющих различную физическую природу. 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 – тканеформирующие органы многозевных ткацких машин типа ТММ-360, разделительные цилиндры чесальных аппаратов, конденсоры чесально-вязальных агрегатов ЧН-180, наборные валы отделочных машин, пыльные цилиндры в различных хлопковых машинах, ножевые барабаны трепальных машин и т.д. При этом имеется в виду, что рассматриваемые составные конструкции работают как монолитное тело. Проведем исследование путей влияния на жесткостные параметры таких рабочих органов различных конструктивных и эксплуатационных факторов методом качественного анализа. Были выполнены исследования теоретических основ определения изгибной жесткости пакетных конструкций, вопросов определения изгибной жесткости пакетных конструкций и вопросов аналитического и феноменологического определения параметров изгибной, крутильной и продольной жесткостей пакетных конструкций, в результате чего было выявлено в частности, что изгибная жесткость S гибких пакетных стержней (ГПС) в виде плоских элементов, стянутых в пакет продольным усилием сжатия N в первом приближении может быть определена как удвоенное произведение усилия сжатия на квадрат расстояния от крайней точки на поверх-

ности контакта плоских элементов на вогнутой стороне изгибающегося ГПС до геометрической оси сжимающей его гибкой нити R . Такие ГПС являются составной частью основных рабочих органов ряда технологических машин, строительных конструкций и способствуют обеспечиванию требуемой их жесткости. Исследуем особенности влияния на жесткостные параметры ГПС конструктивных и эксплуатационных факторов.

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.

б. Пакетный стержень описанного вида и выполняющий определенную конструктивную или технологическую функцию будем называть пакетным рабочим органом. Наиболее характерными представителями пакетных рабочих органов данного типа являются пыльные 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).

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).

О путях влияния на жесткостные параметры ГПС конструктивных и эксплуатационных факторов. Влияние на жесткостные параметры пакетных рабочих органов различных факторов определяется в основном их влиянием на жесткостные параметры ГПС, являющихся конструктивной частью пакетных рабочих органов. Толщины плоских элементов пакета ГПС на 2-3 порядка меньше его поперечных размеров. В связи с этим при действии продольных сил сжатия на пакет практически весь его объем состоит в объемном напряженном состоянии и испытывает контактные объемные деформации. Особенно велика роль объемных деформаций в пакетах ГПС, состоящих из плоских элементов с прерывистыми поверхностями контакта между ними. Проведенный теоретический анализ показывает, что конструктивные и эксплуатационные факторы на величины жесткостных параметров всех видов ГПС оказывают опосредованное влияние в первую очередь вследствие изменения величин объемных контактных упругих и пластических деформаций дисковых элементов пакета под действием изменения силы сжатия пакета и внешних силовых факторов, изменения формы, геометрических размеров элементов пакета, количества элементов пакета и величин контактных поверхностей между ними, толщины элементов и материала

элементов, времени и других факторов. Другим важным путем опосредованного влияния конструктивных и эксплуатационных факторов на величины жесткостных параметров ГПС является изменение величин сил трения на поверхностях взаимного контакта плоских элементов пакета под действием силы сжатия пакета, изменения формы, геометрических размеров и распределения поверхностей контакта плоских элементов, количества поверхностей контакта плоских элементов, фрикционных свойств материала плоских элементов, состояния контактных поверхностей и наличия на них веществ с фрикционными или антифрикционными свойствами. И, наконец, конструктивные и эксплуатационные факторы могут оказывать влияние на величины жесткостных параметров ГПС также вследствие появления и изменения величин упругих и пластических продольных деформаций стягивающих элементов пакета под действием изменения силы их растяжения, геометрических размеров их поперечных сечений и длины, механических свойств материала нити во времени, ее износа, явлений релаксации и т.д.

Особенности влияния упругих и пластических контактных деформаций плоских элементов, возникающих в процессе эксплуатации, в основном заключается в следующем:

Контактные деформации приводят к уменьшению численных значений всех жесткостных параметров ГПС. При этом если упругие деформации обуславливают незначительное уменьшение жесткостей, то пластические деформации приводят к значительному уменьшению изгибной, продольной и крутильной жесткостей ГПС. С увеличением величин первичных упругих и пластических контактных деформаций, вызванных монтажным усилием сжатия, снижается чувствительность к действию контактных деформаций, вызываемых впоследствии рабочими нагрузками.

Особенности влияния сил трения между плоскими элементами определены следующим образом:

Силы трения между плоскими элементами развивают силы и моменты сил трения, дополняющие силы и моменты, образуемые усилием растяжения гибких нитей, и способствуют увеличению жесткости на изгиб и кручение ГПС.

Силы трения в определенной мере препятствуют развитию упругих и пластических контактных деформаций плоских элементов, и таким образом, способствуют некоторому увеличению изгибной продольной и крутильной жесткости ГПС. Особенности влияния упругих и пластических деформаций стягивающих элементов пакета плоских элементов заключаются в следующем:

Дополнительные упругие деформации стягивающих элементов пакета при рабочем нагружении способствуют появлению дополнительных усилий сжатия в них, и увеличению таким образом величин изгибной, продольной и крутильной жесткостей.

Пластические же деформации стягивающих элементов пакета способствуют уменьшению усилий сжатия пакета и уменьшению, таким образом, и вели-

чин параметров жесткостей всех видов. Качественный анализ влияния конструктивных и эксплуатационных факторов на жесткостные параметры ГПС. Влияние величины усилия сжатия пакета. Величина усилия сжатия пакета определяет величину контактных деформаций при отсутствии внешней рабочей нагрузки. Благодаря отмеченным выше характерным особенностям влияние контактных деформаций на параметры жесткости при сжатии ГПС с увеличением усилия сжатия пакета степень относительного ее влияния уменьшается. При этом параметры жесткости при сжатии ГПС монотонно возрастают и асимптотически приближаются к расчетным величинам, определенным для монолитного пакетного стержня. Влияние количества плоских элементов пакета. Количество плоских элементов пакета ГПС определяет количество контактных поверхностей, поэтому, чем больше количество плоских элементов, тем больше влияние всех других факторов, действующих благодаря контактным деформациям, например, величины усилия сжатия на жесткостные параметры ГПС при сжатии. При прочих неизменных конструктивных факторах увеличение числа плоских элементов приводит к неуклонному уменьшению величин жесткостных параметров ГПС.

Влияние физико-механических свойств материала плоских элементов. Величина контактных деформаций при прочих равных условиях зависит от механических свойств материала плоских элементов, а сила трения – от коэффициента трения материалов. Поэтому с увеличением величины модуля упругости, твердости, величины коэффициента взаимного трения материалов неизменно увеличиваются жесткостные параметры ГПС. И наоборот, уменьшение перечисленных параметров, а также увеличение пластичности материалов плоских элементов будут приводить к уменьшению жесткостных параметров ГПС. Влияние геометрических параметров плоских элементов пакета. В случаях, когда поверхности контакта представляют собой не сплошные плоскости, а прерывистые, интенсивность контактных деформаций возрастает. Поэтому с уменьшением величин одного или двух размеров площадей контакта во взаимоперпендикулярных направлениях в результате увеличения контактных деформаций плоских элементов при рабочем нагружении ГПС и его параметры жесткости уменьшаются. Определенное влияние оказывает также характер распределения отдельных поверхностей контакта по поперечному сечению. С увеличением степени рассредоточенности отдельных поверхностей контакта, увеличением расстояний между ними также будет происходить интенсификация контактных деформаций и уменьшение параметров жесткости ГПС. Имеют определенное значение также величина углов откоса нерабочих поверхностей, примыкающих к контактным поверхностям и характер перехода одних нерабочих поверхностей в другие. Уменьшение углов откоса до нуля и тем более их отрицательные значения, а также уменьшения их радиусов перехода одних поверхностей в другие также приводят к интенсификации контактных деформаций, что в конечном итоге будет

приводить к уменьшению параметров жесткости ГПС. Влияние состояния поверхностей контакта плоских элементов пакета. В развитии деформаций сжатия, а также контактных деформаций, определенную роль играет наличие и величина сил трения в поверхностях контакта взаимодействующих элементов. В связи с этим состояние поверхностей контакта плоских элементов будет оказывать определенное влияние также и на величину жесткостных параметров ГПС. Так, уменьшение показателей шероховатости контактных поверхностей, наличие в зоне контакта посторонних веществ, оказывающих смазочное действие, в конечном счете, будут приводить к уменьшению параметров жесткости, особенно крутильной, ГПС. И наоборот, увеличение шероховатости, и наличие в зоне контакта веществ с фрикционными свойствами будет оказывать противоположный эффект. Влияние точности выполнения геометрических форм и размеров.

Как показывают эксперименты, при небольших значениях усилия сжатия параметры жесткости ГПС имеют значительно меньшие значения и имеют устойчивую тенденцию к увеличению с ее увеличением. Одним из главных причин этого явления является то обстоятельство, что имеются отклонения от плоскостности и параллельности контактных поверхностей плоских элементов, например, их коробчатости вследствие наличия погрешностей изготовления, а также наличия остаточных пластических деформаций и внутренних напряжений. Поэтому при малых значениях усилия сжатия численные показатели жесткости ГПС имеют пониженные значения. Однако с увеличением усилия сжатия плоские элементы испытывая упругие и небольшие пластические деформации, начинают контактировать большей частью контактных поверхностей и соответственно параметры жесткости ГПС постепенно увеличиваются. Очевидно, эта тенденция будет иметь место до определенного значения усилия сжатия, при котором обеспечивается плотный контакт всех элементов по всей контактной поверхности. Отсюда следует, что с увеличением точности выполнения геометрических форм и размеров плоских элементов в направлении продольной оси стержня будет способствовать увеличению жесткостных показателей при значениях усилия сжатия, меньших определенной величины. Такую величину некоторые авторы считают наименьшим допустимым значением осевого усилия сжатия в пакетных рабочих органах.

Влияние фактора времени, как показывают наши наблюдения, проявляются независимо от того,

находится ли пакетный рабочий орган в эксплуатации или на хранении. Влияние фактора времени обусловлено явлениями ползучести и релаксации и реологическими свойствами исследуемых объектов. В связи с этим это влияние больше проявляется в пакетных конструкциях, в которых применены цветные металлы и ряд неметаллических материалов. Использование же только черных металлов в реальных конструкциях определенно исключает время как фактор влияния на жесткостные параметры. Если при умеренных усилиях сжатия как в рабочих валиках джинов с плоскими элементами влияние фактора времени проявляется наиболее четко, то при очень больших предварительных и номинальных усилиях как в наборных валах отделочных машин это влияние практически отсутствует. Проведенный нами анализ показывает, что влияние фактора времени на жесткостные параметры ГПС качественно может быть представлено следующим образом. С течением времени величины контактных деформации плоских элементов, выполненных из цветных металлов, например, из алюминия благодаря явлениям ползучести и релаксации возрастают, а контактных напряжений уменьшается и в результате усилия сжатия пакетов уменьшаются. Конечным результатом этого процесса является некоторое уменьшение величины параметров жесткости ГПС при небольших усилиях внешнего сжатия пакетного стержня.

Основными факторами влияния на жесткостные параметры ГПС конструктивных факторов являются количество, форма, геометрические размеры элементов пакета, величины контактных поверхностей между ними, толщина элементов, материал элементов, фрикционные свойства материала плоских элементов, состояние контактных поверхностей и наличие на них веществ с фрикционными или антифрикционными свойствами.

Выполнен качественный анализ особенностей влияния конструктивных и эксплуатационных факторов на жесткостные параметры ГПС.

Основными путями влияния на жесткостные параметры пакетных конструкций конструктивных и эксплуатационных факторов являются изменение величин объемных контактных упругих и пластических деформаций дисковых элементов пакета, изменение величин сил трения на поверхностях взаимного контакта плоских элементов, и изменение величин упругих и пластических продольных деформаций стягивающих элементов пакета. Выполнен качественный анализ особенностей влияния конструктивных и эксплуатационных факторов на жесткостные параметры ГПС.

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.
3. Abdvaxidov M. Paxta tozalash mashinalari taxlamli ishchi organlari mexanikasi. Monografiya. – Т.: TTYSI, 2017. – 258 с.

4. Акрамжанов Д. Исследование вопросов аналитического определения параметров жесткости пакетных конструкций. // Научный журнал Universum: Выпуск: 4(61)-Апрель 2019. –С. 16.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ПРИ ПЕРЕХОДЕ АВТОБУСНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ «ISUZU» НА ГАЗОВОЕ ТОПЛИВО

Мамасалиева Мукаддас Ибадуллаевна

*ст. преп. кафедры “Техника оказания услуг” Машиностроительного факультета
Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова,
Узбекистан, г. Ташкент*

Худойбердиев Мухаммад Солих Авлокул ўгли

*ассистент кафедры “Техника оказания услуг” Машиностроительного факультета
Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова,
Узбекистан, г. Ташкент*

ANALYSIS OF POSSIBLE MALFUNCTIONS WHEN TRANSFERRING ISUZU BUS ENGINES TO GAS FUEL

Mukaddas Mamasaliev

*Senior Lecturer, Department of Service Engineering, Faculty of Machine building,
Tashkent State Technical University after named Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent*

Muhammad Khudoyberdiev

*assistant of the Department of Service Engineering, Faculty of Machine building,
Tashkent State Technical University after named Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В настоящее время растущее население нашей страны определяет спрос на пассажирские транспортные средства, который можно удовлетворить за счет использования высококачественных, исправных и эффективных пассажирских транспортных средств, отвечающих современным требованиям. Автобусы «ISUZU» в настоящее время широко используются в Узбекистане, но они, имея свои положительные качества, требуют тем не менее качественного технического обслуживания и ремонта. Учитывая все это, в статье рассматриваются условия работы этих автобусов, отмечается низкая надежность агрегатов и узлов, предлагается, устранение этих недостатков.

ABSTRACT

Currently, the growing population of our country determines the demand for passenger vehicles, which can be met through the use of high-quality, serviceable and efficient passenger vehicles that meet modern requirements. ISUZU buses are currently widely used in Uzbekistan, but they, having their positive qualities, require nevertheless high-quality maintenance and repair. Taking all this into account, the article considers the working conditions of these buses, notes the low reliability of units and assemblies, and suggests the elimination of these shortcomings.

Ключевые слова: автобус, система питания, агрегаты, эксплуатация, муфта сцепления, тормозная система, техническое обслуживание и ремонт.

Keywords: bus, power supply system, arahati, operation, clutch, brake system, maintenance and repair.

Произведенные в Самарканде автобусы «ISUZU» и автомобили этого типа являются продукцией узбекских и японских специалистов, внося огромный вклад в обеспечение внутреннего рынка. Это предприятие в настоящее время выпускает более 10 видов легковых автомобилей, и в то же время коллектив завода проводит серьезные исследования по созданию новых автобусов и грузовых автомобилей для автомобильной промышленности нашей страны, отвечающих современным,

международным экологическим стандартам, и эти исследования дают свои результаты.

В целях дальнейшего повышения уровня надежности автобусов проводится ряд научных исследований. Одно из таких исследований проводится в Ташкентском государственном техническом университете имени Ислама Каримова на кафедре “Техника оказания услуг”. Проблемы, возникающие из-за дизельного топлива в автобусах «ISUZU», которые в настоящее время

эксплуатируются, в настоящее время изучаются, и пути их решения.

Используемые в настоящее время автобусы используются в дополнение к жидкому и газообразному топливу. Газовые автобусы приобретают все большее значение, особенно в городских условиях. Растущий автопарк города требует разработки способов снижения выбросов от транспортных средств. Эта проблема может быть частично решена путем перевода автобусов на газообразное топливо. По сравнению с другими транспортными средствами это топливо имеет ряд технических, экономических, экологических и санитарно-гигиенических преимуществ. Когда автобусы работают на газообразном топливе,

топливо полностью сгорает, выхлопные газы двигателя и потребление моторного масла уменьшаются, а ресурс двигателя увеличивается. От части это связано с переходом от дизельного топлива на газ для дальнейшего повышения надежности, сведения к минимуму деградации его компонентов и уменьшения количества выбросов парниковых газов [2]. Автобусные двигатели «ISUZU» предназначены для работы на дизельном топливе, но эти автобусы адаптированы для использования газа, чтобы улучшить свои экологические и экономические показатели. При проверке автобусов «ISUZU», используемых в этой газовой системе, в газовой системе есть некоторые дефекты. Ниже приведены детали газовой системы.

Рисунок 1. Система подачи сжиженного газа

1,2,3,4 – газовые баллоны и баки; 5 – топливный бак, накопительный клапан и фильтр; 6 – накопительный клапан и тепловой бункер; 7 – трубопровод высокого давления; 8 – гибкий шланг; 9 – газораспределительный ствол (магистраль); 10 – датчик распределения; 11 – газовые форсунки; 12 – двигатель; 13 – хомут; 14 – клапан высокого давления; 15 – датчик давления газа; 16 – редуктор высокого давления.

В ходе изучения показателей надежности автобусов «ISUZU», эксплуатируемых на газовой системе, было установлено, что в деталях автобуса, переведенного на газовое топливо, также обнаружены некоторые неисправности. К этой категории дефектов относятся: трещины в головке цилиндра (рис.2), незначительные трещины в шейках коленчатого вала (рис.3). Это происходит в большинстве случаев из-за технологических и частичных эксплуатационных причин. При переходе

с одного топлива на другое важно следить за тем, чтобы детали обрабатывались качественно, одна из самых больших причин заключается в том, что зажимные свечи плохо установлены в головке цилиндров, что двигатель перегревается, при нагревании двигателя наливается холодная вода, и одна из самых больших причин – отсутствие точного расчета степени сжатия. Она не рассчитана точно, верхняя часть поршня не обрабатывается с помощью токаря на нормальном уровне.

Таблица 1.

Основные виды отказов в узлах и агрегатах автобусов ISUZU, работающих на газе

№	Наименование агрегата или узлов	Количество неисправностей	По сравнению с общим нарушениями, %	Примечание
1	Газовая система	96	23.8	Головка блока цилиндров, коленчатый вал, компьютерная система
2	Тормозная система	81	20.1	Накладку, поршень, манжеты

3	Электрооборудование	77	19.1	Генератор, стартер, ремень генератора
4	Муфта сцепления	62	15.3	Фрикционные диски
5	Коробка передач	45	11.1	Трос коробки передач
6	Прочие детали	42	10.4	Кузов, система охлаждения, рулевое управление
7	Всего	403	100%	-

Рисунок 2. Головка цилиндра

Рисунок 3. Коленчатый вал

Собранные статистические данные были математически обработаны, и была построена гистограмма распределения показателей надежности

(по количеству неисправностей), чтобы предоставить более подробную информацию.

Рисунок 4. Показатели надежности (по количеству неисправностей) основных агрегатов автобусов марки «ISUZU», эксплуатируемых на газовом топливе:

1 – газовая система; 2 – тормозная система; 3 – электрическое оборудование; 4 – муфта сцепления; 5 – коробка передач; 6 – кузов, система охлаждения, рулевое управление головка и другие комплектующие части

Из приведенных выше данных видно, что автобусы, эксплуатируемых на газовом топливе, чаще всего выходят из строя такие агрегаты, как 1 – газовая система; 2 – тормозная система; 3 – электрооборудование; 4 – муфта сцепления; 5 – коробка передач; 6 – система охлаждения кузова, рулевое управление. Наблюдения показали, что уровень надежности используемых в настоящее время автобусов «ISUZU» во многом определяет газовая система.

Из вышеизложенных соображений видно, что перевод автобусов «ISUZU» на газ удобен во многих отношениях и по многим показателям соответствует условиям города. Однако для решения некоторых проблем необходимы теоретические и практические исследования, чтобы найти пути устранения проблем существующих конструктивных и технологических проблем с конверсией газа. Поэтому мы будем использовать наши будущие исследования для разработки мер по устранению таких недостатков.

Список литературы:

1. Базаров Б.И. Научные основы энергоэкологической эффективности использования альтернативных моторных топлив: Дисс. д-ра техн. наук. - Ташкент: ТАДИ, 2006. – 302 с.
2. Диагностика и техническое обслуживание машин: Учебник для студентов высших учебных заведений / А.Д. Ананин и др. - М.; Изд. центр «Академия», 2008. – 152 с.
3. Кодиров С.А. Совершенствование эксплуатации автобусов «ISUZU» с газовыми двигателями: Дисс. на соиск. акад. ст. магистра, – Ташкент, 2014. – С. 36
4. Мавланов А.В. Исследования эксплуатационной надежности автобусов 0345 за гарантийный период эксплуатации. – Ташкент, 2008. – 30-31 с.
5. Савельев Г.С., Кауров Е.Т., Шапкайтц А.Д. Коммерческая эффективность переоборудования тракторов для работы на природном газе // Транспорт на альтернативном топливе. – 2008. – № 1. – С. 43.
6. Сидикназаров КМ. Автомобиллар техник эксплуатацияси. – Ташкент, 2006. – 630с.

ЭФФЕКТИВНЫЙ МЕХАНИЗМ ИГЛОВОДИТЕЛЯ ШВЕЙНОЙ МАШИНЫ**Насимова Манижа Муминходжаевна**

преподаватель ПИТТУ,

Таджикистан, г. Худжанд

E-mail: manizha.nasimova@mail.ru**EFFECTIVE MECHANISM OF THE NEEDLE CHUCK OF THE SEWING MACHINE****Manizha Nasimova**

PITTU teacher,

Tajikistan, Khujand

АННОТАЦИЯ

В статье приведены механизм игловодителя швейной машины содержащий кривошипно-шатунный механизм связанный с игловодителем, имеет упругий элемент в виде пружины установленный на верхний направляющий игловодителя и находящийся в постоянном контакте с верхним концом игловодителя. Основным недостатком данной конструкции является частые поломки и изгиб иглы за счет большой инерционной силы иглы при прокалывании сшиваемых материалов из-за накопленной энергии пружинной игловодителя.

ABSTRACT

The article describes the mechanism of the needle bar of the sewing machine containing a crank mechanism connected to the needle bar, has an elastic element in the form of a spring mounted on the upper guide of the needle bar and in constant contact with the upper end of the needle bar. The main disadvantage of this design is the frequent breakage and bending of the needle due to the large inertial force of the needle during calcination of stitched materials due to the accumulated energy of the spring needle bar.

Ключевые слова: ликвидация обрыва нитей, роспуск стежков, высокая прочность стачивания, повышенные инерционные нагрузки, изгиб иглы.

Keywords: elimination of breakage of threads, dissolution of stitches, high strength of grinding, increased inertial loads, bending of the needle.

В настоящее время тенденция развития швейного производства основывается с следующим: автоматизация производства, создание технологических средств для высококачественных швейных изделий, широкий ассортимент изделий, энергоёмкость, высокая производительность швейных машин и др. [1].

При этом для надёжной работы швейных машин важным является ликвидация обрыва нитей, роспуск стежков, высокая прочность стачивания. Для достижения вышеизложенного требуется совершенствование конструкций рабочих органов и механизмов швейных машин, в том числе механизма игловодителя [2].

Известен механизм иглы, содержащий кривошип с противовесом, связанный с главным валом машины и с игловодителем посредством кривошипно-шатунного механизма [3].

Известен также механизм игловодителя содержащий шатун, связанный с верхней головкой с пальцем кривошипа, установленного на главном валу, нижней головкой посредством горизонтальной оси связанный с игловодителем [4].

Недостатком известных механизмов является повышенные инерционные нагрузки при увеличении скоростных режимов машин. А это, в свою очередь, снижает надёжность и приводит к снижению

долговечности и срока службы кинематических пар, соединяющих звенья механизма, что иногда делает экономически нецелесообразным повышение скоростных режимов. Механизм игловодителя швейной машины, содержащий кривошипно-шатунный механизм связанный с игловодителем, имеет упругий элемент в виде пружины установленный на верхний направляющий игловодителя и находящийся в постоянном контакте с верхним концом игловодителя [5].

Основным недостатком данной конструкции являются частые поломки и изгиб иглы за счет большой инерционной силы иглы при прокалывании сшиваемых материалов из-за накопленной энергии пружинной игловодителя. Кроме того, данной конструкции невозможно увеличение скорости движения из-за большой силы трения в нижних направляющих игловодителя, отсутствие амортизации сил реакций в шарнире между шатуном и кривошипом, а также недостаточное скопление энергии пружинной в холостом ходу (сжатие) движение игловодителя.

В рекомендуемом нами конструкции задача решается путем снижения площади трения игловодителя в ее нижних направляющих, наличия амортизации сил реакций в шарнире между шатуном и игловодителем (поршнем), а также совершенствования элементов

амортизации пружины игловодителя в рабочем режиме прокалывания иглой материалов.

Сущность конструкции заключается в том, что механизм игловодителя швейной машины содержит кривошипно-шатунный механизм связанной с игловодителем, имеет упругий элемент в виде пружины установленный между нижней частью игловодителя и иглой, при этом площадь контакта игловодителя в нижнем направляющем уменьшена за счет выполнения направляющего ступенчатым, отверстие направляющего с большим диаметром выполнено в середине относительно меньшего диаметра отверстия по краям направляющего. Шарнир между шатуном и игловодителем в нижней (поршнем) части выполнен составным и имеет упругую втулку. Предложенное новшество позволяет повысить надежность работы механизма и ликвидирует поломку и изгиб иглы.

Предложенный механизм игловодителя швейной машины (рис. 1) состоит из кривошипа 2, установленный в корпусе 1 и закреплен на левом конце главного вала (на рис. не показано). Кривошип 2 другим концом связан с шатуном 3 с помощью шарнира 6, игловодитель выполнен составным и верхней 5 и нижней частях 4, между которыми установлена пружина 8. В свою очередь шатун 3 шарнирно связан с верхней частью игловодителя (поршнем) 5, нижняя часть 4 которого движется в направляющих 13, выполненных ступенчатым. При этом по середине направляющего 13 отверстие 14 выполнено с большим диаметром чем диаметры отверстий по краям направляющего 13 и поэтому это часть не соприкасается с поверхностью нижней части игловодителя 4. Шарнир 7 выполнен составным с упругой втулкой 10. Шарнир 7 состоит из наружной втулки 9 жестко связанной с шатуном 3. Наружная втулка 9 насажена на внутренней втулке 12 посредством резинового втулки 10. Внутренняя втулка 10 составляет кинематическую пару пятого класса с осью 11, жестко установленного в верхней части 5 (поршня) игловодителя.

Нижняя часть 4 игловодителя совершая холостой ход вверх, прижимает пружину 8 при этом пружина накапливает определенную часть энергии за счет преобразования её, потом возвращает накопленную энергию на рабочий ход нижней части 4 механизма игловодителя.

Список литературы:

1. Мансурова Д.С., Кинематический и динамический анализ четырехзвенных рычажных механизмов с упругими связями рабочих органов швейных машин двухниточного цепного стежка. Диссертация докт. техн. наук. – Бишкек: 2008. -357С.
2. Мансурова М.А., Совершенствование технологии получения двухниточных цепных стежков с расширенными характеристиками и рабочих органов швейных машин. Диссертация докт. техн. наук. – Ташкент: 2017 - 200с.
3. Исаев В.В., Оборудование швейных предприятий. М. Легкопромбытиздат. 1989 стр.29-31
4. Авторское свидетельство №1142544, Бюл. Изоб.:4.1985.
5. Механизм игловодителя швейной машины. Патент Рес.уз. № FAP 00331, Бюлл.№12, 2007.
6. Артоболовский И.И., Теория механизмов и машин, «Наука», Москва, 1988 г, с. 117 – 112; 284-291

Рисунок 1. Механизм игловодителя швейной машины

При этом пружина 8 не только ускоряет движения вниз нижней части 4 игловодителя, но и при прокалывании иглой сшиваемых материалов (на рис. не показано) позволяет некоторую амортизацию движения игловодителя, что позволяет избежать изгиб и поломку иглы.

