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: 4(85)

Апрель 2021

Часть 5

Москва
2021

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

Главный редактор:

Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук;

Заместитель главного редактора:

Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук;

Члены редакционной коллегии:

Горбачевский Евгений Викторович, канд. техн. наук;

Демин Анатолий Владимирович, д-р техн. наук;

Елисеев Дмитрий Викторович, канд. техн. наук;

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

Ким Алексей Юрьевич, д-р техн. наук;

Козьминых Владислав Олегович, д-р хим. наук;

Ларионов Максим Викторович, д-р биол. наук;

Манасян Сергей Керопович, д-р техн. наук;

Мартышкин Алексей Иванович, канд. техн. наук;

Мерганов Аваз Мирсултанович, канд. техн. наук;

Пайзуллаханов Мухаммад-Султанхан Саидвалиханович, д-р техн. наук;

Усманов Хайрулла Сайдуллаевич, канд. техн. наук;

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

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

Tengiz Magradze, PhD in Power Engineering and Electrical Engineering.

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 4(85). Часть 5, М., Изд. «МЦНО», 2021. – 64 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/485>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2021.85.4-5

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2021 г.

Содержание

Энергетика	5
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ПРОЦЕССА ГЕЛИОПИРОЛИЗА БИОМАССА Давлонов Хайрулла Алламуратович Алмарданов Хамидулла Абдиганиевич Гадоев Саидмалик Абдулмуталиф уғли Шаймарданов Ислон Зокир уғли	5
СОЛНЕЧНЫЙ ТРЕКЕР ДЛЯ ФОТОТЕРМОГЕНЕРАТОРА СЕЛЕКТИВНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ Зокиров Санжар Икромжон угли Норбутаев Маъсуджон Абдурасулович	9
АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА СУШКИ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА Мурадов Исмоилджон Тошмаматов Бобир Мансурович Саматов Джонибек Шавкат угли Чоршанбиев Салохиддин Хусан угли	14
ПОЛУЧЕНИЕ СИНТЕЗ-ГАЗА ИЗ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗ Ыдрыс Улжан Ыдрыскызы Мессерле Владимир Евремович	18
Papers in english	24
Computer science, computer engineering and management	24
INFORMATION TECHNOLOGIES IN CLUSTER SYSTEMS: A COMPETENCE APPROACH Bekjan Akhmedov	24
TECHNOLOGY OF PERSONALLY ORIENTED ADAPTIVE LEARNING SYSTEMS Maksadkhon Yakubov Nasibakhon Rasulova	28
Mechanical engineering and machine science	34
ELECTROHYDROPULSE PUNCHING Nargiza Makhmudova	34
Transport	37
ANTICORROSIVE TREATMENT AS A MEANS OF CAR PROTECTION Mukaddas Mamasalieva Abdumurod Alimov Otabek Abdurashidov	37
Transport, mining and construction engineering	41
TRIBOTECHNICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF Ti-Al-N NANOCOMPOSITE COAT- INGS OBTAINED BY PLASMA ION IMPLANTATION AND DEPOSITION Nematullo Makhmudov Sherzodi Misirov Zafar Bakhridinov Alisher Khusenov Otabek Gulomov Shukhrat Abduganiev	41
EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE LAW OF MOVEMENT OF INTRODUCTION AND EXIT LINKS FOR LIQUID MIXING Buri Toshov Sherzod Khamroev	46
Technology, machinery and equipment for logging, forestry, wood processing and chemical processing of wood biomass	53
TRANSVERSE FURROW MAKING DEVICE BETWEEN COTTON ROWS Shuhrat Ostonov Dilshod Najimov Shavkat Safarov	53

Chemical engineering	56
SEPARATION AND RECOVERY OF ABS FROM BLENDED WITH HIGH IMPACT POLYSTYRENE (HIPS)	56
Ikhtiyor Ozodov	
Ulugbek Togayev	
A`zamkho`ja Anvarov	
Mukhriddin Ergashaliyev	
Energy industry	60
TEMPERATURE CONNECTION OF VOLT-AMPER CHARACTERISTICS OF SOLAR ELEMENTS	60
Yusuf Nasrullaev	
Javokhir Panjiev	

ЭНЕРГЕТИКА

DOI: 10.32743/UniTech.2021.85.4-5.5-8

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ПРОЦЕССА ГЕЛИОПИРОЛИЗА БИОМАССА*Давлонов Хайрулла Алламуратович**PhD**Каршинского инженерно-экономического института,
Республика Узбекистан, г. Карши**Алмарданов Хамидулла Абдиганиевич**ассистент**Каршинского инженерно-экономического института,
Республика Узбекистан, г. Карши**Гадоев Саидмалик Абдулмуталиф угли**магистр**Каршинского инженерно-экономического института,
Республика Узбекистан, г. Карши**Шаймарданов Ислон Зокир угли**студент**Каршинского инженерно-экономического института,
Республика Узбекистан, г. Карши
E-mail: bobur160189@mail.ru***RESEARCH OF THE THERMAL REGIME OF THE PROCESS
OF HELIOPYROLYSIS OF BIOMASS***Xayrulla Davlonov**PhD,**Karshi Engineering and Economic Institute,
Uzbekistan, Karshi**Xamidulla Almardanov**Assistant,**Karshi Engineering and Economic Institute,
Uzbekistan, Karshi**Saidmalik Gadoev**Master,**Karshi Engineering and Economic Institute,
Uzbekistan, Karshi**Islom Shaymardanov**Student,**Karshi Engineering and Economic Institute,
Uzbekistan, Karshi***АННОТАЦИЯ**

В данной статье описывается моделирование, связанное с экспериментальными результатами на основе солнечного гелиопиролиза. В статье представлена информация о тепломассопереносе и вторичной энергии частиц биомассы. В этом исследовании рассматривается использование солнечной энергии для производства биотоплива с помощью устройства для гелиопиролиза. Модель, разработанная в этом исследовании, основана на использовании солнечного тепла для производства твердого, жидкого и газообразного топлива во время пиролиза в других местах.

Библиографическое описание: Исследование теплового режима процесса гелиопиролиза биомасса // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Давлонов Х.А. [и др.]. 2021. 4(85). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11550> (дата обращения: 26.04.2021).

ABSTRACT

The article describes modeling related to experimental results based on solar heliopyrolysis. The article provides information on heat-mass transfer and secondary energies within biomass particles. This study examines the use of solar energy to produce biofuels using a heliopyrolysis device. The model developed in this study is based on the use of solar heat to produce solid, liquid, and gaseous fuels during pyrolysis elsewhere.

Ключевые слова: гелиопиролиз, концентратор, пиролизный реактор, биомасса, альтернативное топливо, температура, время.

Keywords: heliopyrolysis, concentrator, pyrolysis reactor, biomass, solar radiation, alternative fuel, temperature, time.

Пиролиз - это метод преобразования органических отходов и биомассы в парогаз путем их нагревания в безвоздушной среде с последующим охлаждением с образованием газообразных, жидких, твердых углеводородных продуктов. Биомасса (биологическая масса) - это органические отходы растительного и животного мира, которые являются классическим возобновляемым источником энергии. Его можно перерабатывать физическими, физико-химическими и биологическими методами для получения жидкого, газообразного и твердого альтернативного топлива. Биомасса (навоз крупного и мелкого рогатого скота, различные древесные и растительные отходы, стебли хлопчатника, различные сорняки, отходы хлопкоочистки, дыни и стебли подсолнечника и т. д.) - очень

распространенный альтернативный источник энергии, из которого можно получить пиролиз. 1 м³ биогаза имеет теплоту сгорания 5000 ÷ 6000 ккал / м³, а 0,6 литра бензина обеспечивают тепловую энергию, эквивалентную теплу, отданному 1,7 кг древесины. Альтернативные возобновляемые источники энергии в настоящее время изучаются для повышения энергоэффективности пиролизных систем. Для нагрева реактора гелиопиролиза необходимо будет использовать систему солнечного концентратора. В этом случае биомассу можно преобразовать в уголь, жидкое топливо и газообразное топливо, поместив их в реактор гелиопиролиза (рис. 1).

1-электродвигатель со шкивами; 2-поршневой механизм; 3-дозатор для загрузки бурого угля; 4- бурый уголь; 5-прозрачный реактор; 6-оконки; 7-солнечный концентратор; 8-солнечные лучи; 9-теплоизолирующий слой; 10-термодатчики; 11-зеркальная поверхность концентратора; 12-люк; 13-емкость для полукокса или кокса; 14-полукокс или кокс; 15-вентиль; 16-пирогазовый счетчик; 17-углеводородные парогазы; 18-конденсатор-холодильник; 19-охлаждающая вода; 20-счетчик; 21-газгольдер; 22- пиролизные газы; 23-сборник угольной смолы; 24-емкость для угольной смолы; 25- измеритель температуры; 26-переключатель терморпар; 27 электроды постоянного тока переменной полярности; 28-дизельная электростанция; 29-преобразователь тока.

Рисунок 1. Поперечное сечение установки солнечного электротермического пиролиза углей

Предлагаемая экспериментальная установка может обеспечить необходимую температуру 300÷500 оС для процесса пиролиза с использованием солнечного концентратора. Это экономит энергию, необходимую для образования процесса пиролиза.

Это исследование направлено на изучение принципов работы устройств для гелиопиролиза путем изучения тепловых свойств солнца и определения теоретической модели его оценки. С помощью этой модели была изучена связь между устройством для

гелиопиролиза и изменяющимся характером солнечного излучения.

Чтобы определить значение температуры биомассы внутри реактора пиролиза, необходимо минимизировать длину реактора. Для этого нужно определиться с его габаритами. Коэффициент теплопередачи между солнечным излучением и биомассой, падающей на стенку реактора, можно рассчитать как [Вт/м · К] следующим образом:

$$\alpha_{\text{рад}} = \frac{\sigma(T_6^2 + T_{p,d}^2)(T_6 + T_{p,d})}{\frac{1}{\lambda_p} + 1 + \frac{1}{\lambda_6}} \quad (1)$$

Здесь σ – постоянная Стефана-Больцмана, T_6 – температура биомассы [K], $T_{p,d}$ – температура стенки реактора [K], λ_p – теплопроводность стенки реактора [Вт/м·K], λ_6 – теплопроводность биомассы [Вт/м·K].

Время τ , необходимое для отделения биотоплива от биомассы, определяется следующим образом:

$$\tau = \frac{\ln\left(\frac{T_{и,х} - T_{p,d}}{T_6 - T_{p,d}}\right)}{-b} \quad (2)$$

b – постоянные времени [час].

$$b = \frac{\alpha_{\text{рад}} \cdot F_p}{\rho_6 V_p C_6} \quad (3)$$

Здесь C_p – теплоемкость биомассы [Ж/кг·K], F_p – поверхность реактора [м²], V_p – мощность реактора [м³].

Длина реактора L_p [м] определяется следующим формула:

$$L_p = \frac{4V_p \tau}{\pi D_p^2} \quad (4)$$

Тепло, выделяемое биомассой в реакторе Q_6 [Bm], определяется по следующему уравнению:

$$Q_6 = \alpha_{\text{рад}} \pi D_p L_p (T_p - T_6) \quad (5)$$

Температура всех точек внутри реактора считается одинаковой. Это касается только среднетемпературных и малогабаритных реакторов для солнечных установок. Если разница температур между стенкой реактора и частицами биомассы мала, приток тепла $Q_{и,о}$ [Вт] определяется по следующей формуле:

$$Q_{и,о} = \Sigma m_6 C_6 (T_{и,х} - T_6) \quad (6)$$

Тепло, передаваемое гелиопиролизу для выработки необходимого тепла и преобразования его в альтернативное топливо за счет энтальпии биомассы, определяется следующим образом:

$$Q_u = \frac{h_6 \rho_6 (1 - \varepsilon_p) \frac{1}{4} \pi D_p^2 L_p}{\tau_m} \quad (7)$$

Энтальпия биомассы гелиопиролиза зависит от температуры реактора, изменений химического состава процесса пиролиза, исходных термодинамических параметров и изменений температуры [1-13].

Таблица 1.

Измерение параметров устройства гелиопиролиза

Параметры	Ед. изм	Размер
Эффективная поверхность концентратора	м ²	1,55
Диаметр реактора	м	0,01
Длина реактора	м	1
Температура для пиролиза	°C	300
Температура внутри реактора	°C	350
Общее время	мин	180

Предварительные результаты этой модели обычно относятся к идеальным параметрам системы для увеличения производства полукокса в метеорологические дни. Идеальная рабочая температура для выбранного приложения была установлена на 571 K, а продолжительность процесса – на 180 минут. Общая длина реактора гелиопиролиза составляет 1,1 м, а площадь концентратора – 1,55 м² [7, 8, 9, 10]. Потенциальная рентабельность продуктов пиролиза сравнивается для различных рабочих температур, достигаемых в определенное время в течение дня.

Доля топлива, полученного солнечным гелиопиролизом, составила: уголь – 40,8%, жидкое топливо – 26,5% и газообразное топливо – 29,1%. Экспериментальные исследования показывают, что процесс пиролиза в вечернем и зимнем режимах осуществляется путем сжигания 20-30% пиролизного газа в температурном режиме. В течение дня количество тепла, необходимое для получения биотоплива из биомассы путем гелиопиролиза, покрывается 40 ÷ 50% всей солнечной энергии.

Список литературы:

1. С.М. Хужакулов, Г.Н. Узаков, Ш.К. Яхшибаев, Р.Т. Раббимов. Способ переработки биомассы с использованием солнечной энергии. Молодой ученый. — 2010. — № 8 (19). — Т. 1. — С. 140-145.
2. Узаков Г.Н., Раббимов Р.Т., Давланов Х., Узакова Ю. “Применение технологии пиролиза биомассы для получения альтернативного топлива” Т.: Ўз.РФА “ФАН” нашриёти., 2015. – 120 бет.
3. Х.А. Алмарданов, И.А. Хатамов, З.Б. Тураев, Р.Э. Юсупов. Применение солнечных концентраторов для приема альтернативного топлива через устройство гелиопиролиза. Universum: технические науки, 2021, 8-12 ст.

4. Ш.Б. Имомов, Х.А. Алимардонов. Heat mode solar heating systems based on flat reflectors, sets on the north side of the building. Молодой ученый, 2015, 335-336 ст.
5. К.К. Рахимова, Х.А. Алмарданов, С.И. Хамраев, С.М. Шамуратова, А.Р. Тошбоев, Э.Э. Турдиев. Теплоснабжение и энергосбережение сельскохозяйственных сооружений с пассивной системой солнечного отопления. ГГТУ им. ПО Сухого, 2020, 242-245 ст.
6. Т.Я. Хамраев, Х.А. Алмарданов. Режим работы установок для получения биогаза из сельскохозяйственных отходов. Молодой ученый. — 2020. — № 25 (315). — С. 49-52.
7. Davlonov X.A., Almardanov H.A., Toshboyev A.R., Umirov F.B. Method of Thermal Processing of Biomass With Heliopyrolysis Device. 2021, International Journal of Human Computing Studies, 3(2), 149-151.
8. Дусяров А.С., Авезов Р.Р., Авезова Н.Р. Расчет освещаемой части поверхности вертикального светопроема рефлекторных пассивных систем солнечного отопления. // Гелиотехника, 2001. -№2. -С.30-38.
9. Дусяров А.С., Авезов Р.Р. Оптимальный угол наклона к горизонту трансформируемого рефлектора пассивных систем солнечного отопления // Гелиотехника, 2000. -№1. -Ст. 60-63.
10. Дусяров А.С. Тепловая эффективность инсоляционных пассивных систем солнечного отопления // Гелиотехника, 2001. -№4. -С.32-36.
11. Sychoy A., Kharchenko V., Vasant P., Uzakov G. Application of Various Computer Tools for the Optimization of the Heat Pump Heating Systems with Extraction of Low-Grade Heat from Surface Watercourses. Advances in Intelligent Systems and Computing, 2019, 866, PP. 310–319.
12. Gulom Norboevich Uzakov, Lola Abdujabborovna Aliyarova, Khayrullo Allamurotovich Davlonov, Bobir Mansurovich Toshmamatov. The use of solar energy in systems of heat-moisture treatment of air of heliogreenhouse. International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development. 2020/1 №10, PP 3813-3820.
13. B.M. Toshmamatov, G.N. Uzakov, S.M. Shomuratova, L.Z. Temirova. Calculation of Energy Efficiency of the Solar Installation for the Processing of municipal Solid Waste. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. 2019/12 PP. 12097-12102.