Известно, что инерционные силы в кривошипно-шатунных механизмах в крайних мертвых положениях поршня достигают максимальных значений, что может приводить к быстрому выходу из строя шарнира между шатуном и поршнем [6]. Поэтому для амортизации инерционных сил в рекомендуемом механизме игловодителя швейной машине шарнир 7 между шатуном 3 и верхней частью 5 игловодителя выполнен составным, включающий упругую (резиновую) втулку 10. В процессе работы механизма игловодителя в верхнем и нижнем мертвых положениях игловодителя за счет деформации резиновой втулки 10 значительно уменьшается инерционные силы. Кроме того, в нижнем крайнем положении игловодителя (с иглой) за счет деформации пружины 8 и резиновой втулки 10 обеспечивается зазор, который необходим для технологии образования стежков. Механизм игловодителя позволяет повысить надежность работы швейной машины.

Вывод. Разработана эффективная конструкция механизма игловодителя швейной машины.

ПАТЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА РАЗРАБОТКУ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ШИРОКОЗАХВАТНЫХ КУЛЬТИВАТОРОВ

Худайкулиев Ражаббай Рузметович

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

Джураева Наргиза Батиржановна

мл. науч. сотр., Институт механики и сейсмостойкости сооружений, АН РУз.,
Узбекистан, г. Ташкент

Уринов Азиз Пардаевич

мл. науч. сотр., Институт механики и сейсмостойкости сооружений, АН РУз.,
Узбекистан, г. Ташкент

Мирзаева Мусаллам Мариковна

мл. науч. сотр., Институт механики и сейсмостойкости сооружений, АН РУз.,
Узбекистан, г. Ташкент

Михайлова Виктория Викторовна

вед. специалист, Институт механики и сейсмостойкости сооружений, АН РУз.,
Узбекистан, г. Ташкент

PATENT RESEARCH AIMED AT THE DEVELOPMENT AND IMPROVEMENT OF DESIGNS OF WIDE-REACH CULTIVATORS

Rajabbay Hudaykuliev

Candidate of Technical Sciences, Institute of Mechanics and Seismic Stability of Structures,
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Nargiza Djuraeva

Junior Researcher Scientist, Institute of Mechanics and Seismic Stability of Structures,
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Aziz Urinov

Junior Researcher Scientist, Institute of Mechanics and Seismic Stability of Structures,
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Musallam Mirzaeva

Junior Researcher Scientist, Institute of Mechanics and Seismic Stability of Structures,
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Viktoriya Mihaylova

Leading specialist, Institute of Mechanics and Seismic Stability of Structures,
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В данной статье проведен обзор патентных источников с целью изучения существующих и разработки новых усовершенствованных конструкций широкозахватных культиваторов.

ABSTRACT

In this article the review of patent sources for the purpose of studying of existing and development of new improved designs of wide-reach cultivators is carried out.

Ключевые слова: обработка почвы, культиваторы, рыхлители, рабочий орган культиватора.

Keywords: tillage, cultivators, rippers, working organ of the cultivator.

Одной из важнейших задач современного сельскохозяйственного производства является изучение основ теории и расчета рабочих органов сельскохозяйственных машин и особенностей технологических процессов, раскрывающих основные закономерности, связывающие качество работы и расход энергии с технологическими свойствами обрабатываемых материалов.

Основой дальнейшего повышения плодородия почв и, следовательно, урожайности сельскохозяйственных культур является повышение эффективности использования применяемых удобрений. За счет внесения их в почву получают около 50% прибавки урожая. Однако применение минеральных удобрений связано с большими энергетическими затратами, а эффективность их в значительной степени снижается из-за широкого применения примитивных способов их внесения.

Повышение эффективности использования удобрений - это, прежде всего, внедрение в производство более совершенных способов и технических средств их внесения с целью удешевления производства и увеличения выхода растениеводческой продукции на единицу туков, улучшения качества, сокращения физических потерь питательных веществ, устранение опасности отрицательного влияния удобрений на окружающую среду.

Как известно, физико-механические свойства объектов обработки (почва, растения, удобрения, семена) обуславливают форму, размеры и конструкцию рабочих органов сельскохозяйственных машин и в конечном итоге, влияют на технологический процесс машины. Основоположником теории сельскохозяйственных машин является русский ученый, академик В.П. Горячкин (1868 - 1935), впервые открывший эту область прикладных знаний [1]. В своем классическом труде «Земледельческая механика», вышедшем в 1923 году, он впервые применил законы механики для анализа рабочих органов сельскохозяйственных машин, и тем самым открыл широкие возможности использования этих законов в целях создания рациональных конструкций и определения оптимальных режимов работы машин. В.П. Горячкин видел в теории могучее средство познания законов, которым следуют технологические процессы, выполняемые сельскохозяйственными машинами и орудиями.

Знания этих законов позволяют управлять процессами в целях получения наибольшего эффекта при изменяющихся условиях работы.

Культиваторы представляют собой группу орудий для предпосевной обработки почвы, а также выполнения работ по уходу за парами и посевами сельскохозяйственных культур. С помощью

культиваторов осуществляется рыхление почвы на глубину до 12 см и глубокое рыхление на глубину до 25 см и более, уничтожение сорной растительности, внесение в почву минеральных удобрений, окуливание и нарезание поливных борозд.

К культиваторам предъявляют следующие основные агротехнические требования. При сплошной обработке почвы поверхность поля должна быть ровной, без гребней и борозд. Рыхление почвы должно происходить без выноса влажных слоев на поверхность, без распыления частиц или их уплотнения. Отклонение от заданной глубины обработки почвы допускается не более ± 1 см. Рабочие органы культиватора должны уничтожать не менее 98 - 99% сорняков и не повреждать растения.

Для выполнения различных операций сплошной и междурядной обработки почвы культиваторы снабжаются комплектами рабочих органов различной формы и размеров. Наиболее распространенными формами рабочих органов культиваторов являются: лапы, подкормочные ножи, лемешные корпуса и игольчатые диски. Основные рабочие органы – лапы культиваторов выполняют операции рыхления почвы на глубину до 25 см и подрезания сорняков.

Проведем обзор патентных источников по различным конструкциям широкозахватных культиваторов, предназначенных для эффективной обработки почвы с целью создания благоприятных условий для роста и развития растений.

Известен агрегат для подкормки и внесения гербицидов в прикорневую зону растений [2]. Агрегат включает трактор с навесной системой, культиватор-растениепитатель, рабочие органы для рыхления почвы и подрезания сорняков. На стоках плоскорезающих рабочих органов, установленных у рядка растений, закреплены распылители для направленной подачи гербицидов и удобрений в прикорневую часть растений. Распылители выполнены в гибком износостойком шланге на боковой ее стороне, направленной к оси рядка растения. Во время работы шланг опирается на поверхность почвы и копирует ее рельеф, обеспечивая подачу жидкости в прикорневую зону растений. Распылительные отверстия выполнены коническими диффузорными. Такое конструктивное выполнение позволяет повысить урожайность за счет эффективного уничтожения сорняков в защитной зоне рядка культурных растений и внескорневого внесения удобрений, снижает энергозатраты и повышает производительность агрегата.

Известно устройство для дозированного внесения удобрения при культивировании соответственно плодородию почвы на каждой парцелле (очень маленьком участке земли) обрабатываемого участка [3]. Устройство содержит (рис.1) раму, рыхлитель,

стойку, тензометрическое звено, измерительный комплекс, культиваторную лапу, бункер для удобрений и тукопровод.

Рисунок 1. Устройство для осуществления способа внесения удобрения в почву при культивировании

Рыхлитель устройства выполнен в виде диска 1, установленного на подшипнике на оси 2, закрепленной на нижнем плече 3 двуплечего рычага, который установлен на оси 4, закрепленной на ползуне 5. Ползун 5 установлен на раме 6 с возможностью продольного по ней перемещения и фиксирования гайками 7.

Тензометрическое звено 8 предлагаемого устройства связано с верхним плечом 9 двуплечего рычага и закрепленной на ползуне 5 стойкой 10 посредством дужек 11, свободно пропущенных через отверстия в стойке и упомянутом верхнем плече. Бункер 12 для

удобрений закреплен на раме 6, на которой установлен дозатор 13. Через дозатор 13, подведенный под культиваторную лапу 14, тукопровод 15 сообщен с бункером 12. Дозатор 13 включает заслонку с электромеханическим приводом (на чертеже не показано). Ноутбук 16 и подключенный к нему АЦП/ЦАП 17 (аналого-цифровой/цифроаналоговый преобразователь) установлены в кабине трактора, агрегируемого с культиватором. Тензометрическое звено 8 подключено кабелем 18 к измерительному комплексу, а именно к АЦП/ЦАП, который кабелем 19 подключен к электромеханическому приводу заслонки дозатора 13 (кабели имеют разъемные муфты). Изобретение отличается тем, что перед культиваторной лапой постоянно измеряют твердость почвы на подповерхностном ее уровне и в зависимости от изменения твердости почвы изменяют дозу удобрения, подаваемого под культиваторную лапу.

Также известен рабочий орган культиватора [4]. Рабочий орган культиватора содержит С-образную упругую стойку 1 с лапой 2 (рис.2,а). Верхняя часть С-образной стойки в верхней части выполнена в виде витой цилиндрической пружины 3 с полусферическими выступами 4 на нижней плоскости верхнего витка. На верхней плоскости нижнего витка выполнены полусферические выступы 5, а на среднем витке имеются полусферические выступы 6 (рис.2,б). Такое техническое решение способствует повышению эффективности поверхностного рыхления почвы при культивации с увеличением эксплуатационной надежности и технологичности, за счет повышения устойчивости возбуждаемых колебаний, уменьшения комковатости почвы при ее рыхлении с одновременным снижением тягового сопротивления орудия.

Рисунок 2. Рабочий орган культиватора: (а) – вид спереди, (б) – вид сбоку

Существует рабочий орган культиватора [5], который может использоваться в сельском хозяйстве для культивирования почв как подверженных ветровой эрозии, так и не подвергающихся ветровой эрозии. Рабочий орган культиватора работает следующим образом. При движении рабочего органа

культиватора по полю, рабочие органы заглубляются на установленную глубину. Долото разрезает пласт почвы, поднимает почву вверх и рыхлит. Оставшаяся часть пласта почвы рыхлится и подрезается лезвиями. Так как плотность почвы на разных участках

поля неоднородна, лезвия лапы будут совершать независимые горизонтальные колебания благодаря пружинному механизму и наличию шарнирного соединения.

При попадании препятствия на одно из лезвий, оно будет отклоняться назад, стараясь пропустить препятствие до полного использования жесткости пружины и частичного воздействия на соседнее лезвие. Так как стойка рабочего органа жестко закреплена к раме культиватора, главным колебательным механизмом будет пружина, которая установлена

между щеками и шарнирное соединение лапы со стойкой. В совокупности, все эти механизмы, позволяют значительно снизить тяговое сопротивление рабочего органа культиватора на 10%, увеличит степень подрезания сорняков на 15%, а также снизить степень налипания почвы на переднюю часть рабочего органа культиватора на 15%, уменьшить сгущивание растительных остатков, сократить время на техническое обслуживание, увеличивается ресурс рабочего органа.

1 – стойка, 2 – долото, 3 – болты, 4 – лапа, 5 – щеки, 6 – пружинный механизм, 7 – втулка, 8 – шарнирный механизм

Рисунок 4. Рабочий орган культиватора: вид сбоку

Известен рабочий орган культиватора [6], представляющий собой ударник маятникового ударного механизма, закрепленный на С-образной стойке, выполненный в виде пустотелого цилиндра с полусферическими выступами на торцах, внутри которого расположено, с возможностью свободного перемещения вдоль оси цилиндра, массивное тело сферической формы. Рабочий орган культиватора функционирует следующим образом (рис.3).

При движении почвообрабатывающего агрегата по полю в направлении движения культиваторная лапа 2 заглубляется в почву на глубину ее обработки. При этом С-образная стойка 1, закрепленная на раме 3, под действием сил сопротивления почвы отклоняется назад против направления движения, поворачиваясь вокруг шарнира 4, сжимает пружину 5. При последующем снижении сил сопротивления почвы под действием сжатой пружины 5 С-образная стойка 1 поворачивается (поворот С-образной стойки 1 относительно шарнира 4 ограничен регулируемым упором 15) вокруг шарнира 4 вперед. Этот цикл повторяется периодически с частотой от 2 до 5 колебаний в секунду. В момент перемещения С-образной стойки 1 вперед, рычаг 6 с ударником 8, обладающим значительной инерционностью за счет своей массы, отходит от стойки 1, а затем, под действием силы тяжести, поворачивается вокруг оси вращения 7 (ось вращения 7 рычага 6 закреплена на С-образной стойке 1 зажимом 9) в направлении движения, и ударник 8 (ударник 8 выполнен в виде пустотелого

цилиндра с полусферическими выступами 11, 12, 13 на торцах, внутри которого расположено, с возможностью свободного перемещения вдоль оси цилиндра, массивное тело 14 сферической формы) ударяет по бойку 10 С-образной стойки 1. В момент удара массивное тело 14 сферической формы, свободно перемещаясь под действием инерционных сил внутри пустотелого цилиндра, соударяется с полусферическими выступами 11, 12. Энергия ударных импульсов передаются от ударника 8 через боек 10 с полусферической рабочей поверхностью С-образной стойке 1 с культиваторной лапой 2, вызывая их вибрацию. Вибрация способствует самоочищению рабочих поверхностей культиваторной лапы 2 от налипающей почвы с растительными остатками, повышает степень крошения почвы культиваторной лапой 2 и способствует снижению тягового сопротивления.

Рисунок 3. Рабочий орган культиватора: вид сбоку

Техническим результатом полезной модели является увеличение частоты вибрации стойки с лапой,

что обеспечивает самоочищение рабочего органа культиватора от налипающей на него в процессе работы почвы с растительными остатками, повышение степени крошения почвы культиваторной лапой и снижение тягового сопротивления.

Таким образом, разработка комбинированных орудий для предпосевной обработки почвы с одновременным внутрипочвенным локальным внесением минеральных удобрений одновременно позволяют достичь качественной обработки почвы и обеспечить питание растений в соответствии с биологическими потребностями фенологической фазы их развития. В связи с тем, что изучение основ современного сельскохозяйственного производства становится в настоящее время более актуальным, чем прежде и имеет важное народнохозяйственное значение, ведущие специалисты в области сельскохозяйственного машиностроения, как отечественные, так и зарубежные, не обошли эту проблему и отразили ее в той или иной степени в своих разработках.

Список литературы:

1. Горячкин В.П. Собрание сочинений. Том 2, М: Колос, 1965. 384с.
2. Патент на изобретение RU 2274992. Агрегат для подкормки и внесения гербицидов в прикорневую зону растений. Авторы: Сотченко В.С., Багринцева В.Н., Карпунин В.В., Абезин В.Г. Оpubл. 27.04.2006г., бюл. № 12.
3. Патент на изобретение RU 2376743. Способ и устройство для внесения удобрения при культивировании. Авторы: Милюткин В.А., Ларионов Ю.В., Канаев М.А. Оpubл. 27.12.2009г., бюл. № 36.
4. Патент на изобретение RU 2605337. Рабочий орган культиватора. Авторы: Бабицкий Л.Ф., Соболевский И.В. Оpubл. 20.12.2016г., бюл. № 35.
5. Патент на полезную модель RU 170937. Рабочий орган культиватора. Авторы: Мяло В.В., Мазуров В.В., Мяло О.В., Демчук Е.В., Голованов Д.А. Оpubл. 16.05.2017г., бюл. № 14.
6. Патент на полезную модель RU 179172. Рабочий орган культиватора. Авторы: Бабицкий Л.Ф., Шевченко В.В., Москалевич В.Ю. Оpubл. 03.05.2018г., бюл. № 13.

СТАТЬЯ УДАЛЕНА ПО ЗАПРОСУ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ

СТАТЬЯ УДАЛЕНА ПО ЗАПРОСУ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ

СТАТЬЯ УДАЛЕНА ПО ЗАПРОСУ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ

СТАТЬЯ УДАЛЕНА ПО ЗАПРОСУ ПРАВООБЛАДАТЕЛЯ

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ**ПОЛУЧЕНИЕ АЛЮМИНИЕВЫХ КВАСЦОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ ОТХОДОВ ПУТЕМ
ИХ ЩЕЛОЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ****Сабиров Вахобжон Хусанович**

доктор химических наук, профессор, НИТУ филиал МИСиС,
Республика Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: <mailto:V.SABIROV@mail.ru>

Иркабаев Джуманали Усманович

старший преподаватель,
Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: 354-tvdpi@list.ru

Амиров Шахбоз Ёркин угли

преподаватель-ассистент, Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета
им. Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Алмалык

Жумаев Маннон Нафасович

преподаватель-ассистент,
Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Алмалык

Юлдашев Лазиз Ташпулатович

преподаватель-ассистент, Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета
им. Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Алмалык

PRODUCING OF ALUMINUM ALUM BY ALKALINE PROCESSING OF ALUMINUM WASTE**Vahobjon Sabirov**

Doctor of Chemistry, Professor, NUST branch of MISIS,
the Republic of Uzbekistan, Almalyk

Jumanali Irkabayev

Senior Lecturer of Almalyk Branch of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
the Republic of Uzbekistan, Almalyk

Shakhboz Amirov

Lecturer-Assistant, Almalyk Branch of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
the Republic of Uzbekistan, Almalyk

Mannon Jumayev

Lecturer-Assistant, Almalyk Branch of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
the Republic of Uzbekistan, Almalyk

Laziz Yuldashev

Lecturer-Assistant, Almalyk Branch of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
the Republic of Uzbekistan, Almalyk

АННОТАЦИЯ

В статье обсуждается химический метод переработки бытовых алюминиевых отходов в алюминиевые квасцы. Метод основан на щелочной переработке алюминиевых изделий калиевой щелочью и нейтрализацией полученного щелочного раствора серной кислотой. Алюминиевые изделия сперва подвергаются механической обработке, что позволит очистить алюминиевые изделия от полимерных пленок и превратить их в мелкие стружки. Нейтрализованный раствор нагревается до получения насыщенного раствора квасцов, и выпавшие кристаллы отфильтровываются и сушатся на воздухе. Состав и структура полученных кристаллов алюминиевых квасцов исследованы рентгеноструктурным методом.

ABSTRACT

In article, the chemical method of processing of household aluminum waste to aluminum alum is discussed. The method is based on alkaline processing of aluminum wastes by potassium alkali and neutralization of the received alkaline solution by sulfuric acid. Aluminum products at first are exposed to machining what to allow clarifications of aluminum products from polymeric films and their transformation into small shavings. The neutralized solution heats up to receiving saturated solution of alum and the dropped-out crystals are filtered and dry on air. The composition and crystal structure of the received crystals of aluminum alum are investigated by a X-ray diffraction method.

Ключевые слова: алюминиевые отходы, квасцы алюминиевые, щелочная обработка, кристаллическая структура.

Keywords: aluminum waste; aluminum alum; alkaline treatment; crystalline structure.

Постановка вопроса. Утилизация алюминиевых отходов, образованных из-за использованных алюминиевых посуды в пищевой промышленности, стала важной проблемой больших городов. На городских свалках накопилось большое количество алюминиевого лома. Этот лом в природе плохо утилизируется и хранится довольно долгое время. Металлургическая переработка алюминиевого лома включает в себе плавление и электрохимические процессы [4]. Такая технология переработки требует большого количества тепловой и электрической энергии. Она является дорогостоящей и имеет отрицательное влияние на окружающую среду. В отличие от металлургической технологии, химическая переработка алюминиевого лома является более дешевым методом и является экологически безвредной.

Настоящая статья посвящена обсуждению методики химической переработки бытовых алюминиевых отходов, в частности алюминиевой посуды, в квасцы, которые имеют широкое применение в городских водоочистительных сооружениях в качестве коагуляторов, а также в медицине, сельском хозяйстве, деревообрабатывающей промышленности и парфюмерии.

Предлагаемая методика химической переработки алюминиевых отходов не требует сложного технологического оборудования и дорогостоящих химических реактивов.

Как известно, алюминий вызывает необратимые изменения в организме человека и является вредным для здоровья. Образование поверхностного оксидного слоя снижает вредные свойства алюминия. Этот слой является инертным к воздействию различных окислителей. Кроме того, алюминиевую посуду изнутри покрывают тонким слоем органического пластического материала. Этот слой является помехой при переработке алюминиевой посуды и усложняет переработку отхода, поэтому верхний слой отхода нужно очистить от полимерного слоя. Для этого существуют специальные механические приспособле-

ния, которые очищают алюминиевый лом от верхнего полимерного слоя и разрезают отход на мелкие кусочки или в стружку.

Алюминиевая стружка хорошо взаимодействует с щелочами. Для того чтобы химическая реакция между алюминием и щелочью была эффективной, надо использовать эквимолярные количества алюминия и используемой щелочи. Скорость реакции сильно зависит от концентрации раствора щелочи. Согласно проведенным опытам наиболее оптимальной является концентрация щелочи 1.4 М.

Использованная экспериментальная методика. Методика переработки алюминиевого отхода состоит из нескольких этапов. Первый этап включает получение водорастворимого гидроксида алюминия калия по следующей реакции:

в ионном виде реакция имеет следующий вид:

Как видно из уравнения реакции, в ходе реакции выделяется газообразный водород. Поэтому реакцию надо проводить под вытяжным шкафом, надев защитные очки. Необходимо пользоваться закрытыми нагревательными приборами. Если в лаборатории имеется приспособление для накопления водорода, то можно накопить водород в специальном контейнере. Но ни в коем случае нельзя допустить образования смеси водорода с воздухом. Образующаяся гремучая смесь взрывается от открытого огня, приводя к нежелательным последствиям. В отсутствие вытяжного шкафа реакцию надо проводить в хорошо проветриваемой комнате или же на воздухе. Нельзя пытаться сжечь выделяемый водород.

Алюминий оксид и алюминий гидроксид являются амфотерными соединениями и взаимодействуют

как с сильными кислотами, так и щелочами. Путем добавления в щелочной раствор серной кислоты комплексный анион $\text{Al}(\text{OH})_4^-$ переводится в водонерастворимый гидроксид $\text{Al}(\text{OH})_3$:

или в ионном виде

Дальнейшее добавление серной кислоты переводит водонерастворимый гидроксид алюминия в водорастворимый сульфат алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$:

или же в ионном виде:

Когда раствор остынет, из раствора выпадут кристаллы гидрата алюминия сульфата калия, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, которые необходимо отфильтровать из раствора:

В случае присутствия в алюминиевом ломе других металлов процесс растворения лома в щелочном растворе произойдет медленнее.

Экспериментальная часть. После окончания химических процедур продуктивный раствор выпаривали до его насыщения при температуре 50 °С. Раствор оставляется в термостате до выделения из раствора кристаллов квасцов. Полученные квасцы бесцветны, октаэдрической формы. Обладают вяжущим свойством и кислым вкусом, водные растворы имеют кислую реакцию вследствие гидролиза воды:

Реагирует с лакмусовой бумагой, окрашивая ее в слабо фиолетовый цвет. Нагревание полученных квасцов показывает, что они плавятся в кристаллизационной воде, затем дегидратируются в две или несколько стадий с образованием промежуточных кристаллогидратов, напр. $\text{NaAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Конечные продукты дегидратации — безводные, или «жженные», квасцы. Путем взвешивания квасцов до и после термообработки и сравнивая исходную и конечную массы определено число кристаллизационных молекул воды, равное 12.

Число сульфатных анионов определяется с помощью азотнокислого бария $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$. Согласно уравнению (6) при растворении квасцы диссоциируют по схеме:

При добавлении бария нитрата в раствор квасцов выпадает сульфат бария в виде белого аморфного осадка:

Отфильтровав и просушив осадок сульфата бария до постоянной массы и затем, взвесив массу сухого осадка, по добавленному количеству атома бария можно вычислить долю сульфат аниона в составе сульфата бария, и по этому числу — и число сульфат анионов в полученных квасцах. Этот метод известен как гравиметрический [3, 2].

Для увеличения скорости реакции следует нагреть раствор.

Состав и кристаллическая структура полученных квасцов. Алюмокалиевые квасцы кристаллизуются в кубической сингонии в пр.гр. $R\bar{3}c$ с параметрами элементарной ячейки $a = b = c = 12.261(1)$ Å. Кристаллическая структура полученных квасцов состоит из гидратированных катионов алюминия, сульфат аниона и катионов калия (рис. 1).

Рентгеновские эксперименты монокристаллов с размерами $0,3 \times 0,2 \times 0,2$ мм были проведены на автоматическом дифрактометре XCalibur, Ruby ($\lambda\text{CuK}\alpha$ -излучение, комнатная температура, графитовый монохроматор, ω -сканирование), $6,52 \leq 2\theta_{\text{max}} \leq 124,72^\circ$, $-14 \leq h \leq 16$, $-5 \leq k \leq 7$, $-11 \leq l \leq 12$, 3567 отражений с $I \geq 2\sigma(I)$. Эмпирические поправки на поглощение, фактор Лоренца, а также на поляризацию введены по программе CrysAlisPro [5].

На рис. 1 приведена кристаллическая упаковка исследованных квасцов. В структуре катион Al^{3+} имеет регулярную, а K^+ — искаженную октаэдрическую координацию за счет кристаллизационных молекул воды. Сульфатные анионы распределены в двух противоположных ориентациях вдоль оси симметрии третьего порядка.

Рисунок 1. Кристаллическая упаковка алюмокалиевых квасцов.

Пунктирные линии — H-связи

Заключение. Таким образом, проведенные исследования показали, что алюминиевые отходы могут быть переработаны в алюмокалиевые квасцы путем их щелочно-кислотной переработки.

Предложенная методика может быть использована для переработки отходов свинцового завода, а также отходов хромовых заводов.

Список литературы:

1. Аналитическая химия / под ред. А.А. Ищенко. — М. : Академия, 2010. — 320 с.
2. Золотов Ю.А. Аналитическая химия. — М. : Выс. шк., 1999. — 396 с.
3. Логинов Н.Я. , Воскресенский А.Г. , Солодкин И.С. Аналитическая химия. — М. : Просвещение, 1979. — 480 с.
4. Позив М.Е. Технология минеральных солей. 4 изд. Ч. 1. — Л. : 1974. С. 566, 613, 632, 635, 640, 653.
5. CrysAlisPro. Version. 1.171.33.44. Oxford Diffraction Ltd, 2009.

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

КОМПЛЕКСНАЯ УБОРКА ХЛОПКА-СЫРЦА МЕХАНИЗИРОВАННЫМ СПОСОБОМ

Абдувалиев Убайдулла Абдуллаевич*канд. хим. наук, доцент, Альмалыкский филиал Ташкентского
Государственного технического университета им. Ислам Каримова,
Узбекистан, г. Алмалык***Бутунов Жахонгир Рузикулович***ассистент, Альмалыкский филиал Ташкентского
Государственного технического университета им. Ислам Каримова,
Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: jaxongir.butunov@mail.ru*

COMPLEX HARVESTING OF RAW COTTON MECHANIZED

Ubaydulla Abduvaliyev*candidate of Science, associate professor of the Almalyk branches of Tashkent State technical University
after named Islam Karimov,
Uzbekistan, Almalyk***Zhakhongir Butunov***assistant, Almalyk branches of Tashkent State technical University after named Islam Karimov,
Uzbekistan, Almalyk*

АННОТАЦИЯ

В статье приводится описание сведения о хлопке-сырце, имеющихся хлопкоуборочных машин, их конструкции, преимущество и недостатки этих машин. Описание предлагаемого механического хлопкоподборочного аппарата, и сравнительные показатели относительно существующих.

ABSTRACT

The article describes the information about raw cotton, available cotton pickers, their design, the advantages and disadvantages of these machines. Description of the proposed mechanical cotton picking apparatus, and comparative indicators relative to existing ones.