СОЛНЕЧНЫЙ ТРЕКЕР ДЛЯ ФОТОТЕРМОГЕНЕРАТОРА СЕЛЕКТИВНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ**Зокиров Санжар Икромжон угли**

докторант, ст. преподаватель кафедры ИИС,
Ферганский Политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: phd-2019@mail.ru

Норбутаев Маъсуджон Абдурасулович

соискатель, ст. преподаватель кафедры ИИС,
Ферганский Политехнический институт,
Узбекистан, г. Фергана
E-mail: nmasudjon@gmail.com

SOLAR TRACKER FOR SELECTIVE RADIATION PHOTOTHERMOGENERATOR**Sanjar Zokirov**

Doctoral student, senior lecturer of the IES department
Fergana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Fergana

Masudjon Norbutaev

Senior lecturer of the IYS department,
Fergana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Fergana

АННОТАЦИЯ

Известно, что солнечные трекеры позволяют настраивать нормали поверхности солнечных элементов под оптимальным углом по отношению к падающему солнечному свету, и, в свою очередь, позволяют использовать весь их потенциал (относительно). В связи с этим в статье анализируются эффективность, структура, принцип действия и характеристики двухосных солнечных трекеров. Классифицируются типы, анализируются технология и возможность создания солнечного трекера для использования с фототермогенератором селективного излучения.

ABSTRACT

It is known that solar trackers allow you to tune the surface normals of solar cells at an optimal angle with respect to the incident sunlight, and, in turn, allow you to use their full potential (relatively). In this regard, the article analyzes the efficiency, structure, principle of operation and characteristics of biaxial solar trackers, classifies the types. Analyzes the technology and the possibility of creating a solar tracker for use with a selective radiation photothermogenator.

Ключевые слова: солнечный трекер, фотоэлемент, термоэлемент, фототермогенератор, коэффициент полезного действия.

Keywords: solar tracker, photocell, thermoelement, photothermogenator, efficiency.

Введение

Известно, что основным недостатком фото- и термопреобразователей является относительно невысокая эффективность преобразования солнечной энергии в электрическую и этот показатель, также напрямую зависит от угла падения солнечного света относительно поверхности элемента. В связи с этим горизонтальные и вертикальные угловые изменения траектории Солнца при его годовом и суточном движении вызывают проблемы с максимальным использованием возможностей фото- и термоэлементов. В стационарных солнечных панелях эта

проблема может быть частично решена путем регулировки угла установки панели до оптимальных значений. Но эффективнее установить панель на солнечных трекерах, которые автоматически определяют солнечные координаты.

Обзор литературы

Сегодня широко изучаются технологии создания солнечных трекеров и их использования для повышения эффективности солнечных электростанций. В настоящее время существуют солнечные трекеры с одной [1] и двумя [2] осями вращения. Разрабатываются математические модели для обеспечения

оптимального расположения солнечных панелей и других систем преобразования энергии относительно солнечной координаты и их высокой эффективности на малых и больших электростанциях с использованием трекеров. Исследуются технические, экологические, экономические и научно-практические проблемы [3, 4, 5, 6, 7] их использования в промышленном секторе.

Использование солнечных трекеров, предназначенных для работы с крупномасштабными системами, особенно неудобно из-за природных явлений [8, 9]. Например, Из-за отсутствия прямого направленного света в условиях облачности эффективность концентраторов установленных на трекерах резко снижается. Одно из оптимальных решений для определения солнечных координат в таких условиях дано в работе Дж. Антонанзаса [10] и других. А предложенный Эльшербином трекер был реализован на базе контроллеров Arduino UNO, а его устойчивость к сильным ветрам была достигнута с помощью датчиков ветра [11]. Кроме того, широко изучаются практические и экономические вопросы эффективного использования существующих трекеров в различных регионах [12, 13, 14].

Анализ показывает, что хотя солнечные трекеры позволяют настраивать нормали поверхности солнечных элементов под оптимальным углом по отношению к падающему солнечному свету, и, в свою очередь, позволяют использовать весь их потенциал (относительно), особенно при использовании с концентраторами или в жарком климате, температура системы резко возрастает, и общий КПД системы не дает ожидаемых результатов.

Классификация солнечных трекеров

Системы автоматического определения солнечных координат классифицируются по различным критериям, включая используемые системы управления, драйверы, принципы определения координат, направления движения и т. д. [15].

В зависимости от используемой системы управления они делятся на трекеры с разомкнутым и замкнутым контуром. Трекеры с замкнутым контуром оснащены датчиками света, и полученные от них сигналы используются контроллером / микропроцессором для исправления ошибок определения координат солнца [16]. А в солнечных трекерах с открытым контуром контроллер работает на основе предварительно введенных данных и строгого алгоритма. В таких системах невозможно наблюдать и оценивать ситуацию в реальных условиях.

Солнечные трекеры делятся на активные и неактивные по принципу работы двигательной установки. Неактивные солнечные трекеры, в отличие от активных трекеров, не используют никаких электронных элементов для управления системой. Принцип работы такую системы основана на физических явлениях. Активные солнечные трекеры более эффективны, но для работы им требуется определенное количество электроэнергии.

При классификации солнечных трекеров в основном учитывается направление их движения

и делится на одно- и двухосные трекеры. В одноосных солнечных трекерах орбитальный угол обычно имеет постоянное оптимальное значение]. Вторая ось позволяет регулировать горизонтальный угол солнечных панелей в соответствии с дневным движением солнца. Двухосные солнечные трекеры способны двигаться в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Такие системы более эффективны, чем одноосные, но технически более сложны.

Принципиальная схема системы автоматического определения солнечных координат

При разработке принципиальной конструкции солнечного трекера, служащего подложкой для фототермогенератора селективного излучения, учитывались параметры следующих устройств и элементов:

1. Плата Arduino Uno (Arduino UNO R3 CH340G). Этот контроллер представляет собой отладочный комплекс на базе микроконтроллера ATmega328, который действует как посредник между пользователем и микроконтроллером. Подключение к пинам (точкам подключения) микроконтроллера осуществляется с помощью щелевых разъемов, приваренных к обеим сторонам платы. С их помощью пользователь может подключать микроконтроллеры ATmega328 к внешним устройствам с помощью простых проводов. Также существует множество стандартных шилдов, позволяющих расширить возможность платы с помощью каскадного подключения. USB-порт платы выполняет две разные функции: канал для обмена информацией между микроконтроллером и компьютером и средство загрузки записанной программы для устройства в микроконтроллер ATmega328. Связь с компьютером осуществляется с помощью модуля интерфейса последовательной передачи (UART), предварительно установленного на микроконтроллере ATmega328, а обмен сигналами осуществляется через контакты 0 (RX) и 1 (TX). Поскольку плата Arduino Uno оснащена загрузчиком на основе протокола STK500, нет необходимости в отдельном программаторе для его использования. Компьютер, подключенный к USB-порту, можно использовать в качестве источника питания для работы платы. Также возможно использование адаптера постоянного / переменного тока или контакта Vin с выходным напряжением 7-12 В при использовании в автономных устройствах. Во втором случае отрицательные контакты источника необходимо подключить к одному из GND контактов платы. Он имеет контакты 5 В и 3,3 В в качестве источника напряжения для устройств, подключенных к плате. Выходной контакт напряжения 3,3 В может обеспечивать ток 50 мА. На плате имеется контакт, позволяющий работать с 14 цифровыми и 6 аналоговыми сигналами. Каждый контакт позволяет принимать и вводить сигнал с напряжением 5 В и максимальным током 40 мА. Каждый из аналоговых контактов имеет 10-битный микроконтроллер АЦП. Это означает, что напряжение на каждом контакте можно измерять одновременно и обрабатывать в виде значений от 0 до 1024.

2. Серводвигатель MG995 - это устройство, которое преобразует сигналы от контроллера в угол поворота, который строго соответствует этому сигналу. Используется от 2-х таких двигателей с рабочим напряжением 4,8-7,2 В, углом поворота 120° и частотой вращения 0,20с / 600 и 0,16с / 600 при 4,8В и 6В соответственно, крутящий момент 8,5кг / см при 4,8 В и 10 кг / см при 6 В для горизонтального и вертикального вращения фототермогенератора

3. 4 полупроводниковых фоторезистора для измерения интенсивности света (минимальное и максимальное значения аналоговых сигналов, получаемых от них при подключении к камере, равны 0 и 1023 единицы соответственно).

4. В ходе экспериментов в качестве зарядных устройств использовались литий-полимерные аккумуляторы для умных часов GT08 (емкость 350 мА / с, внутреннее сопротивление $\leq 150 \text{ m}\Omega$, напряжение зарядки $\leq 4,2\text{В}$).

Предлагаемые нами солнечные трекеры основаны на схемах, представленных на фигуре 1, где контроллер непрерывно принимает сигналы от фоторезисторов (фиг. 2), подключенных через аналоговую точку подключения (временной интервал приема сигналов во время экспериментов составляет 5 минут) и анализирует значения.

Рисунок. 1. Электрическая схема одноосевого (а) и двухосного (б) солнечного трекера на плате Arduino UNO

Рисунок. 2. Расположение фоторезисторов

Значения, полученные от фоторезисторов, расположенных горизонтально и вертикально, используются для определения оптимального угла относительно солнечных координат соответственно. Разница в значениях фоторезисторов 1-2 и 3-4 используется в горизонтальной настройке, а разница в значениях фоторезисторов 1-3 и 2-4 используется в вертикальной настройке. Если, соответственно, модуль разности значений, полученных от фоторезисторов, меньше 20 единиц, это означает, что светопринимающая поверхность системы освещена оптимально. Это значение принято условно и может быть изменено в зависимости от электротехнических характеристик и уровня чувствительности используемых фоторезисторов. Уменьшить значение разностного модуля можно при высокой чувствительности фоторезисторов. Однако не рекомендуется принимать сигналы с взаимно равными значениями как оптимальные значения. Поскольку технические параметры серийно выпускаемых фоторезисторов не идеальны, цифровое значение получаемых от них аналоговых сигналов постоянно меняется. Это заставляет контроллер непреднамеренно изменять координаты системы, что приводит к чрезмерному потреблению энергии двигателями, которые приводят систему в действие. Из-за дороговизны фоторезисторов с очень высокой точностью их использование экономически нецелесообразно. Если модуль разности между принятыми сигналами больше указанного значения, светопринимающая поверхность системы не будет находиться под оптимальным углом к солнцу. Если разница связана с сигналами фоторезисторов 1–3 и / или 2–4, то систему необходимо откалибровать по горизонтали. В зависимости от того, меньше или больше разница, положительный сигнал передается на реле, подключенное к соответствующему входному контакту серводвигателя, подключенного к контроллеру. В результате выходной вал серводвигателя вращается влево / вправо на угол в 1 градус. Процесс проверки сигналов и регулировки угла повторяется очень маленькими шагами до тех пор, пока модуль разности не станет меньше 20. Чем меньше шаг поворота, тем больше количество поворотов и результирующее время регулировки (максимум 25-30 секунд для поворота на самый дальний угол от исходного положения трекера) и количество энергии, затрачиваемой на это. Но эти затраты

компенсируются эффективностью, достигаемой за счет точности угла поворота. Скорость вращения системы составляет 0,16–0,2 с / от 60° до 120° и стабильно работает при температурах от -20°C до + 50°C.

Экспериментальные результаты и выводы

В августе 2019 года был проведен эксперимент по определению эффективности солнечных элементов, установленных стационарно и на солнечных трекерах. В ходе экспериментов в районе с координатами 40,25°25'5" северной широты и 71°45'42" восточной долготы в городе Фергана светоприемная поверхность фотоэлементов на стационарном трекере, были установлены под углом 60° градусов к востоку. Эксперименты проводились в течение 11 часов с 07:00 до 18:00.

Согласно теоретическим расчетам, если условно принять способность солнечных панелей преобразовывать солнечный свет в электричество равной 100%, то в идеале их КПД может достигать 98-100% при установке с погрешностью до 15° относительно оптимальный угол отклонения. Однако эксперименты показали, что этот показатель подходит для конкретного случая на очень короткий промежуток времени, без учета влияния внешних факторов. Максимальная эффективность от условно принимаемого максимально возможного потенциала стационарных фотоэлементов составила 63%, а среднесуточная эффективность - 24%. Такой низкий уровень эффективности связан с теоретическими и техническими ошибками при установке устройств. Максимальная и средняя эффективность солнечных элементов, установленных на солнечном трекере, составила 97,5% и 62% соответственно. Вместо вывода, можно отметить следующие:

1. Снижение эффективности солнечных элементов, размещенных на солнечном трекере, связано с повышением температуры. Это означает, что использование фотоэлементов в составе фототермогенератора, установленного на солнечном трекере, и их подключение к дополнительной системе охлаждения может обеспечить стабильность и высокую эффективность получаемых с них значений.

2. Во время экспериментов нефотоактивные лучи направлялись на светопринимающую поверхность термоэлемента TEC1-12706 производства NB Corporation. В результате было отмечено, что под действием света высокой интенсивности температура на горячей поверхности термопары достигала 120-150 ° C. Рабочая температура горячей поверхности элементов образца составляла 138 ° C, как показано на его технический паспорт. А под воздействием перегрева его КПД достиг более низких значений, чем ожидалось. То есть выходная мощность элемента составила 30-35 Вт, что почти вдвое меньше указанной в технических характеристиках (50 Вт). Максимальная рабочая температура серийно выпускаемых термопар этого типа очень низкая, поэтому для достижения высокого общего КПД предлагаемого фототермогенератора целесообразно использовать высокотемпературные термоэлементы.