Ключевые слова: шпиндели – серийные, винтовые и оболочковые; хлопкоуборочная машина; хлопкоуборочный аппарат; дефоляция; горизонтальный шпиндель; вертикальный шпиндель; антиинерционный; хлопкоподборщик, хлопкоподборщик механический.

Keywords: spindles – serial, screw and shell; cotton picking machine; cotton picker; defoliation; horizontal spindle; vertical spindle; anti-inertia; cotton picker, mechanical cotton picker.

Известно, что выращивание хлопка-сырца очень трудоемкая работа. До созревания хлопка-сырца он обрабатывается (культиватором) несколько раз механизированным способом, а также вручную производится полив примерно 4-6 раз. После того как хлопок созревает и раскрывается 50-70%, начинается уборка хлопка-сырца как вручную, так и хлопкоуборочными машинами. Перед уборкой хлопка-сырца хлопкоуборочными машинами производится дефоляция хлопчатника т.е. удаляются зеленные листья на 50-70%. Спад листьев происходит в течении 3-х суток. После этого хлопкоуборочными машинами начинается уборка хлопка-сырца.

В настоящее время выпускаются два типа хлопкоуборочных машин: вертикально- и горизонтальношпиндельные. Горизонтальношпиндельная хлопкоуборочная машина выпускается в США, которыми собирается хлопок при раскрытии 90-95% и высоте хлопчатника 80-100 см и выше. При такой уборке хлопка-сырца показатели этих машин достигает до 90-95%.

В Узбекистане погодные условия не допускают раскрытия хлопчатника до 90-95%, поэтому, при раскрытии хлопчатника 50-70%, сбор хлопка горизонтальношпиндельными хлопкоуборочными машинами невыгодно, так как показатели сбора резко

падают, а качество собранного хлопка ухудшаются, т.е. собираются и недозрелые хлопki тоже, что ухудшает качество собираемого волокна. Выпускаемые вертикально-шпиндельные хлопкоуборочные машины в Узбекистане, просты по конструкции, в 7-8 раз дешевле, а самое главное высокие результаты не зависят от высоты хлопчатника, как по сбору, так по качеству собранного хлопка-сырца (волокна). Кроме того, придавливая зеленные коробочки (кураки), ускоряют их раскрытие и созревание.

В настоящее время выпускается хлопкоуборочная машина типа МХ-1,8 с двухрядным хлопкоуборочным аппаратом (рис.1). Она предназначена для сбора хлопка с междурядьем 90 см. Хлопкоуборочный аппарат является основной частью хлопкоуборочной машины. В каждом аппарате монтированы по четыре барабана, и на каждом барабане расположены равномерно по периметру 12 шпинделей. Для повышения показателей сбора хлопка-сырца, барабаны в аппаратах располагаются так, чтобы шпиндели в них находились в шахматном порядке (рис.2).

Рисунок 1. Хлопкоуборочная машина типа МХ-1,8

Шпиндели хлопкоуборочных аппаратов выпускаются двух видов: цельная с четырьмя рядами нарезанных зубцов; и винтовая, надетая на стержень. Винтовая лента имеет с двух краев (сторон) нарезанные зубцы. Преимущество винтовых шпинделей в том, что они могут собирать хлопок-сырец и без дефолиации, так как этот шпиндель является самоочищающимся.

Показатели вертикально-шпиндельных хлопкоуборочных машин по сравнению с горизонтально-шпиндельными, при раскрытии хлопка-сырца 50-70%, по всем показателям высоки. Кроме того, зеленные, не созревшие коробочки (кураки) пройдя между шпинделями сжимаются, что способствует ускорению раскрытия и созревания зеленных коробочек. (Рис.3)

Рисунок 2. Расположение шпинделей на барабанах (в шахматном порядке)

Нами был предложен более эффективный шпиндель – оболочковый. На стержень диаметром 24 мм

(что и в винтовом шпинделе) надевается оболочка, диаметром 26 мм и толщиной 0,5-0,7 мм выполненный из ст.45. что и для изготовления оболочек. Сперва на сыром листе штампуются зубцы с околозубцовыми отверстиями в шахматном порядке, после этого лист заворачивается в цилиндр и края привариваются. Потом на верхний и нижний края привариваются специальные круглые кольца придающие оболочке прочность, а также возможность перемещаться оболочке относительно стержня на 4-5 мм, затем производится закалка с последующим отпуском. Готовые оболочки устанавливаются на стержень так, чтобы они могли передвигаться относительно стержня на 4-5 мм. Такая конструкция дает возможность удалять и не собираться внутри между стержнем и оболочкой зеленных смесей, листьев и других сорных примесей. Еще одно преимущество таких шпинделей в том, что вместо цельного стержня можно использовать антиинерционный, т.е. состоящий из трех частей и соединенных между собой шарнирно, верхние и нижние части невелики, а основная средняя часть более весомый, т.е. около 70% тяжести. Такой антиинерционный стержень улучшает технологический процесс. Известно, что, шпиндели вращаются в рабочей зоне в сторону острия зуба, переходя в зону съема останавливаются и вращаются в обратном направлении, т.е. совершают реверс, а это дает возможность самосбросу намотанного хлопка на шпиндель, собранного в рабочей зоне. Предложенный антиинерционный оболочковый шпиндель дает возможность сократить время остановки при реверсах, и тем самым увеличивает время пребывания в рабочей и съемной зонах. При этом из-за инертности к движению средней части стержня при реверсировании остается неподвижной. Такое явление дает возможность повысить производительность хлопкоуборочной машины в целом.

Рисунок 3. Расположение хлопка в стебле хлопчатника

Список литературы:

1. Абдувалиев У.А. механический хлопкоподборочный аппарат. Тезисы конференции (Республ. на узб языке), Ташкент 2013. (110-111стр.).
2. Руководство. Хлопкоуборочная машина марки МХ-1,8.

Известно, что после первого сбора 10-12% хлопка-сырца опадает на землю. Они считаются подборами.

Для сбора опавшего хлопка на землю (грядки) имеются хлопкоподборщик, который прикреплен на отдельный трактор и весит более 1500 кг. Рабочие органы таких подборщиков изготовлены из ленточной толстой резины, надетые на шкивы имеющие межосевое расстояние приблизительно 4 метра. Верхние части резины имеют прорезы через каждые 8 см. При перекачивании поверх шкивов эти прорезы раскрываются и заземлением собирают на грядке хлопок, листья и другие вещи, что попадает на подрезы. Показатели таких подборщиков очень низкие т.е. 50-60%, а засоренность сырья доходит до 70%. Поэтому применение таких подборщиков очень невыгодно.

Нами был разработан механический зубчатый хлопкоподборочный аппарат, в середине которого устроен неподвижный кулачковый барабан, а над ними находятся зубчатые рабочие органы, надетые на стержень, закрепленные на вращающиеся диски, которые установлены по краям кулачкового барабана с зазором. Поверху рабочего органа приварена лента, имеющая с двух сторон зубцы. При перекачивании рабочих органов по кулачковому барабану, в зоне сбора второй кончик входит в вогнутую часть кулачка, а первый конец опускается вниз, соприкасается с землей, захватывает хлопок и перемещается в зону съема. В этой части рабочий орган приобретает цилиндрическую форму, при этом второй конец соприкасается с цилиндрической частью кулачка. Хлопок, подобранный рабочим органом, снимается потоком воздуха вентилятора и направляется в бункер хлопкоуборочной машины.

Предлагаемый механический зубчатый хлопкоподборочный аппарат, имеющий вес 300-350 кг, устанавливается взамен аппарата хлопкоуборочной машины с некоторыми небольшими переделками. Полнота сбора опавшего хлопка составляет 70-75%, при его засоренности 28-35%. Если применять хлопкоуборочную машину и механического подборщика хлопка последовательно, то получается комплексная уборка хлопка-сырца механизированным способом.

Изготовление такого подборщика хлопка несложно. Его можно изготовить даже в небольших механических цехах, так как по конструкции он очень прост. Применение предложенного механического зубчатого хлопкоподборочного аппарата дает возможность эксплуатировать хлопкоуборочную машину, одновременно, как и хлопкоподборочный аппарат. Замена аппаратов занимает очень мало времени 2-3 часа.

РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ЦИФРОВОЙ СЕТЬЮ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗИ НА ОСНОВЕ УСТРОЙСТВ КОНТРОЛЛЕРА ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЧАСТКАХ

*Халиков Абдулхак Абдулхаирович**д-р техн. наук, проф. Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта,
Узбекистан, г. Ташкент**E-mail: xalikov_abdulgak@mail.ru**Ураков Олимджон Хикматуллаевич**PhD Ташкентского института инженеров железнодорожного транспорта,
Узбекистан, г. Ташкент*

ORGANIZATION AND MANAGEMENT OF THE INTEGRAL DIGITAL NETWORK OF OPERATIONAL AND TECHNOLOGICAL COMMUNICATION ON THE BASIS OF PERIPHERAL INTERFACE CONTROLLER DEVICES IN RAILWAY SITES

*Abdulhak Khalikov**Dsc, prof. Tashkent Institute of Engineers railway transport,
Uzbekistan. Tashkent**Olimdjan Urakov**PhD, Tashkent Institute of Railway Engineers,
Uzbekistan. Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается первичный транспортный уровень сети на базе интегрированного оптического устройства. Разработанное устройство и программное обеспечение дает возможность получения удаленного управления и мониторинг интегрированной цифровой сети оперативно-технологической связи на железнодорожных участках Ангрен-Пап.

ABSTRACT

The article discusses the primary transport layer of a network based on an integrated optical device for all types of station communications. The developed device and software makes it possible to obtain remote control and monitoring of an integrated digital network of operational-technological communication in the railway sections of Angren-Pap.

Ключевые слова: оперативно-технологическая связь, виды связи, программное обеспечение, коммутация, синхронизация, гибридное устройство.

Keywords: operational-technological communication, types of communication, software, switching, synchronization, hybrid device

Введение

Для Республики Узбекистан важное стратегическое значение имеет железнодорожный транспорт. Он связывает воедино экономическую систему Республики, обеспечивая стабильность промышленных предприятий, своевременный подвоз наиболее важных грузов в самые отдаленные уголки страны. Акционерное общество «Узбекистон темир йуллари» (АО «УТЙ»), в настоящее время выполняет около 40 % грузов и более 70 % пассажирских перевозок страны [1].

Качество процесса перевозки на железнодорожном транспорте определяется быстротой, надежностью и безопасностью доставки грузов и пассажиров к месту назначения. Эти показатели зависят от успешного функционирования и взаимодействия подразделений и хозяйств.

Значительна роль этого взаимодействия в телекоммуникационных сетях железнодорожного транспорта.

Телекоммуникационная сеть железнодорожного транспорта предназначена для обеспечения связью

предприятий и структурных подразделений железнодорожного транспорта, согласно с правилами технической эксплуатации железных дорог Республики Узбекистана.

В соответствии с потребностями системы управления железнодорожного транспорта предоставляемых абонентам сетей необходимые объемы и качество связи определяются с учетом развития техники связи и возможности расширения перечня услуг.

Среди особенностей перевозочного процесса на железнодорожном транспорте можно назвать многочисленность и территориальную разобщенность его производственных подразделений, тесную взаимосвязь в работе, а также, непрерывность производственного процесса во времени. К организации и управлению работой железных дорог всё это определяет основные требования [2-5]. В процессе перевозки участвуют работники различных направлений и специальностей, в ведении которых находятся: железнодорожный путь, искусственные сооружения, подвижной состав (локомотивы, вагоны), устройства автоматики и телемеханики, многочисленные станции и отдельные пункты, энергетические устройства, информационно-вычислительные центры (ИВЦ) и т. д.

Строгая дисциплина, оперативная разработка мер и регулирование парка вагонов и локомотивов, соблюдение графика движения поездов, обеспечение безопасности поездов, минимальные сроки доставки грузов и пассажиров требуют от всех составных частей этого сложного многоотраслевого хозяйства работать в четком взаимодействии между собой. Для обеспечения взаимодействия и бесперебойной работы вышеперечисленных звеньев управления железнодорожным транспортом создана технологическая сеть связи (далее сеть связи железнодорожного транспорта).

В соответствии с правилами технической эксплуатации АО «УТЙ», сеть связи железнодорожного транспорта Республики Узбекистан представляет собой совокупность первичной и вторичных сетей для обеспечения связью предприятий, организаций и структурных подразделений железнодорожного транспорта с учетом развития техники связи и возможности расширения перечня услуг, предоставляемых абонентам сетей.

Вторичные сети ОТС-(Оперативно-технологическая связь) и ОбТС - (Общетеchnологическая связь) служат для удовлетворения потребностей подразделений железнодорожного транспорта в различных услугах связи.

В зависимости от назначения, вида передаваемой информации и воздействия на управление процессом перевозок организуются вторичная сеть связи и ОТС. Это объясняется тем, что она предназначена для соединений и ведения переговоров диспетчеров основных служб, непосредственно организующих перевозочные процессы: служб перевозок (Д), локомотивного хозяйства (Т), хозяйства пути (П), вагонного хозяйства (В), энергохозяйства (Э), пассажирской (Л) и т.д., с исполнителями технологических процессов эксплуатационной работы, находящихся на станциях, перегонах и подвижных объектах, в пределах диспетчерских участков (кругов), а также руководителей станций и других объектов железнодорожного транспорта с соответствующими исполнителями.

Сети связи железнодорожного транспорта можно разделить по территориальному признаку на сети магистральной, дорожной, отделенческой и местной связи [2, 4], в которых организуется комплекс ОбТС и ОТС, отличающееся областью применения и степенью воздействия на процесс управления соответствующими подразделениями железнодорожного транспорта.

Применяемые типы устройств оперативно-технологической связи на железнодорожных участках Ангрен-Пап

В участке Ангрен-Пап организуются следующие виды ОТС:

- Поездная диспетчерская связь (ПДС).
- Служебная диспетчерская связь (СДС).
- Линейно-путевая связь (ЛПС).
- Подстанционная связь (ПС).
- Билетная диспетчерская связь (БДС).

Схема железнодорожной участки Ангрен-Пап представлена на рис.1 [6,7], которые имеют 6 станций и протяженность участки составляет 129,5 км.

Рисунок 1. Схема участки Ангрен-Пап

Общая ёмкость потоков Е1 в оптическом канале составляет 88 потоков. Устройство является ADM (Add Drop Multiplexer) мультиплексором и имеет возможность ввода/вывода потоков Е1 на любом сетевом узле. Неиспользуемые потоки коммутируются между двумя оптическими портами для передачи следующим узлам

в сети. Коммутация Е1 осуществляется в мультиплексоре на уровне потоков Е1.

Мультиплексор поддерживает такие сетевые топологии как «точка-точка», «точка-точка» с резервированием, «цепочка», «кольцо». Максимальное количество мультиплексоров в «цепочке» или «кольце» - 32 узла.

Трафик Gigabit Ethernet и E1 потоки защищены от аварии оптического канала в топологиях «кольцо» и «точка-точка» с резервированием.

SGM - гибкий первичный мультиплексор мульти-сервисного доступа с возможностью маршрутизации. Универсальные возможности и полный набор стандартных пользовательских интерфейсов мультиплексора позволяют использовать его широкому кругу операторов связи.

Это современное решение может использоваться на участках первичной сети, узлах доступа, выносах технологической сети с подключением к ТфОП- (Телефонная сеть общего пользования) и предоставлением полного набора современных аналоговых/цифровых канальных окончаний. Мультиплексор может использоваться для организации распределенных сетей передачи данных, объединения ЛВС и позволяет удаленное (локальное и сетевое) управление мультиплексорами.

По типу используемых каналов связи система может быть сконфигурирована в любой комбинации с использованием разнообразных интерфейсных модулей, включая стандартные телефонные каналы, выделенные аналоговые и цифровые линии, высокоскоростные цифровые линии, линии E1 и подключение ЛВС (Локальная вычислительная сеть) -(Ethernet LAN). Важной особенностью мультиплексора является возможность создания IP-сети передачи данных, наложенной на существующую TDM-сеть (Time-division multiplex-мультиплексная передача с временным разделением, уплотнением) каналов E1. Это обеспечивается функцией маршрутизации, встроенной в модуль управления мультиплексора.

Место коммутационных станций применяются пункт промежуточной связи цифровой (PIC-D peripheral interface controller, что означает «контроллер интерфейса периферии»), на базе гибридного устройства для обслуживания абонентов ОТС Управления дороги, имеющих цифровые пульта оперативной связи. Устройство PIC-D обеспечивает совместную работу с линейными комплексами цифровой оперативно-технологической связи, распорядительной станцией, а также с заменяющей их аппаратурой и полностью совместим с ними.

Данное устройство отечественного производства, изготовленное ООО «Elius» работающее на рынке Узбекистана с 1992 г. Основное направление деятельности ООО «Elius» - разработка и изготовление телекоммуникационного оборудования. В разработке

используются новейшие микросхемы известных мировых производителей, что позволяет создавать качественную и надежную продукцию. Вся продукция сертифицируется. Существующая сеть ОТС железной дороги Узбекистана представляет собой сочетание аналоговых и цифровых систем ОТС, причём в количественном отношении аналоговые системы преобладают [8-17]. В цифровую составляющую входят: коммутационная станция в Управлении дороги, цифровые групповые каналы и цифровые пульта оперативной связи у диспетчерского аппарата Управления дороги. Все абонентские устройства вне Управления дороги являются аналоговыми.

Настройка и программное обеспечение устройств оперативно-технологической связи

Производить настройку в PIC-D используется программное обеспечение Hyperterminal, которое является терминальной программой для операционной системы Microsoft Windows и OS/2, разработанное в 1985 году. Так устройство PIC-D поддерживает протокол удаленного управления Simple Network Management Protocol (SNMP), который осуществляется соединения через TCP/IP. Данный протокол считается стандартным интернет-протоколом для программирования и управления устройствами в IP-технологии. Протокол обычно используется в системах сетевого управления для контроля подключённых к сети устройств на предмет условий, которые требуют внимания администратора. Для настройки и программирования устройства PIC-D необходимо администратору правильно выбрать интерфейс кабеля.

После соединения набираем комбинацию echo \$ для обнаружения идентификации устройства для дальнейшей настройки. После обнаружения идентификации устройства набираем команду \$002%01, где \$ - означает команду подключения; 002 – номер идентификации устройства; 01 - номер центрального процессора для осуществления управления устройством PIC-D как показано на рис. 2.

Затем мы попадаем в главное меню, где Connection setup является основным для настройки коммутации. Для того чтобы осуществить соединения необходимо войти в меню нажав цифру 1 (рис.3).

Далее мы рассмотрим основные функциональные параметры настройки программирования устройств PIC-D.

На рис.5 иллюстрировано меню настройки соединения (Configure connections).

Рисунок 2. Соединение к устройству PIC-D

Рисунок 3. Главное меню устройства PIC-D

Рисунок 4. Меню настройки соединения

Для осуществления коммутации производим запись:

- M8cb101:b101;
- M8cb102:b102;
- M8cb103:b103;
- M8cb104:b104;
- M8cb105:b201;
- M8cb106:b202;
- M8cb106:b203
- M8cb106:b204

Это обозначает, соединить проводом мезонин каналом образующим портом платы VC4 с платой VC16 и на плату FXS4 подвести 4-х телефонный аппарат.

Для того, чтобы проверить таблицу заполнения кросс-коннектов набираем команду L1, где L обозначает лист, а 1 обозначает номер порта или номер карты (рис.5).

В этом меню осуществляется настройка и мониторинг системы E1 (System Setup) при помощи стандарта Single-pair High-speed DSL (SHDSL), который обеспечивает симметричную дуплексную передачу данных по паре медных проводников.

Рисунок 5. Проверка таблицы заполнения кросс-коннектов SYSTEM SETUP

Рисунок 6. Главное меню системных настройки устройства

MONITORING AND GROUP CHANNELS SETUP

С помощью данного параметра устройств PIC-D приводятся настройки синхронизации, даты времени, скорость подключения устройств и получить

информацию об устройстве, а также статистику работы по протоколу G826 (рис.6).

Рисунок 7. Настройка группового канала и мониторинга

Оперативно-технологическая связь на железнодорожном транспорте организуется по принципу группового канала (один говорит все слушают).

На рис.7 представлена настройка группового канала и мониторинга.

Для создания конференции связи заходим в раздел Monitoring and group channels setup затем Group voice channels setup далее Modify group channels и набираем: e0:1t201r - удаленно; e1:1tb0101 - локально, где e - обозначает включить; 1t - номер конференции; b - периферийную плату (рис.8).

Рисунок 8. Настройка группового канала устройств PIC-D

Вывод

Применяемый на железнодорожных участках Ангрен-Пап пункт промежуточной связи на базе гибридного устройства (PIC-D) является технически и

экономически выгодной для АО «УТЙ». Основными достоинствами данного устройства следующие:

- Производство оборудования в Республики Узбекистан;

- не требуется специального обучения персонала;
- дополнительные комплектующие для расширения функционала;
- своевременное обновление программного обеспечения (ПО).

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что важнейшей задачей на данный момент является задача рационального выбора устройства для получения объективных оценок качества обслуживания ОТС на интегральных цифровых сетях АО «УТЙ».

Список литературы:

1. Узбекские железные дороги: официальный сайт. - URL.: <http://railway.uz/ru> (дата обращения 12.09.2018 г.).
2. Оперативно-технологическая телефонная связь на железнодорожном транспорте: Учебник для вузов железнодорожного транспорта / Ю.В. Юркин, А.К. Лебединский, В.А. Прокофьев, И.Д. Блиндер; По ред. Ю.В. Юркина. - М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007. - 264 с.
3. Кудряшов, В.А. Транспортная связь: учеб. пособие для вузов ж.-д. транспорта / В.А. Кудряшов, А.Д. Моченов; под. ред. В.А. Кудряшова. - М.: Маршрут, 2005. - 294 с.
4. Шмытинский В.В., Глушко В.П., Казанский Н.А. Многоканальная связь на железнодорожном транспорте / Учебник для ВУЗов. - М.: ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. - 704 с.
5. Концепция построения оперативно-технологической связи Российских железных дорог. Редакция 3. - М.: ВНИИЖТ, 2000.
6. Халиков А.А., Ураков О.Х. Внедрение модифицированных устройств, для оперативно-технологической связи на железнодорожном участке Ангрен-Поп. // Мухаммад Ал-Хоразмий авлодлари Илмий-амалий ва ахборот-таҳлилий журнал №3(5) / 2018. - С. 89-94.
7. Халиков А.А., Ураков О.Х. The tasks of organizing and managing the integrated digital network of operational and technological communication based on PIC-D devices at the Angren-Pap railway sections. //Journal "European science review" №9-10.2018. September-Oktober. Volume 1. pp.220-227.
8. Халиков А.А., Ураков О.Х. Распределение телефонной нагрузки в сетях оперативно-технологической связи АО «Ўзбекистон темир йўллари». //Норвегия Журнал NJDIS №29 (1). VOL 1. 2019. -С. 52-55.
9. Халиков А.А., Ураков О.Х. Анализ существующей сети оперативно - технологической связи с применением IP-технологии и их эффективного развития для улучшения перевозочного процесса АО «Ўзбекистон темир йўллари» // МИАЖ "Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык". Электронный журнал. Иркутск-2019. №2.
10. Халиков А.А., Ураков О.Х. Существующие проблемы и перспективы развития поездной радиосвязи в железнодорожном тоннеле «Камчик» //Материалы в сборнике трудов конференции серии: «International scientific review». (Boston. USA. №11(53). 2018.November. -С. 24-28,
11. Халиков А.А., Ураков О.Х. Проблемы и перспективы развития поездной радиосвязи в железнодорожном тоннеле «Камчик» //Вестник научных конференций 2018. N 10-4(38). - С.118-119. Наука и образование в XXI веке. По материалам международной научно-практической конференции 31 октября 2018 г. Часть 4.
12. Халиков А.А., Ураков О.Х. Распределение телефонной нагрузки в сетях оперативно-технологической связи АО «Ўзбекистон темир йўллари». // Проблемы получения, обработки и передачи измерительной информации II Международная научно-техническая конференция, посвященная 90 - летию со дня рождения профессора Зарипова Мадияра Фахритдиновича 19–20 сентября 2019 г., Уфа, Россия. - С.9-12.
13. Халиков А.А., Мирсагдиев О.А. Разработка информационно - измерительных систем на основе волоконно - оптических датчиков. Проблемы получения, обработки и передачи измерительной информации. II Международная научно-техническая конференция, посвященная 90 - летию со дня рождения профессора Зарипова Мадияра Фахритдиновича 19–20 сентября 2019 г., Уфа, Россия. -С.207-212.
14. Халиков А.А., Мирсагдиев О.А. Оценка телефонной нагрузки на каналах оперативно технологической связи. Мухаммад ал-Хоразмий Авлодлари. Ташкент 3(9)/2019. -С.48-52.
15. Халиков А.А., Ураков О.Х. Развитие средств беспроводной связи на железнодорожном транспорте. Сборник докладов Республиканской научно-технической конференции «Современные проблемы и их решения информационно-коммуникационных технологий и телекоммуникаций» I -Часть Фергана 30-31 май 2019 год. - С.9-12.
16. Халиков А.А.,Мирсагдиев О.А. Темир йўл транспортининг технологик алоқа тармоқларида янги авлод телекоммуникация тизимларини қўллаш. Мухаммад ал-Хоразмий авлодлари Илмий-амалий ва ахборот-таҳлилий журнал №1. 2019. -С.52-55.
17. Халиков А.А.,Мирсагдиев О.А. Совершенствование систем оперативно - технологической связи железной дороги Узбекистана с применением пакетной коммутации. Монография.Фан ва технология нашриёти. Ташкент-2019. -182 с.

СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ УГОЛ И ТЕХНОЛОГИЯ

*Кораблев Григорий Андреевич**д-р хим. наук, профессор кафедры физики Ижевской государственной сельскохозяйственной академии,**РФ, г. Ижевск**E-mail: korablevga@mail.ru*

GEODESIC ANGLE AND TECHNOLOGY

*Gregory Korablev**Professor, Doctor of Science in Chemistry, Izhevsk state agricultural Academy,**Russia, Izhevsk*

АННОТАЦИЯ

Геометрически-геодезический угол, это угол между осью вращения и вектором вращения. Физически – в стационарной системе он может определяться через тангенс угла треугольника, в котором его катеты являются составляющими корпускулярно-волнового процесса. Получены уравнения таких функциональных зависимостей в кинетике структурных взаимодействий некоторых макро- и микросистем (а том числе для гравитации). Даются уравнения метаматематической связи между «золотым соотношением» и геодезическим углом, а так же с другими фундаментальными величинами. Применительно к техническим характеристикам египетских пирамид показано как их пропорции соответствуют правилу «золотого соотношения».

ABSTRACT

The geometric-geodesic angle is the angle between the rotation axis and rotation vector. In a stationary system it can be physically found through the triangle angle tangent, in which its legs are the components of corpuscular-wave process. The equation of such functional dependencies was obtained in kinetics of structural interactions of some macro- and microsystems (for gravitation, as well). The equations of metamathematical bond between “golden ratio” and geodesic angle, as well as with other fundamental values are given. As applicable to technical characteristics of Egyptian pyramids, it is demonstrated how their proportions correspond to the rule of “golden ratio”.

Ключевые слова: Геодезический угол, «золотое соотношение», стационарное состояние систем, египетские пирамиды.

Keywords: Geodesic angle, “golden ratio”, stationary state of systems, Egyptian pyramids.

1. Введение

В технологии вращательных движений для описания их механизма используют кинематические, динамические и угловые параметры. Из них важное значение имеет так называемый геодезический угол (φ), который идентифицируется на основе законов дифференциальной геометрии [1,2,3]. Практическое применение он получил, например, в методике расчетов армирования оболочек вращения при изготовлении цилиндрических корпусов космических летательных аппаратов [4,5].

По этой методике цилиндрическая оболочка корпуса армируется по геодезической линии. «Геодезическая линия - кривая определенного типа, обобщение понятия - прямая для искривленных пространств» [2]. На круговом цилиндре – это винтовые линии, которые дают кратчайшее расстояние между точками на поверхности вращения.

Если намотка полимерных нитей на основу аппарата идет по геодезической линии, то угол между

осью вращения и вектором намотки называется геодезическим углом, который равен $54^{\circ}44' = 54,733^{\circ}$ [4,5]. Известно, что под этим же углом работает тутовый шелкопряд при намотке естественной вискозной нити на основу. Такой же принцип используется и в сельскохозяйственной технологии, например, при намотке льняных нитей на основу. Не исключено, что это правило выполняется и в микроструктурных процессах, например, при раскручивании или закручивании спирали молекулы ДНК.

Целью данного исследования является выявление физического смысла геодезического угла и анализ возможностей его технического применения.

2. Геодезический угол при конформации стабильных систем

На основе анализа первого начала термодинамики было получено [6]:

1. В системах, в которых взаимодействие идет по градиенту потенциала (положительная работа) результирующая потенциальная энергия, как и приве-

денная масса, находятся по принципу сложения обратных значений соответствующих величин подсистем. Это – корпускулярный процесс, теоретической концепцией которого может являться энтропия.

2. В системах, в которых взаимодействие идет против градиента потенциала (отрицательная работа) выполняется алгебраическое сложение их масс и также соответствующих энергий подсистем. Это – волновой процесс, теоретической концепцией которого может являться негэнтропия.

3. Резонансное стационарное состояние систем выполняется при условии равенства степеней их корпускулярных и волновых взаимодействий. Продукция энтропии в стационарном состоянии полностью компенсируется потоком негэнтропии. Так «при круговом процессе в тепловой машине увеличение энтропии системы от притока теплоты полностью компенсируется уменьшением энтропии при отдаче теплоты, а суммарное значение энтропии равно нулю» [7]:

$$\sum \frac{dQ_1}{T_1} = \sum \frac{dQ_2}{T_2}; ds=0$$

Эти положения применяются и проявляются во многих микро- и макропроцессах.

Применительно к корпускулярно - волновым процессам условие динамического стационарного состояния есть условие равенства их степеней структурных взаимодействий:

$$\rho_k = \rho_v \quad (1)$$

Математически и графически (по номограммам) стационарное состояние в микросистемах выполняется по уравнению:

$$\ln\left(\frac{\rho}{\alpha}\right) = \operatorname{tg} \varphi \quad (2)$$

Где, φ - геодезический угол, α – относительная разность энергетических параметров взаимодействующих систем.

Аналогично были получены уравнения для числа π :

$$\ln\left(\frac{4\pi}{3}\right) = \operatorname{tg} \varphi \quad \ln\left(\frac{4\pi^2}{g}\right) = \operatorname{tg} \varphi \quad (3,4)$$

где g – ускорение свободного падения.

В работах [4;5] используется понятие разрушающего напряжения при растяжении пластика нити на шаг ее намотки: σ_α – осевое, σ_β – окружное напряжения, которые заменяются пропорциональной им величиной N_α – осевое «усилие» и N_β – окружное «усилие». При этом в кинематике механических систем выполняется:

$$\frac{\sigma_\beta}{\sigma_\alpha} = \frac{N_\beta}{N_\alpha} = \operatorname{tg}^2 \varphi = 2 \quad (5)$$

«Это условие позволяет получать равнонапряженную систему нитей с минимальной массой изделия [4;5].

Аналогично, для механизма гравитации и сохранения формализм уравнений (2,5) получено [8].

$$\ln\left(\frac{G}{\varepsilon_0}\right) = \operatorname{tg}^2(a_0 \varphi) \quad (6)$$

Где, ε_0 - электрическая постоянная,

G — гравитационная постоянная

$a_0 = 1,00233$ – квантовая поправка к гиромагнитному отношению электрона в атоме, которая возможно в данном случае характеризует влияние прецессии движения частиц.

Таким образом, равенство корпускулярных и волновых взаимодействий определяет резонансное стационарное состояние системы. При этом геодезический угол численно определяет соотношение двух катетов прямоугольного треугольника, значения которых через осевые и окружные напряжения характеризуют энергетические зависимости в системе с корпускулярно-волновыми процессами. Это условие соответствует наиболее оптимальным технологическим вариантам и широко проявляется в природе, а также во фрактальных системах.

Так еще тысячи лет назад было установлено: «Все явления окружающего нас мира, включая человека и природу интерпретируются китайской медициной, как взаимодействие между двумя началами инь и ян, представляющие собой противоположные аспекты единой действительности» [9]. С позиции этих представлений физиотерапию и рефлексотерапию можно рассматривать как методику выравнивания потенциалов двух проявлений энергетических начал, которыми по современным понятиям являются энтропия и негэнтропия (п.3 исходных положений).

3. Золотые правила египетских пирамид

«Пропорции пирамиды Хеопса, храмов, барельефов, предметов быта и украшений гробниц свидетельствуют, что египетские мастера пользовались соотношением «золотого сечения» при их создании» [10].

«Золотое сечение» или «золотое соотношение» (Φ) – это соотношение, при котором большая величина относится к меньшей так же как их сумма относится к большей величине. Φ – иррациональное, алгебраическое число, мера иррациональности которого равна 2. В данных расчетах будет использоваться его приближенное значение $\Phi=1,618034$. Это соотношение широко проявляет себя в природе, в технике, в науке, в искусстве, в биологии и в медицине. Например, в физике для некоторых колебательных систем их технические характеристики пропорциональны «золотому соотношению».

Можно предположить, что египтяне в период строительства пирамид знали не только о «золотом сечении» и числе π , но имели представления и о геодезическом угле. Но геодезическим углом в пирамиде может быть угол между гранью пирамиды, выполняющей роль вектора «намотки» и той линией

основания, которая параллельна земной оси и идет между северной и южной гранью. Очевидно по этому пирамиды строились со строгим направлением граней по сторонам света и даже с учетом расположения звезд в определенные времена года.

Такой угол наклона граней в нижней части Ломаной пирамиды составляет $54^{\circ}34'$, то есть только на $10'$ отличается от геодезического угла. Такое совпадение нельзя объяснить случайностью, поэтому эти два многоплановых параметра «золотое соотношение» и геодезический угол должны иметь математическую связь. По аналогии с уравнением (6) получаем:

$$(4/3)\pi \ln \Phi = \operatorname{tg}^2(a_0 \varphi) \quad (7)$$

С относительной погрешностью $\delta=0,13\%$

Совместно с уравнением (6) имеем:

$$(4/3)\pi \ln \Phi = \ln\left(\frac{G}{\varepsilon_0}\right) = \operatorname{tg}^2(a_0 \varphi) \quad (8)$$

Уравнения (7,8) дают функциональную зависимость золотого соотношения и геодезического угла не только между собой, но и с другими фундаментальными величинами. Поэтому эти уравнения отражают многоплановые проявления и применения данных параметров. Величина $4/3$ формально соответствует отношению катетов классического треугольника. Но есть более полное объяснение на основе двух принципов сложения энергетических характеристик подсистем (п.1,2 исходных положений). При сложении двух одноименных и одинаковых энергетических параметров их суммарная величина при корпускулярном взаимодействии увеличивается в два раза, а при волновом – уменьшается в два раза, а их соотношение равно 4. Одна часть этой величины в данном пространственном направлении равно $4/3$. Такое число встречается и в других уравнениях, например:

$$(4/\pi)^2 = \Phi \quad (9)$$

где, $\delta=0,09\%$

В этом уравнении значение $4/\pi$ – характеризует угловое распределение корпускулярно-волновых соотношений.

Планировали ли египтяне построить и другие пирамиды с геодезическим углом наклона? Со времени строительства пирамид прошли тысячи лет и точно определить первоначальные размеры и угол наклона сейчас не представляется возможным. Многие из пирамид подверглись значительному разрушению и частично были разобраны. Поэтому угол наклона граней в настоящее время не является геодезическим углом (для большинства пирамид). В данном исследовании он будет обозначаться как α – угол наклона граней пирамид в настоящее время.

Но в технических характеристиках пирамид, хотя и приближенно, должна сохраниться математическая связь между углами φ и α и «золотым соотношением». В таблице 1 рассматриваются наиболее известные пирамиды имеющие правильную пирамидальную форму с углами наклона 51° - 52° (для трех пирамид) и углом наклона $43^{\circ}21'$ (для двух пирамид). Так же учтено, что у пирамиды Хефрена имеются грани с разными углами наклона.

Расчеты показали (таб.1), что такая функциональная связь имеет место:

1. Для пирамид с углами наклона грани 51° - 52° :

$$\langle \operatorname{tg} \alpha \rangle = \Phi^{\frac{1}{2}} = (\pi/4)\Phi \quad (10)$$

где, $\langle \operatorname{tg} \alpha \rangle$ среднее значение по трем пирамидам, равное 1,2679.

Так как величина $(\pi/4)\Phi=1,2708$, то получаем $\delta=0,22\%$.

2. Для пирамид с углом наклона $43^{\circ}21'$:

$$(4/3)\langle \operatorname{tg} \alpha \rangle = \Phi^{\frac{1}{2}} = (\pi/4)\Phi \quad (11)$$

где $\delta=0,96\%$.

Величина $(\pi/4)\Phi$ показывает, как реальные значения $(\operatorname{tg} \alpha)$ полученные по углу наклона граней в настоящее время соответствуют правилу «золотого соотношения». Наибольшее отклонение от этого правила имеются у пирамиды Микерина. Но эта пирамида только в средние века дважды подвергалась значительному разрушению и воздействию.

Таблица 1.

Углы наклона египетских пирамид

Пирамиды	Хеопса	Хефрена	Микерина	Ломаная	Розовая
α	$51^{\circ}50'$	$53^{\circ}10'$ $52^{\circ}02'$	$51^{\circ}20'$	$54^{\circ}34'$ $43^{\circ}21'$	$43^{\circ}21'$
$\operatorname{tg} \alpha$	1,2723	(1,3351=4/3) 1,2815	1,2500	(1,4056) 1,2587	1,2587
$\langle \operatorname{tg} \alpha \rangle$	1,2679			1,2587	
$\delta, \%$	0,22%			0,96%	

Выводы:

1. Геометрически-геодезический угол, это угол между осью вращения и вектором вращения. Физически – в стационарной системе он может определяться через тангенс угла треугольника, в котором

его катеты являются составляющими корпускулярно-волнового процесса.

2. Получено уравнение таких функциональных зависимостей в кинетике структурных взаимодействий некоторых макро- и микросистем (а том числе для гравитации).

3. Даются уравнения метаматематической связи между «золотым соотношением» и геодезическим углом, а так же с другими фундаментальными величинами.

4. Применительно к техническим характеристикам египетских пирамид показано как их пропорции соответствуют правилу «золотого соотношения».

Список литературы:

1. Фиников С.П. Дифференциальная геометрия. М.:из МГУ, 1961
2. Википедия, Геодезическая линия, <https://ru.wikipedia.org/wiki/Геодезическая>
3. Пидгайный Ю.М., Морозова В.М., Дудко В.А. Механика полимеров. – 1967.– № 6. – С. 1096-1104.
4. Аюшеев Т.Ю. Геометрические вопросы адаптивной технологии изготовления конструкций намоткой из волокнистых композиционных материалов. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2005. – 212с.
5. Кодолов В.И. Полимерные композиции и технология изготовления из них двигателей летательных аппаратов. Ижевский механический институт, 1992, – 200 с.
6. G.A. Korablev, ON PROBLEMATIC ISSUES OF PHYSICAL CHEMISTRY, JMEST, v6, 2019, pp10320-10324
7. Р.Г. Геворкян, В.В Шепель Курс общей физики, Высшая школа, 1972 г., 600 стр.
8. G.A. Korablev, On the mechanism of gravitation processes, JMEST, v12, 2019, pp705-714.
9. Википедия, Традиционная Китайская Медицина, https://ru.wikipedia.org/wiki/Традиционная_китайская_медицина
10. Википедия, Египетские пирамиды, https://ru.wikipedia.org/wiki/Египетские_пирамиды

ТРАНСПОРТ

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ СБОРА И ОТВОДА ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ
С АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ТАШКЕНТЕ*Салимова Барно Джамаловна*

*канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры изысканий и проектирования автомобильных дорог,
Ташкентский институт проектирования, строительства и эксплуатации автомобильных дорог,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: salimova-b@bk.ru*

Махкамов Бехзоджон Равшанович

*ведущий специалист ООО «Бюро проектирования дорог»,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: bekhzodzhon@inbox.ru*

ON IMPROVEMENT OF COLLECT AND DRAIN STORMWATER FROM AUTOMOBILE
ROADS IN TASHKENT*Barno Salimova*

*PhD in Engineering, Associate Professor,
Associate Professor of Exploration and automobile road designing department,
Tashkent institute of design, construction and maintenance of automobile roads,
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

Behzodjon Mahkamov

*Leading specialist of LLC "Road engineering bureau",
Republic of Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье раскрываются причины, по которым назрела необходимость усовершенствовать существующую систему сбора и отвода ливневых стоков с автомобильных дорог Ташкента и дальнейшей их очистки. Указывается на важность таких факторов, как стремительное развитие дорожно-транспортной инфраструктуры и изменения в климате, наблюдающиеся сейчас и прогнозируемые в будущем. Полезным видится внимательное изучение зарубежного опыта и современных технологий, касающихся создания эффективной системы водоотведения и обустройства инфильтрационных систем.

ABSTRACT

The article reveals the reasons why there is a need to improve the existing system for collecting and discharging storm drains from Tashkent roads and their further treatment. The importance of such factors as the rapid development of road transport infrastructure and climate changes that are observed now and forecast in the future is indicated. A careful study of foreign experience and modern technologies regarding the creation of an effective drainage system and the arrangement of infiltration systems is useful.

Ключевые слова: ливневая канализация, дождеприемные колодцы, очистка ливневых стоков, система водоотведения, водоотводные каналы.

Keywords: storm sewage, storm water wells, storm water treatment, drainage system, drainage channels.

Ташкент – это крупнейший экономический, промышленный и политический центр среднеазиатского региона. На территории СНГ этот город по величине уступает лишь Москве, Санкт-Петербургу и Киеву. Транспортная инфраструктура Ташкента сегодня развивается высокими темпами, строятся новые раз-

вязки, которые обеспечат беспрепятственное движение увеличивающегося количества автомобилей и позволят ускорить сообщение между удаленными друг от друга районами города. Реконструируются существующие дороги с расширением проезжей части.

Чтобы сделать дороги более совершенными с технической точки зрения, безопасными и экологичными, необходимо обеспечить оперативный сбор и отвод в полном объеме воды с поверхности проезжей части и дальнейшую ее очистку от загрязняющих веществ. Но действующие на данный момент системы предусматривают однотипные конструкции прикормочных и откосных лотков для автодорог любого типа и назначения, что совершенно не отвечает требованиям к современным транспортным магистралям и не позволяет организовать нормальное водоотведение с проезжей части.

Система водоотведения, сооруженная в городе по типовым схемам в прошлые годы, формировалась без использования комплексных методологических подходов и не имела единого гидрологического обоснования. То, что водоотводные сооружения несовершенны, подтверждают конкретные факты. Например, весной и летом 2019 года в Ташкенте наблюдались сильные ливневые осадки, что привело к затоплению улиц города. Это стало причиной рассмотрения проблемы функционирования системы водоотведения на высоком государственном уровне: в августе 2019 года в Агентстве информации и массовых коммуникаций при Администрации Президента Республики Узбекистан прошел брифинг на тему "Проблемы системы предотвращения наводнений в Ташкенте".

Мы считаем, что кроме прочего, в процессе решения данной проблемы необходимо учитывать результаты климатических исследований, которые показывают, что в Узбекистане климат становится более влажным, а интенсивность осадков возрастает. Так, по сравнению с 1950 годом наблюдается постепенное увеличение количества дней с осадками более 10 мм в равнинных и предгорных районах. В горных районах растет число дней с осадками, превышающими 20 мм. Прогнозировать изменение осадков на будущее заметно сложнее, чем делать прогнозы относительно температурных изменений, однако есть основания считать, что к 2030 году в равнинных и предгорных районах осадки увеличатся до 50 мм, возрастет интенсивность осадков и количество дней с ливневыми дождями [1]. В связи с этим необходима усовершенствованная, адаптированная под климатические условия Узбекистана методика расчета дождевых максимумов [2] при обосновании проектов систем сбора и отвода ливневых стоков.

На основании анализа текущей ситуации и климатических прогнозов можно сделать вывод о необходимости комплексного изучения и обобщения мирового и национального опыта в сооружении систем водоотвода с проезжей части с использованием различных схем и конструкций. Здесь нужно различать ливневую и дренажную канализации. Ливневая канализация сооружается с целью избежать подтопления и затопления жилых зон, загрязнения почвы и водоемов. По водоотводной сети талые и дождевые воды выводятся в водоемы, коллектор или кюветы вдоль дорог. Дренажная канализация отличается тем, что отводит грунтовые воды. Оба вида канализации чаще всего проводятся параллельно и под одним и

тем же углом. Ливневая канализация представляет собой сложную инженерную сеть, которая удаляет дождевую и талую воду за пределы населенного пункта, а потому считается одной из ключевых составляющих обеспечения нормального функционирования городов [3].

Чтобы избежать подтопления зданий и сооружений, автомобильных дорог в населенных пунктах, а также предотвратить загрязнение стоками окружающей среды, требуется создание комплексной системы инженерной защиты, состоящей из таких компонентов:

- система ливневой канализации;
- противифльтрационные экраны и завесы;
- система дренажной канализации;
- вертикальная планировка местности с обустройством поверхностного стока, прочисткой открытых водотоков и других элементов естественного дренажа и регулированием уроневого режима водных объектов.

Анализ международного опыта обустройства водоотводных сооружений позволяет выделить следующие типовые стадии управления ливневыми стоками:

1. Сбор ливневых вод с поверхности. Для этого устраиваются дождеприемные колодцы и водоотводные каналы с возможностью осаждения песка и мусора.

2. Отведение вод через трубопроводы ливневой канализации.

3. Пропуск ливневых стоков через очистные сооружения для отделения загрязняющих веществ. При этом очищенные воды могут направляться:

- в ливневую канализацию;
 - в систему накопления для дальнейшего постепенного спуска в ливневую канализацию, водоемы или овраги;
 - в систему накопления для дальнейшей инфильтрации в почву.
4. Накопление очищенных вод в закрытых или открытых резервуарах с целью:
- использования для хозяйственных нужд (полив, тушение пожаров и т. д.);
 - постепенного выведения в канализацию или водные объекты (может осуществляться как самотеком, так и с помощью насосного оборудования);
 - инфильтрации в грунт.

Международный опыт указывает на эффективность использования современных технических решений:

- дождеприемные колодцы из полимерных материалов. Они успешно заменяют привычные железобетонные конструкции [4];
- водоотводные каналы. Материалами для их изготовления могут служить бетон, полимербетон либо полимеры. В них монтируются чугунные, стальные или полимерные решетки. Решение об используемых материалах и конструктивных особенностях принимается исходя из функционального назначения канала и нагрузки на него;

- дождеприемные колодцы с обратными клапанами. Они необходимы во избежание обратного движения стоков в подающую систему. Также колодцы могут снабжаться системой дополнительной очистки от твердых частичек;

- системы водоотведения, снабженные двухслойными гофрированными трубами.

Инфильтрация очищенных стоков в грунт целесообразна при наличии достаточной водопроницаемости почвы. Она может осуществляться с помощью следующих технических решений:

- традиционные инфильтрационные поля с покрытием из гравия и щебня;

- системы с использованием полимерных элементов различной конструкции, включая резервуары из полых блоков и др.

По нашему мнению, создать систему отведения и очистки ливневых стоков, отличающуюся высоким уровнем эффективности, возможно только после внимательного исследования использующихся в мировой практике подобных систем и современных технологических решений в данной сфере. Для современного, большого, динамично развивающегося города обязательно требуется создание такой водоотводной инфраструктуры, которая бы обладала комплексностью, учитывала климатические изменения в данной местности в долгосрочной перспективе и потенциальное расширение населенного пункта. Вместе с тем, нельзя забывать и об экологической составляющей функционирования системы водоотведения.

Список литературы:

1. Жолдошева Е., Иева Ручевская, Л. Семерня, И. Даиров, П. Кожахметов, А. Бариева, А. Маскаев, Т. Митрофаненко, Н. Алексеева. Перспективы адаптации к изменению климата в горах Центральной Азии. Окружающая среда ООН, ГРИД-Арендал, 2017.
2. Туляганов А.Х., Салимова Б.Д. Расчет дождевых максимумов при проектировании малых водопропускных сооружений (на примере рек предгорья Узбекистана) // Школа Науки. 2019. № 7 (18). С. 3-6.
3. Бородин В.И. Оптимизация параметров новых и реконструируемых систем водоотведения // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2007. №2. С. 27–35.
4. Жигалев А. Системы управления ливневыми стоками // Полимерные трубы. 2018. № 4 (62). С. 44-46.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ ТЕКСТИЛЬНОЙ И ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ПРЕИМУЩЕСТВА ЦИФРОВИЗАЦИИ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Саиди Дилафруз Раббизода

канд. техн. наук, доцент кафедры дизайна и архитектуры, Худжандский политехнический институт
Таджикского технического университета им. академика М.С. Осими,
Республика Таджикистан, г. Худжанд
E-mail: dsanginova@rambler.ru

Махмудова Фарангис Музаффарджоновна

докторант PhD, Худжандский политехнический институт Таджикского технического университета
им. академика М.С. Осими,
Республика Таджикистан, г. Худжанд
E-mail: makhmudova.farangis@mail.ru

ADVANTAGES OF DIGITAL INDUSTRY DIGITALIZATION

Dilafruz Saidi

Candidate of Technical Science, Associate Professor of the Department of designing and architecture,
Khujand Polytechnic Institute of Tajik Technical University n. a. M.C. Osimi,
The Republic of Tajikistan, Khujand

Farangis Makhmudova

PhD doctoral student, Khujand Polytechnic Institute of Tajik Technical University n. a. M.C. Osimi,
The Republic of Tajikistan, Khujand

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены термины кастомизации, основные принципы цифровизации легкой промышленности. Показаны специфические особенности перехода к цифровому проектированию в современном швейном производстве за счет применения цифровых и информационных систем. Представлены основные направления САПР и 3D-технологий трехмерной печати швейных изделий.

ABSTRACT

The article discusses the terms of customization, the basic principles of digitalization of light industry. The specific features of the transition to digital design in modern sewing production through the use of digital and information systems are shown. The main directions of CAD and 3D-technologies for three-dimensional printing of garments are presented.

Ключевые слова: кастомизация, цифровизация, легкая промышленность, САПР, 3D-технология, швейные изделия.

Keywords: customization, digitalization, light industry, CAD, 3D-technology, clothing.

Существенным отличием легкой промышленности от других отраслей является доминирующее влияние моды, диктат потребительского спроса и постоянная смена модельного ряда и зачастую ассортимента. Актуальным для современного производства является сокращение времени выхода новых изделий на рынок при одновременном удовлетворении специфических потребностей потребителей. «Самое главное в индустрии будущего — это скорость». Кастомизация (персонализация) — нарастающий тренд, который должен соединить преимущества механизированного и автоматизированного

швейного производства с гибкостью и мобильностью ателье.

В этих условиях самыми актуальными задачами для всех предприятий швейной отрасли являются обеспечение интенсификации производства и снижения себестоимости кастомной продукции промышленного изготовления, которые могут быть решены при переходе к модели цифровой фабрики.

В связи с четвертой индустриальной революцией «Индустрия 4.0» цифровизация становится решающим фактором развития легкой промышленности: растет качество продукции текстильных и швейных

компаний, появляются новые способы победить в острой конкурентной борьбе.

С внедрением цифровых и компьютерных технологий упрощаются и ускоряются многие процедуры проектирования и производства одежды на предприятиях: физическими параметрами оборудования можно управлять удаленно при помощи смартфона или планшета. Как результат, часть рутинной работы теперь выполняют автоматизированные системы. Они работают быстрее и надежнее, чем люди, и это во многом решает проблему дефицита кадров, которую отечественный легпром испытывает особенно остро.

В производстве одежды актуальный становится концепция «быстрой моды», то есть обновления ассортимента несколько раз в сезон. В связи с этим «фаст фэшн» заставляет производителей искать новые методы нанесения принта, и лучшим вариантом становится цифровая печать. Ее оперативность объясняется широкими возможностями: любой принт можно нанести практически на любую ткань.

Еще одно преимущество цифровой печати — экологичность. Анализы показали, что использование этого метода нанесения рисунка позволяет минимизировать выбросы углекислого газа на 95%, снизить расход электроэнергии на 57%, а расход воды — на 62% по сравнению с аналоговым оборудованием.

Еще одно направление развития технологий для дизайна — 3D-печать. 3D-печать — это процесс работы на 3D-принтере. Такой формат уже используется в легпроме, но пока распространен лишь в мелкосерийном производстве. С помощью 3D-печати можно создавать формы или изделия, но чаще ее применяют для отдельных элементов дизайна: например в Nike и Adidas на 3D-принтерах печатают подошвы для спортивной обуви. Также следует отметить, что при помощи трехмерного принтера можно получить сложные детали одежды, индивидуальный трикотаж (производство занимает около 90 минут). Как отмечалось выше, экологичность трехмерной печати, печать одежды уменьшает потери ткани в производстве примерно на 35%. Данный анализ обуславливает внедрение и использование 3D-печати [2].

В маркетинге и продажах будущее за кастомизацией — индивидуализацией изделий под заказы конкретных потребителей. Продукция будет создаваться

с учетом персональных особенностей человека, например роста и осанки, которые, отражаясь, формируют плоскость. Затем изображение выводится на монитор. Данные полностью совместимы с программами для моделирования, а потому становится возможным дальнейшее создание лекал. Дизайнер может не только виртуально примерить на клиента изделие, но и внести изменения в крой прямо на модели [1].

По данным ижевского онлайн-ателье по индивидуальному пошиву мужских и женских сорочек «Рубашка на заказ» за год число сшитых сорочек достигло 17 000 штук. Клиенту предлагается ввести свои параметры по инструкции и предпочтения. В результате кастомизации производства индивид получает желаемый продукт с повышенным качеством посадки на фигуру.

Таким образом, в настоящее время исследуются возможности цифровых технологий для более активного участия потребителей в процессе создания одежды. Для создания виртуальных моделей фигур с целью анализа качества посадки разработанных изделий важно и нужно использовать технологии 3D-сканирования. Объединение систем 3D-сканирования и САПР одежды с приложением «3D виртуальной примерки» обеспечивает создание изделий с высоким качеством посадки, где изменения в конструкцию внесены с учетом предпочтений потребителя. Такой процесс создания одежды, помимо хорошей посадки, благодаря цифровой информации о размерах и форме тела также предоставляет потребителям авторство на приобретенное изделие, что приводит к снижению отходов в производстве [3].

Благодаря VR- и AR-технологиям покупатели могут виртуально примерить одежду и обувь. Сама идея виртуальной примерочной появилась в 2012 году, когда японская компания Uniqlo начала устанавливать вместо зеркал ЖК-экраны с дополненной реальностью: вещь не нужно было надевать — чтобы увидеть свое отражение в ней, достаточно было просто выбрать подходящую модель [4].

Цифровизация производства открывает много возможностей в сфере производства одежды. Ниже приведены этапы производства одежды аналогичным образом и при цифровизации.