Список литературы:

1. Performance evaluation of a solar tracking PV panel. T. Tudorache, C.D. Oancea and L. Kreindler. 2012. University Politehnica of Bucharest Scientific Bulletin, Vol. 74(1), pp. 3-10.
2. Design and Simulation of Dual Axis Solar Tracker for Optimum Solar Energy Absorption. S.K. Jilled, D. Tesfazgi, F. Foto, M. Ali, A. Atta and A. Yemane. 2019. International Journal of Sensors and Sensor Networks, Vol. 7, Iss. 3, pp. 34-43.
3. Techno-economic performance analysis of the smart solar photovoltaic blinds considering the photovoltaic panel type and the solar tracking method. H. Kang, T. Hong, S. Jung and M. Lee. 2019. Energy and Buildings, Vol. 193, pp. 1-14.
4. Maximum Collectable Solar Energy by Different Solar Tracking Systems. N.H. Helwa, A.B. Bahgat, A.M. El Shafee and E.T. El Shenawy. 2000. Energy Sources, Vol. 34, Iss. 22, p. 23.
5. Solar tracking systems: Technologies and trackers drive types – A review. A. Hafez, A. Yousef and N. Haraga. 2018. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 91, pp. 754-782.
6. Automated positioning dual-axis solar tracking system with precision elevation and azimuth angle control. M. Sidek, N. Azis, W. Hasan, M. Ab Kadir, S. Shafie и M. Radzi. 2017. Energy, Vol. 124, pp. 160-170.
7. Design, implementation and performance analysis of a dual-axis autonomous solar tracker. M. Munna, M. Bhuyan, K. Rahman и M. Hoque. 2015. 3rd International Conference on Green Energy and Technology (ICGET), Dhaka.
8. Advances in solar photovoltaic tracking systems: A review. N. AL-Rousan, N.A. M. Isa and M.K. M. Desa. 2018. Renewable and sustainable energy reviews, Vol. 82(P3), pp. 2548-2569.
9. Hybrid Solar Tracking System: A Brief Overview. D. Tamang and O.P. Roy. 2019. IEEE International Conference on Electrical, Computer and Communication Technologies (ICECCT).
10. Optimal solar tracking strategy to increase irradiance in the plane of array under cloudy conditions: A study across Europe. J. Antonanz, R. Urraca, F.J.Martinez-de-Pison и F. Antonanzas. 2018. Solar Energy, Vol. 163, pp. 122-130.
11. Design of single-axis and dual-axis solar tracking systems protected against high wind speeds. M. Elsherbiny, A. Wagdy, H. Ismail and A. Mikhail. 2017. International Journal of Scientific & Technology Research, Vol. 6, iss. 9, pp. 84-89.
12. Development of a solar cooker with solar tracking system and determination of performance. H. Polatçı and A.K. Yıldız. 2016. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, Vol. 33, pp. 137-142, 2016.
13. Solar tracking for automatic irrigation system. S. Muralidhar, T.M. Chandrashekharaiyah and S. Doddamani. 2019. Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara, Vol. 17, Iss. 4, pp. 31-34.
14. Design and Performance Evaluation of a Dual-Axis Solar Tracking System for Rural Applications. H. Amadi and S. Gutierrez. 2019. European Journal of Electrical Engineering and Computer Science, Vol. 3, Iss.
15. Review on sun tracking technology in solar PV system. A. Awasthi, A. Shukla, M. Murali, C. Dondariya, K. Shukla, D. Porwal и G. Richhariya. 2020. Energy Reports, Vol. 6, pp. 392-405.
16. Проектирование автоматической поворотной системы для солнечной электростанции. А. Кондуров и др. 2020. Научные исследования студентов в решении актуальных проблем АПК, стр. 113-122.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА СУШКИ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА**Мурадов Исмоилджон**

канд. техн. наук,
Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши
E-mail: bobur160189@mail.ru

Тошмаматов Бобир Мансурович

ст. преподаватель,
Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши

Саматов Джонибек Шавкат угли

магистрант,
Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши

Чоршанбиев Салохиддин Хусан угли

магистрант,
Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши

ANALYSIS STATE OF SUNFLOWER SEED DRYING**Ismoidljon Muradov**

PhD.,
Karshi Engineering Economics Institute
Republic of Uzbekistan, Karshi

Bobir Toshmamatov

senior lecturer,
Karshi Engineering Economics Institute
Republic of Uzbekistan, Karshi

Djonibek Samatov

master,
Karshi Engineering Economics Institute
Republic of Uzbekistan, Karshi

Salohiddin Chorshanbiev

master,
Karshi Engineering Economics Institute
Republic of Uzbekistan, Karshi

АННОТАЦИЯ

В статье описан процесс с использованием тепла и анализ современного состояния вопросов гидродинамики и теплообмена в установке сушильной камеры в фонтанирующих слоях, а также различные варианты установки.

ABSTRACT

The article shows the process using heat analyzing the current state of the issues of hydrodynamics and heat and mass transfer in the installation of a drying chamber with gushing layers, as well as various installation options.

Ключевые слова: сушка, семена подсолнечника, теплообмен, теплообмен, анализ, фонтанирующие слои.
Keywords: drying, sunflower seeds, heat transfer, heat and mass transfer, analysis, gushing layer.

Процессы с использованием тепла (сушка, обжиг, теплообменные и др. аппараты) относятся к числу наиболее энергоемких, поэтому вопросы экономики энергии при проведении этих процессов необходимо решать уже на стадии выбора и расчета теплотехнических установок для обработки конкретных материалов наряду с рассмотрением комплекса технологических факторов, определяющих эффективность работы этих установок.

Обзор существующих способов сушки семян подсолнечника, способы энергоподвода достаточно глубоко не исследованы во взаимосвязи влаги с материалом, его сорбционно-десорбционных свойств, а также теплофизических свойств.

Физический анализ явления переноса массы в капиллярно-пористом материале показывает, что это сложный процесс, состоящий из ряда механизмов, проявляющихся в той или иной мере в зависимости от вида процесса (сушка, адсорбция, экстрагирование). Применительно к отдельным процессам можно выделить следующие основные механизмы [1–4].

Класс коллоидных капиллярно-пористых материалов – пористые материалы с проницаемыми стенками пор. Собственно, твердая фаза также участвует в массопереносе (молекулярная или осмотическая диффузия через стенки и др.). В этом случае происходит удаление влаги из замкнутых пор при сушке материалов растительного происхождения (семечка).

Влага, находящаяся в дисперсном теле, удерживается в нем силами различной величины и природы, действие которых может изменяться в зависимости от влагосодержания, температуры и пористой структуры. Для термодинамического описания состояния влаги капиллярно-пористого тела в этих условиях нужно располагать комплексом термодинамических функций, таких как изменение энтальпии ΔH , энтропии ΔS , свободной энергии ΔF при определении влагосодержания J и температуры T . Свободная энергия ΔF количественно характеризует потенциальную способность вещества, придерживая химическое или физические превращения.

Для сложных многокомпонентных систем растительного происхождения мы не располагаем данными для расчета, величину свободной энергии ΔS можно определить по константам:

$$\Delta S = -RT \ln P_{об} / P_s, \quad (1)$$

где R – универсальная газовая постоянная ($R = 8,314 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$);

T – температура, К;

$P_{об}$ – давление водяных паров над поверхностью;

P_s – давление насыщенного пара при температуре T , Па.

Анализ изотерм, полученных экспериментальным путем, позволяет по характерным точкам определить некоторые области влагосодержания, соответствующие определенным формам связи влаги с материалом, соответствующим определенным формам энергии связи:

$$\psi = 1/N * dw/d\tau, \quad (2)$$

где $\tau = 1/N [(w_1 - w_k) + A 2,3 \lg w_k - w_p / w_2 - w_p + \beta(w_k - w_2)]$;

w_1, w_k, w_2 – соответственно влагосодержание продукта начальное, критическое и конечное;

N – максимальная скорость сушки первого периода;

β – коэффициент массообмена.

Обсуждение массообмена в фонтанирующем слое в отличие от теплообмена ограничивает рассмотрение обмена между оживающим агентом (легкой фазой) и твердыми частицами. Массопередача между легкой фазой и отдельными частицами слоя, подобно теплопередаче, может происходить либо во внешней, либо во внутренней диффузионной областях. Последний режим представляет больший практический интерес, особенно с тех пор, как фонтанирующий слой стал применяться для процессов сушки, в которых свойства твердых частиц и диапазон влажности часто таковы, что лимитирующее сопротивление процессу сосредоточено внутри частицы. Тем самым основное внимание в этой главе, которая начинается с краткого анализа внешнелогической диффузии, уделяется диффузионным лимитирующим этапам сушки горячим газом твердых частиц в фонтанирующем слое.

Массопередача паров от твердых частиц к газу лимитируется внешней диффузией, если при сушке твердых частиц пары образуются в периоде постоянной скорости. В то время как механизм массопереноса от индивидуальной частицы при этих условиях совершенно аналогичен теплопередаче, не существует единой теории для описания процесса массопередачи от слоя частиц в целом к взвешиваемому его газу. Это было отмечено для псевдооживления и в равной степени справедливо для фонтанирования. Твердые частицы, играющие роль переносчиков теплоты из горячей части слоя к более холодной, что обсуждалось в предыдущей главе, в процессе массопередачи выполняют иные функции, поскольку частицы остаются всегда при одной и той же температуре, соответствующей адиабатической температуре насыщения входящего газа. Вопрос приближения процесса массопередачи к состоянию равновесия между фонтанирующим газом и слоем твердых частиц все же можно рассматривать по аналогии с теплопередачей. Анализ соответствующей проблемы в теплопередаче был основан на использовании взаимодействия «легкая фаза – частица» в ядре и периферии (кольце слоя) отдельно, а не в аспекте механизма передачи к слою в целом [1–7].

По аналогии с уравнением (1) массопередача при движущей силе, выраженной через концентрацию паров передающей фазы в основном потоке газа, т.е. паров, образующихся из твердых частиц, описывается уравнением:

$$\frac{C^* - C}{C^* - C_0} = \exp \left[\frac{6K_m(1 - \varepsilon)}{wd_u} z \right], \quad (3)$$

где C^* – равновесная концентрация на поверхности частицы;

C_0 и C – начальная и текущая концентрации паров соответственно;

K_m – коэффициент массопередачи, отнесенный к единице поверхности частиц.

Во всем слое частиц при одной и той же температуре, а именно адиабатической температуре насыщения, значение C^* будет оставаться постоянным по всему слою.

В заключение отметим, что для описания внутреннего массопереноса в системах с твердой фазой на современном этапе используются следующие основные методы: физический, занимающийся анализом механизмов массо- и теплопереноса, кинетический, основывающийся на понятиях коэффициентов массопроводности, массопередачи и термодинамических процессов [6]. Наряду с классическими кинетическими и термодинамическими уравнениями массо- и теплопереноса, основанными на представлении о безынерционной реакции системы на соответствующее возмущение, предложены уравнения, учитывающие конечную скорость установления механизма массо- и теплопроводности [2]. Известны также попытки применения теории информации для описания внутреннего массо- и теплопереноса [5; 6].

Резюмируя, можно сделать вывод о том, что процессы транспорта вещества в твердой фазе при сушке, адсорбции, экстрагировании, несмотря на различие в механизмах переноса, обладают большой степенью кинетической общности. Общим для этих процессов является диффузионный (в широком смысле слова) механизм переноса, который в изотермических условиях может быть выражен уравнением массопроводности (3), а в неизотермических – уравнением, учитывающим термодиффузию.

Таким образом, имеются многочисленные работы, где представлены аналитические и экспериментальные данные по межфазному тепло- и массообмену в фонтанирующих слоях. Однако применение полученных зависимостей в практике требует определения эмпирических коэффициентов, зависящих от свойств высушиваемого материала и типа сушилки, поэтому в каждом конкретном случае для описания процесса сушки дисперсных материалов в аппаратах фонтанирующего слоя требуется проведение дополнительных экспериментальных исследований [2].

Анализируя современное состояние вопросов гидродинамики и тепломассообмена в фонтанирующих слоях, а также различные варианты аппаратного оформления процесса сушки в них, можно сделать следующие выводы.

1. Энергетические и технологические показатели существующих сушильных установок не отвечают

требованиям современного состояния развития техники.

2. Достаточно хорошо разработаны теоретические предпосылки для аналитического решения задач гидродинамики и тепломассообмена в аппаратах фонтанирующего слоя. Но применить полученные закономерности гидродинамики и тепломассообмена к термолабильным маслосодержащим материалам очень трудно.

3. Практически отсутствуют сушильные аппараты с фонтанирующим слоем для сушки термолабильных маслосодержащих семян и исследования по ним.

4. Практически отсутствуют теоретические разработки условий тепломассообмена в сушильных аппаратах фонтанирующего слоя, а также законченные инженерные методики их расчета.

Исходя из выше указанного, целью настоящей статьи является комплексное исследование семян подсолнечника как объекта сушки с последующим выбором рационального типа аппарата, предназначенного для одновременной сушки и охлаждения маслосодержащих семян, построение математической модели гидродинамики и протекающих в ней тепломассообменных процессов, а также создание на этой основе методики расчета промышленного образца сушильного аппарата фонтанирующего слоя.

Для достижения этой цели на основании анализа имеющихся данных автором решались следующие задачи.

1. Исследование маслосодержащих семян как объекта тепло-технологической переработки.

2. Моделирование гидродинамической обстановки в сушильном аппарате при сушке семян подсолнечника.

3. Аналитическое описание процесса нагрева и охлаждения семян, а также кинетики сушки.

4. Экспериментальные исследования по изучению гидродинамики, кинетики сушки и процесса охлаждения семян подсолнечника в аппарате.

5. Определение оптимального времени пребывания частиц обрабатываемого материала в фонтанирующем слое.

6. Разработка рациональных конструкций сушильного аппарата фонтанирующего слоя для масличных семян.

Выполненный краткий обзор существующих и возможных методов сушки семян подсолнечника показывает, что у действующих технологий имеются недостатки, которые сильно влияют на качество получаемого продукта и его себестоимость. В связи с этим в первую очередь требуется исследовать семена подсолнечника как объект тепло-технологической переработки, что позволяет научно обосновывать выбор способа и конструкции сушильного аппарата.

Список литературы:

1. Исследование теплофизических характеристик картофеля при длительном хранении в малом хранилище / Г.Н. Узиков, А.Т. Теймурханов, А.Б. Вардияшвили, Р.А. Захидов // Хранение и переработка сельхозсырья. – 1999. – № 2. – С. 59–63.

2. Мурадов И., Исмоилджонов Ж.Р. Расчет технико-экономических показателей сушильной камеры с фонтанирующим слоем // *Universum: технические науки. Научный журнал.* – 2021. – № 2 (83). Ч. 2. – С. 65–68.
3. Application of Various Computer Tools for the Optimization of the Heat Pump Heating Systems with Extraction of Low-Grade Heat from Surface Watercourses / A. Sychov, V. Kharchenko, P. Vasant, G. Uzakov // *Advances in Intelligent Systems and Computing.* – 2019. – № 866. – P. 310–319.
4. Development of A Scheme For The Thermal Processing of Solid Household / I. Muradov, B.M. Toshmamatov, N.M. Kurbanova, S.R. Baratova [et al.] // *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology.* – 2019. – Vol. 6, Issue 9. – P. 10784–10787.
5. Kharchenko V.V., Sychov A.O., Uzakov G.N. Innovative instruments for extraction of low-grade heat from surface watercourses for heating systems with heat pump. EAI // *Springer Innovations in Communication and Computing.* – 2019. – P. 59–68.
6. Khuzhakulov S.M., Uzakov G.N., Vardiyashvili A.B. Effectiveness of solar heating systems for the regeneration of adsorbents in recessed fruit and vegetable storages // *Applied Solar Energy (English translation of Geliotekhnika).* – 2013. – № 49 (4). – P. 257–260.
7. Uzakov G.N. Technical and economic calculation of combined heating and cooling systems vegetable store-solar greenhouse // *Applied Solar Energy (English translation of Geliotekhnika).* – 2012. – № 48 (1). – P. 60–61.

ПОЛУЧЕНИЕ СИНТЕЗ-ГАЗА ИЗ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ С ПОМОЩЬЮ ПРОЦЕССА ПИРОЛИЗ

Ыдрыс Улжан Ыдрыскызы

магистрант,
Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы
E-mail: ydrys.ulzhan@bk.ru

Мессерле Владимир Евремович

д-р техн. наук, профессор
Казахский национальный университет имени аль-Фараби,
Республика Казахстан, г. Алматы

RESEARCH OF SYNTHESIS GAS OBTAINED BY PYROLYSIS FROM SOLID HOUSEHOLD WASTE

Ulzhan Ydrys

Master student,
Al-Farabi Kazakh National University
Republic of Kazakhstan, Almaty

Vladimir Messerle

Doctor of technical sciences, professor,
Al-Farabi Kazakh National University,
Republic of Kazakhstan, Almaty

АННОТАЦИЯ

В настоящее время получение энергии путем переработки бытовых отходов динамично развивается. Потому что энергия, которую мы используем, не является неисчерпаемой формой энергии. Для этого нам очень выгоден процесс газификации твердых отходов, который является наименее затратным. Среди множества видов процессов газификации в последнее время плазменная газификация привлекла многих исследователей и привлекла внимание разработчиков технологических процессов к конверсии отходов. На данной статье представлены процессы газификации и пиролиза ТБО и анализ механизма эволюции и реакции синтез-газа.

ABSTRACT

This paper shows a successful waste recycling method for energy recovery by thermal and plasma gasification and incineration in a two-step process. Currently, the production of energy through the processing of household waste is developing dynamically. Because the energy we use is not an inexhaustible form of energy. To do this, we are very beneficial to the process of gasification of solid waste, which is the least expensive. Among the many types of gasification processes, plasma gasification has recently attracted many researchers and attracted the attention of process designers to waste conversion. This article presents the processes of gasification and pyrolysis of solid waste and the analysis of the mechanism of evolution and reaction of synthesis gas.