Рисунок 1. Результаты производства одежды аналогичным образом и при цифровизации

Все перечисленные технологии не только решают задачи определенных цехов и департаментов, но и приводят к достижению стратегических бизнес-целей: росту эффективности, повышению конкурентоспособности, активному развитию на рынке. Однако, чтобы отечественные производители стали более востребованы, «точечного» внедрения технологий на разных стадиях производства недостаточно — необходима комплексная цифровизация управленческих процессов, а она требует гибкости, быстрого принятия решений, упрощения процедур. Зачастую предприятия забывают об этом и обновляют производство частично, не внося изменений в организационную структуру.

Несмотря на острую необходимость модернизации, внедрение цифровых технологий наблюдается лишь в незначительном числе российских и отечественных компаний. Большинство игроков не готовы к современным технологическим реалиям. Однако перспективы есть: предприятия небольшими темпами, но вводят новые технологии на всех этапах жизненного цикла, становятся более конкурентоспособными и выходят на экспорт. Определенную роль в этом играет и государство, осуществляя поддержку на разных уровнях: от программ финансирования с

низкой процентной ставкой до организации специальных кластеров [4].

Следует подвести итог, что преимуществами цифровизации легкой промышленности являются:

- при цифровизации промышленности наблюдается значительная экономия средств при запуске производства (данные, необходимые для запуска производства, могут храниться в цифровом виде и воспроизводиться без материальных затрат);
- заменяется рутинная работа проектировщика на этапе проектирования;
- возможность внесения поправки, корректировки на любом этапе САД-файла;
- быстрая адаптация к постоянно меняющимся условиям на рынке: размер партии можно легко поменять в любую минуту в зависимости от спроса;
- кастомизация производственной линии: благодаря трехмерным технологиям печатаются коллекции, немного отличающиеся друг от друга, что создает персонализированные производственные линии персонализированных товаров;
- доступность и отсутствие привычных ограничений.

Список литературы:

1. Информационно-аналитический отчет // Анализ мирового опыта развития промышленности и подходов к цифровой трансформации промышленности государств — членов ЕЭС.
2. Истомина Е.А. Оценка трендов цифровизации в промышленности // Вестник Челябинского государственного университета. — 2018. — № 12 (422). — С. 108–116.
3. Махмудова Ф.М. Оценка качества посадки одежды с использованием современных информационных технологий // Образование и наука в современных реалиях. — 2019. — № 3. — С. 32–36.
4. Отдельные аспекты рlm-систем для создания цифровых фабрик в швейной промышленности / Н.Л. Корнилова, С.В. Салкуцан [и др.] // Технология текстильной промышленности. — 2018. — № 4 (376). — С.103–106.

ВЛИЯНИЕ ВОЛОКНИСТОГО СОСТАВА НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН

Валиева Зулфия Фахритдиновна

*ст. преп., Ташкентский институт текстильной и лёгкой промышленности,
Республика Узбекистан, г.Ташкент*

Махкамова Шоира Фахритдиновна

*ст. преп., Ташкентский институт текстильной и лёгкой промышленности,
Республика Узбекистан, г.Ташкент*

Ражапов Одил Олимович

*докторант, Ташкентский институт текстильной и лёгкой промышленности,
Республика Узбекистан, г.Ташкент
E-mail: odil_2005@rambler.ru*

INFLUENCE OF FIBROUS COMPOSITION ON PHYSICAL AND MECHANICAL INDICATORS OF KNITTED CLOTHES

Zulfiya Valiyeva

*senior teacher, Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
Uzbekistan, Tashkent*

Shoira Makhkamova

*senior teacher, Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
Uzbekistan, Tashkent*

Odil Razhapov

*doctoral student, Tashkent Institute of Textile and Light Industry,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты сравнительной характеристики физико-механических свойств трикотажных полотен различного волокнистого состава и определена зависимость удельной разрывной нагрузки по длине от содержания в смеси полиэфирных волокон. Представлены результаты испытаний разрывной нагрузки, растяжимость по ширине, воздухопроницаемость, гигроскопичность, усадка.

ABSTRACT

The article presents the results of a comparative description of the physicomachanical properties of knitted fabrics of various fibrous compositions and determines the dependence of the specific tensile load along the length of the content in the mixture of polyester fibers. The results of tensile testing, tensile width, breathability, hygroscopicity, shrinkage are presented.

Ключевые слова: трикотажное полотно, петельный шаг, высота петли, длина петли, индекс петли.

Keywords: knitted fabric, loop step, loop height, loop length, loop index.

Одним из важных признаков трикотажных полотен является сырьевой состав. Именно качественные характеристики сырьевого состава влияют на физико-механические свойства вырабатываемых из них текстильных материалов. По своему составу трикотажные полотна могут быть однородными, то есть состоять из одного вида волокна, или смешанными,

соответственно включая два, три и более компонентов.

Поэтому, для определения влияния волокнистого состава на свойства пресового трикотажа при помощи современных приборов в условиях сертификационной лаборатории при институте были определены следующие физико-механические и структурные показатели, приведённые в таблице 1.

Таблица 1.

Физико-механические и структурные показатели

№	Свойства	Образец 1 (синий)	Образец 2 (светло-серый)	Образец 3 (тёмно-серый)
1	Волокнистый состав, %	100 х/б	60 х/б, 40 ПЭ	80 х/б, 20 ПЭ
2	Переплетение	прессовое	прессовое	прессовое
3	Поверхностная плотность гр/м ²	155,7	136,0	147,6
4	Разрывная нагрузка, N: по длине по ширине	228,0 108,6	241,0 186,0	231,0 171,0
5	Относительная разрывная нагрузка по длине по ширине	29,29 13,94	35,44 27,35	31,30 23,17
6	Растяжимость по ширине, св 6 N 1%	29,0	38,0	34,0
7	Воздухопроницаемость см ³ /см ² сек	186,8	253,1	211,9
8	Гигроскопичность, %	10,6	9,3	5,1
9	Усадка, %: по длине по ширине	-5,0 -4,5	-2,5 -3,0	-4,5 -3,5
10	Истирание	18000	21000	20000
11	Устойчивость окраски к трению сухому мокрому	4 4	4 4	4 4
12	Петельный шаг, мм	0,89	0,88	0,83
13	Высота петли, мм	0,77	0,77	0,77
14	Плотность по горизонтали	56	57	60
15	Плотность по вертикали	65	65	65
16	Длина петли	3,10	3,49	3,15
17	Индекс петли	2	1	1

Из результатов приведённых в таблице видно, что разрывная нагрузка по длине больше у образца 2 и составляет 241,0 Н, что на 5,4% больше по сравнению с образцом 1 и на 4,14% больше чем у образца 3; прочность по ширине превосходит у образца 2 и составляет 186Н, что на 42% больше чем у образца 1 и на 8,06% больше чем у образца 3.

По показателю растяжимости при нагрузке 6Н образец 2 превосходит остальные образцы и составляет 38,0%, что на 9% больше чем у образца 1, на 4% больше чем у образца 3. Все трикотажные полотна по степени растяжимости по ширине при нагрузке 6Н делят на три группы: с растяжимостью от 0 до 40%; от 41 до 100%; свыше 100%.

Воздухопроницаемость у второго образца составляет 253,1 см³/см²сек, что на 26,2% больше чем у образца 1 и на 16,3% больше чем у образца 3. Гигроскопичность трикотажа характеризуется его способностью поглощать и отдавать водяные пары. Трикотаж из хлопковых, волокон имеет более высокую гигроскопичность, чем трикотаж из химических волокон. Трикотаж из целлюлозных волокон быстро поглощает и отдает влагу. Скорость протекания сорбционных процессов зависит от влаги, а также от строения и структуры трикотажа: чем больше поверхностная плотность полотна, тем медленнее протекает процесс поглощения и испарения влаги. Как видно из таблицы, по показателю гигроскопичности образец 1 превосходит остальные, т.е. на 12,3% больше чем у образца 2 и на 51,9% больше чем у образца 3.

При определении усадки необходимо учитывать, что величина усадки зависит от способности волокон поглощать влагу, крутки нитей, соотношения линейных плотностей нитей основы и утка, переплетения, плотности нитей в тканях и плотности вязания трикотажных полотен, а также от условий окончательной отделки. На основании результатов испытаний видно, что образец 1 имеет наибольшую усадку по длине (-5,0) и по ширине (-4,5). Согласно стандартам технических условий нормы усадки трикотажных полотен бельёвого назначения (ГОСТ 26289-84) и для верхних изделий (ГОСТ 26667-85) колеблются от 3 до 12% в зависимости от волокнистого состава, переплетения и поверхностной плотности полотна. Таким образом, значительную усадку имеют материалы из натуральных, вискозных волокон, наименьшую - из синтетических (капроновых, лавсановых, нитроновых и др.).

На свойства износостойкости трикотажа действует комплексные воздействия механических, физико-химических, бактериологических факторов. По показателю износостойкости образец 2, содержащий в своём составе 33% полиэфирных волокон обладает большей износостойкостью – 21000 циклов, что на 14,3% больше чем у образца 1 и на 4,8 больше чем у образца 3.

По приведённым результатам испытаний составлена эмпирическая формула зависимостей показателей качества трикотажного полотна от долевого содержания волокон.

Таблица 2.

Зависимость удельной разрывной нагрузки по длине Y_l от содержания в смеси полиэфирных волокон

Содержание ПЭ, $X, \%$	Удельная разрывная нагрузка, Y_i	x^2	xy_l
0	29,29	0	0
20	31,30	400	626,0
40	35,44	1600	1417,6
$\sum x = 60$	$\sum y_i = 96,03$	$\sum x^2 = 2000$	$\sum xy_l = 2043,6$

Изучая данные таблицы 2 видно, что зависимость между удельной разрывной нагрузкой по длине, растяжимость по ширине при 6Н, (Y_l, Y_2) от содержания в трикотажном полотне полиэфирных волокон (X) линейная вида:

$$Y = ax + b \quad (1)$$

Коэффициенты a и b определяем по методу наименьших квадратов по формулам:

$$a = \frac{n \cdot \sum x_i y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (2)$$

$$b = \frac{\sum y_i \cdot \sum x_i^2 - \sum x_i \cdot \sum x_i y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (3)$$

Для величин, входящих в эти формулы составим таблицы 3

$$a = \frac{3 \cdot 2043,6 - 60 \cdot 96,03}{3 \cdot 2000 - 60 \cdot 60} = \frac{369}{2400} = 0,154 \quad (4)$$

$$b = \frac{96,03 \cdot 2000 - 60 \cdot 2043,6}{3 \cdot 2000 - 60 \cdot 60} = \frac{69,444}{24000} = 28,94 \quad (5)$$

Уравнение принимает вид

$$Y_l = 0,154x + 28,94 \quad (6)$$

Из уравнения 6 видно, что при увеличении содержания полиэфирных волокон в смеси на каждые 10% удельная разрывная нагрузка пресового трикотажного полотна увеличивается на 1,54 сН/текс.

Таблица 3.

Зависимость растяжимости по ширине Y_2 от процентного содержания полиэфирных полотен (X)

Содержание ПЭ, $X, \%$	Растяжимость по ширине при 6Н, %	x^2	xy_l
0	29,0	0	0
20	34,0	400	680
40	38,0	1600	1520
$\sum x = 60$	$\sum y_i = 101$	$\sum x^2 = 2000$	$\sum xy_l = 2200$

$$a = \frac{3 \cdot 2200 - 60 \cdot 101}{3 \cdot 2000 - 60 \cdot 60} = \frac{540}{2400} = 0,225$$

$$b = \frac{101 \cdot 2000 - 60 \cdot 2200}{3 \cdot 2000 - 60 \cdot 60} = \frac{70000}{2400} = 29,17$$

Уравнение принимает вид

$$Y_2 = 0,225x + 29,17 \quad (7)$$

Из уравнения 7 видно, что с увеличением содержания полиэфирных волокон каждые 10% растяжимость по ширине увеличивается на 2,25% (абс.).

Полученные эмпирические формулы позволяют прогнозировать качество пряжи и обрывность на прядильных машинах при изменении долевого содержания компонентов.

Список литературы:

1. Далидович А.С. Основы теории вязания. М.: Легкая индустрия, 1970. - 431 с.
2. Шалов И.И., Кудрявин Л.А. Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР. М.: Легпромбытиздат, 1989. - 288 с.
3. Колесникова Е.Н. Основы автоматизированных методов проектирования технологии петлеобразования. М.: МГТУ им. А.Н.Косыгина, 2000. - 240 с.
4. Кальницкий Л.Б. Методы узоробразования на машинах интерлок с групповым отбором игл. М.: Легкая индустрия, 1974. - 248 с.
5. Лабораторный практикум по технологии трикотажного производства. - Учеб.пособ. для вузов / под общей редакцией д.т.н. проф. Кудрявина Л.А. / М.: 1999. - 476 с.
6. Кузнецова Л.А. Конструирование трикотажных изделий. М.: Легкая индустрия, 1972. - 264 с.

7. Определение поверхностной плотности и влажности полотна, массы куска - по ГОСТ 8845.
8. Определение перекоса, ширины полотна, числа петельных рядов и петельных столбиков - по ГОСТ 8846.
9. Определение разрывной нагрузки по длине полотна и растяжимости полотна при нагрузках меньше, разрывных - по ГОСТ 8847.
10. Определение устойчивости полотна к истиранию - по ГОСТ 12739.
11. Определение изменения линейных размеров полотна после мокрой обработки - по ГОСТ 30157.0.
12. Определение явной и скрытой прорубки полотна - по ГОСТ 26006.
13. Определение устойчивости окраски полотна к физико-химическим воздействиям - по ГОСТ 9733.0; ГОСТ 9733.1 или ГОСТ 9733.3; ГОСТ 9733.4 (стирка № 1); ГОСТ 9733.5; ГОСТ 9733.7; ГОСТ 4733.13; ГОСТ 9733.13; ГОСТ 9733,27.

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ФРАКЦИЙ
ИЗ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ**Жумабоев Алишер Гофурович***ассистент, Ферганский политехнический институт Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: alisherferpi61@bk.ru***Содиқов Усмонали Худоберганович***ассистент, Ферганский политехнический институт Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: alisherferpi61@bk.ru*TECHNOLOGICAL PROCESS FOR PRODUCING HYDROCARBON FRACTIONS
FROM RENEWABLE RAW MATERIALS**Alisher Jumaboev***assistant, Ferghana Polytechnic Institute of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Ferghana***Usmonali Sodiqov***assistant, Ferghana Polytechnic Institute of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Ferghana*

АННОТАЦИЯ

В статье описаны результаты произведенных аналитических и экспериментальных работ, которые показали, что практически биорастительный материал — хлопковые стебли могут использоваться для получения широкой фракции, соответствующей сырой нефти, пиролизическая переработка древесины позволяет получать помимо пирооконденсата также пирогаз и пироуглерод — углеводородную смесь, которые имеют место в отраслях экономики. Предложена для проведения лабораторных исследований технологическая схема лабораторно-экспериментальной установки по пиролизической переработке стеблей хлопчатника. Предлагаемая технологическая схема изображена на рис. 1, приведенном в статье.

ABSTRACT

The article describes the results of the analytical and experimental work that showed that practically bio-vegetative material-cotton stalks can be used to obtain a wide fraction of the corresponding crude oil. Pyrolytic processing of wood units also allows the production of pyrogas and pyrocarbon-hydrocarbon mixtures, which occur in industries. A technological scheme of a laboratory - experimental installation for the pyrolytic processing of cotton stems is proposed for laboratory research. The proposed technological scheme is shown in Figure 1 in the article.

Ключевые слова: пирооконденсат, пирогаз, пироуглерод, нефть.**Keywords:** pyrocondensate, pyrogas, pyrocarbon, oil.

Обеспеченность страны энергоресурсами напрямую влияет на ее экономическое развитие. Самым востребованным энергоресурсом в настоящее время является нефть. Наиболее ярко выражена нефтяная зависимость транспортного и энергетического комплекса.

Сейчас за один день нефти сжигается столько, сколько природа с помощью солнечной энергии способна выработать за тысячу лет. По прогнозам ученых, запасов нефти в мире осталось немного.

Сложившаяся ситуация не является тайной. Научно-исследовательские организации многих стран мира ищут адекватную замену углеводороду, получаемому при переработке нефти. Несмотря на долгую историю освоения различных заменителей бензина и солярки, единая классификация альтернативных видов углеводорода пока не принята.

Энергетический бюджет мира углеродный: за счет нефти, угля и газа получается более 70% производимой энергии. Это вдвойне опасно, поскольку не

только ведет к повышению концентрации диоксида углерода в атмосфере, но и чревато истощением источников энергии. Мировое сообщество предпринимает активные попытки снизить зависимость энергетики от ископаемого углеводорода. Одно из новых направлений развития современной энергетики — использование биоуглеводородов.

Для получения непредельных углеводородов существует ряд методов, используемых в промышленности, а также разрабатываемых в лабораторных и полупромышленных условиях.

Существующие методы получения непредельных углеводородов можно разделить на 4 группы:

1) процессы пиролиза, использующие газообразные углеводородные газы и бензиновые фракции. В их число входят теоретический пиролиз в трубчатых печах, нашедший самое широкое применение в промышленности, процессы окислительного и термоокислительного пиролиза [1, 2] и пиролиз в аппаратах со стационарным или движущимся теплоносителем [2, 4, 5, 7]. Сюда же относятся высокотемпературные процессы получения олефиновых углеводородов методами крекинга в электрических разрядах [8], пиролиз в токе перегретого водяного пара [6, 9–11] и с применением плазменной струи [14, 15];

2) каталитическое дегидрирование парафиновых углеводородов для получения соответствующих непредельных углеводородов [16, 17];

3) получение непредельных углеводородов как побочных продуктов различных нефтехимических производств, получение этилена из коксового газа и т.п.;

4) различные методы синтеза. Сюда относится метод получения дивинила из спирта по Лебедеву [16] и др.

Наиболее эффективными методами получения непредельных углеводородов являются процессы первой группы — высокотемпературные процессы расщепления, которые и рассматриваются в настоящей работе [12].

В качестве объекта исследования выбран биорасщепительный материал, в частности древесина, потенциал которого по Республике Узбекистан исчисляется сотнями миллионов тонн.

Процесс пиролизной деструкции сложных органических молекул характеризуется, как уже отмечено выше, вводом в реакционную зону кислорода в чистом виде или в составе вводимого воздуха.

Для того чтобы не допустить образования сажи и заставить кислород служить инициатором реакций термического крекинга, необходимо так смешивать нагретые органические вещества с кислородом, чтобы не происходило воспламенение в момент смешения, т.е. необходимо выбирать соответствующее устройство и условия для смешения. В технологической схеме, составленной для создания лабораторно-экспериментальной установки, предназначенной для переработки древесины пиролизным путем, для смешения применено устройство с конструкцией эжектора-смесителя, работающего при сверхкритическом отношении давлений эжектирующего и эжектируемого газов на основе сопла Лаваля. За основу превращения экологически безопасной утилизации ботанических материалов (стебли хлопчатника) была использована технология пиролиза органических соединений. Процесс пиролиза имеет нескольких разновидностей: 1 — группа быстрый пиролиз, медленный пиролиз, пиролиз в периодических условиях, пиролиз в непрерывных условиях, 2 — группа пиролиз без доступа в реакционную зону воздуха, пиролиз с вводом в зону реакции водяного пара, воздуха, кислорода (окислительный пиролиз), азота, углекислого газа, водяного пара или вводом компонентов в композиции, в присутствии катализаторов и др.

Исследование процессов простого и окислительного пиролиза сельскохозяйственных отходов, в частности древесины, проведено на лабораторной установке производительностью 0,25 л сырья в час (рис. 1).

Рисунок 1. Схема лабораторной установки окислительного пиролиза непрерывного действия:

1 — бюретка для сырья, 2 — насос для сырья, 3 — образцовый манометр, 4 — термopapa, 5 — подогреватель сырья, 6 — форсунка-смеситель, 7 — реактор, 8 — холодильник циркулирующей воды, 9 — газовый счетчик, 10 — бюретка для воды, 11 — дозировочный насос для воды, 12 — парообразователь, 13 — подогреватель, 14 — баллон с кислородом, 15 — баллон с азотом, 16 — ротаметр

Исходное сырье, определенные фракции, составляющие древесину, загружались в реактор после предварительного подогрева. Сюда же подавалась смесь кислорода с водяным паром, нагретая до 300 °С. Для получения парокислородной смеси вода подавалась поршневым насосом (11) производительностью до 0,3 л/час из бюретки (10) в испаритель (12), после чего полученный водяной пар смешивался с кислородом, и полученная парокислородная смесь нагревалась до необходимой температуры. Кислород поступал в подогреватель из баллона (14) через регулирующие вентили. Расход и давление кислорода измерялись ротаметром (16) и манометром (3). На линии подачи кислорода установлен обратный клапан. Давление паров сырья на входе в смеситель эжекционного типа измерялось манометром (3).

Реактор рассчитан на работу при температуре до 1000 °С и давлении 1 атм. Для компенсации тепловых потерь он оборудован наружным электрообогревом.

Реактор изготовлен из стали IX18H9T. В реактор вставляются цилиндрические вкладыши. На выходе из реактора парогазовая смесь охлаждалась в змеевиковом холодильнике (8), проходя последовательно через сборник конденсата, пять ловушек-змеевиков, погруженных в лед, и две дрексельные склянки с трансформаторным маслом. Продукты пиролиза проходят через систему жидких поглотителей из раствора извести — известковое молоко или через систему адсорберов, состоящих из полиметаллических оксидов, загруженных с целью улавливания кислых компонентов. Охлажденный газ пиролиза через газовые часы (9) выпускался из системы.

Пуск и работа установки осуществляется следующим образом.

1. По кислородной линии предварительно подается азот для того, чтобы освободить системы установки и коммуникации от воздуха продувкой.

2. На терморегуляторах устанавливаются заданные температуры, и включается электрообогрев.

3. По достижении заданных температур в реакторе, и подогревателях, и установках в целом включается и регулируется до требуемого расхода подача воды в испаритель и реактор.

В целях предотвращения больших тепловых потерь в окружающую среду реактор был оборудован внешним компенсационным обогревом, что позволяло проводить экспериментальные работы при любом соотношении кислорода и исходного сырья.

Для наблюдения за ходом процесса и снятия показателей материального и теплового балансов установка была оборудована контрольно-измерительными приборами.

Для замера расхода кислорода на входе в реактор был установлен ротаметр, для замера газа пиролиза на выходе реактора — газовые часы.

Давление замерялось с помощью манометров.

Автоматически регулировалась температура в реакторе, на выходе из подогревателей сырья перед поступлением в реактор и парокислородной смеси.

Во время каждой экспериментальной работы отбиралась проба газа на выходе из системы после газовых часов. В каждом опыте после холодильника и

ряда ловушек пиролизный газ проходил через газовые часы, частично отбирался в газометры и анализировался хроматографическим методом на содержание CH_4 ; C_2H_6 ; C_2H_4 ; C_3H_8 ; C_3H_6 ; $\Sigma\text{C}_4\text{H}_{10}$; $\Sigma\text{C}_4\text{H}_8$; C_4H_6 ; C_5H_{12} , H_2 , CO , CO_2 , SO_2 , N_2 .

Отбор жидкого продукта производился непосредственно на выходе из реактора при охлаждении парогазовой смеси льдом. Жидкие продукты собирали в делительную воронку из колбы-приемника, ловушек и дрексельных склянок. Затем их отстаивали, разделяли на водную и органическую части, взвешивали.

Расчет материального баланса проводился исходя из данных количеств, поступивших на пиролиз углеводородного сырья, кислорода и водяного пара и полученных количеств пирогаза, пироконденсата и воды, представляющей собой сумму конденсата поступившего водяного пара и реакционной воды, включая пирокарбон — сухой твердый остаток в реакторе.

В рамках каждой из экспериментальных работ производилась проверка материального баланса расчетом баланса по элементам в связи с возможной неточностью замера воды или частичным уносом ее с пирогазом.

В отличие от существующих технологий, в данной работе образующиеся газообразные продукты термической деструкции биорастительных материалов нейтрализуются перед выбросом в атмосферу, что исключает возможность загрязнения последней кислыми газами.

Поставленная задача решается за счет того, что на установке для термической переработки растительного материала, состоящей из пиролитической печи с блоком фильтрации газов, выполненным в промежуточном своде, газоход, размещенный перпендикулярно к стенке камеры дожигания, выполнен в виде щелевого рекуператора типа «труба в трубе», один конец внутренней трубы которого свободно входит в камеру беспламенного дожигания в верхней части ее стенки, другой сообщен с камерой нейтрализации вредных и токсичных компонентов отходящей парогазовой смеси.

Целью было достижение полной деструкции органических молекул. В случае бескислородного пиролиза из-за отсутствия в реакционной зоне кислорода в продуктах разложения образовалась сажа. Выход твердой части сажи — пирокарбон — определяли методом простого взвешивания остатка. Массу жидкой и твердой части определяли методом простого взвешивания.

Отличительная сторона объекта исследования настоящей работы заключается в том, что здесь для изучения процесса и технологии выбран основной аппарат специальной конструкции с определенными изменениями, в отличие от многочисленных опубликованных конструкций [12]. В загрузке применены специальные вещества-насадки для полного ведения пиролиза по всему объему загруженного сырья. В качестве насадок применены соответствующие фракции кокса Ферганского нефтеперерабатывающего завода, с геометрическими параметрами,

соответствующими фракциями загружаемого сырья, применение которых предотвращает возможные дополнительные трудности, связанные с отделением насадки от кубового остатка — пироуглерода после завершения процесса пиролиза. Потому что как кубовые остатки пиролиза — пируглерода, так и насадка — нефтяной кокс имеют одинаковое происхождение: продукты, полученные из органических материалов и состоящие в основном из твердого углерода с определенным содержанием высокомолекулярных углеводородов твердой консистенции.

Эксперименты по пиролизической переработке биорастительного материала проводились на установке периодического действия с загрузкой сырья в пиролизический реактор в объеме (массе) 1000 г.

Как отмечено выше, в Республике Узбекистан сырьевым ресурсом для получения жидких, газообразных и твердых энергоносителей из числа биорастительного материала являются хлопковые стебли, возобновляемые в октябре — ноябре ежегодно не менее 100 миллионов тонн в год, которые приравниваются к $0,562 \cdot 10^8$ тонн условного углеводорода или это может равняться $0,394 \cdot 10^8$ нефтяного эквивалента (энергия образуется при сжигании 1 тонны древесины $16,3 \cdot 10^9$ Дж). В его составе практически отсутствуют серосодержащие соединения. Кроме того, получаемые углеводороды из древесины методом пиролиза в основном имеют простой структурный вид, в отличие от применяемых традиционных углеводородов, где в составе могут иметь место в значительной степени полиядерные ароматические углеводороды с значительной сложной химической структурой.

В современных условиях высоко ценятся и имеются большие потребности в жидких энергоносителях, состоящих из углеводородных материалов с небольшим содержанием кислородсодержащих соединений, в отличие от твердых энергоносителей. Поэтому считается целесообразным и в экономическом, и в экологическом плане получение жидких углеводородов из биорастительных материалов или, как принято называть во многих литературных источниках, из неделовой древесины. Энерготехнологическая переработка этого вида сырья эквивалентна использованию 0,25–0,5 литра жидкого нефтяного углеводорода на килограмм древесины. С учетом одновременного получения продукции биорастительного профиля квалифицированный подход к переработке данного вида сырья современными химическими или нефтехимическими процессами дает возможность получения высокоэффективных энергетических материалов.

Жидкие продукты пиролиза состоят из суммы пироконденсата, конденсата водяного пара и реакционной воды. Результаты эксперимента показывают, что при определенных условиях из древесины путем пиролиза возможно получить практически широкие фракции углеводородов. С учетом ежегодного возобновления этого потенциала более 100 миллионов тонн исследуемое направление вызывает интерес к развitiю работ в этом направлении.

В целях более глубокого изучения процесса пиролизической деструкции древесины нами исследовано влияние температуры процесса на качественный и количественный состав конечных продуктов. В табл. 1 приведены результаты влияния пиролизической деструкции на выход пирогаза, пироконденсата и твердого остатка.

Таблица 1.

Влияние пиролизической деструкции на выход пирогаза, пироконденсата и твердого остатка

№	Темпера- тура пиро- лиза, °С	Пирогаз, выход, г	Пироконденсат — широкая фракция						Пиро- углерод углево- дород, г	Потери, %
			Интервал кипе- ния, °С	Выход, г	В том числе по фракциям					
					Головка выход, г	Бензиновая фракция, выход, г	Дизельная фракция, выход, г	Масляная фракция, выход, г		
1	475	114,4	63–430	499,5	21,3	298,2	101	79,0	357,0	2,91
2	500	143,6	61–429	461,7	28,3	270,1	100	63,3	359,0	3,57
3	525	182,2	60–420	434,4	30,7	253,6	91,3	59,2	347,5	3,59
4	550	195,7	57–418	414,8	46,6	225,8	89,2	59,2	347,2	4,23
5	575	227,6	56–414	391,7	48,7	160,3	71,8	50,0	331,5	4,92
6	600	255,4	50–409	372,4	51,8	150,9	66,1	31,7	335,1	3,71
7	625	281,5	44–382	352,2	60,0	160,9	41,0	–	327,1	3,92
8	650	289,9	41–367	338,7	63,4	150,4	40,1	–	324,8	4,66
9	675	336,2	38–355	310,9	79,1	117,2	40,0	–	314,6	3,83
10	700	363,5	36–346	279,1	81,8	90,7	39,5	–	317,2	4,02
11	725	405,4	36–340	250,0	86,3	75,4	38,0	–	302,8	4,18
12	750	435,4	36–333	225,3	93,4	96,8	35,1	–	293,0	4,63
13	775	495,9	36–327	204,7	96,0	78,7	30,0	–	261,7	3,77
14	800	517,0	36–316	183,1	98,1	63,7	21,3	–	261,1	3,88

При этом температурный интервал проведения процесса пиролиза выбран от 475 до 800 °С с шагом на 25 °С. Из данных, представленных в таблице,

видно, что при низких температурах проведения процесса выход твердых компонентов достигает 35,70%, пироуглерода — 21,4% и пиролизного углеводорода

— 14,30%, а выход пирогаза — 11,44%. При этом пирококденсат получают с интервалом кипения 63–430 °С, который является смесью головной углеводородной фракции с интервалом кипения 63–90 °С, 2,13% бензиновой фракции с интервалом кипения 90–180 °С, выходом 29,82%, а дизельная фракция с интервалом кипения 180–350 °С, выходом 10,10% и масляной фракции с интервалом кипения 351–430 °С на уровне выхода 7,90% от потенциально возможного. При этом потери определяются по разности масс выходов и загрузки.

Как видно из таблицы, интервал кипения широкой фракции (в нефтепереработке такая фракция называется ШЛФУ — широкая легкая фракция углеводородов) непостоянный, что объясняется увеличением выхода более низкомолекулярных фракций углеводородов с повышением температуры процесса. Такую картину можно увидеть и с изменением выхода пирогаза. Действительно, с увеличением температуры процесса увеличивается выход пирогаза от потенциально возможного, что отражается на выходе пирококденсата и твердого остатка пиролизного процесса. Аналогичная картина наблюдается и с масляной фракцией — одной из составляющих широкой легкой фракции углеводородов. При температуре процесса выше 600 °С практически не образуется масляная фракция и пирококденсат состоит из смеси только бензиновой и дизельной фракции, если не учесть головной незначительной части от потенциала, выход которой также увеличивается, а химический состав твердого остатка также меняется как качественно, так и количественно. Если при 475 °С выход твердого остатка состоял из 21,40% углерода в

сумме 35,70 и 14,30% углеводорода, то при 600 °С количество содержания углерода изменилось в сторону увеличения и составило 23,17%, а количество содержания углеводорода изменилось в сторону уменьшения и составило выход на уровне 10,36% при 600 °С против 14,30% при 475 °С. Такое изменение качественного и количественного состава твердого остатка объясняется увеличением глубины процесса медленного пиролиза — коксования с изменением температуры в сторону увеличения температуры процесса пиролиза.

Как видно из таблицы, изменение взаимных соотношений в выходе дизельной и бензиновой фракций объясняется общей закономерностью увеличения степени глубины термической (пиролитической) деструкции высокомолекулярных сложных органических структур с образованием более низкомолекулярного углеводородного вещества. Однако при этом не исключено образование кислородосодержащих соединений со следами образования углеводородных соединений с наличием в структуре азота или других элементов. Видно, что с изменением температуры пиролиза от 600 °С до 800 °С выход бензиновой фракции в составе широкой фракции изменяется от 15,09% до 6,37% и уменьшается также содержание дизельной фракции.

Данный процесс пиролиза мы называем условно пиролизом без доступа воздуха или кислорода в реакционную зону, хотя в реакторе с рабочей емкостью 6 л свободное пространство от загрузки сырья пиролиза геометрическими фракциями древесины было занято воздухом, что в пересчете от воздушного объема 4 л на кислород составляет 1 л, или 0,2 г/моль.

Список литературы:

1. Балалаева И. Новые дизельные углеводороды // Автомобильный транспорт. — 2004. — № 8. — С. 41–42.
2. Биодизель (оборудование для биодизеля) / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: http://www.neftebaza.info/forum_ontzy.php?id=4839.
3. Биодизель — все новости о углеводороде / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://www.biodiesel.com.ua>.
4. Биодизель. Биодизельные углеводороды. Производство. / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://www.biodiesel.dp.ua>.
5. Боровков В.М., Зысин Л.В., Сергеев В.В. Итоги и научно-технические проблемы использования растительной биомассы и органосодержащих отходов в энергетике // Известия РАН. Энергетика. — 2002. — № 6. — С. 13–19.
6. ГлобалОмск.ру — Омские новости / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://www.globalomsk.ru/news>.
7. Диденко А.Н. Методика получения жидкого углеводорода из углей // Известия РАН. Энергетика. — 2002. — № 5. — С. 115–117.
8. Кириллов Н.Г. Моторные углеводороды XXI века // Энергия. — 2007. — № 8. — С. 2–5.
9. Кричко А.А., Лебедев В.В., Фарберов И.Л. Неуглеводородное использование углей / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://www.xumuk.ru/encyklopedian/174.html>.
10. Напольский Б., Доманов В. Альтернативные виды углеводородов / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://www.oilworld.ru/news.php?view=3020>.
11. Орлов П. Без бензина // Огонек. — 2006. — № 4. — С. 22–23.
12. Содиков У.Х., Жумабоев А.Г. Получение оксигенатно-углеводородной смеси целевым назначением // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. — 2019. — № 11 (68) / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/8281>.

13. Утилизация и переработка ТБО с целью получения биогаза / [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: <http://www.solidwaste.ru/dictionary/2.html&view=A>.
14. Федоров М.П. Вторичные ресурсы // Известия РАН. Энергетика. — 2002. — № 6. — С. 7–11.
15. Федоров М.П., Донченко В.К. Экологическая безопасность энергетики как направление интеграции науки и высшего образования // Доклад III всероссийской научно-практической конференции «Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности». — СПб. : Изд-во РАЕН, 1999. — Т. 1.
16. Федоров М.П., Елистратов В.В. Использование ресурсов малой и нетрадиционной энергетики в Ленинградской области // Научно-технические ведомости СПбГТУ. — 1998. — № 4 (14).
17. Шамонина А.В, Макаров В.В. Спирты как добавки к бензинам // Автомобильная промышленность. — 2005. — № 8. — С. 11–12.

АНТИПИРЕН ДЛЯ ЗАЩИТЫ ДРЕВЕСИНЫ ОТ ГОРЕНИЯ**Нуркулов Элдор Нурмунинович**

мл. науч. сотр., ООО «Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии»,
Узбекистан, Ташкентская область, Ташкентский р-н, Шуробазар
E-mail: nurkuldor@mail.ru

Бекназаров Хасан Сойибназарович

д-р техн. наук, Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии,
Узбекистан, г. Ташкент

Джалилов Абдулахат Турапович

д-р хим. наук, акад. АН РУз, Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии,
Узбекистан, г. Ташкент

FIRE RETARDANTS TO PROTECT WOOD FROM BURNING**Eldor Nurkulov**

Junior Researcher, Tashkent Research Institute of Chemical Technology,
Uzbekistan, Tashkent region, Tashkent district p/o Shuro Baazar

Khasan Beknazarov

D.Sc., Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology,
Uzbekistan, Tashkent

Abdulahat Djalilov

D.Sc., Academician, Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Изучен синтез олигомерного антипирена, полученного в результате исследований. Исследованы его физико-химические свойства, зависимость выхода от времени, температуры и компонентного состава, а также вязкость.

ABSTRACT

The synthesis of oligomeric flame retardant obtained as a result of research was studied, and its physicochemical properties, yield temperature, time and component composition dependence, and viscosity were studied.

Ключевые слова: антипилены, горение, олигомер, физико-химические свойства, плотность, деревянная конструкция, температура.

Keywords: antipiren, combustion, oligomer, physicochemical properties, density, wooden structure, temperature.

Введение. Повышение огнестойкости деревянных домов – первоочередная задача, которую нужно решить для их долгой и безопасной эксплуатации. При возгорании конструкции из дерева могут разрушиться и полностью сгореть за 20-30 минут.

Антипилены – это специальные пропитки, позволяющие в 2-3 раза замедлить процесс горения и предотвратить серьезные последствия. За это время можно успеть предпринять необходимые меры, вывести людей и вынести ценное имущество. При возгорании обработанные деревянные конструкции обугливаются, но не сгорают целиком.

Средства огнезащиты древесины условно можно разделить на огнезащитные покрытия и пропиточные составы. В первом случае – это краски, лаки, пасты и обмазки. Во втором – огнезащитные пропитки[1].

Огнезащитные покрытия, могут скрывать текстуру древесины, ухудшая её внешний вид, поэтому их, в основном, используют для огнезащиты не просматриваемых деревянных конструкций. Пропитки же, напротив – сохраняют текстуру и природную красоту древесины, и находят более широкое применение.

Антипилены для древесины, других материалов могут состоять из одного компонента или сочетать несколько веществ[2].

Основное соединение поглощает избыток тепла, уменьшая термическое воздействие на субстрат; второй компонент может усиливать действие первого, выполнять функции синергиста. Существуют трехкомпонентные средства, в которых присутствует добавка, уменьшающая расход главных реагентов.

Экспериментальная часть. В результате был исследован синтез олигомерного антипирена НВ-6 и исследованы его физико-химические свойства, зависимость выхода от времени, температуры и компонентного состава, а также вязкость.

Результаты и их обсуждение. Физико-химические свойства олигомерного антипирена приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Физико-химические свойства олигомерного антипирена

Название олигомерного антипирена	Соотношение (моль)	Выход, %	Агрегатное состояние	рН	Плотность, г/см ³	Растворимость
НВ-6	1:2:0,05:0,07	88	твёрдое вещество белого цвета	6-7	1,09	Растворяется в воде
	2:1:0,05:0,07	84				
	2:0,07:0,05:1	76				

Многочисленные эксперименты были проведены в разных условиях и пропорциях. В результате экспериментов было обнаружено, что выход олигомерного антипирена зависит от температуры, времени и соотношения компонентов.

Оптимальная температура реакции составляет 130-150 °С, и олигомерный антипирен, полученный в соотношении - 1: 2: 0,05: 0,07 был получен с самым высоким выходом (рис.1).

Рисунок 1. Зависимость выход олигомерного антипирена от времени

Определены параметры вязкости разбавленных растворов олигомерных антипиренов. Для определения вязкости раствора олигомеров использовали капиллярный вискозиметр Уббелюда при постоянной

температуре 22°С с использованием трех различных концентраций и метод на основе измерения времени перехода чистого растворителя (таблица 2)[3].

Таблица 2.

Показатели вязкости разбавленных растворов олигомерного антипирена

№	Название антипирен	Концентрация раствора, %	$\eta_{\text{ти}}$	$\eta_{\text{уд}}$	$\eta_{\text{пр}}$	$\eta_{\text{хв}}$
1	НВ-6	1	1,042	0,42	0,42	1,07
		0,5	1,046	0,46	0,92	
		0,25	1,049	0,49	1,96	

Показано наличие группы $-\text{NH}_2$ в ИК-спектре в области валентности 3194,12-3431,36 см^{-1} . Также в области поглощения 3028,24 см^{-1} указывают на присутствие связей $\text{C}-\text{H}$. Области поглощения, соответствующие валентным колебаниям группы $-\text{C}=\text{C}-$

наблюдаются в 1666,50 см^{-1} ИК-спектра. Площадь поглощения спектра 1226,73 см^{-1} принадлежат валентным колебаниям группы $\text{P}=\text{O}$ соответственно (Рис.2).

Рисунок 2. ИК-спектр олигомера антипирена НВ-6

Использование олигомерного антипирена НВ-6 на основе мочевины, соединений фосфора и оксидов металлов имеет преимущество в повышении огнестойкости деревянных конструкций и полимерных материалов.

Целью работы является выявление соединений твердых горючих веществ и огнеупорных материалов. В ходе эксперимента была обнаружена огнестойкость сосны обработанного антипиреном. Во

время эксперимента температура должна составлять 24 °С, давление окружающей среды - 93 кПа, а влажность воздуха не должна превышать 58%. Использование измерительного прибора по ГОСТу 12.044-89. Прямоугольный керамический короб в форме параллелепипеда, соответствующая нормативным документам горючих веществ и материалов, оснащена пламенной горелкой и регулятором температуры (Таблица 3).

Таблица 3.

Определение огнестойкости древесных материалов, обработанных олигомерными антипиренами

Номер образца для эксперимента	Количество расходуемого антипирена, %	Максимальная температура продуктов горения в газообразной форме, °С	Время достижения максимальной температуры, сек	Образец вес.грамм		Потеря веса образца, %	Группа воспламеняемости
				До опыта	После эксперимента		
0(сиг)	0	435	95	159,1	49,5	68,9	III
1	10	215	120	142,1	130,3	8,30	I
2	10	210	120	159,3	147,8	7,22	
3	10	299	120	172,1	158,7	8,79	
4	10	211	120	151,2	139,9	7,47	
5	10	245	120	164,4	149,6	9,00	
6	10	246	120	162,1	149	8,10	
7	10	269	120	157,6	145,4	7,74	
8	10	261	120	163,8	149,1	8,97	
9	10	289	120	150,4	137,1	8,84	
10	10	281	120	161,7	148,2	8,34	
Потеря массы образцов, обработанных олигомерным антипиреном, (среднее) %						8,26	

Заключение. Синтезированный олигомерный антипирен получен из местного сырья и поэтому обладает высокой экономической эффективностью. Использо-

вание олигомерного антипирена НВ-6 на основе мочевины, соединений фосфора и оксида металлов имеет преимущество в повышении огнестойкости деревянных конструкций и полимерных материалов.

Список литературы:

1. Орлова А.М. Огнезащита древесины [Текст] А.М. Орлова, Е.А. Петрова//Пожаровзрывобезопасность №2, 2002.
2. Балакин.В.М. Изучение огнезащитной эффективности азотфосфорсодержащих составов для древесины / Ю.И. Литвинец, Е.Ю. Полищук, А.В. Рукавишников// Пожаровзрывобезопасность Т.16 № 5 2007
3. Рабек. Я Экспериментальные методы в химии полимеров. Москва. Мир. 1983

ИССЛЕДОВАНИЕ СОРБЦИОННЫХ И ДЕСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ КЛУБНЕЙ ЯКОНА

Хужакулов Улугбек Каримкулович*соискатель, Ташкентский государственный аграрный университет,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: ulug1989@inbox.ru***Сафаров Жасур Эсирганович***д-р техн. наук, профессор Ташкентский государственный технический университет,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: jasursafarov@yahoo.com***Султанова Шахноза Абдувахитовна***PhD, доцент, Ташкентский государственный технический университет,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: sh.sultanova@yahoo.com*

RESEARCH OF SORPTION AND DESORPTION PROPERTIES OF YACON TUBERS

Ulugbek Khuzhakulov*Degree-seeking student, Tashkent State Agrarian University,
Uzbekistan, Tashkent***Jasur Safarov***Doctor of Technical Science, Professor of Tashkent State Technical University,
Uzbekistan, Tashkent***Shakhnoza Sultanova***PhD, Associate Professor, Tashkent State Technical University,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены процессы сорбции и десорбции образцов клубней якона. Приведены методы исследования особенностей сорбционных процессов, а также определены параметры объекта исследования. Представлены кривые сорбции и десорбции клубней якона, полученные ИК- способом сушки. На основании результатов проведенных исследований изотерм сорбции и десорбции клубней якона были определены x_m —емкость монослоя, $S_{уд}$ —удельная поверхность, W_0 —суммарный объем пор, r_k —радиус капилляра. Эти данные позволяют определить время сушки и формы связи влаги с исследованными материалами.

ABSTRACT

The article deals with sorption and desorption processes of samples of yacon tubers. Research methods of features of sorption processes are described, and the parameters of the research object are determined. The sorption and desorption curves of yacon tubers obtained by IR drying are presented. Based on carried out results of research of sorption and desorption isotherms of yacon tubers, the x_m — monolayer capacity, S_{ud} — specific surface area, W_0 — total pore volume, and r_k —capillary radius have been determined. These data help to determine drying time and the form of moisture connection with the investigated materials.

Ключевая слова: клубни якона, сорбция, десорбция, сушка.**Keywords:** yacon tubers; sorption; desorption; drying.

Для точных расчетов процессов и аппаратов для сушки, а также оптимизации и интенсификации процесса недостаточны знания только свойств высушиваемого материала как объекта сушки, необходимо также знать кинетические характеристики и особенности термодинамики. Важное значение при этом имеет рациональное сочетание экспериментальных

данных и методов математического моделирования, которые определяют взаимосвязь величин, оказывающих наибольшее влияние на специфику тепломассообмена в процессе сушки [1].

Технологический процесс ИК-сушки клубней якон основан на том, что инфракрасные лучи опреде-

ленной длины волн активно поглощаются водой, содержащейся в продукте, но не поглощаются тканью высушиваемого продукта. Поэтому удаление влаги возможно при невысокой температуре (50-70 °С). Это позволяет практически полностью сохранить витамины, биологически активные вещества, естественный цвет, вкус и аромат продуктов, подвергавшихся ИК сушке.

Сорбционные и десорбционные свойства клубней якон играют большую роль при выборе способа сушки, его расчёте, в связи с чем были проведены ис-

следования по определению этих параметров на экспериментальной установке Института химии и физики полимеров АН РУз.

Методика сорбции паров воды образцами клубней якон заключается в установлении равновесной концентрации сорбируемого вещества при заданном парциальном давлении его паров [2].

Сорбционная установка состоит из двух частей. Первая часть – вакуумный насос, создающий в среде, где находится образец, давление в 10^{-3} Па и использующий жидкий азот в качестве основного рабочего материала (рис.1) [3].

Рисунок 1. Схема сорбционной установки для исследования проницаемости влаги

1-термостат; 2-сорбционная трубка; 3-молибденовая пружина; 4-никелевая чашка; 5-печь для поддержания температуры в сорбционных трубках; 6,9-нагреватели; 7-термопара; 8, 13, 17-электронные терморегуляторы; 10-диффузионный насос; 11-масляный насос; 12-ловушки; 14-контактный термометр; 15-манометр; 16-дозировочная пробирка.

Измерение вакуума производится на вакуумметре ВИТ-1А (вакуумметр ионизационный-термопарный) с диапазоном измерения от 10^{-1} до 10^{-3} Па.

Рабочая часть состоит из цилиндрических сосудов, находящихся в вертикальном положении. Цилиндрический сосуд состоит из двух частей, которые притираются друг к другу с использованием вакуумной смазки. К верхней части, вовнутрь, прикрепляется кварцевая пружина весов Мак-Бэна. На кварцевую пружину подвешиваются кварцевая или стеклянная чашечка с навеской полимера. Растяжение кварцевой пружины измеряется катетометром КМ-8 [3].

Рисунок 2. Схема весов Мак-Бэна

Весы Мак-Бена – это весы со спиральной пружиной (рис.2). Необходимо определить массы образцов клубней якон при исследовании изотерм сорбции и десорбции в вакуумных трубках. Весы имеют оптическую отсчетную шкалу 3 с визиром 2. Кварцевая спираль 1 с диаметром витка 12-15 мм, навитая из нити диаметром около 0,2 мм, обладает подъемной силой 1 г. Ее удлинение составляет около 0,1 мм/мг [4]. Для исследования сорбционной и десорбционной способности образцов клубней якон точно взвешенные образцы подвешиваются на стеклянной нити пружинных весов Мак-Бена. Они измеряются с помощью прибора КМ-8, который располагается так, что его положение должно совпадать с нижним концом пружины весов при заданной температуре, и в этом положении воздух из системы откачивается вакуум-насосом в течение 3-4 ч. Исследуемый сорбат, охлаждаемый жидким азотом, размораживается в течение 2-3 ч.

Для этого была изучена сорбция и десорбция паров воды образцами исследуемого клубней якон при температуре 293 К. Полученные данные приведены на рис.3. На основе изотерм сорбции паров воды образцами клубней якон по уравнению БЭТ (Брунауэром, Эмметом и Тейлором) были вычислены емкость монослоя, удельная поверхность, суммарный объем пор и радиус капилляров.

Рисунок 3. Кривые изотерм сорбции и десорбции клубней якон

Изотермы сорбции имеют S-образную форму и обладают порами различных размеров, которые заполняются сорбентом с переходными парами, имеющими большой сорбционный гистерезис (рис.3). В табл.1 приведены полученные данные о сорбционных характеристиках образцов клубней якон.

Таблица 1.

Капиллярно-пористая структура образцов клубней якон

Образец	Сорбция	Десорбция
Емкость монослоя, x_m , г/г	0,0055	0,0161
Удельная поверхность, $S_{уд}$, $M^2/г$	18,35	58,36
Суммарный объем пор, W_0 , $см^3/г$	0,441	0,439
Радиус капилляров, r_k , $А$	478,98	150,87

На основе проведенных исследований сорбции и десорбции паров воды образцами клубней якон определены параметры пористой структуры.

На основании результатов проведенных исследований сорбции и десорбции паров воды образцов клубней якон определены параметры капиллярно-пористой структуры. На основании результатов проведенных исследований изотерм сорбции и десорбции

клубней якона были определены x_m —емкость монослоя, $S_{уд}$ —удельная поверхность, W_0 —суммарный объем пор, r_k —радиус капилляра. Эти данные позволяют определить время сушки и формы связи влаги с исследованными материалами. На основе полученных результатов можно выбрать сушильную установку по классификационной таблице профессора Мухиддинова Д.Н.

Список литературы:

1. Норкулова К.Т., Сафаров Ж.Э. Исследование сорбции и десорбции лекарственных трав // Химическая технология. Контроль и управление. – Т., 2010. №4. – С.9-12.
2. Vulliod M., Marquez C.A., De Michelis A. Equilibrium sorption isotherms and isosteric heat of rose hip fruits (rosa eglandaria). International Journal of Food Properties. 2006, 9 (4), p.823-833.

3. Сажин Б.С. Основы техники сушки. –М., Химия, 1985. –320 с.
4. Степин Б.Д. Техника лабораторного эксперимента в химии. Учеб. пособие для вузов. М.: Химия, 1999. - 600 с
5. Safarov J.E., Khujakulov U.K. Research yakon tubers (*Polymnia sonchifolia*) as the object of study International journal of advanced research in science, engineering and technology. –India, 2019. Vol. 6, Issue 12.
6. Safarov J.E., Sultanova Sh.A., Dadayev G.T., Samandarov D.I. Sorption and desorption of medicinal plants. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (Scopus). Volume-9, Issue-2, December, 2019. P.685-688.
7. Safarov J.E., Sultanova Sh.A., Jumaev B.M., Saydullayev A.B. Improvement process drying product. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (Scopus). Volume-9, Issue-2, December, 2019. P.656-659.
8. Safarov J.E., Sultanova Sh.A., Dadayev G.T., Samandarov D.I. Method for drying fruits of rose hips. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (Scopus). Volume-9, Issue-1, November, 2019. P.3765-3768.

РАЗДЕЛЕНИЕ ЖЁЛТОГО МАСЛА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАСЛЯНОЙ ЧАСТИ, ПОЛУЧЕННОЙ ИЗ НЕГО

Тиллоев Лочин Исмаилов

преподаватель кафедры «Технология переработки нефти»

Бухарского инженерно-технологического института,

Узбекистан, г. Бухара

E-mail: tilloyevl@mail.ru

Косимов Элёр Кодир угли

студент магистратуры Бухарского инженерно-технологического института,

Узбекистан, г. Бухара

E-mail: gosimovev@mail.ru

Муродов Маликжон Негмуродович

канд. техн. наук, доцент кафедры «Нефтегазовое дело» Бухарского инженерно-технологического института,

Узбекистан, г. Бухара

E-mail: buxneftgaz@mail.ru

SEPARATION OF YELLOW OIL AND DETERMINATION OF PHYSICAL PARAMETERS OF THE OIL PART OBTAINED FROM IT

Lochin Tilloyev

Lecturer of the department "Technology of oil refining" of the Bukhara engineering – technological institute,

Uzbekistan, Bukhara

Eler Kosimov

Master's degree student, of the Bukhara engineering – technological institute,

Uzbekistan, Bukhara

Malikjon Murodov

Candidate of technical sciences, professor of the department "Oil and gas affair"

of the Bukhara engineering – technological institute,

Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты исследования по разделению жёлтого масла, являющегося отходом процесса очистки пирогаза, на фракции и определение плотности, кинематической вязкости, показателей среды и преломления, теплоемкости, молекулярной массы.

ABSTRACT

The article presents the results of a study on the separation of yellow oil, which is a by-product of the purification of pyrogas into fractions and determination of density, kinematic viscosity, medium and refractive indices, heat capacity.

Ключевые слова: пиролиз, пирогаз, альдегид, кетон, спирт, катализатор, полимер, жёлтое масло, ареометр, плотность, кинематическая вязкость, вискозиметр.

Keywords: pyrolysis, pyrogas, aldehyde, ketone, alcohol, catalyst, polymer, yellow oil, hydrometer, density, kinematic viscosity, viskozimetr.

В современном быстро развивающемся мире уровень использования природных ресурсов людьми растет день ото дня. Нашей главной целью сегодня является рационализация природных ресурсов. Поэтому мы обязаны поколениями создавать технологии без глубокой переработки каждого углеводорода, добываемого из земли и предотвращать ущерб окружающей среде от различных видов отходов.

Процесс пиролиза, вероятно, основан на поглощении видимого диоксида углерода из высокого диоксида углерода, который не подвергается воздействию высокими температурами. Процесс пиролиза этанола сопровождается необработанным паром для уменьшения образования кокса в трубах печи пиролиза и водяного пара для снижения давления про-

цесса. В результате кислые газы (H_2S и CO_2) и кислород органические соединения (альдегиды, кетоны, кислоты, спирты) образуются в пирогазе [1].

Для чистки пирогаза проводится процесс абсорбции. Пирогаз проходит через щелочную колонну очистки, где извлекается кислый газ (H_2S и CO_2). Очистка пирогаза производится в два этапа. Чтобы достичь чистоты кислых газов в 1 ppm, пирогаз сначала очищают «слабым» раствором в нижней части колонны с массовой долей свободной щелочи 2%. После этого пирогаз очищают в середине колонны с 10%-ным раствором массовой щелочной концентрации. В колонне кислые газы CO_2 и H_2S реагируют со щелочным NaOH с образованием сульфидов и карбонатов.