Ключевые слова: плазма, горение, энергия, пиролиз, газификация, синтез, термическая плазма.

Keywords: plasma, combustion, energy, pyrolysis, gasification, synthesis, thermal plasma.

Твердые отходы производятся в больших объемах по всему миру и оказывают значительное негативное влияние на окружающую среду. Такой эффект напрямую связан с выбросами отходов в атмосферу и сбросами с полигонов. Высокие цены на топливо, требование снижения использования ископаемого топлива приводят к увеличению возможностей чистого топлива. Используемые в настоящее время методы утилизации имеют существенные недостатки как перегрузка полигонов, не отвечающая

требованиям экологической безопасности, недовольство населения полигонами для захоронения мусора, появление отравленных зон вокруг мусоросжигательных заводов, которых размеры постоянно увеличиваются. Использование плазмы для переработки отходов в течение многих лет широко изучалось благодаря способности плазмы испарять различные соединения и разрушать химические связи. Благодаря таким преимуществам технологии тепловой плазмы, как высокая плотность энергии, высокая температура

и высокая скорость передачи тепла, она стала эффективным, долгосрочным вариантом переработки отходов. За последнее десятилетие успешно запущено и функционирует множество коммерческих систем, использующих технологию термической плазмы [1].

Плазменный пиролиз интегрирует термохимические свойства плазмы с использованием процесса пиролиза для безопасной утилизации твердых отходов. Это экологически чистая технология получения ценных побочных продуктов путем преобразования твердых бытовых отходов, биомедицинских отходов и опасных отходов при температуре 800-1000°C. Плазменный пиролиз пластмассовых отходов генерирует пиролизный газ, который может быть использован для рекуперации энергии с помощью различных применений.

Плазменный пиролиз-объединяет термохимические свойства отходов, используя процесс пиролиза для безопасного удаления твердых веществ. Этот тип технологии является экологически чистой технологией для производства ценных побочных продуктов путем переработки твердых бытовых отходов, биомедицинских отходов.

Образуется такое же количество золы-около 10%.

Чувствителен к влажности сырья.

Для газификации требуется 50%.

Пиролиз понадобится 20-40%.

Энергетическая утилизация отходов-это процесс выработки электрической и тепловой энергии в результате сжигания мусора. В качестве топлива используются твердые бытовые отходы, прошедшие предварительную сортировку. Современные заводы по переработке отходов в энергию отличаются от установок пожаротушения, использующих несортированный мусор и производящих очень ограниченное количество электроэнергии.

В результате операций на полигоне может возникнуть множество побочных эффектов (например, газообразование метана, разлагающиеся органические отходы, загрязнение подземных вод или водоносных горизонтов и остаточное загрязнение почвы во время полигона), поэтому ожидается, что эти полигоны будут все более ограниченными.

Газификация отходов-это процесс, который превращает органические вещества в газообразные вещества под воздействием кислорода при высоких температурах.

Это процесс, пригодный для переработки твердых жидких отходов, предварительно подготовленных. Такое сырье сортируют, высушивают до влажности около 20%. Биомасса помещается в специальные секции механизмов, где при наличии кислорода и водяного пара нагревается до 1500 °C (1-рисунок). Синтез-газ выделяется.

Он очищается от загрязнений. Допускается использование газа для дальнейшего производства тепловой или электрической энергии. Газификация в широком смысле может быть определена как термохимическое изменение твердого или жидкого углерода, при котором материал превращается в горючий газообразный продукт (синтез-газ). В процессе газификации сырье превращается в синтез-газ, состоящий в основном из H_2 , CO , CO_2 .

На бумагу и картон приходится значительная часть твердых бытовых отходов (до 40% в развитых странах). Второй по величине категорией по всему миру являются органические вещества, в том числе пищевые отходы и другие бытовые отходы; металл, стекло и пластик составляют 7-9% от общего количества отходов [2].

Рисунок 1. Схема протекания общего процесса газификации отходов переработки с использованием термической плазмы

Степень воздействия мусоросжигательных заводов на окружающую среду в значительной степени зависит от соблюдения правил сжигания бытовых отходов, к которым относятся:

1) сортировка отходов перед сжиганием с удалением из них несгораемых, а также подверженных гниению компонентов;

2) поддержание необходимой температуры в печах в процессе растопки;

3) обязательная проверка золы на выщелачивание перед его захоронением;

4) вторичное сжигание газов.

При этом наличие определенного процента выбросов в атмосферу на мусоросжигательных заводах является безусловным. Сжигание может

эффективно восстанавливать энергию твердых отходов и уменьшать вес и объем ТБО, загрязняющие вещества, например NO_x , HCl , диоксины и тяжелые металлы, все еще ограничивают его развитие [3, 4].

Установка плазменной газификации отходов состоит из 4 узлов:

- 1) реактор газификации;
- 2) генератор плазмы;
- 3) выжигатель;
- 4) система очистки.

Основным элементом технологической схемы является плазменный реактор, схема которого представлена на рисунке 2.

В реакционной камере реактора под воздействием высокой температуры происходит деструкция

отходов. После охлаждения они рекомбинируют, образуя нетоксичные вещества. Поток отходящих газов пропускается через щелочной скруббер. Быстрая закалка газовой смеси способствует образованию простых молекул водорода, хлористого водорода, углерода и монооксида углерода. В щелочном скруббере происходит нейтрализация хлористого водорода, в результате образуется раствор поваренной соли в воде. Образующийся в ходе процесса углерод выносятся из скруббера потоком воды. Молекулы водорода и монооксида углерода покидают скруббер как чистое топливо – потенциальный источник энергии. Данная система производит в три раза больше топлива (в энергетическом плане), чем требуется для деструкции материала отходов.

Рисунок 2. Схема плазменного реактора для переработки ПХБ

Стенки реактора плазменной газификации выполнены из прочного материала с огнеупорным покрытием. Это позволяет поддерживать высокую температуру и защищает от коррозии.

После завершения процедуры на выходе образуется синтез-газ. Синтез-газ, полученный из первой стадии, полируется в запатентованном реакторе плазменной газификации второй стадии, затем отключается чистой водой и очищается в несколько этапов для удаления твердых частиц, тяжелых металлов и кислотных газов, таких как HCl и H_2S . Полученный чистый синтез-газ подается в двигатель внутреннего сгорания для производства электрической и тепловой энергии. Затем твердые бытовые отходы отправляются в тепловую плазменную печь. Плазменные горелки используются в нижней части газификатора, чтобы обеспечить достаточное количество тепла для газификации. Контролируется воздушный поток внутри газификатора. Его температура достигает 870 градусов, а давление близко к атмосфере [4].

Шлаки, оставшиеся на дне реактора, представляют собой смесь негорючих неорганических веществ, подлежащих дальнейшей переработке.

Реактор снабжается кислородом для превращения отходов в газ. Установка работает путем охлаждения потока воздуха, подаваемого под высоким давлением. Сжижение воздуха с выделением азота способствует образованию чистого кислорода. Эта установка также позволяет наполнять резервуары жидким O_2 , используемым в экстремальных условиях. Он подается через испаритель, а затем поступает в реактор в виде газа.

Ключевым отличием технологий плазменной газификации от обычных технологий переработки отходов является высокий уровень температур в плазменном реакторе или плазменной печи (3000—8000 К), что обеспечивает практически полный перевод содержащегося в отходах углерода в монооксид углерода, и позволяет нейтрализовать любые опасные вещества. Образующийся в результате газификации синтез-газ состоит из водорода и оксида углерода, а также содержит небольшие количества метана, ацетилена и этилена. Теплотворная способность полученного газа может достигать 30-35% теплотворной способности природного газа. Это делает возможным его использование для работы газовых турбин и газо-поршневых электроагрегатов, для генерирования электроэнергии на низкокалорийных газовых потоках.

Программа TERRA позволяет определить равновесный состав термодинамической системы (сланец + окислитель), состоящей из 20 химических элементов. Расчеты осуществляются автоматическими в пределах созданного при программе банка данных. В базе термодинамических данных записаны свойствами более 3000 индивидуальных веществ, образованных 65 элементами, в интервале температуры 300-6000 К. Основу базы данных составляют термодинамические свойства вещества [5].

Расчеты исследования

ТБО состоят из различных видов отходов, включая кухонные отходы, пластик, макулатуру, старую одежду, биомассу, стекло, резину и т. д., Причем некоторые из них имеют горючие фракции. Средний физический состав за последние годы был извлечен с помощью статистического анализа. Поэтому, прежде чем выполнять расчеты были определены осредненные составы твердых бытовых отходов (рисунок 3).

Рисунок 3. Состав отходов

Выполнены расчеты процессов пиролиза и газификации твердых бытовых отходов (ТБО), представленных в таблице 1.

Таблица 1.

Состав отходов

Виды отходов	Содержание компонентов, масс. %					Удельная теплота сгорания (низшая), МДж/кг
	C	H	O	N	S	
Текстиль	56,1	6,8	32,2	4,8	0,1	22,64
Дерево	51	6,1	42,6	0,2	0,1	20,37
Бумага	46,2	6,2	47,1	0,27	0,23	16,93

Расчеты выполнены в интервале температуры 600 – 1400 К, при давлении 0,1 МПа с целью определения объемного и массового состава образующихся газов.

После усреднения всех компонентов содержащихся в отходах определены следующий состав отходов, %: C – 45,18; H – 5,55; O – 31,685; N – 2,4805; S – 0,1045; CaCO₃ – 5; H₂O – 10.

Результаты показывают, что синтез-газ может быть получен при скорости подачи 850 см³/ч 10,5 метрических тонн твердых бытовых отходов в сутки. Результаты также показывают, что типичный состав синтез-газа 15% H₂, 14% CO, 11% CO₂ может быть получен без остаточного кислорода. Этот состав

газа может быть дополнительно улучшен путем точной настройки процесса для увеличения отношения CO/CO₂. Внутри реактора с помощью металлургического кокса (метококка) создается слой кокса для поглощения и удержания тепловой энергии из плазмотронов, который обеспечивает подачу твердых отходов при попадании в реактор газификации и превращении в газ и жидкий шлак. Иногда горелку сжиженного газа устанавливают для повышения начальной температуры и добавления тепла при недостаточной калорийности твердых отходов.

В процессе газификации температура внутри газификатора достигает 5000⁰ C-7000⁰ C. При такой высокой температуре неорганическое вещество

превращается в жидкий шлак, а сложные молекулы на основе углерода расщепляются на простые газы, такие как водород и окись углерода, которые образуют синтез-газ. Чтобы предотвратить утечку газа, газификатор работает под небольшим отрицательным давлением.

Полученный в сыром синтез-газификаторе газ содержит следы примесей, которые должны быть удалены перед окончательным использованием. После этого газ охлаждается, и почти все микроэлементы, частицы, сера, ртуть и необработанный углерод удаляются с помощью коммерчески проверенных процессов очистки, общих для газоперерабатывающей, химической и нефтеперерабатывающей промышленности. Для ртутьсодержащего сырья более 90% массы ртути может быть извлечено из синтез-газа с использованием относительно небольших и коммерчески доступных слоев активированного угля [4].

На рисунке 4 показано изменение объемных концентраций газообразных компонентов: H_2 , CO , N_2 , CH_4 , CO_2 , в зависимости от температуры, в интервале ее изменения 600-1600 К, при постоянном давлении равном 0,1 МПа. С увеличением температуры концентрация синтез-газа ($CO+H_2$) увеличивается в диапазоне температуры 800-1000 К, а затем остается постоянной.

Концентрация метана (CH_4) падает с 4,7 % при температуре 750 К до 1,6 % при температуре 1100 К. Концентрация азота (N_2) существенной не изменяется, диоксидами углерода (CO_2) и водяного парами (H_2O) изменяется незначительной. Концентрация конденсированного углерода ($C(c)$) стремится к 0 при температуре выше 1000 К, что говорит о достижении 100% газификации углеродами.

Рисунок 4. Зависимость концентрации компонентов (C) газовой фазы от температуры (T) в процессе газификации отходов при давлении 0,1 МПа

Рисунок 5. Изменение степени газификации углерода отходов (X_c) в зависимости от давления (p) при температуре процесса 973 К (700° C) при пиролизе (1) и газификации (2) отходов

На рисунке 5 видно, что степень газификации углерода при пиролизе отходов не превышает 51%, а при газификации 95%, причем с увеличением давлений степень газификации снижается до 43 и 77% соответственно.

Степень газификации углерода рассчитывается по формуле:

$$X_c = \frac{C_{\text{нач}} - C_{\text{кон}}}{C_{\text{нач}}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где $C_{\text{нач}}$ и $C_{\text{кон}}$ исходные и конечные концентрации углерода в ОСХ и твердом остатке соответственно.

Выводы

Результаты расчетов показали, что при плазменной газификации и пиролизе твердых бытовых отходов производится высококалорийный горячий

газ с выделением синтез-газа ($\text{CO} + \text{H}_2$), что составляет 65.2 и 68.5% соответственно.

Представляется, что влияние различных компонентов ТБО на эволюцию синтез-газа и состав синтез-газа можно игнорировать. Температура может способствовать повышению качества синтез-газа в диапазоне 550-650 °С, поскольку повышение температуры усиливает скорость реакции. Было обнаружено, что влияние температуры на качество синтез-газа было более очевидным, чем влияние кислорода при более низких концентрациях кислорода (менее 1,25%).

Значение данного исследования состояло в изучении возможности газификации ТБО при средних температурах и получении адекватных результатов для применения данной концепции. Это может дать представление о расширении масштабов объектов газификации.

Список литературы:

1. Ustimenko A.B., Messerle V.E. Kazakhstan Coal Technology for Power Engineering Application // Proceedings of the "World Clean Coal Conference. Turkeia & Eurasia 2015". - Istanbul: 2015. - p . 46-47.
2. Мессерле В.Е., Устименко А.Б. Образование наноуглеродных структур в плазменном генераторе. // Труды IX Всероссийской конференции с международным участием «Горение топлива: теория, эксперимент, приложения». . - г.Новосибирск, Россия: 2015. - с. 200-216.
3. Heberlein J., Murphy A.B. Topical review: Thermal plasma waste treatment // Journal of Physics D: Applied Physics. . - 2008. - № 5 . - p 20.
4. Youngchul Byun, Moohyun Cho, Soon-Mo Hwang and Jaewoo Chung Thermal Plasma Gasification of Municipal Solid Waste (MSW) // Gasification for Practical Applications, Dr. Yongseung Yun (Ed.). - 2012. - № 4. - с. 183 – 210.
5. Мессерле В.Е., Моссэ А.Л., Никончук А.Н., Устименко А.Б. Плазмохимическая переработка медико-биологических отходов. // Инженерно-физический журнал. - 2015. - № 6. - с. 88.

PAPERS IN ENGLISH

COMPUTER SCIENCE, COMPUTER ENGINEERING AND MANAGEMENT

INFORMATION TECHNOLOGIES IN CLUSTER SYSTEMS:
A COMPETENCE APPROACH**Bekjan Akhmedov***Senior teacher,
Chirchik State Pedagogical Institute,
Uzbekistan, Chirchik
E-mail: axmedov@cspi.uz*ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КЛАСТЕРНЫХ СИСТЕМАХ:
КОМПЕТЕНТНОСТНЫЙ ПОДХОД**Бекжан Аскарлович Ахмедов***ст. преподаватель кафедры Информатика,
Чирчикский государственный педагогический институт,
Республика Узбекистан, г. Чирчик*

ABSTRACT

Cluster competence-based approach assumes that the main emphasis is not simply on the acquisition of a certain amount of knowledge and skills by the cadets, but on the formation of a systemic set of competencies. The development of the research includes the actions of the applicant, in the process of performing which he develops general and communicative competence

АННОТАЦИЯ

Кластерный компетентностный подход предполагает, что основной упор делается не просто на приобретение кадетами определенного объема знаний и навыков, а на формирование системного набора компетенций. В разработку исследования входят действия соискателя, в процессе выполнения которых у него развиваются общие и коммуникативные компетенции.