Органические соединения (альдегиды, кетоны, кислоты, спирты) в пирогазе полимеризуются под действием каталитически-щелочного действия. Механизм процессов полимеризации при щелочной очистке заключается в концентрации альдола связи $C=O$ (альдегиды, кетоны, кислоты, спирты). В результате секция куба колонны очистки пирогаза дает жёлтое масло (продукт концентрации альдола, полимер). Удаляется из области устройства и рассматривается как отход процесса.

В настоящее время физико-химические свойства жёлтого масла, производимого в газохимическом комплексе страны, до конца не изучены.

Таким образом, изучение физико-химических свойств и состава данного отхода является важным вопросом, в проведении исследований с целью эффективного использования накопленных отходов из года в год и снижения вреда окружающей среде и природе.

На начальном этапе исследований физические свойства жёлтого масла были определены с помощью нескольких методов исследования. Результаты этого исследования следующие:

Отстаивание. Масло извлекали из устройства для разделения на фракции. В 1-литровый лабораторный мерный цилиндр добавляли один литр масла и выдерживали в течение 24 часов. В результате разделения, жёлтое масло из-за его плотности попало в верхний слой - вязкая масляная часть от жёлтого до красного цвета, средний слой - зеленая дробленая полимерная часть, субстрат - от жёлтого до коричневого с основным составом. В первой таблице представлена объемная доля масла.

Таблица 1.

Состав жёлтого масла

Название компонента	Количество, % (объём)
Масляная часть	35
Полимерная часть	55
Водяная часть	10
всего	100

Определение плотности масляной части. В эксперименте несколько методов используются для определения плотности веществ в агрегатном состоянии. Это: ареометрический метод, метод взвешивания Вестфалия-Мора, пикнометрический метод и гидростатический метод [2]. В этом исследовании мы использовали ареометрический метод, который является наиболее удобным и высокоточным методом определения плотности фракции нефти. В цилиндрический сосуд в образец была добавлена масляная часть, ареометр из центра сосуда был погружен, и затем была определена плотность вещества. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Определение кинематической вязкости масляной части. Одним из наиболее распространенных

методов определения кинематической вязкости жидкого вещества является метод определения вискозиметром. В эксперименте мы используем вискозиметры для определения кинематической вязкости масляной фракции. Вискозиметр состоит из стеклянной трубки с широким удлиненным коленом с капилляром 2-3 мл с диаметром капилляра 0,7-1,0 мм. верхняя часть немного уже. Верхняя и нижняя части сферы отмечены символами А и В. К концу шара прикреплен резиновый шланг [2]. Во время экспериментов вискозиметр помещали в термостат. Результаты были получены при контроле температуры. Кинематическую вязкость масляной фракции определяли с использованием вискозиметра Оствальда-Пинкевича при температурах 20 и 40 °С. Результаты показаны в таблице 2.

Таблица 2.

Экспериментальные показатели качества масляной части

Название показателя качества	Единица измерения	Определенное значение показателя качества
Внешний вид	-	Вязкое масло красновато жёлтого цвета
Плотность, 20 °С	кг/м ³	971
Относительная плотность, d_4^{20}	—	0,971
Относительная плотность, d_{15}^{15}	—	0,974
Кинематическая вязкость, 20 °С	мм ² /сек	27,958
Кинематическая вязкость, 40 °С	мм ² /сек	12,498

Показатель водорода, (рН)	–	6
Теплоёмкость, 20 °С	ккал / (кг·град)	0,4165
Теплоёмкость, 40 °С	ккал / (кг·град)	0,4247
Молекулярный вес	г/мол	742

Определение среды масляной части. Определить среду веществ и узнать в какой среде они применяются (кислотная, нейтральная и щелочная).

Два эксперимента были проведены для определения среды масляной фракции. В первом эксперименте определение масляной фракции определяли с помощью индикаторной бумаги. Затем, во втором эксперименте индикаторы выполнялись на автоматическом титре METTLER TOLEDO серии EasyPlus™ для получения точного результата. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Определение теплоёмкости масляной части. Количество тепла, расходуемого на повышение температуры системы на 1 °С, называется теплоемкостью вещества [3]. Практический расчет теплоемкости масляной фракции был найден с использованием формулы теплоемкости жидких нефтепродуктов. Температура масляной фракции при температуре t рассчитывается по следующей формуле:

$$c = \frac{1}{\sqrt{d_{15}^{15}}} (0,403 + 0,000405t) \quad (1)$$

где: c - средняя теплоемкость жидкой масляной части, ккал / (кг·град);

d_{15}^{15} – относительная плотность масляной части; t -температура масляной части, °С.

Тепловая доля масляной фракции была рассчитана при температурах 20 и 40 °С. Результаты показаны в таблице 2.

Определение молекулярной массы масляной части. Молекулярная масса жидкого вещества может быть экспериментально определена криоскопически. Молекулярная масса жидкого продукта представляет собой среднюю относительную молекулярную массу конкретного вещества, которое

представляет собой сложный жидкий продукт. Суть этого метода заключается в том, что результаты пропорциональны концентрации расплавленной продукции в исследуемом продукте [2]. На основании результатов эксперимента, молекулярная масса рассчитывается по следующей формуле.

$$M = \frac{A \cdot 5,12 - 1000}{B \cdot t} \quad (2)$$

где: A - масса жидкого продукта в граммах; Криоскопическая молекулярная дисперсия 5,12-бензола; B - масса бензола в граммах, t - температура растворения, °С.

Температура депрессии бензола и жидких углеводородных твердых частиц определяется термометром Бекмана. Это тип дифференциального термометра, который измеряет изменение температуры, а не саму температуру. Результаты, полученные по второму выражению, были найдены по молекулярной массе масляной фракции. Полученные результаты приведены в таблице 2.

Основываясь на результатах этого исследования, сделаны следующие общие выводы:

Установлено, что наиболее эффективен и действенен способ первоначального разделение жёлтого масла, получаемого при очистке от пирогаза. Исследования показали, что 90% эффективности разделения веществ может быть достигнуто путем прерывания выброса жёлтого масла.

Определены физические свойства масляной части, выделенной в результате отстаивания жёлтого масла. Масляная часть была разделена на необходимые данные для осуществления проектного расчета расчетного оборудования и устройств для переработки.

Список литературы:

1. Н.Л. Соладова, А.И. Абдуллин. Пиролиз углеводородного сырья: Учебное пособие. Казан. гос. технол. ун-т; Казан, 2007, 239 с.
2. Кирсанов, Ю.Г. Анализ нефти и нефтепродуктов [Электронный ресурс]: [учеб.-метод. пособие] / М.Г. Шишов, А.П. Коняева, Урал. федер. ун-т, Ю.Г. Кирсанов. – 2-е изд., стер. – М.: ФЛИНТА, 2017. – 88 с.
3. Булидорова Г.В., Галяметдинов Ю.Г., Ярошевская Х.М., Барабанов В.П. Физическая химия. Книга 1. Основы химической термодинамики. Фазовые равновесия. – М.: КДУ; Университетская книга, 2016. – 516 с.

МЕТОДЫ СНИЖЕНИЯ СЛЁЖИВАЕМОСТИ АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ**Тожибоев Мирзаабдулла Мустафакулович***ассистент, Ферганский политехнический институт,
Узбекистан, г. Фергана***Абдуллаева Масохат Абдулбориевна***ст. преп., Ферганский политехнический институт,
Узбекистан, г. Фергана***Хамракулова Муборак Хакимовна***д-р техн. наук (PhD), Ферганский политехнический институт,
Узбекистан, г. Фергана***Сайдазимов Муродхон Сайджамолович***ассистент, Ферганский политехнический институт,
Узбекистан, г. Фергана
E-mail: mr.mir1987@mail.ru***METHODS FOR REDUCING THE COLLECTIVITY OF AMMONIUM NITRATE****Mirzaabdulla Tojiboyev***Assistant, Ferghana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Ferghana***Masoxat Abdullayeva***Senior Lecturer, Ferghana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Ferghana***Muborak Khamrakulova***Doctor of technical sciences (PhD), Ferghana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Ferghana region***Murodixon Saydazimov***Assistant, Ferghana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Ferghana***АННОТАЦИЯ**

В данной статье приведены результаты изучения воздействия полиморфных превращений аммиачной селитры и повышения начала температуры её разложения, повышение прочности и понижение слёживаемости гранул продукта.

ABSTRACT

This article presents the results of a study of the effects of polymorphic transformations of ammonium nitrate and an increase in the onset of its decomposition temperature, an increase in strength and a decrease in the caking of the product granules.

Ключевые слова: магнезита, бентонит, вермикулит, полиморфные превращения, опудривание, дисперсный и минералогический состав, физико-механические свойства.

Keywords: magnesite, bentonite, vermiculite, polymorphic transformations, dusting, dispersed and mineralogical composition, physical and mechanical properties.

В Республике благодаря осуществлению широких мер достигаются существенные результаты по производству фосфатизированной, бентонитовой и известковой аммиачной селитры на АО

«Navoiyazot», «Farg'onaazot» и «Maxam-Chirchiq» на основе переработки местных сырьевых материалов.

Аммиачная селитра является самым крупнотоннажным азотным удобрением в мире. Её мировое

производство превышает 43 млн. т в год. Она используется в сельском хозяйстве для внесения на любых типах почв и под все сельскохозяйственные культуры. Важной задачей в настоящее время является улучшение потребительских свойств аммиачной селитры. Поэтому во всём мире проведение исследований по подбору высокоэффективных добавок, повышающих прочность, снижающих слеживаемость гранул и улучшающих термостабильность селитры является актуальной.

Вместе с тем общеизвестны проблемы, связанные с необходимостью улучшения товарных, физико-химических свойств аммиачной селитры и безопасностью её обращения. Однако современные технологические разработки позволяют учесть этот нюанс и оптимизировать его ещё на стадии производства. Введение необоснованно жестких ограничений в сфере производства и обращения с аммиачной селитрой, с одной стороны, ставит на грань закрытия соответствующие предприятия и ведет к существенному сокращению использования действительно агрохимически ценного удобрения. С другой стороны, нельзя игнорировать риски возникновения неуправляемых ситуаций на любой стадии производства, хранения и транспортирования аммиачной селитры.

Склонность удобрения поглощать атмосферную влагу (гигроскопичность) влияет на условия производства, качество продукта при хранении, транспортировке и внесении в почву. При значительной гигроскопичности аммиачной селитры слеживается, ухудшается её сыпучесть, гранулы теряют твёрдость.

Опудривание удобрений проводится различными инертными веществами: соединениями, в состав которых входит кремний (аттапулгит, сепиолит, диатомит, монтмориллонит, инфузорная и фуллеровая земли, тальк, бентонит, тонкодисперсные вулканические породы – перлит и обсидиан, аэросилы различных марок; природные цеолиты; ре-

комендованы соединения кальция, магния, алюминия, иллит, обезвоженный кизерит, окись магния и алюминия, углекислый кальций и сернокислый барий, нефелиновый коагулянт и т.п. [1-7]. Однако инертным добавкам присущ ряд недостатков, таких, как большие расходы (до 10 мас.%), вследствие чего понижается содержание питательных веществ в удобрении; высокая запыленность производственных помещений, сопутствующая их применению; уменьшение эффективности со временем из-за осыпания их с поверхности гранул, а также из-за ограниченной влагоёмкости добавки.

Добавки каустического магнезита [8], бентонита, вермикулита, гипса [9], солей трёхвалентного железа [10], сульфатных солей микроэлементов, азотнокислотная вытяжка природного силиката магния [11] улучшают гигроскопические характеристики аммиачной селитры. Особое влияние на гигроскопичность оказывают добавки водонерастворимых фосфатов кальция, магния, полуторных окислов или смеси их в водорастворимыми веществами (РФМ, РАП, аммофос из экстракционной фосфорной кислоты). Многие из них, как и нитраты, в условиях получения селитры теряют кристаллогидратную воду, а при охлаждении гранул насыщаются водой за счёт оставшейся влаги в селитре.

Для получения образцов фосфатизированной селитры в качестве основного компонента служил кристаллический нитрат аммония (NH_4NO_3) марки «ч» и заводской гранулированный продукт (АО «Махат-Chirchik») – аммиачная селитра марки Б с содержанием 34,6% N и 0,28% магнезиальной добавки в пересчете на MgO. В качестве образцов для сравнения были выбраны производственный продукт и чистая аммиачная селитра из NH_4NO_3 марки «ч», полученная в лабораторных условиях. Качественные показатели гранулированной аммиачной селитры марки Б для нужд сельского хозяйства должны отвечать требованиям ГОСТ 2-85 (Таблица 1).

Таблица 1.

Селитра аммиачная (ГОСТ 2-85)

№	Наименование показателя	Нормы для марки Б
1.	Суммарная массовая доля нитратного и аммонийного азота в пересчете: на NH_4NO_3 в сухом веществе, %, не менее	не нормируется
2.	Массовая доля азота в сухом веществе, %, не менее	34,4
3.	Массовая доля воды, %, не более, определяемая методом сушки (с добавками нитратов кальция и магния)	0,3
4.	Массовая доля добавок в пересчете на сухое вещество: нитратов кальция и магния в пересчете на CaO , %	0,2-0,5
5.	рН 10%-ного водного раствора, не менее	5,0
5.	Гранулометрический состав:	
	массовая доля гранул от 1 до 4 мм, %, не менее	95
	массовая доля гранул от 2 до 4 мм, %, не менее	80
	массовая доля гранул менее 1 мм, %, не более	3
	массовая доля гранул более 6 мм, %	0,0
6.	Статическая прочность гранул (кг/гранулу), не менее (с добавками нитратов кальция и магния)	0,8
7.	Рассыпчатость, %, не менее	100

В качестве объектов исследования выбраны кристаллический NH_4NO_3 марки «ч»; гранулированный аммиачной селитры марки Б (АО «Махам-Чирчиқ») с содержанием 34,6% N и 0,28% MgO ; чистые соли: моно-, ди и трикальцийфосфаты; аммофос производства АО «Аммофос-Махам» и агроруды Каракалпакии: желваковые фосфориты, глауконитовые пески и бентонитовые глины.

Приведены дисперсный и минералогический состав, физико-механические свойства (дисперсный состав, влажность, насыпная плотность, угол естественного откоса, текучесть, pH, гигроскопичность, влагоемкость) агроруд Каракалпакии, а также солевой состав аммофоса. Показано, что аммофос в основном состоит из дигидроорто- и гидрофосфата и сульфата аммония. Основными минералами желваковых фосфоритов Каракалпакии являются фторкарбонатапатит, кальцит, доломит, кварц и фторид кальция, бентонитов – монтмориллонит, каолинит, полыгорскит, гидрослюда и хлорит. Кроме глинистых компонентов в них присутствуют кальцит, кварц, калиевый полевой шпат, барит, галит и др. Минералогический состав глауконитовой породы состоит из глауконита, кварца, полевого шпата, гидроокиси железа, гипса, слюды и кальцита. Состав и физико-механические свойства агроруд Каракалпакстана показывают принципиальную возможность их применения в качестве модифицирующей добавки к аммиачной селитре.

Контроль качества полученных образцов аммиачной селитры с неорганическими добавкой проводили по следующим показателям: содержание азота, pH 10 %-ного раствора, прочность, слеживаемость, скорость растворения гранул в воде, гигроскопические свойства, термическая стабильность – буферное действие, пористость, впитываемость гранул по отношению к дизельному топливу, морфология и структура, полиморфные превращения при циклическом изменении температуры, термоустойчивость гранул к многократно повторяющимся циклам нагрев-охлаждение в диапазоне $20 \leftrightarrow 50^\circ\text{C}$, начальная температура и значение энергии активации термического разложения NH_4NO_3 . При этом изучены реологические свойства расплава аммиачной

селитры с различными неорганическими соединениями.

Изучались физико-механические и физико-химические свойства (слеживаемость, прочность, скорость растворения гранул в воде, пористость, впитываемость) модифицированной аммиачной селитры. В качестве образцов сравнения были выбраны гранулы NH_4NO_3 марки «ч» и аммиачной селитры марки Б с содержанием 34,6% N и 0,28% MgO .

Слеживаемость является одним из важнейших показателей товарных свойств минеральных удобрений. Она определяет пригодность гранулированного продукта к длительному его хранению. Чем ниже слеживаемость гранул, тем дольше храниться продукт в рассыпчатом состоянии. Слеживаемость чистого гранулированного NH_4NO_3 составляет $5,62 \text{ кг/см}^2$, а аммиачная селитра с магниевой добавкой – $4,67 \text{ кг/см}^2$. В табл.2 приведены слеживаемости гранул некоторых образцов фосфатизированной аммиачной селитры в зависимости от количества неорганических добавок по отношению 100г плава селитры. Из неё видно, что добавка любого вида неорганического вещества снижает слеживаемость аммиачной селитры и придает туку сыпучесть, подвижность при хранении и рассыпчатость.

Характер изменения слеживаемости гранул аммиачной селитры в зависимости от количества добавки и её вида одинаков для всех неорганических веществ. С увеличением количества последнего слеживаемость селитры уменьшается. Так, с увеличением соотношения аммиачная селитра (АС): МКФ от 100 : 3 до 100 : 50 (содержание N от 23,22 до 33,47%, $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$ от 1,67 до 18,92%) слеживаемость гранул фосфатизированной селитры снижается от 2,98 до $2,20 \text{ кг/см}^2$, то есть в 1,9-2,6 раза. При АС: ДКФ = 100 : $2,5 \div 30,2$ (26,31-33,60% N, 1,33-11,78% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$) этот показатель составляет $1,94-2,45 \text{ кг/см}^2$, при АС: ТКФ = 100 : $2,25 \div 36$ (25,19-33,58% N, 1,05-11,91% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$) – $1,85-2,52 \text{ кг/см}^2$ и при АС: Аммофос = 100 : 100 : $5 \div 30$ (29,24-33,31% N, 2,33-10,06% $\text{P}_2\text{O}_{5\text{общ.}}$) – $2,51-2,80 \text{ кг/см}^2$, т.е. соответственно в 2,3-2,9, 2,2-3 и 2-2,2 раза ниже чем чистая АС.

Таблица 2.

Состав и свойства термостабильной аммиачной селитры с неорганическими добавками

Массовое соотношение АС : ФС	Содержание азота, %	$\text{P}_2\text{O}_5 \text{ общ.}, \%$	Слеживаемость, кгс/см^2	Пористость гранул, %	Впитываемость гранул, гр.
Чистая АС без добавки	34,96	-	4,67	22,0	4,82
АС с магниевой добавкой	34,60	-	5,62	9,10	4,33
С добавкой МКФ					
100 : 3,0	33,47	1,67	2,98	8,43	2,95
100 : 22,9	28,25	10,51	2,56	7,58	2,39
100 : 50,0	23,22	18,92	2,20	6,88	2,02
С добавкой ДКФ					
100 : 2,5	33,60	1,33	2,45	8,31	2,93

100 : 22,5	28,09	9,32	2,12	7,28	2,35
100 : 30,2	26,31	11,78	1,94	7,19	2,28
С добавкой ТКФ					
100 : 2,25	33,58	1,05	2,52	8,38	2,95
100 : 18,9	28,86	7,09	2,26	7,31	2,42
100 : 36,0	25,19	11,91	1,85	7,12	2,24
С добавкой аммофос					
100: 5	33,31	2,33	2,80	8,68	3,39
100: 15	31,35	6,07	2,66	8,15	3,10
100: 30	29,80	9,01	2,51	7,39	2,96
С добавкой фосфорита Ходжакульского месторождения					
100 : 3	32,89	0,55	1,75	8,25	2,90
100 : 12	30,35	2,0,3	1,25	7,48	2,48
100 : 20	28,48	3,13	1,20	7,22	2,35
100 : 35	25,42	4,9	1,14	7,14	2,11
С добавкой Глауконит Ходжакульского месторождения					
100 : 5	32,25	-	2,14	6,81	2,97
100 : 20	28,25	-	2,03	4,42	2,52
100 : 35	25,21	-	1,79	2,95	2,41

Наиболее эффективной добавкой в плане снижения слеживаемости можно считать Ходжакульскую фосмуку [162, pp.76-82]. Так, при соотношении АС:ФС=100:3 слеживаемость продуктов для Ходжакульской фосмуки составляет 1,75 кг/см², при 100 : 12 – 1,25 кг/см², при 100 : 20 – 1,20 кг/см² и при 100:35 – 1,14 кг/см², то есть по сравнению со слеживаемостью АС с добавкой 0,28% MgO (слеживаемость которой составляет 4,67 кг/см²), показатель ниже чем в 2,7; 3,7; 3,9 и 4,1 раза соответственно.

Низкой слеживаемостью обладают также продукты, полученные на основе плава NH₄NO₃ и глауконитового песка Каракалпакии (1,79-2,14 кг/см²), что гарантирует 100%-ную рассыпчатость в течение установленного для этого удобрения срока хранения (6 мес.). Полученные данные дают основание считать, что эти добавки весьма перспективны для получения селитры, пригодной для бестарной перевозки и хранения.

Список литературы:

1. Указ Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 07 февраля 2017 года «О стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан».
2. Постановление Президента Республики Узбекистан №3236 от 27 августа 2017 года «О программе развития химической промышленности на 2017-2021 годы».
3. Аммиачная селитра: свойства, производство, применение / А.К.Чернышов, Б.В.Левин, А.В.Туголуков, А.А.Огарков, В.А.Ильин. – М.: ЗАО «ИНФОХИМ», 2009. – 544 с.
4. Технология аммиачной селитры / Под ред. проф. В.М.Олевского. – М.: Химия, 1978. – 312 с.
5. Левин Б.В., Соколов А.Н. Проблемы и технические решения в производстве комплексных удобрений на основе аммиачной селитры // Мир серы, N, P и K. – Москва, 2004. – № 2. – С. 13-21.
6. Лавров В.В., Шведов К.К. О взрывоопасности аммиачной селитры и удобрений на её основе // Научно-технические новости: ЗАО «ИНФОХИМ». – Спецвыпуск. – Москва, 2004. – № 4. – С. 44-49.
7. Исследование влияния на модификационные превращения нитрата аммония / Сообщение VEB комбината агрохимии Пистериц и высшей технической школы «К. Шорлеммер» // Chemiche Technik, (GDR). – 1988. – V.40. – № 3. – pp. 125-129.
8. Позин М.Е. Технология минеральных солей. – Л.: Химия. – 1974. – Ч. II – С. 1178-1236.
9. Олевский В.М., Гальперин Н.И., Иванов М.Е., Цеханская Ю.В. Таран А.Л. Пути повышения качества гранулированной аммиачной селитры // Химическая промышленность. – Москва, 1987. – № 11. – С.676-682.
10. Авт. св. СССР № 988795, Кл. С 05 С 1/02. Способ получения гранулированной аммиачной селитры / Н.Н.Поляков, В.Н.Невская, В.Р.Кутергин, Е.П.Сычёва, В.Г.Валов – Б.И. 1983, №2.
11. Патент РФ 2228919. Кл. C05C1/02. Способ получения аммиачно-нитратного удобрения / Е.А.Маклашина, Л.П.Грошева, Н.В.Горшкова, Т.Н.Черкасова, И.И.Николаева, В.А.Милованов, А.Е.Пестов, Ю.К.Самсонов, Е.В.Лысенко, А.В.Балагуров – РЖХим 2004. – №20. – 19л 119.

12. Таджиев С.М., Тожибоев М.М., Абдуллаева М.А. Производство термостабильной аммиачной селитры с добавкой бентонитов // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. 2019. № 11(68).

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ И ЭЛЕКТРОННОЕ СТРОЕНИЕ ФОСФАТНЫХ ЭКСТРАГЕНТОВ,
СОДЕРЖАЩИХ АМИНОПИРИДИНОВУЮ ГРУППУ**Сабиров Вахобжон Хусанович***доктор химических наук, профессор, НИТУ филиал МИСиС,
Республика Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: V_SABIROV@mail.ru***Иркабаев Джуманали Усманович***старший преподаватель,
Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Алмалык
E-mail: 354-tvdpj@list.ru***Жумаев Маннон Нафасович***преподаватель-ассистент,
Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Алмалык***Юлдашев Лазиз Ташипулатович***преподаватель-ассистент,
Алмалыкский филиал Ташкентского государственного технического университета им. Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Алмалык*THE SPATIAL AND ELECTRONIC STRUCTURE OF PHOSPHATE EXTRAGENTS
CONTAINING AMINOPYRIDINIC GROUP**Vahobjon Sabirov***Doctor of Chemistry, Professor, NUST branch of MISIS,
Republic of Uzbekistan, Almalyk***Jumanali Irkabayev***Senior Lecturer of Almalyk Branch of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Almalyk***Mannon Jumayev***Lecturer-Assistant, Almalyk Branch of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Almalyk***Laziz Yuldashev***Lecturer-Assistant, Almalyk Branch of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Almalyk*

АННОТАЦИЯ

В статье обсуждаются результаты рентгеноструктурных и квантовохимических исследований N-(O,O-дифенилфосфорил)-3-метил-2-аминопиридина, N-(O,O-фосфорил)-5-метил-2-аминопиридина и некоторых фосфатных экстрагентов. Кроме того, обсуждается влияние некоторых ароматических групп на экстракционные способности изученных экстрагентов.

ABSTRACT

In the paper results of the X-Ray and Quantum Chemistry investigations of a N-(O,O-diphenylphosphoryl)-3-methyl-2-aminopyridine and N-(O,O-phosphoryl)-5-methyl-2-aminopyridine and some phosphatic extragents are discussed. The influence of the different aromatic groups on the extraction ability of the extragents also are considered.

Ключевые слова: рентгеноструктурные исследования, фосфатные экстрагенты, производные аминопиридина.

Keywords: X-ray diffraction studies; phosphate extragents; derivatives of aminopyridine.

Постановка вопроса. Органические производные фосфорной кислоты являются специфическими экстрагентами, избирательно действующими на редкие и рассеянные элементы. Дибутилфосфат (ДБФ) и трибутилфосфат (ТБФ) до сих пор остаются наиболее применяемыми экстрагентами этого класса соединений. Экстракционные свойства этих экстрагентов обусловлены донорными свойствами атома кислорода фосфорильной группы $P=O$. Органические заместители в фосфоэфирных группах благодаря своим индуктивным электронным свойствам оказывают усиливающее или угнетающее влияние на донорные свойства фосфорильного кислорода. Сказанное находит свое подтверждение при сравнении экстракционных свойств ДБФ и ТБФ. Первый экстрагент дает полную экстракцию лантана, неодима,

иттрия и иттербия из азотнокислых растворов, а второй производит их частичную экстракцию.

Поиск новых селективных экстрагентов для РЗЭ является весьма важной задачей для технологии РЗЭ и ведется путем модификации фосфатных экстрагентов вводя к атому фосфора активных функциональных групп.

Экспериментальная часть. Одним из направлений синтеза новых фосфорильных соединений является синтез N-фосфолированных амидов общей формулы $R_1R_2P(O)NHC(X)R_3$ (где $R_1, R_2=AlkO, Alk_2N, Ar, R_3=Alk, Ar, X=O, S, Py$). В ИНЭОС РАН (г. Москва) под руководством проф. Е.М. Матросова в ходе фосфолирования 3-метил-2-аминопиридина дифенилхлорфосфатом получены два структурных изомера I и II (рис.1):

Рисунок 1.

Кристаллы этих соединений отличаются друг от друга своей внешней формой — габитусом, и по этой причине для установления их состава и структуры нами проведено рентгеноструктурное исследование полученных соединений. Образование в ходе одной химической реакции двух соединений, различаю-

щихся положением метильной группы в пиридиновом цикле, свидетельствует об изомеризации пиридинового ядра в реакции фосфорилирования. Для выявления общих закономерностей в экстракционных свойствах этих соединений нами произведены квантовохимические расчеты этих и родственных им фосфатных экстрагентов.