Keywords: cluster, information technology, communication competencies, knowledge and skills, interactive presentation.

Ключевые слова: кластер, информационные технологии, коммуникативные компетенции, знания и навыки, интерактивная презентация.

INTRODUCTION

The main goal of military vocational education is the preparation of a competent, fluent in his profession and oriented in related fields of activity, ready for continuous professional growth, social and professional mobility of a specialist of the appropriate level and profile. Accordingly, the competence-based approach in military education is understood as a teaching method that is aimed at developing cadets' ability to solve professional problems of a certain class in accordance with the requirements for personal professional qualities: the ability to search, analyze, select and process the information received, transmit the necessary information; interact with people around, work in a group; own the mechanisms of planning, analysis, critical reflection, self-as-

essment of their own activities in non-standard situations or in conditions of uncertainty; possession of heuristic methods and techniques for solving problems.

METHODS

The proficiency of teachers in the methodology of using information and communication technologies in teaching specific disciplines is one of the key factors in the success digitalizing of education. In teaching foreign languages, the use of information and communication technologies is of particular importance, since it allows not only to intensify the educational process through the use of a variety of educational and authentic electronic materials, but also to include real communication in the target language. Changes in the field of education have become significant factors in the qualitative reconstruction

of the system of teaching foreign languages in the framework of vocational education. The connection between professional activity and the learning process in higher education in the context of the competence-based approach shows that the real psychological mechanism for the development of a future specialist is the process of formation of professionally and subject-specific methods of mental activity, which act as the basic structures that form his professional consciousness. This concept means that a specialist with a higher education is a person who not only possesses knowledge (awareness) of the essence of his activity and, thanks to this, is systematically oriented in the invariant characteristics of the corresponding phenomena, but who, when mastering the professionally significant content of activity, forms a certain subject-specific attitude to the world, a specific "professional" position.

The competence-based approach, which is gaining more and more importance, both in the educational and in the professional environment, suggests that the main emphasis is not simply on the acquisition of a certain amount of knowledge and skills by students, but on the formation of a systemic set of competencies. The source of the formation of the competence-based approach is the objective requirements of the modern "knowledge economy", in which more and more important and effective for the successful professional activity of future specialists are not isolated knowledge, but generalized knowledge and skills, manifested in awareness in the field of information technology, in the ability to solve life and professional problems, and others.

An important place among the modern requirements of the competence-based approach is occupied by a complex of knowledge related to social interaction and communication. In the works of domestic and foreign researchers, communicative competence is defined as the ability to adequately act in a variety of specific speech situations, that is, to show flexibility in communication, the ability to cooperate and overcome conflicts, the ability to work in a team. Competencies of the future commander include: knowledge in the relevant field of military equipment and weapons, systematic thinking, the ability to analyze the situation, skills in briefing and negotiating, managing subordinates, and so on.

RESULTS

Mastering a certain level of competence is considered as the ability to use and combine knowledge and skills depending on the changing requirements of a particular situation or problem. In other words, the level of competence is determined by the ability to cope with complex, unpredictable situations and changes. The development and implementation of so-called "competency profiles (or modules)" (describing the requirements for individual categories of employees: military engineers, senior executives, managers, administrative personnel, etc.) is an integral part of the performance management of many multinational enterprises. In whatever area university graduates work, they will not be able to avoid communication, even with a minimum number of people. This is not surprising, because our time is called the age of communication, which is facilitated by the development

of technical capabilities and the acceleration of the pace of life. Realizing a competence-based approach, which involves not mastering individual knowledge and skills by students, but mastering them in a complex, general educational programs provide a list of general cultural and professional competencies intended for mastering by cadets. This list indicates, among other things, that the graduate must have a culture of thinking, the ability to generalize, analyze, collect information, set a goal and choose ways to achieve it, be able to logically correctly, reasonably and clearly build oral and written speech.

One of the forms that develop communicative competence is public communication, that is, speaking in front of an audience. The need to develop this skill is now more evident than ever. This was taught before, but in a rather truncated form, when the trainees presented messages and defended their abstracts. In Western universities, since the middle of the twentieth century, public communication has been a separate discipline and is confirmed by a diploma. Despite the fact that in different educational institutions it bears different names: "communicative efficiency", "rhetoric", "public speaking", "presentation skills", the main thing in it is that it provides training in various aspects of preparation and speaking in public, without which no specialist does in his activity. The main principle of conducting practical classes in a foreign language using presentations is the principle of unity and interpenetration of educational and parallel professional activities of future military specialists.

Few people will deny the influence of modern computer technologies on our lives. Virtual reality is no longer something unknown for a modern person, and the rapidly developing possibilities of interactive communication affect more and more facets of our life. And if earlier, presenting linguistic material, it was possible to limit ourselves to rather primitive options for tasks that almost any user can do based on basic programs, today in modern society it is considered bad form to distribute folders with printouts to participants in the educational process. The entry of Russian educational technologies into the world arena requires the use of tools corresponding to the world level, one of the elements of which is an interactive computer presentation.

At the moment, an interactive presentation can be not only a simple slideshow with text comments, but also a complex system of interconnected video materials, animation, three-dimensional graphics, actors, music and soundtrack, sound special effects, that is, all the possibilities of presenting material in the main ways (video, text, sound). Added to this is the ability to control the process. It should be noted that in our country recently there have been many recommendations in the press and on the Internet on how to prepare a presentation; there are also consulting companies that conduct relevant trainings. Designing a presentation is, first of all, the use of new information technologies, without which modern teaching a foreign language is impossible, since they directly motivate and intensify the activities of cadets in the process of mastering knowledge.

DISCUSSION

The introduction of materials for the preparation of presentations by the Department of Foreign Languages of the Institute into the educational process is carried out gradually. Of course, cadets were always prepared to speak at scientific conferences and Olympiads, but this element entered the practice of teaching foreign languages more broadly in the early 2000s. Then, relying on such requirements for a military specialist as the ability to write well, edit and have oratorical skills, some cadets were offered the defense of the FQP in a foreign language, and the cadets taking a course of additional linguistic training were offered the defense of their graduation work in a foreign language. The experience turned out to be successful, and now this activity is intensifying.

When teaching cadets to develop a presentation, special attention is paid to the following issues:

- drawing up
- drawing up a speech plan and choosing keywords; reflection in the speech of the relevance of the topic, goals and objectives, methodology, results obtained (if it is a research work), conclusions; conciseness of the statement, since 5-7 minutes are allotted for the presentation;
- the content of the presentation should not be read from the written text, much less read from the slide - cadets should strive to tell based on the outline and keywords;
- Power Point presentation should best represent the student's work, help the audience understand the material, it should be done in the same strict and concise form as the report itself, not overloaded with text and computer effects;
- the need to rehearse the presentation out loud, to be sure that the element of excitement, which is always present in one way or another in such a situation, does not interfere with the speaker;
- answers to questions that show what is called "mastery of the material" and "unprepared speech", since the inability to navigate along the way and illiterate answers can spoil the whole impression of a well-prepared and rehearsed oral presentation;

- appropriate demeanor in front of the audience.

A presentation is a presentation of your abilities, your product in order to achieve the desired solution (action). It is important that the presentation is not just "showing yourself", but also showing with the aim of influencing. When shaping the script for a future presentation, you must, first of all, understand your own goals. What exactly should the audience take as a result of the presentation? All preparation of the presentation is dedicated to achieving this goal. The development of the presentation includes the actions of the cadet, in the process of performing which he develops general and communicative language competence. They provide the solution of communicative tasks in various situations, taking into account various restrictions, and are implemented in activities and processes (actions) aimed at generating and perceiving texts, in connection with certain topics and areas of communication and using appropriate strategies.

CONCLUSION

Professionally executed presentations contribute to the maximum development of the general and communicative competencies of future servicemen, and practical exercises based on the requirements of a competency-based approach presuppose the unity of linguistic rules and actions. Language rules fix what is natural in the use of linguistic phenomena in speech and perform a subordinate, auxiliary function. The main action by which a foreign language is mastered is the process of communication, speech communication. In the process of communication, there is not only an exchange of opinions, feelings, but also the development of linguistic means, giving them a generalized character

The strategic map of the competence-based approach as the integration of values, knowledge and competencies into a single system is focused on cadets, teachers and employees of the academy. A foreign language is viewed as a means of developing communicative competence. This means, first of all, the ability to adequately clothe communicative goals and strategies for achieving them in linguistic forms, as well as the ability to use the norms of speech etiquette and social behavior in situations of intercultural communication.

References:

1. Гулбаев Н.А., Кудратиллов Н.А. (2020). Состояние проблем управления систем с рассредоточенными объектами (на примере электрических сетей). *Science and World*, 6(82), 29-32.
2. Гулбаев Н.А., Кудратиллов Н.А. (2020). Моделирование и управление территориально-распределенными системами. *Science and World*, 6(82), 25-28.
3. Гулбаев Н.А., Кудратиллов Н.А. (2020). Модели упорядочивания структур управления систем с рассредоточенными объектами. *Евразийский Союз Ученых (ЕСУ)*, 6(75), 46-48.
4. Kudratilloev N.A., Akhmedov B.A. (2021). Application of communication-cluster technologies in pedagogical institutions: interactive methods of processing graphic data. *Scientific Progress*, 1(5), 191-198.
5. Kudratilloev N.A., Akhmedov B.A. (2021). Methods of use of web-applications on the basis of innovative methods. *Ekonomika i sotsium*, 3(82).
6. Ахмедов Б.А. (2021). Задачи обеспечения надежности кластерных систем в непрерывной образовательной среде. *Eurasian Education Science and Innovation Journal*, 1(22), 15-19.
7. Akhmedov B.A., Xalmetova M.X., Rahmonova G.S., Khasanova S. Kh. (2020). Cluster method for the development of creative thinking of students of higher educational institutions. *Экономика и социум*, 12(79), 588-591.

8. Akhmedov B.A., Makhkamova M.U., Aydarov E.B., Rizayev O.B. (2020). Trends in the use of the pedagogical cluster to improve the quality of information technology lessons. Экономика и социум, 12(79), 802-804.
9. Akhmedov B.A., Majidov J.M., Narimbetova Z.A., Kuralov Yu.A. (2020). Active interactive and distance forms of the cluster method of learning in development of higher education. Экономика и социум, 12(79), 805-808.
10. Akhmedov B. A., Eshnazarova M. Yu., Rustamov U.R., Xudoyberdiyev R.F. (2020). Cluster method of using mobile applications in the education process. Экономика и социум, 12(79), 809-811.
11. Akhmedov B. A., Kuchkarov Sh.F., (2020). Cluster methods of learning english using information technology. Scientific Progress, 1(2), 40-43.
12. Akhmedov B.A. (2021). Development of network shell for organization of processes of safe communication of data in pedagogical institutions. Scientific progress, 1(3), 113-117.
13. Ахмедов Б.А., Шайхисламов Н., Мадалимов Т., Махмудов Қ. (2021). Smart технологияси ва ундан таълимда тизимида кластерли фойдаланиш имкониятлари. Scientific progress, 1(3), 102-112.
14. Akhmedov B. A., Majidov J.M. (2021). Practical ways to learn and use the educational cluster. Экономика и социум, 2(81).
15. Akhmedov B. A. (2021). Cluster methods for the development of thinking of students of informatics. Academy, 3(66), 13-14.
16. Жўраева Н.В., Султанов Р.О., Абдуллаева С.А., Рахимжонова В.А. (2020). Systematization of word combinations in the uzbek language. Наука и Мир, 2(6), 65-68.
17. Akhmedov B. A. (2021). Innovative cluster model for improving the quality of education. Academic Research in Educational Sciences, 2(3), 528-534.
18. Ахмедов Б.А. (2021). Динамическая идентификация надежности корпоративных вычислительных кластерных систем. Academic Research in Educational Sciences, 2(3), 495-499.
19. Majidov J.M., Akhmedov B.A. (2021). Use of multimedia technologies as a means of increasing students motivation to learn a foreign language. Ekonomika i sotsium, 3(82).

TECHNOLOGY OF PERSONALLY ORIENTED ADAPTIVE LEARNING SYSTEMS

Maksadkhon Yakubov*Professor, doctor of technical sciences,
Tashkent University information technologies named after Muhammad al-Khwarizmi,
Uzbekistan, Tashkent***Nasibakhon Rasulova***Assistant,
Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi
Uzbekistan, Tashkent
E-mail: nrasulova1977@gmail.com*ТЕХНОЛОГИЯ ЛИЧНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ
АДАПТИВНЫХ ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ**Якубов Максадхон Султаниязович***профессор, д-р. техн. наук,
Ташкентский Университет информационных технологий
имени Мухаммада ал-Хоразмий,
Республика Узбекистан, г. Ташкент***Расулова Насибахон Юсуфжановна***ассистент,
Ташкентский Университет информационных технологий
имени Мухаммада ал-Хоразмий
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

ABSTRACT

The article discusses the use of intelligent learning systems in blended education based on an individualized approach. The relevance of the development of multi-agent systems in the creation of innovative adaptive intelligent environments for online learning based on the use of various approaches and system analysis is shown in this article. Schemes for an intelligent teaching system based on student and teacher models are presented in this article. The importance of individualization of electronic and distance education for students with different levels of knowledge and the prospects for their development are shown.

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается применение интеллектуальных обучающих систем в смешанном образовании на основе индивидуализированного подхода. Показана актуальность разработки мультиагентных систем при создании инновационных адаптивных интеллектуальных сред для онлайн обучения, основанных на применении различных подходов и системном анализе. Приведены схемы для интеллектуальной обучающей системы, основанные на моделях студента и преподавателя. Показана важность индивидуализации электронного и дистанционного образования для обучающихся с различными уровнями знаний и перспективы их развития.

Keywords: intelligent learning system, adaptive system, student model, individualization of teaching.

Ключевые слова: интеллектуальная обучающая система, адаптивная система, модель студента, индивидуализация обучения.

The current stage in the development of educational activities is determined by the dominance of information and communication technologies, which make it possible to intensify the forms and methods of traditional approaches to teaching. An increasing number of people are striving to get an education with minimal time losses, as the pace of life leaves less and less time for traditional

full-time education. The principles of organizing the educational process are gradually changing, conditions are being created for the implementation of dynamic personalized learning.

E-learning is understood as the organization of educational activities using information contained in databases and used in the implementation of educational

programs and information technologies, technical means, as well as information and telecommunication networks that ensure the transmission of this information through communication lines, interaction between students and pedagogical workers. ... Distance learning technologies are understood as educational technologies implemented mainly with the use of information and telecommunication networks with indirect (at a distance) interaction between students and teachers.

Among the main advantages of this training are the following:

- each student gets the opportunity to master the necessary knowledge and skills in a convenient format;
- planning and understanding what training needs should be met and what results will bring;
- providing effective learning management tools;
- reducing the time and financial costs of training, without losing the advantages of the traditional approach;
- technology and teaching enrich and complement each other;
- active social interaction of trainees both with each other and with teachers;
- availability of the teacher is almost constant;
- training is possible regardless of time and place;
- variety of didactic approaches;
- improving the quality of education (including through the use of more effective teaching aids);
- individual control over training;
- natural development by students of modern means of organizing work, communications;
- priority of the student's independent activity;
- organization of individual support for the educational activities of each student;
- using the organization of group learning activities;
- flexibility of the educational trajectory;
- integration of online and offline educational and methodological content of reusable use. [1, p.263]

• E-learning technologies provide multimedia content that is timeless and timeless for learners with different capabilities and needs. The combination of online and offline elements makes training effective, cost-effective and convenient, and the educational process is interactive, person-centered and adaptive for all parties interested in training.

• Introduction to the educational process of blended learning allows you to solve a number of problems:

- 1) for trainees:
 - • expanding the educational opportunities of students by increasing the availability and flexibility of education, taking into account their individual educational needs, as well as the pace and rhythm of mastering the educational material;
 - • implementation of individual curricula with an unlimited choice of subjects, the level of their development and methods of organizing educational activities;
 - • personalization of the educational process: the student independently determines his educational goals, ways to achieve them, taking into account his educational needs, interests and abilities;

• • maximum objectification of the assessment procedure and results;

• • stimulating the formation of the subject position of the student: increasing independence, social activity, motivation of cognitive activity;

• • obtaining individual counseling from a teacher to overcome difficulties in mastering the educational material and fill gaps in knowledge;

• 2) for teachers:

- • professional development of teaching staff;
- • Acquisition of qualification competencies aimed at the implementation of a new generation of SES;

• • increasing the effectiveness of teaching activities in order to achieve new educational results;

• • the use of new types of control and communication in the pedagogical process;

• • the ability to organize quality work with highly motivated students;

• • transform the style of the teacher: move from the translation of knowledge to interactive interaction with the student, which contributes to the construction of students' own knowledge;

• 3) to organize the educational process:

• • the possibility of saving money by increasing the level of effectiveness of pedagogical activity.

• • attracting an additional contingent of students through the organization of multidisciplinary training;

• • solving the problem of the shortage of teaching staff;

• • intensification of educational activities in order to save time for the implementation of other educational and cultural needs;

Thus, blended learning is characterized by the preservation of the general traditional principles of building the educational process with the inclusion of elements of Internet learning. The ratio of these two forms of education is determined by the readiness of the educational institution for such a structure of the educational process, as well as the desire and technical capabilities of students [2, p. 57].

Technology is transforming education, and its influence is constantly growing. Blended learning is a promising learning system that combines the benefits of traditional and interactive learning. In our opinion, the development of a blended form of education can become one of the key areas of modernization of the entire educational sphere.

Digital technologies have created the problem of finding the necessary information in a "reasonable" time in the huge databases of modern information systems, which makes it almost impossible to use them in the educational process without preliminary settings, creating special filters and systems for finding the necessary information for educational and educational tasks.

In modern conditions, many educational institutions are automating those teaching methods that have been accumulated in the course of traditional approaches to education. Many specialists try to adapt and use the latest information technologies in the educational process.

The following approaches and technologies that are significant in the development of educational processes

can be named: service-oriented architectures, cloud technologies and virtualization, intelligent dynamic systems, multi-agent systems, ontologies, and evolving knowledge.

Cloud technologies are web-based data access technologies that enable a user to host, deliver, and use applications and computing resources. The necessary applications and the resources used become available via the Internet in the form of service functions (services) and which are used on various hardware platforms and devices.

Intelligent dynamic systems allow you to create subsystems for the formation of individual learning paths and maintain an individual learning environment. An intelligent dynamic system is the result of the integration of intelligent systems with dynamic systems. They are two-tier dynamic models. One of the levels of the model is responsible for the strategic functions of the behavior of the system, and the other level fulfills the tasks of implementing a specific (including mathematical) model [3, p. 325]

Within the framework of intelligent dynamic systems, it is possible to create a subsystem for the formation of individual learning paths and maintain an individual learning environment.

The architecture of intelligent information systems (ITS), based on an agent-based approach, is understood as the conditional division of a multi-agent system (MAS) into interacting intelligent agents, where each agent performs certain functions, and the ITS knowledge base consists of an integrated knowledge base of its agents.

The ontological approach underlies the creation of a resource of educational objects with their metadata. The resource of competency ontologies is a distributed system based on modern network technologies. To construct a resource of competencies ontologies, a client-server model is used [4, p. 176].

In conditions of mass scale and continuity of the learning process, a large number of controlled parameters, a variety of individual ways of students' activity, the need to manually maintain a lot of statistical records leads to the fact that the teacher is exposed to a significant information load, which weakens control over the learning process. This leads to a number of negative consequences:

- knowledge is checked selectively, as a result of which deviations arising in the course of training cannot be noticed and corrected by the teacher in time;
- the queue to the teacher at the control stages creates a waste of time for the trainees and contributes to the deterioration of the psychological climate;
- the teacher's explanations are designed for an abstract average student without taking into account his individual abilities, as a result - the contradiction between the average presentation of the educational material and his individual perception;
- weak self-control: the trainee does not receive information about his work on time, which does not stimulate an increase in his activity, etc.
- From the foregoing, it follows that new learning technologies are needed that would allow:

- to recreate in the minds of students a holistic idea of the object of study;

- to bring the learning process closer to the real conditions of activity in order to purposefully form practical skills and extra-logical knowledge, namely, various types of intuition, the ability to make decisions in conditions of uncertainty, foresee, predict, etc.;

- ensure the collection and processing of information necessary for the organization of optimal management of learning, free the teacher from non-creative types of work;

- individualize the learning process;

- □ activate the cognitive process of the learner, relying on the development of independence, self-government, self-control, etc.

One of the ways to solve this problem can be the introduction of intelligent learning systems into the learning process to intensify the transfer and consolidation of knowledge, and reduce overhead at all levels of the learning process.

Intelligent learning systems consist of two parts: the main part, which includes educational information (educational content), and the auxiliary part, which implements the intelligent control of the educational process. The main part of the program consists of the following modules: information, modeling, calculation and control. The main part of the system includes all sorts of educational information: text, tables, figures, animation and video clips. The text can contain active windows that allow the user to move deeper into the screen, move along an arbitrary trajectory from one section to another, concentrating attention on the necessary information, and make an arbitrary choice of the sequence of familiarization with the information. The information module includes a database and a knowledge base for educational purposes. The database contains educational, informational, reference material, a list of trainees, progress, etc. In the process of creating a knowledge base, you can use the full range of didactic capabilities of multimedia, hypermedia and telecommunications technology [5, p. 72].

Analysis of the current state of information technology and telecommunications means that the following principles of the structure of information and educational environments can be formulated:

Multicomponent - an intelligent training system is a multicomponent environment that includes educational and methodological materials, high-tech software, training systems, knowledge control systems, technical means, databases and information and reference systems, information storage of any kind, including graphics, video and etc., interconnected.

Integrity - the information component of the ITS should include all the necessary set of basic knowledge in the fields of science and technology with access to world resources, determined by the profiles of training specialists, take into account interdisciplinary connections, an information and reference base of additional educational materials that detail and deepen knowledge.

Distribution - the information component of the ITS is optimally distributed among the information storages

(servers), taking into account the requirements and limitations of modern technical means and economic efficiency.

Adaptability - the information and educational environment should not be rejected by the existing education system, should not violate its structure and principles of construction, it should also allow flexible modification of the information core of the IEE, adequately reflecting the needs [6, p. 503].

The formulated principles of building ILE make it necessary to consider the information and educational environment, on the one hand, as a part of the traditional educational system, and, on the other hand, as an independent system aimed at the development of active creative activity of students using new information technologies.

Intelligent training system - a training system with elements of artificial intelligence. Such a system (adaptive training system) allows not only to train the student and control his knowledge, but also, based on the results of

the student's activity, can determine what knowledge is insufficient or erroneous and return the student to the corresponding section of theory or practice, or provide additional explanations. Those. it allows you to adapt the learning process to the characteristics of each individual student working with the system. Thus, each student goes through an individual learning path, and receives individual knowledge [6, p. 505].

By adaptability we mean the personification of the learning process based on a system that takes into account the individual characteristics of students, including psychological characteristics, speed of perception, level of initial knowledge, as well as individual goals and objectives of learning.

A simplified diagram of an intelligent training system is shown in Fig. 1.A. It has several main components: a subsystem for the formation of a training course, a learning subsystem (presentation of material), a knowledge control subsystem (selection or generation of control tasks).

Figure 1. Scheme of the intelligent teaching system (A) and the architecture of the student model (B)

Adaptation is achieved as a result of using a student's model (learner's model), which is an image of a user in the system, its unified representation, and the rules for changing it.

The learner's model should include information:

- about the purpose of training;
- about the initial knowledge of the student;
- about the knowledge of the student within the framework of the studied course (the current state of the learning process);
- about the individual characteristics and characteristics of the student;
- about the peculiarities of the presentation of educational material;
- about the rules of knowledge control;
- about the rules for changing the student's model based on the results of the student's work with each of the components of the system.

The main task of the learner model is to generate the best learning action.

The student's model can be used by all components of the teaching system, due to which they are adapted to the current level of the student, understanding, knowledge. The student's interaction with any of the components of the system is reported by the student model. This ensures the continuity of learning: the results of a student's work with any of the components are immediately reflected in the student's model and can be taken into account by other components that adapt their work to changed knowledge or characteristics. Those. each module can not only use the student's model for adaptation, but also influence it, reflecting new data and experience that the student demonstrated while working with this module [7, p. 24].

Thus, the student model can be viewed as the core of an intelligent teaching system.

To ensure the openness of the architecture and flexibility of the system, you can use projections and rules (Fig. 1. B). The student model is divided into two parts, the main student model and the projection.

The main student model is at the center of the environment and collects information about a given student from various sources. The student's interaction with any of the components of the system is reported by the student model. For example: "at time T1, the student visits the hypernode of C1 for S1 seconds", "at time T2, the student was shown an example of solving a problem that concerns the concepts C1, ..., Cn", "working with the editor at time T3, the student has successfully used the concepts C1, ..., See ". These messages are time stamped and stored as standard events directly associated with the nodes of the problem domain model. No further processing is performed to avoid losing important information. The basic student model brings together all information about the student that can be used for adaptation. The ILE components do not directly use the student model, but instead use projections.

Projection is a local view of the student, representing that information from the student's model that is essential for a particular component of the system in order to adapt his work to the student.

The projection is created from the main student model with a special set of rules - a projector. Each component has its own projection and projector, which provides an interface between the component and the main student model.

One part of the projector rule is used to project the student's main model into a local projection. For example: "if a student reads the description of the structure Ci, and the student views the work of the structure Ci with the first visualization level more than 15 times, then

set the second visualization level for the structure Ci". The second part of the projector is used to provide back-projection: the results of the student's work with the component into the main student model. For example: "if at time T1 the student visits the hypernode for the concept Ci for more than 30 seconds, then at time T1, the student reads the description of the concept Ci." Thus, the student's model acts in the intellectual system as a component that provides the student with the "optimal" for him the next teaching influence, the level of visualization or the details of the reference. In fig. 2 shows a model of a learning adaptive system using a student model as an adaptive component.

An adaptive learning system is a hybrid system based on intelligent and distance learning technologies, designed to teach users knowledge, skills and abilities in a set of disciplines for mastering a specialty. The student model in this case can be represented as a knowledge base based on an object-oriented presentation model. System components work with individual projections that are stored in working memory.

The subsystem for the formation of the course uses a projection to form a sequence of studying subjects of disciplines, taking into account the knowledge of the student and the results of the fulfillment of control tasks.

The knowledge control subsystem uses the projection of the student's model to generate or select control tasks, taking into account the passage of the material in accordance with the learning objectives.

The learning subsystem provides educational material in the optimal volume, taking into account the individual psychological, physical and other characteristics of the student, as well as the speed of perception of various presentation of the material and learning goals.

Figure. 2 Model of the training adaptive system

The results of the work of each of the components are reported to the student's model for the subsequent generation of modified projections.

So, the student's model is the core of the intellectual part of the teaching system and provides an opportunity to adapt the learning process to the characteristics of each specific student.

A model of adaptive management of the learning process has been developed, in which adaptation is based on an overlay model of the student's skills, presented as a set of pairs "operation (rule) - value". On the basis of the overlay model of skills, adaptive control of the trainee is provided, which consists in issuing to him for the next step of training an educational task of optimal difficulty and complexity.

Reference:

1. Rasulova N., Salieva D. Fuzzy logic in creating adaptive intelligent learning // InterConf. - 2021. - S. 262-270.
2. Nagaeva I.A. Blended learning in the modern educational process: necessity and opportunities // Domestic and foreign pedagogy. 2016. No. 6 (33). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/smeshannoe-obuchenie-v-sovremennom-obrazovatelnom-protsesse-neobhodimost-i-vozmozhnosti> (date of access: 03.01.2021).
3. Rasulova N. Specific features and distinctive features of online training systems // InterConf. - 2021.
4. Brusilovsky P.L. Adaptive Learning Systems in the World Wide Web: an Overview of Available Technologies. International Forum of Educational Technology & Society. Available at: <http://ifets.ieee.org/russian/depositary/WWWITS.html> (accessed: 09/13/2020).
5. Kurganskaya G.S. Cloud Technologies of the Internet Education Based on KFS Knowledge Representation Model. Vestnik burjatskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Buryat State University]. 2013. no. 9. pp. 69-75.
6. Kristensen T., Lamo Y., Hinna K.R., Hole G.O. Dynamic Content Manager - A New Conceptual Model for E-Learning. Proceedings of the International Conference on Web Information Systems and Mining (WISM '09). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2009. pp. 499-507.
7. Solovov A.V. Mathematical Models of Content and Processes of E-learning. Telekommunikacii i informatizaciya obrazovaniya [Telecommunications and Informatization of Education]. 2006. no. 4. pp. 20-37.

MECHANICAL ENGINEERING AND MACHINE SCIENCE

DOI: 10.32743/UniTech.2021.85.4-5.34-36

ELECTROHYDROPULSE PUNCHING

*Nargiza Makhmudova**Associate Professor
of the Tashkent State Technical University
named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent
E-mail: gulchehra2767@mail.ru*

ЭЛЕКТРОГИДРОИМПУЛЬСНАЯ ВЫРУБКА-ПРОБИВКА

*Махмудова Наргиза Абдинабиевна**Доцент
Ташкентского государственного технического Университет
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

ABSTRACT

Currently, the processes of electrohydropulse processing of sheet metal by pressure are one of the most progressive technological processes of sheet metal forming.

The main advantage of this method is the simplicity and low cost of technological equipment, and also the possibility of combining various operations in one metal.

The advantage of this method is also the performance of the method.

АННОТАЦИЯ

В настоящее время процессы электрогидроимпульсной обработки листового металла давлением являются одним из наиболее прогрессивных технологических процессов листовой штамповки. Главным достоинством данного метода является простота и дешевизна технологической оснастки, а также возможность совмещения различных операций в одном штампе. Преимуществом данного метода является также производительность способа.

Keywords: electrohydropulse, electric, technological processes, deformation, sheet billet

Ключевые слова: электрогидроимпульсный, электрический, технологические процессы, деформация, листовая заготовка.

Analysis of scientific and technical literature and industrial implementation experience has shown that electrohydropulse piercing (EHP-piercing) is one of the most progressive technological processes.

The main advantage of this method is the use of simple technological equipment.

The priority in the field of application of high-voltage discharge energy in liquid for deformation of various materials belongs to Soviet inventor L.A. Yutkin [1].

At present the most application for EGE is high-voltage electric discharge in the gap between

2 high-voltage electrodes, located, as a rule, in ordinary tap water.

The schematic diagram of EGE and its equivalent electric circuit are shown in Fig. 1. When a capacitor battery discharges on a spark gap, a low-temperature high-pressure plasma is formed in the liquid.

The plasma channel, expanding in the liquid creates a pulse pressure, which affects the sheet workpiece, carrying out the required technological operation.

1-chamber, 2-working fluid, 3-working electrodes, 4-workpiece before and after deformation, 5-matrix

Figure 1. Schematic diagram of EGISH

Electrohydropulse stamping can be used for basic forming (drawing, forming, calibrating, crimping, flanging) and separating (punching, notching, trimming) operations of sheet stamping and their combinations both on flat blanks with overall dimensions up to 2 m and wall thickness up to 3.5 mm, and on spatial blanks with diameter up to 1.1.5 m and wall thickness up to 2.3 mm. Scheme of electrohydropulse punching-punching is presented in Fig. 2.

The main advantages of EGISH compared with the methods of punching in rigid dies are simplicity and cheapness of technological equipment due to the use of only one of a pair of rigid tools; the possibility of obtaining in one technological transition larger, than with static loading, limiting values of the degree of shape change of the blank, increased accuracy of stamped parts due to reduction of the elastic after-effects of material under pulse loading and combined performance of various operations in one die.

Figure 2. Scheme of electrohydropulse punching of sheet metal

To carry out technological operations, electrohydropulse presses (installations) are used with an energy capacity of up to 150 KJ, which allow you to create pressure on the workpiece over 1000 MPa at a speed of its deformation up to 300 m/s

Strength limit of rigging elements is determined by design features, feasibility studies, and safety of EGE units maintenance. Known EGE installations have a value of 5-50 kV.