Таблица 1.

Координаты ($\times 10^4$) и эквивалентные температурные факторы ($U_{\text{экв}} \times 10^2$) атомов в структурах I и II

Атом	x		y		z		U _{экв}	
	I	II	I	II	I	II	I	II
P	1177(1)	4835(4)	8561(1)	5002(3)	825(1)	1112(1)	37(1)	27(1)
O(1)	-324(1)	6934(8)	8796(1)	5649(6)	532(1)	1171(2)	46(1)	30(2)
O(2)	1844(2)	2958(7)	7344(1)	6046(6)	476(1)	1270(2)	55(1)	28(2)
O(3)	1511(2)	4360(8)	8173(1)	3452(6)	1731(1)	1484(2)	45(1)	30(2)
N(1)	2128(2)	4353(11)	9820(2)	4656(7)	686(1)	601(2)	41(1)	29(2)
N(2)	4292(2)	2694(10)	8938(2)	3828(7)	1224(1)	-22(2)	46(1)	26(2)
C(1)	3427(3)	-2264(15)	1282(2)	1554(12)	416(2)	-273(3)	59(1)	38(3)
C(2)	3607(2)	2618(12)	9962(2)	3924(8)	889(1)	412(2)	37(1)	28(3)
C(3)	4258(2)	951(12)	11122(2)	3326(9)	741(1)	651(3)	42(1)	30(3)
C(4)	5723(2)	-609(14)	11146(2)	2546(10)	917(1)	429(3)	51(1)	34(3)
C(5)	6463(2)	-573(11)	10087(3)	2418(8)	1251(4)	-21(3)	53(1)	24(3)
C(6)	5712(2)	1112(12)	9027(2)	3091(9)	1403(1)	-219(3)	51(1)	28(3)
C(7)	1324(2)	2684(11)	6702(2)	6511(8)	-228(1)	1705(2)	40(1)	23(3)
C(8)	604(2)	745(15)	7304(2)	6331(11)	-887(1)	1877(3)	49(1)	38(3)
C(9)	120(3)	308(19)	6575(3)	6849(12)	-1554(1)	2288(3)	62(1)	54(4)
C(10)	377(3)	1877(16)	5268(3)	7563(12)	-1559(2)	2528(3)	61(1)	51(4)

C(11)	1124(3)	3849(17)	4686(2)	7712(13)	-898(2)	2351(3)	55(1)	53(4)
C(12)	1609(2)	4294(14)	5396(2)	7238(11)	-229(1)	1938(3)	47(1)	40(3)
C(13)	870(2)	5728(13)	8898(2)	2149(9)	2281(1)	1359(2)	40(1)	30(3)
C(14)	1593(3)	5088(14)	10027(3)	88(9)	2588(1)	1110(3)	57(1)	32(3)
C(15)	854(3)	6376(17)	10699(3)	-415(10)	3136(2)	1086(3)	67(1)	44(4)
C(16)	-354(3)	8260(18)	10253(3)	-415(11)	3370(2)	1304(3)	64(1)	47(4)
C(17)	-965(3)	8891(17)	9124(3)	836(12)	3056(2)	1556(3)	59(1)	48(4)
C(18)	-345(2)	7575(14)	8441(2)	2149(11)	2510(1)	1583(3)	49(1)	38(3)

Бесцветные прозрачные изомерные кристаллы I и II моноклинные. Параметры элементарной ячейки: $a = 9.563(2)$, $b = 10.397(2)$, $c = 17.070(3)$ Å, $\beta = 98.96(3)^\circ$ для I и $a = 6.409(1)$, $b = 8.524(2)$, $c = 30.816(6)$ Å, $\beta = 90.18(2)^\circ$ для II, $Z = 4$ в обоих случаях. Рентгеновские эксперименты N-(О,О-дифенилфосфорил)-3-метил-2-аминопиридина (I) и N-(О,О-фосфорил)-5-метил-2-аминопиридина (II) проведены на 4-кружном дифрактометре «Siemens РЗ/РС» (λMoK_α — излучение, графитовый монохроматор, $\theta/2\theta$ — сканирование, $2\theta \leq 54^\circ$) при комнатной (I) и низкой (-110°C) (II) температурах. В расшифровке первой структуры использованы 2818 рентгеновских отражений, а для второй — 1420 с $I \geq 2\sigma$. Структуры

расшифрованы прямым методом (SHELX-98) и уточнены методом наименьших квадратов, в анизотропном приближении для неводородных атомов до R -факторов $R = 0.038$ (I) и $R = 0.064$ (II). Координаты неводородных атомов и их изотропные температурные факторы приведены в табл. 1.

Обсуждение результатов. Длины химически эквивалентных связей в I и II попарно близки. Атом Р в обеих структурах имеет искаженную тетраэдрическую координацию; валентные углы $\text{O} = \text{P}-\text{O}$ увеличены, $\text{O}-\text{P}-\text{O}$ уменьшены, как и в других молекулах типа $\text{O} = \text{PR}_3$, вследствие того, что двойная $\text{P} = \text{O}$ вызывает большее отталкивание, чем ординарная (рис. 2) [1].

Рисунок 2. Структура молекул I и II

Углы $\text{O} = \text{P}-\text{O}$ и $\text{O}-\text{P}-\text{N}$ близкие и немного меньше идеального значения 109.5° . Такое различие, вероятно, обусловлено тем, что система связей $\text{O}(1) = \text{P}-\text{O}(3)-\text{C}(13)$ и $\text{O}(1) = \text{P}-\text{O}(2)-\text{C}(7)$ в молекулах I и II имеет *гош*-расположение, а система связи $\text{O}(2) = \text{P}-\text{O}(3)-\text{C}(13)$ — *транс*-расположение. В молекулах I и II имеется уплощенный фрагмент $\text{O}(1) = \text{PN}(1)\text{HC}(2)\text{C}(3)$ соответственно *транс*- и *цис*-расположения атомов фосфорильной группы и гетероцикла. Цепочки с участием соседних атомов $\text{O}(2)-\text{P}-\text{N}(1)-\text{C}(2)$ и $\text{O}(3)-\text{P}-\text{N}(1)-\text{C}(2)$ в обеих молекулах имеют одинарную *гош*-конформацию.

Длины связей $\text{P} = \text{O}$, $\text{P}-\text{O}$ и $\text{P}-\text{N}$ имеют обычные для амидофосфатов значения [2]. По сравнению с соответствующими значениями в простых ациклических соединениях 4-координированного фосфора $\text{H}_3\text{N}-\text{PO}_3$ [3], $\text{P}-\text{N}$ связь $1.632(2)$ Å в обеих молекулах заметно укорочена. Валентные углы при N(1) составляют $127.5(1)^\circ$ (I) и $129.0(5)^\circ$ (II), причем атом N(1) имеет плоско-тригональное окружение.

В кристаллических структурах I и II амидная плоскость слегка развернута относительно связи $\text{P} =$

O : торсионный угол $\tau = \text{O}(1)\text{PN}(1)\text{H}$ равен соответственно $-11.72(2)$ и $-15.7(6)^\circ$. $\text{P}-\text{N}$ связь ($1.632(2)$ и $1.632(7)$ Å) в обеих структурах заметно укорочена по сравнению со связью в соединениях 4-координированного фосфора $\text{H}_3\text{N}-\text{P}$ [3, 4]. Эти геометрические факторы обусловлены наличием π , π -сопряжения между амидной группой и $\text{P} = \text{O}$ -связью. Бензольные ароматические системы сильно развернуты относительно фосфорильной группы.

Заряд на атоме O(1) зависит от степени сопряжения между π -системой $\text{P} = \text{O}$ -связи и бензольных и пиридиновых циклов. Такие сопряжения приводят к оттоку заряда с атома O(1) и удлинению связи $\text{P} = \text{O}$ ($1.465(1)$ и $1.464(6)$ Å) по сравнению с изолированной. Такие сопряжения реализуются только при копланарном расположении π -систем.

Экстракционная способность зависит от комплексообразующей способности лиганда, которая определяется локализацией неподеленной электронной пары (НЭП) на молекулярных орбиталях лиганда и геометрией ее распределения вокруг донорного

атома. Координационная связь образуется электронами верхней занятой молекулярной орбитали (ВЗМО). Применение квантовохимических расчетов к производным фосфорной кислоты позволит выявить некоторые общие закономерности донорной способности экстрагентов.

Квантовохимические расчеты дибутилфосфата (ДБФ), трибутилфосфата (ТБФ), трифенилфосфата

(ТФФ) и соединений I и II проведены полуэмпирическим методом MNDO по ограниченному методу Хартри — Фока с применением алгоритма Полака — Рибьера.

Проведенные расчеты дают для электронного заряда на атомах O(1) и P следующие значения:

Таблица 2.

Заряды на атомах O(1) и P

Экстрагент Атом	ДБФ	ТБФ	ТФФ	I	II
O(1)	-0.63	-0.66	-0.62	-0.65	-0.65
P	1.38	1.38	1.35	1.35	1.35
Дипольный момент, D	3.60	1.63	3.05	3.05	2.90
Q(O(1)).Q(P)	0.87	0.91	0.85	0.88	0.87

Как видно из табл. 2, значения электрического заряда на фосфорильном атоме O(1) в молекулах I и II того же порядка, что в других молекулах. Значение дипольного момента ТБФ почти два раза меньше, чем у других молекул. Это обстоятельство нами тщательно перепроверялось, однако повторные расчеты не дали иных результатов. В нижней строке таблицы приведены значения произведения зарядов на атомах O(1) и P. Полученное для ТБФ значение этого произведения больше, чем для остальных, и низкое значение дипольного момента молекулы может быть объяснено малым расстоянием между центрами положительного и отрицательного зарядов в ТБФ.

Расчеты показали, что в ДБФ электронные заряды в основном локализованы на атомах кислорода фосфорильной и эфирных групп (рис. 3).

Рисунок 3. ВЗМО молекулы ДБФ (разная тональность МО соответствует разным знакам МО)

На ВЗМО ДБФ видны НЭП, локализованные на атомах O фосфорильной и эфирных групп, а на гидроксильной группе НЭП проявляется со второй верхней заполненной МО. НЭП на атомах O проявляется в нескольких верхних заполненных МО. Самая большая электронная плотность приходится на атом O фосфорильной группы.

В молекуле ТБФ НЭП локализована на ВЗМО атомов O фосфорильной и двух эфирных групп (рис.

4). На атоме O третьей эфирной группы НЭП проявляется со второй верхней занятой МО. Как и в случае ДБФ, НЭП проявляются в нескольких верхних занятых МО. Заряд на атом O фосфорильной группы больше, чем в молекуле ДБФ. Этот атом и в этой молекуле является самым отрицательным атомом.

Рисунок 4. ВЗМО молекулы ТБФ

НЭП на ВЗМО ТФФ на атомах O имеет менее объемное распределение. Сказываются электроноакцепторные свойства трех фенильных циклов. Наблюдается уменьшение электронной плотности на атоме O фосфорильной и эфирных групп.

Рисунок 5. Распределение МО в ВЗМО ТФФ

В просчитанной молекуле I пиридиновый цикл развернут от связи $P=O$ незначительно: торсионный угол $C(Py)NPO$ равен -158.5° . Торсионные углы $C(бензол)OPO$, характеризующие разворот бензольных циклов относительно $P=O$ -группы, составляют -56.4 и -78.0° . Амидная плоскость в молекуле I более плоская, чем в кристаллической структуре: торсионный угол $\tau = O(1)PN(1)H$ равен -4.0° .

Заряд на фосфорильном атоме $O(1)$ больше, чем в ДБФ и ТБФ. Однако, как и в других молекулах, содержащих ароматический цикл, НЭП на атомах O имеет пространственное сжатие. Этот эффект может быть объяснен отрицательным мезомерным эффектом ароматических циклов.

Рисунок 6. ВЗМО молекулы I

В молекуле II торсионный угол $\tau = O(1)PN(1)H$ равен -9.2° . Пиридиновый цикл развернут от связи $P=O$ на торсионный угол $C(Py)NPO -164.7(I)$. Бензольные циклы развернуты относительно ильной связи на -52.2 и -80.1° . На ВЗМО молекулы II, так же

как в предыдущих молекулах, видны молекулярные орбитали π -системы. НЭП донорного атома $O(1)$ сжата к атому и занимает небольшое пространство.

Рисунок 7. ВЗМО молекулы II

Если на ВЗМО молекул ДБФ и ТБФ НЭП в основном проявляется НЭП на атомах O фосфорильной и эфирных групп, то внедрение ароматических заместителей в фосфатную группу приводит к тому, что на ВЗМО проявляются в основном групповые орбитали ароматических систем.

На основе проведенных исследований можно заключить, что ароматические электронные системы в фосфатных экстрагентах приводят к пространственному сжатию НЭП атома O фосфорильной группы и делает донорный атом жестким, снижая электронодонорное свойство атома O и как результат этого и экстракционные способности экстрагентов.

Список литературы:

1. Гиллеспи Р. Геометрия молекул. — М. : 1975. — 276 с.
2. Наумов В.А., Вилков Л.В. Молекулярные структуры фосфорорганических соединений. — М. : Наука, 1986. — 127 с.
3. Оллок Г. Фосфоразотистые соединения. — М. : Мир, 1976. — 563 с.
4. Mootz D., Wassov H. // J. Chem. Phys. — 1981. — V. 75. № 3. — P. 1517–1522.

ЭНЕРГЕТИКА**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРА
ВЕРТИКАЛЬНО-ОСЕВОГО ВЕТРОКОЛЕСА С ЛОПАСТЯМИ, РАБОТАЮЩИМИ
ПО ПРИНЦИПУ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЛОБОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ****Закиев Денис Даутказыевич***инженер, Поволжский государственный технологический университет,
РФ, г. Йошкар-Ола***Маргин Андрей Николаевич***студент, Поволжский государственный технологический университет,
РФ, г. Йошкар-Ола***Крутских Николай Алексеевич***канд. техн. наук, доцент, Поволжский государственный технологический университет,
РФ, г. Йошкар-Ола***Алибеков Сергей Якубович***д-р техн. наук, профессор, Поволжский государственный технологический университет,
РФ, г. Йошкар-Ола***WAYS TO INCREASE THE UTILIZATION OF WIND ENERGY VERTICALLY AXIAL WIND
WHEEL WITH BLADES WORKING ON THE PRINCIPLE OF DIFFERENTIATION OF DRAG****Denis Zakiev***Engineer, Volga State Technological University,
Russia, Yoshkar-Ola***Andrey Margin***student, Volga State Technological University,
Russia, Yoshkar-Ola***Nikolay Krutskikh***Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Volga State Technological University,
Russia, Yoshkar-Ola***Sergey Alibekov***Doctor of Technical Sciences, Professor, Volga State Technological University,
Russia, Yoshkar-Ola***АННОТАЦИЯ**

Определены направления повышения энергоэффективности вертикально-осевого ветроколеса ветроэнергетических установок с лопастями, работающими по принципу дифференциации возникающих на их поверхностях давлений путем преобразования формы лопастей и внесения изменений и дополнительных элементов в существующую классическую конструкцию вертикально-осевого ветроколеса.

ABSTRACT

Further possible directions of increasing the energy efficiency of a vertically axial wind wheel of wind turbines with blades operating on the principle of differentiating the pressures arising on their surfaces by transforming the shape of the blades and making changes and additional elements to the existing classic design of a vertical axial wind wheel are identified.

Ключевые слова: ротор ветроколеса, лопасти, коэффициент использования энергии ветра, концентратор потока, магнитная опора.

Keywords: wind wheel rotor, blades, wind energy utilization factor, flow concentrator, magnetic support.

Используемые в настоящее время ветроэнергетические установки (ВЭУ) делятся на горизонтально- (ГО) и вертикально-осевые (ВО). ВО начали широко использоваться с 1980-х годов [7]. К преимуществам ВО по сравнению с ГО можно отнести: отсутствие необходимости в дополнительных механизмах ориентации на ветер; за счет вертикального расположения главного вала приводное оборудование может быть расположено на уровне земли [8].

Лопасти, используемые в конструкциях ВО ВЭУ, делятся на два типа: 1 – вращающиеся за счет разности (дифференциации) лобового сопротивления и 2 – вращающиеся за счет подъемной силы, возникающей на поверхности лопастей. Основным недостатком лопастей второго типа является невозможность самозапуска, поэтому их часто используют в комбинированных конструкциях с лопастями первого типа, т.к. основным их преимуществом является возможность самозапуска при малых скоростях ветра, низкий уровень шумов и вибраций, низкая стоимость, простота конструкции [3, 8], по сравнению с ГО ветроколесом, что в совокупности накладывается и на стоимость вырабатываемой единицы электроэнергии. Лопасти первого типа также обладают и существенным недостатком – малым коэффициентом использования энергии ветра, не более 0,24 [2].

Целью работы является определение путей повышения коэффициента использования энергии ветра ВО ветроколеса, с использованием лопастей первого типа, при его взаимодействии с низкоскоростными ветровыми потоками.

Большинство ВЭУ вырабатывают заявленную производителем мощность при скоростях ветра от 10 м/с. Скорость ветра практически всей центральной России не превышает 5 м/с [1]. Отсюда актуальным становится вопрос использования низкоскоростных или низкопотенциальных ветровых потоков. Необходимо учитывать, что приводимые данные наблюдений и расчетов среднегодовых скоростей ветра ограничены локальными областями базирования метеостанций и производятся, как правило, на высоте 10 метров. С учетом этого факта реальные показатели среднегодовых скоростей ветра является многофакторной величиной и бывают, как правило, ниже приводимых в отчетах о наблюдениях, поэтому реальный ветроскоростной ориентир, при проведении исследований, должен быть ниже своих среднегодовых показателей.

Для проведения исследований была использована низкоскоростная аэродинамическая труба (АТ) в которую устанавливалась модель ротора ветроколеса. Средний диапазон используемых для проведения экспериментов скоростей составил $V_{\infty}=2\text{ м/с}$.

Основные элементы используемой в опытах модели ротора ветроколеса изображены на Рис.1.

Рисунок 1. Ротор ветроколеса

Ротор ветроколеса состоит из вала 1 и жестко связанных с ним верхнего 2 и нижнего 3 торцевых дисков, между которыми закреплены лопасти 4. Наружными кольцами подшипники 7 и 8 закреплены в подшипниковых корпусах 5 и 6 и внутренними кольцами посажены на вал 1.

Достижение поставленной цели было разбито на два этапа:

1. Уменьшение механических потерь.
2. Уменьшение аэродинамических потерь.

Уменьшение механических потерь было реализовано за счет использования в конструкции ротора ветроколеса магнитной опоры (на Рис.1 не отображена) по принципу, описанному в [4], сущность которого заключается в установке одноименными полюсами друг напротив друга, на нижней подвижной 3 и неподвижной (на Рис.1 не отображена) частях конструкции ветроколеса, двух магнитных поясов, разгружающих подшипники 7 и 8 от радиальной составляющей нагрузки.

Для выявления эффективности магнитной опоры, были проведены, при прочих равных условиях, испытания ротора ветроколеса, в которых магнитные пояса и радиальный подшипник 8 заменялись опорным подшипником. В результате, с опорным подшипником, ротор ветроколеса начинал свою работу только при достигаемой скорости в АТ

$V_{\infty}=2,2\text{ м/с}$, при этом средний показатель частоты вращения для данной скорости потока составил 45 мин^{-1} . Для сравнения, достигаемый эффект от использования магнитной опоры при $V_{\infty}=2\text{ м/с}$ превысил этот показатель более чем в пять раз и составил величину $220\text{--}230\text{ мин}^{-1}$.

Уменьшение доли аэродинамических потерь рассматривалось с точки зрения, как формы лопастей, так и изучения влияния различных дополнительных конструктивных элементов, встраиваемых в систему ротора ветроколеса и способствующих изменению его аэродинамических параметров.

В качестве базовой формы лопастей нами были взяты лопасти Савониуса, право на изобретение которых принадлежит братьям Ворониным (патент SU_1654_A1 от 02.10.1924). По нашему мнению, принцип работы воздушного потока, заложенный в данных лопастях, является наиболее удачным. На Рис.2 представлена схема движения потока в роторе Савониуса.

Рисунок 2. Схема воздушного потока в роторе Савониуса

Основная идея заключается в перетекании набегающего на ротор потока из внутренней части лопасти, создающей полезную работу, во внутреннюю часть противоположной лопасти. Известно, что при вращении ротора перед наветренной частью лопасти, на участке ее траектории при движении навстречу набегающему потоку, давление повышается, а на заветренной (внутренней) понижается. Одним из немаловажных факторов уменьшения силы лобового сопротивления любого тела, движущегося в воздушном потоке, является уменьшение разности давлений между наветренной и заветренной частями, поэтому набегающий поток, благодаря осевому зазору, направляясь во внутреннюю часть противоположно направленной лопасти, в область пониженного давления, оказывает на противоположную лопасть не только вторичное воздействие, как указывается во многих источниках, но и уменьшает величину перепада давления между наветренной и заветренной частями лопасти движущейся навстречу потоку. Как

показали эксперименты, отсутствие межосевого зазора, его частичное затенение или отклонение его размера от оптимального диапазона, подбираемого экспериментально, приводит к падению частоты вращения ротора минимум на 15%.

Отрицательное влияние на частоту вращения ротора также оказали различные дополнительные вертикальные и горизонтальные аэродинамические и конструктивные элементы, которые устанавливались в непосредственной близости на роторе или закреплялись непосредственно как на наружных, так и внутренних стенках лопастей с целью улучшения условий обтекания или перенаправления воздушного потока. Все они стали источником дополнительного сопротивления, затеняющими и ухудшающими условия обтекания лопастей набегающим потоком, что привело к замедлению вращения ротора в целом. Отрицательный результат показала различная форма и направление перфорации наружных кромок лопастей или их выпуклой части с изготовлением лопастей с двойными стенками имевшим конечной целью уменьшение их общего лобового сопротивления путем отвода части набегающего потока во внутренние сквозные полости лопастей с целью создания дополнительной реактивной струи по периметру ротора использующей энергию основного течения и направленной на предупреждение отрыва посредством придания пограничному слою дополнительной энергии.

В соответствии с проведенными выше экспериментами был сделан вывод, что повышение эффективности лопастей, выражающейся в увеличении числа оборотов ротора ветроколеса, может быть достигнуто только сплошной формой лопасти, с плавными переходами обеспечивающие ее безотрывное обтекание набегающим воздушным потоком.

Результатом дальнейшей работы стал патент на ротор ветроколеса [5] с параболической формой лопастей, который по числу оборотов, по сравнению с ротором Савониуса, показал результат на $8\div 12\%$ выше (при сравнении лопастей использовалась магнитная опора).

Экспериментально выявлено, что на число оборотов ротора ветроколеса существенное влияние оказывает наличие или отсутствие торцевых дисков 2 и 3 (Рис.1) и безразмерная величина, выражаемая соотношением диаметра торцевых дисков D_0 к диаметру установки лопастей D (Рис.3). При установке торцевых дисков с соотношением $D_0/D=1$, число оборотов ветроколеса возрастает в среднем на 25-30%, по сравнению показателем частоты вращения при их отсутствии. Это объясняется уменьшением доли концевых потерь возникающих из-за образования вихрей сходящих с концов лопастей вследствие вторичного перетекания потока, возникающего из-за перепада давлений на их наветренной и заветренной частях. Установка торцевых дисков также способствует улучшению условий перетекания воздушного потока внутри ротора ветроколеса согласно Рис.2. Увеличение безразмерного параметра, в диапазоне $D_0/D=1,04\div 1,12$, повышает число оборотов ветроколеса, по сравнению с $D_0/D=1$, в среднем еще на 7-

10%. Дальнейшее повышение параметра до $D_0/D \geq 1,2$ приводит к снижению числа оборотов ветроколеса.

Рисунок 3. Диаметры установки лопастей и торцевых дисков испытываемого ротора ветроколеса

В процессе проведения исследований была решена задача дальнейшего увеличения числа оборотов ротора ветроколеса путем встраивания в его систему концентратора ветрового потока, сущность которого описана в патенте [6]. Экспериментально было установлено, что любое тело или плоскость, помещенные вблизи работающего ротора ветроколеса,

как правило, ухудшают его аэродинамические показатели, вследствие внесения возмущений в возникающие на его противоположных сторонах, по аналогии с полем скоростей вращающегося в воздушном потоке цилиндра, зонах высокого и низкого давлений. Соответственно конструктивные элементы ротора ветроколеса в виде экранов, расположенных в непосредственной близости от ротора ветроколеса, например, патент RU_2537666_C1 от 25.06.2013, будут замедлять вращение ротора. Исключением стала установка, с наветренной стороны ветроколеса, концентратора потока, выполненного в виде вытянутого на всю высоту ротора профиля в поперечном сечении представляющего из себя равнобедренный треугольник без основания и острой своей частью направленного навстречу набегающему потоку. Использование концентратора позволило увеличить число оборотов ротора ветроколеса еще на $8 \div 10\%$.

Итогом второго этапа стало суммарное увеличение эффективности работы ветроколеса минимум на 40%.

Выводы. Исходя из полученных результатов исследований можно сделать вывод, что вертикально-осевое ветроколесо обладает большим исследовательским, экономическим и эксплуатационным потенциалом и может конкурировать по коэффициенту использования энергии ветра с горизонтально-осевыми и при этом обладать существенным преимуществом как по стоимости, возможности интеграции с другими системами, простоте конструкции, низком уровне шумов и вибраций, так и в плане использования низкопотенциальных ветровых потоков характерных для центральной части России. Полученные результаты не являются конечными и могут быть улучшены путем дальнейшего исследования.

Список литературы:

1. Бубенчиков А. А., Бубенчикова Т. В. Оценка применения ветроколес без нагрузки в теле ускорителя потока для ветроэнергетических установок с вертикальной осью вращения // Омский научный вестник. 2018. № 2 (158). С.33-37.
2. Воронин С.М., Бабина Л.В. Анализ автономных ветроэлектростанций // Вестник аграрной науки Дона. - 2010. - Вып.1. - С.15-19.
3. Дробинский А. В., Кадкин А. Г. Сравнительная оценка эффективности вертикально-осевых и горизонтально-пропеллерных ветроэнергетических установок. Вестник Инновационного Евразийского Университета, 2012. С. 15-19.
4. Опоры осей и валов машин и приборов. Спицын Н.А. и др. Изд-во «Машиностроение», 1970. 520 стр. Табл. 99. Илл. 248. Библ. назв. 134.
5. Ротор ветроколеса: пат. 192838U1 Рос. Федерация: МПК F03D 3/06 /Д.Д. Закиев, А.Н. Маргин, Н.А. Крутских, С.Я. Алибеков, А.А. Маргина; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Поволжский гос. технологический университет. - №2019119022; заявл. 19.06.2019; опубл. 02.10.2019, Бюл. №28. - 9 с. : ил.
6. Ротор ветроколеса: пат. 193931U1 Рос. Федерация: МПК F03D 3/04/06 F03D 7/06 /Д.Д. Закиев, А.Н. Маргин, Н.А. Крутских, С.Я. Алибеков, А.А. Маргина; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Поволжский гос. технологический университет. - №2019127792; заявл. 04.09.2019; опубл. 21.11.2019, Бюл. №33. - 9 с. : ил.
7. Харитонов В. П. Автономные ветроэлектрические установки. М.: ГНУ ВИЭСХ, 2006. 280 с.
8. Шишкин Н. Д., Ильин Р. А. Анализ направлений повышения конкурентоспособности конструкций энергоэффективных ВЭУ различных типов // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. 2017. № 2 (64). С. 42–50.

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 1(70)
Январь 2020

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

Подписано в печать 25.01.20. Формат бумаги 60x84/16.
Бумага офсет №1. Гарнитура Times. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 6. Тираж 550 экз.

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

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