The time of energy release into discharge channel is not long and is of the order of several tens to several hundreds of microseconds, so due to impulse formation in the liquid volume of discharge beginning, having pressure of the order of tens of thousands atmospheres

and temperature of the same order, high instantaneous pressures appear on the border of channel-liquid interface, which form a shock wave at a certain distance from discharge channel.

According to the studies, the shock wave is formed at the moment when the maximum discharge current velocity is reached, i.e. in the first half-period. After shock wave formation in the zone between electrodes the process of discharge channel expansion proceeds accompanied by bright glow.

After the end of the discharge the process of rapid formation and expansion of the gas cavity (products of liquid decomposition) begins. As a result, the liquid receives radial movement of Fig. 1.5, called hydroflow.

**Figure 3. Discharge passage in liquid during EGS:
discharge onset - maximum expansion of the plasma cavity - collapse of the plasma cavity**

As the gas-steam cavity expands, the pressure in it drops and becomes due to inertia of the liquid at the moment of reaching maximum dimensions less than the pressure in the surrounding liquid volume, so the reverse process - compression of the gas-steam cavity begins, which occurs until the pressure in the gas-steam cavity and the surrounding liquid volume equalizes and exceeds it to some extent due to inertia of the liquid.

Then the process is repeated and there may be several such pulsations. Computer simulation of sheet metal fracture during separation operations is devoted to a number of works, for example [1].

In the last two works, the finite-element complex LS-DYNA [17] was used, which allows effective modeling of the process of metal fracture. Judging by the materials of the above-mentioned works, the destruction of the workpiece in the separating operations of metal forming pressure treatment (MPT) is one of the most complex and least studied sections of the theory of MPT.

In separation operations, the elastic-plastic deformation of the metal is completed by fracture in the region of the local center of plastic deformation. Such problems are characterized by nonlinear differential equations, boundary conditions, physical nonlinearity of metal behavior, geometrical nonlinearity, large plastic deformations, and also require a set of physical and mechanical material characteristics that determine friction,

elastic and plastic behavior, hardening and metal fracture.

Predicting the parameters of workpiece fracture during separating operations of sheet stamping will allow to correctly design technological processes related to material fracture and will allow to estimate the accuracy of obtained parts, shear quality, the impact of blunting of cutting edges of the tool and other parameters of the designed technologies.

One of the goals of my dissertation work is to develop a method of estimating the stress state at the matrix edge. Therefore, it is advisable to use the finite-element complex LS-DUNA and use the methods given in [2].

In these works, the critical strain on the limit strain diagram, when the second principal strain is equal to zero, is used as the criterion for fracture.

To determine the critical strain for steel 12X18H9T with a thickness of 0.55 is supposed to make an experiment.

The fracture criterion based on, will be as follows: the fracture of the sheet material occurs when the path of deformation in the space of principal deformations crosses the given curve. Failure is a probabilistic process, so the desired curve is taken as the lower boundary of the zone where the probability of loss of stability becomes noticeable.

Literature:

1. Popov E.A. "Fundamentals of the theory of sheet metal forming. M.: Mechanical Engineering 2014.
2. Popov O.V. Punching holes in sheet metal parts with explosives. "Forging and stamping production." No. 2, 2016, p. 53-56.

TRANSPORT**ANTICORROSIVE TREATMENT AS A MEANS OF CAR PROTECTION****Mukaddas Mamasaliev**

Senior teacher
of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent
E-mail: m_mamasaliyeva@mail.ru

Abdumurod Alimov

Student
of the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent

Otabek Abdurashidov

Student
of Webster University in Tashkent,
Uzbekistan, Tashkent

АНТИКОРРОЗИЙНАЯ ОБРАБОТКА КАК СРЕДСТВО ЗАЩИТЫ АВТОМОБИЛЯ**Мамасалиева Мукаддас Ибадуллаевна**

ст. преподаватель
Ташкентского государственного технического университета
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Алимов Абдумурод Йўлчи ўғли

студент
Ташкентского государственного технического университета
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Абдурашидов Отабек Улугбекович

студент
Университет Вебстера в Ташкенте,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

АННОТАЦИЯ

В данной статье изложены краткие основные сведения антикоррозионной обработки, для защиты металлических конструкций, в основном кузовов автомобиля, который подвергается довольно сильному износу из-за абразивного воздействия и частого контакта с водой, особенно если в ней содержатся агрессивные вещества, например, зимой из-за соли, которую используют против гололеда.

ABSTRACT

This article presents brief basic information about anti-corrosion treatment, to protect metal structures, mainly the car body, which is subjected to quite severe wear due to abrasion and frequent contact with water, especially if it contains aggressive substances, for example, in winter because of the salt used against ice.

Ключевые слова: машиностроение, абразивный износ, коррозия, антикоррозионная обработка, защитный слой.
Keywords: mechanical engineering, abrasive wear, corrosion, anti-corrosion treatment, protective layer.

Like any metal structure, the car body is subject to corrosion. All vehicles face this problem. Moisture and poor ventilation of the garage will eventually destroy the

metal and reduce the life of the car. However, there is a very effective way to combat rust. Anti-corrosion treatment The underside and wheel arches of a car, although they

do not include moving parts, are subject to quite a lot of wear due to abrasion and frequent contact with water, especially if it contains aggressive substances, for example, in winter due to salt that is used against icing. [1]

Regular anti-corrosion treatments help to solve this problem. The layer of anticorrosive coating, applied at

the factory, is effective only against mechanical impact and far from always saves from rust. And it's not surprising, because it is applied before painting, leaving all holes without proper treatment, at best closing them with protective plugs, which are removed during car assembly on the assembly line.

Figure 1. Body parts most susceptible to corrosion

So it's a good idea to check the condition of such places after buying the car, and if necessary, provide them with additional protection. How often you will need a rustproofing treatment depends on many factors.

These may include the conditions under which the car is used, the quality of the treatment agents, as well as the completeness of its previous performance.

Figure 2. The underside of a corroded vehicle

Anyway, once a year the vehicle needs a preventive inspection, which also checks the condition of the corrosion protection coating. During such inspection, all defects and damages that have appeared on it are identified and eliminated. It should be noted that the new body parts do not have a protective layer. Also it will be absent and on the welds of these parts during their installation. Without proper protection literally 3-4 years later all the new elements will fall into total disrepair and require replacement. To prolong their life, you will need corrosion protection treatment. Anticorrosive agents The range of agents to combat corrosion of car parts these days is very wide.

Of the most common, the following can be distinguished:

- Bitumen or rubber-bitumen mastics;

- masses to protect and preserve the body and underbody;
- Products for the protection of closed cavities and profiles;
- rust converters. All of these products prevent corrosion and extend the life of the metal parts of the car. Some of these products are applied directly to the metal surface, while others require a primer. Underbody protection products usually include bitumen or rubber-bitumen mastics. The protective layer formed after treatment with such means, reliably protects the metal from the formation of rust, as their composition includes substances that slow down corrosion,
- inhibitors. Thanks to bitumen base the water-repellent properties are provided. Some brands of

anti-corrosion means on the basis of bitumen may include a rubber paste, which makes the mastic more elastic.

Mastics of this type are applied to the metal surface, pre-treated with a primer.

Figure 3. Protective wheel arch

Means for protection of wheel arches In contrast to the bottom of the wheel arches are subjected to greater abrasion effects, because the solid particles receiving acceleration from the rotating wheels, with greater intensity hit the surface of the arch, than cause increased wear and corrosion of this area. And if you consider the condition and cleanliness of our roads, it becomes clear at

once that you cannot do without protection of this element of construction. In this case it is possible to install plastic undercovers. As a rule, such a solution allows you to get rid of most of the problems associated with metal wear, but this installation has its disadvantages. Firstly, plastic underlids are not universal and are made for each car model separately. Secondly, they are attached to the self-drilling screws, and this means that there will be new holes in the body, and thirdly, the installation of such elements significantly reduces the space between the wheel and the arch, resulting in tires with a higher profile may cling to the underlid while turning. All of these inconveniences can be avoided by applying liquid products to protect the arch. Popular among them is the "liquid locker. This product is a water-displacing polymer composition for anticorrosive protection. The composition is applied to the metal surface with a sprayer in 2-3 layers and demonstrates personal elasticity, noise insulation, protection against rust and wear. "Liquid locker" is not the only product that motorists can use.[2]. Wheel arches can also be treated with mastics designed to protect the underbody. Treatment of the surface with such mastics does not require the use of a sprayer and can easily be done on their own. Applying two or three coats provides good protection for the metal.

Figure 4. Examples of Hidden Cavities

The most difficult areas for anti-cavity treatment are probably the hidden cavities, of which there are a lot. These are the supports, trunk mounts and spars. Mastics, perfectly suitable for the open areas, here is absolutely no good. They simply do not have the necessary penetrating ability. These areas require a product to protect closed cavities and profiles. By consistency, they are low-viscosity, highly penetrating and water-dispersing products that contain corrosion inhibitors and rust inhibitors. Such products form a reliable water-repellent film and perfectly protect hard-to-reach and poorly ventilated parts of the body. The most suitable form of release of such agents is in aerosols. Anti-corrosion treatment by yourself When performing this kind of work, the first thing you need to do is to clean the treated surface of any contamination. So it is necessary to start with washing

the car. The next step will be drying. Wet surface will not give adhesion to the applied preparation. Also at this stage, it is desirable to degrease the surface on which the protective agent will be applied. When treating the underbody, you can use a brush, roller or spatula. Wheel arches are processed depending on the applied product: either with a sprayer or a brush. Well, hard-to-reach hidden cavities will require the use of aerosol cans. Such works should be performed at an air temperature of at least +15 ° C. [3]. Anticorrosive substances are non-toxic and harmless to humans. The service life of metallic elements of a car increases up to 12-15 years after treatment. The main thing is to conduct regular preventive inspections and timely elimination of all defects on the protective coating.

Bibliography:

1. Angal R. Corrosion and corrosion protection. Intellect Publishing House, 2013. - 344 с.
2. Batrakov V.P., Theoretical bases of corrosion and protection of metals in aggressive media, in the collection: Corrosion and protection of metals, Moscow, 1962.
3. Kozlov D.Yu. Anticorrosive protection /- Yekaterinburg: ООО "ED "Origami", 2013. - С. 343. - 440 с.

TRANSPORT, MINING AND CONSTRUCTION ENGINEERING

TRIBOTECHNICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF TI-AL-N NANOCOMPOSITE
COATINGS OBTAINED BY PLASMA ION IMPLANTATION AND DEPOSITION*Nematullo Makhmudov**Ph.D., professor,
Academy of the Armed Forces of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent
E-mail: sfozil75@mail.ru**Sherzodi Misirov**Cand. tech. Sci., Professor, Senior Lecturer
of the Academy of the Armed Forces of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent**Zafar Bakhridinov**Teacher of the
Academy of the Armed Forces of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent**Alisher Khusenov**Senior lecturer
of the Academy of the Armed Forces of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent**Otabek Gulomov**Senior lecturer
of the Academy of the Armed Forces of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent**Shukhrat Abduganiev**Senior Lecturer,
Military Institute of Information and Communication Technologies and Communications,
Uzbekistan, Tashkent*ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА
НАНОКОМПОЗИТНЫХ ПОКРЫТИЙ TI-AL-N, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ
ПЛАЗМЕННОЙ ИОННОЙ ИМПЛАНТАЦИИ И ОСАЖДЕНИЕМ*Махмудов Нематулло Ахматович**канд. физ.-мат. наук,
профессор Академии ВС Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент**Мисиров Шерзоди Чориевич**канд. техн. наук, профессор,
ст. преподаватель Академии ВС РУ,
Республика Узбекистан, г. Ташкент**Бахридинов Зафар Шарафидинович**преподаватель Академии ВС РУ,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Хусенов Алишер Багирович

*ст. преподаватель Академии ВС РУ,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Гуломов Отабек Муродуллаевич

*ст. преподаватель Академии ВС РУ,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Абдуганиев Шухрат Абдуганиевич

*ст. преподаватель,
Военный институт информационно-коммуникационных технологий и связи
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

ABSTRACT

The possibility of formation of nanocrystal Ti-Al-N coatings by plasma ion implantation and deposition is shown. Mechanical and tribotechnical characteristics of coatings compared to TiN coating are studied. Ti-Al-N nanocomposites have high hardness ($H=35$ GPa) and low wear capacity, higher wear resistance compared to TiN coating.

АННОТАЦИЯ

Показана возможность формирования нанокристаллических Ti-Al-N покрытий методом плазменной ионной имплантации и осаждением. Изучены механические и триботехнические характеристики покрытий в сравнении с покрытием TiN. Наноккомпозитные покрытия Ti-Al-N обладают высокой твердостью ($H=35$ ГПа) и низкой способностью к изнашиванию, более высокой износостойкостью по сравнению с покрытием TiN.

Keywords: nanocrystal coatings, metal plasma, HF voltage, mechanical and tribotechnical characteristics.

Ключевые слова: нанокристаллические покрытия, металлическая плазма, ВЧ-напряжение, механические и триботехнические характеристики.

Introduction

Recently, much attention has been paid to research into the physical and mechanical properties of nanomaterials obtained in the form of coatings by various deposition methods.

The most common methods in industry are chemical (CVD), physical-chemical (PCVD) and physical deposition [1-3]. Nanocrystal coatings based on nitrides and carbides produced by these methods remove new physical and mechanical properties - increased mechanical strength, high hardness, high wear resistance compared to conventional monophasic paintings. Among the refractory compounds that show high functional characteristics, nanocrystal composites of systems ($Me^I_x, Me^{2I-x}N$), obtained in the form of solid solutions of incorporation, take a special place. One element is titanium (Me^I_x), the second element is copper, aluminum, vanadium, molybdenum, niobium, silicon, etc. [4-8]. According to the referents, in order to provide high mechanical and tribotechnical characteristics of nanocrystal composites, it is necessary to create such a composition in which the surfaces of hard grains of feather metal nitride are coated with an amorphous-like damping interlayer. Volumetric support of such interlayer for different systems is determined by interatomic binding force and puts 7... 18% [9-11].

In order to test these conditions, we have chosen the most common Ti-Al-N-based compound, which has been widely used in the art to improve the cutting tools efficiency, the friction assemblies of machine parts, as well as a new method based on deposition of plasma ion implanted coatings during the application process.

The aim of this work is to study the possibilities of obtaining nanocomposite coatings (TiAl) N by ion implantation and deposition, to determine the effect of physical and technological parameters on the structure, physical and mechanical properties and tribological characteristics of the obtained coatings.

Experiment and research methodology. For production of coatings (TiAl) N we used a new technological complex of synthesis of coatings on the basis of «Bulat» type installations equipped with HF (high frequency) generator (Fig.1) [12].

Standard HF generators designed for stationary machine can be used as pulse generators, but with one condition: HF power in pulse cannot be very different from the maximum permissible power in stationary mode. In other words, increasing pulse duty cycle results in significant reduction of maximum possible average HF power invested in discharge.

1 - vacuum chamber; 2 - a vaporizable material; 3 - a plasma flow; 4 shows the power supply of the evaporator; 5 - coaxial cable; 6 shows a variable capacitance capacitor; 7 - HF generator; 8 - products.

Figure 1. Scheme of installation of synthesis of nanocrystal coatings on the basis of vacuum-arc series by ion implantation and deposition method

In order to expand the flexibility of the technological system, the simplest generator was created, which allows to obtain up to 100 kWh of power in a pulse at the average value of HF power not more than 20 kW. The pulse generator was based on the circuit of the core with the impact circuit [13]. Experimental results made it possible to develop a new technological scheme for obtaining coatings from streams of metal plasma with the use of a pulsed HF generator. Damping HF oscillations during one pulse create conditions for ion implantation into the surface of energy ions at the beginning of the pulse, and then for their deposition onto the surface at the corresponding value of decreasing voltage during the pulse. Thus, during one pulse, conditions appear both for ion implantation and for application of particles, regardless of the operating characteristics of the plant (partial pressure of the working gas, mode of operation of the plasma source, etc.). The selection of the maximum voltage amplitude at the beginning of the HF pulse is determined by the amount of energy acquired by specific ions in this electric field (potential pit) [14]. Two main technological operations - implantation and deposition, which were not performed earlier in vacuum-arc deposition plants, are combined during each pulse. This

makes it possible to select physical parameters of deposition, physical and mechanical properties of coatings depend significantly on them, as well as shortens the duration of the coating process and in general, increases the manufactures efficiency of operation of «Bulat» type plants.

The structural parameters calculated based on the broadening of (111) peak are generalized in Table 1. The crystallite size depends on deposition parameters, in particular from working gas pressure, weakly since varying in the range of 9.2–11.6 nm, taking into account possible measurement errors. However, the crystallites refine up to 9.2 nm with an increase in bilayer number to 360, which results in an increase in the crystallinity (texture) of the multilayers [9]. This statement also evidences by texture coefficient, which increases to 1.35. The measured residual stresses in the coatings are compressive and exhibit a linear increase from -3.5 to -5.3 GPa with increasing crystallite size from 9.2 to 11.6 nm. Meanwhile, the calculated lattice parameter shows values in a narrow range of 0.4323–0.4354 nm, which are consistent with the measurements in works.

Table 1.

The structural parameters of the multilayer TiZrN/TiSiN coatings calculated from XRD patterns

Sample	Texture coefficient, Tc(111)	Lattice parameter a, (nm)	Crystallite size L, (nm)	Residual stress σ (GPa)
M1	1.24	0.4331	9.9	- 4.8
M2	1.17	0.4339	10.1	- 4.2
M3	1.35	0.4323	9.2	- 3.5
M4	1.04	0.4354	11.6	- 5.3

According to our early studies of Si-containing multilayer coatings obtained by cathodic-arc evaporation, the amorphous SiNx phases can be formed in the near-surface regions at a low Si content in the alloy cathode. When the fraction of silicon in the composition of alloy cathode exceeds 3%, the formation of amorphous SiNx phases is possible throughout the volume of the coating. In order to verify this suggestion, the chemical binding state of multilayer TiZrN/TiSiN coatings was investigated by XPS. Figure 1b, c demonstrates the high-resolution XPS spectra obtained from the surface of multilayer coating M2 in N 1 s energy region. Presented N 1 s spectra are fitted into 2 components. The first component of N 1 s spectrum, presented in Fig. 1b, is composed of 2 peaks. The main peak at high energy side at 395.3 eV can be assigned to Si-Nx bonds, presumably, Si₃N₄ phase, while the peak at low energy side at 395.5 eV can be attributed to Ti-N bonds. Figure 1c presents the second component of N 1 s spectrum that also can be deconvoluted into 2 peaks. The peak at high binding energy at 397.2 eV can be attributed to Ti-N bonds, and the peak at low binding energy at 396.3 eV is assigned to Zr-N bonds. As Si fraction in TiSi alloy cathode is 5%, we can assume that XPS results are valid for the entire volume of the investigated coating. Thus, we can assert that multilayer TiZrN/TiSiN coatings are nanocomposites composed of TiZrN nanocrystallites and TiN nanocrystallites embed in an amorphous SiNx matrix. The identified structure of the coatings can be expressed by the following relation: fcc-(TiZrN/ncTiN ? a-SiNx), where nc denotes nanocomposite crystal structure, a denotes amorphous phase.

One can see that the surfaces are nonsmooth due to the defects presented by light-gray macroparticles (droplets) and dark-gray craters. We should point out

that the formation of these defects is quite typical for the coatings deposited by cathodic-arc evaporation from non-separated plasma fluxes. As stated in work, the generation and ejection of melted metal particles occur due to the irregular erosion of cathodes. Therefore, the size, density and number of the macroparticles most commonly depend upon cathode material properties (current density, melting point, etc.) and deposition conditions (working gas pressure and negative bias voltage). For our coatings, the shape of the defects is mainly spherical [10]. The size of the macroparticles ranges between 0.5 and 12.2 μm in width. The craters width changes from 1.8 to 7.3 μm . The size of the defects is independent of the deposition parameters. However, their number decreases with decreasing the working gas pressure to $1.0 \cdot 10^{-3}$ Torr. Above effect was observed previously for transition metal nitride coatings, for instance, ZrN/CrN, NbN/AlN, and TiN/SiC. The cross-sectional views of multilayer TiZrN/TiSiN coatings confirm the layer-by-layer architecture of the produced coatings and the formation of the diffusion zone at the 'coating-substrate' interface. It is obvious that the alternating TiZrN and TiSiN layers have a relatively linear organizational structure and contrast well with each other. This made it possible to measure the total and the bilayer thicknesses of the coatings (see Table 2). Obtained thicknesses correlate well with the expected ones. The EDS analysis, performed on cross sections of the multilayers, enabled to identify the chemical composition of the TiZrN and TiSiN layers of the experimental coatings. According to the obtained results, produced coatings is composed of the following elements: nitrogen, titanium, zirconium and silicon. The mean atomic concentration of the constituting elements is presented in Table 2.

Table 2.

Structural parameters of the multilayer TiZrN/TiSiN coatings estimated based on SEM-EDS analyses

Sample	Expected thickness		Measured thickness		Composition (at. %)					
	Total (μm)	Bilayer (nm)	Total (μm)	Bilayer (nm)	TiZrN layer			TiSiN layer		
					N	Ti	Zr	N	Ti	Si
M1	37,8	42	3.61	40.1	52.75	43.02	4.23	48.96	50.26	0.78
M2			3.72	40.9	49,76	45.81	4.43	52.19	47.25	0.56
M3		21	3.67	20.4	55.81	39.75	4.44	54.95	44.19	0.86
M4		84	3.96	85.9	51.42	44.16	4.42	50.68	48.50	0.82

The vaporizable material was titanium aluminum alloy (80 weight (wt) % Ti and 20 wt% Al) obtained by vacuum melting. Gas- making nitrogen was used as the reaction gas. Coatings 3... 4 μm thick were deposited on polished samples of 38X2MIOA (8x8x30 mm). Potential of shift moved on a substrate from HF of the generator which generated impulses of damped oscillations with a frequency <1 MHz, duration of each impulse of 60 of microsec, with a frequency of repetitions of 10 of kHz, average power in an impulse of 100 of kW. The magnitude of the negative auto displacement of the potential on the substrate, due to the HF diode effect, was 2... 3 kV at the beginning of the pulse (after actuation of the

discharge device) and decreased to 100 V in the pulse (before actuation of the discharge device). The elemental composition of the coatings was determined by X-ray spectral microanalysis («Camebax»). Phase composition of coatings is determined by X-ray diffractometric method (DRONE-3). Hardness was measured by NANO INDENTER 11 (MTS Systems Inc., USA) a three-sided Berkovich indenter.

Tests for wear resistance carried out according to the scheme the plane cylinder by car of friction of MI1M at a speed of sliding of 1.3 m/s, load of 100 N, within one hour, by an to dip to AMG-10 brand oil, temperature ~ 60°C. As cylinders X12M disks with a diameter of

40 mm of steel were used polished ($R_a = 0.08$ microns) (HRC 57-58). During these tests, the coefficient of friction, the volume wear of the coated shoe W_p and the weight wear of the roller W_k were measured. After the wear test, the surface relief of the coating in the direction perpendicular to the longitudinal axis of the friction track was recorded using a profilometer, and the volume wear was broken. The amount of countertel wear was

determined by weighing before and after testing on analytical scales with an error of ± 0.1 mg. The samples were loaded to a given load in a step-by-step manner, and the test duration was 2 hours. Methods of VIMS, RFES were used to study the chemical composition of friction surfaces.

We bring thank Pogrebnjak A.D for the help of data acquisition.

Reference:

1. Daniel B.S., Syrchin V.K. Magnetron sprayed systems. - 1982. - M.: Radio and communication. - 287 c.
2. Andreev A.A., Sablev V.P., Shulayev V.M., Gregory S.N. Vacuum-arc devices and coatings. - 2005. - NNC "HFTI," Kharkov. - 278 p.
3. Syrkin V.G. SVD method - chemical vapor phase deposition. - 2000. - Moscow: Science. - S. 47.
4. Beresnev V.M., Pomerniak A.D., Azarenkov N.A. et al. Structure, properties and production of solid nanocrystal coatings deposited by several methods.
5. Kergeev V.P., Fedorisheva M.V., Voronov A.V., Sergei O.V., Yanovsky V.P., Paschye S.G. Tribomechanical properties and structure of nanocomposite coatings Ti1-xAlxN. // Izv. Volume Polytechnic University. - 2006. - T. 309, № 2. - S. 149-153.
6. E.A. Levashov, D.V. Stan. Multifunctional nanostructured films. // Success of chemistry. - 2007. - T 76, № 5. - C. 501-509.
7. Veprek S., Maritz G.J., Veprek-Heijman, Karvankova P., Prochazka J. Different approaches to superhard coatings and nanocomposites. // Thin Solid Films. - 2005. - V. 476. - P. 1-29.
8. Musil J. Hruby Superhard nanocomposite Ti1-xAlxN films prepared by magnetron sputtering. // Thin Solid Films - 2000. - V. 365. - P. 104-109.
9. Spak A.P., Cheremskaya P.G., Kunitsky Yu.A., Sobol O.V. Cluster in nanostructural materials. - 2005. - K.: VD "Akademperiodika" - T.3. - 516 p.
10. Sobol O.V. Mechanism of formation of phase-structural state of condensates radiated by spraying. // FIP. - 2008. - Vol. 6, No. 3. - P 515 - 519.
11. Patscheider J. Nanocomposite Hard Coatings for Wear Protections // MRS Bull. - 2003. - V. 28(3) - P. 180-183.
12. Stalemate. 1757249 RUSSIAN FEDERATION, C14/00/C23 MCI. Device for application of coatings in vacuum: V.T. Tolok, O.M. Shvets, V.F. Lymar, V.M. Beresnev, V.I. Gritsenko, M.G. Krivonos. It is stated 11.05.90; publ. by 10.07.92.
13. Beresnev V.M., Tolok V.T., Shvets O.M., Fursova E.V., Chernyshov N.N., Malikov L.V. Micro-nanolayer coatings formed by vacuum-arc deposition method using HF-discharge. // FIP - 2006. - 4. - T. 1-2, 93-97.
14. Beresnev V.M., Shvets O.M., Belyayeva T.N. Peculiarities of high-frequency energy input into the flow of metal plasma. // FIP. - 2005. - T. 3. No. 1-2. - Page 37-39.
15. Pelleg J., Zevin L.Z., Lungu S., Croitaru N. Reactive-sputter-deposition TiN films of glass substrates. // Thin Solid Films. - 1991. - V. 197. - P. 117-128.

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE LAW OF MOVEMENT OF INTRODUCTION AND EXIT LINKS FOR LIQUID MIXING

Buri Toshov

*Candidate of physical and mathematical sciences,
Navoi State Mining Institute
Uzbekistan, Navoi
E-mail: toshov_b@mail.ru*

Sherzod Khamroev

*Assistant, Navoi State Mining Institute
Uzbekistan, Navoi
E-mail: hamroyev.sherzod@mail.ru*

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАКОНА ДВИЖЕНИЯ ВВОДНОЙ И ВЫХОДНОЙ ТЯГИ ПРИ СМЕШИВАНИИ ЖИДКОСТИ

Тошов Бури Раджабович

*канд. физ.-мат. наук,
Навоийский государственный горный институт,
Республика Узбекистан, г. Навои*

Хамроев Шерзод Гулмуротович

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

ABSTRACT

This article presents a block diagram of a mechanism for a liquid mixing device "Hinged coupling" and its model, showing the serviceability of the mechanism, the ability of its links to move, the law of motion of its input and output links was determined experimentally. The regression expression with the correlation coefficient $\text{corr} = 0.99$, which represents the found laws of motion, and the angular velocity of the input and output links, the ratio of the motion transmission were calculated using the Mathcad program.

АННОТАЦИЯ

В данной статье представлена блок-схема механизма перемешивания жидкости «Шарнирная муфта» и его модель, показывающая исправность механизма, способность его звеньев двигаться, экспериментально определен закон движения его входных и выходных звеньев. . Выражение регрессии с коэффициентом корреляции $\text{corr} = 0.99$, представляющим найденные законы движения, и угловой скоростью входного и выходного звеньев, соотношением передачи движения были рассчитаны с помощью программы Mathcad.

Keywords: hinged coupling, structure diagram, mechanism model, input and output links, law of motion, regression, angular velocity, motion transmission ratio.

Ключевые слова: шарнирная муфта, структурная схема, модель механизма, входные и выходные звенья, закон движения, регрессия, угловая скорость, коэффициент передачи движения.

Mixing accelerates the processes associated with heat and mass transfer. One of the most effective methods of intensification (acceleration, intensification) of technological processes in various fields of production, used in the practice of modern technologies, mixing in liquid and common processes (heating and cooling, melting, crystallization, extraction, absorption, electrolysis, chemical heterogeneous reactions) is one. It is also used in the production of food and medicinal products,

in the preparation of medicines of the required composition used in agriculture, in the preparation of fodder, in various processes related to the purification of various products and water in the field of chemistry and microbiology, in metallurgy in the processing of rocks for the extraction of precious metals from mining, in the manufacture of modern non-metallic materials to replace steel and castings, in the production of substances used in the

defense industry, in steels obtained in continuous casting machines, the mixing process is applied in cast steel and others to prevent defects in the nature of crystallization, compression and separation.

At the 15th European Mixing Conference on Mixing in St. Petersburg in 2015, it was noted that over the last 20 years, process experiments and computational methods have undergone tremendous changes. During this period, computational hydromechanics, one of the quantitative methods of visual determination in the study of the flow structure in devices that mix energy with a liquid, emerged as the main tool of modern research. In 2018, 97 articles and monographs on the theory and practice of mixing were reviewed and commented by V.M Barabash, R.M Abiyev and N.N Kulov. It states that various methods of mixing (mechanical, pneumatic, structuring, vibrating, magnetic, etc.) were used to intensify the process [1]. The analysis shows that the most common of these methods is mechanical agitation, which is carried out using a rotating torch in the working area (fluid) of the main process apparatus, and its design is relatively simple (motor-reducer-electric motor, base, cuff, shaft and torch), energy and it differs from other methods by its cost-effectiveness, ease of use and maintenance, and accounts for 95% of those available in terms of application.

To date, the mixing devices used in production do not always fully meet the technological parameters required by industrial enterprises. The reasons for this are:

1. The complexity of the mixing process;
2. Difficulty of physical analysis of the mechanism of formation of processes and events in the working area of the mixing device;
3. Lack of reliable measurement techniques to determine movement parameters in the process

This leads to large errors in the design and manufacture of mixing devices used in industry. Typically, most of the available mixers operate in a stationary mode [2] i.e. the working joint of the mechanism consists of a blade that rotates at a constant angular velocity. The blade in turn affects the medium (liquid + solid particle) to be mixed by rotating.

As a result of this effect, the liquid moves, the intensity of mixing is high around the working joint of the mixer and decreases as it moves away from it, but there are areas of the container where the liquid velocity is too small or zero, otherwise the mixing process does not take place. The degree of homogeneity of the prepared mixture is lost, the preparation time of the mixture at the desired concentration is prolonged, a lot of energy is expended. In addition, the speed of the mixing medium is the same as the speed of the working joint after a certain time, the relative motion between them disappears, resulting in the fluid moving in a rhythmic manner, separating the particles that make up the mixture (as in the case of a driver on a long road) sedimentation is observed.

The above is one of the main problems of the mixing process today. If a variable rotational motion is applied to the mixer, the mixing process is accelerated, the particles are in turbulent motion, accelerating or slowing

down relative to the motion of the liquid in an instant. To put it more simply, if the fluid to be mixed has a changing kinematic parameter, i.e. a complex motion, the problems will start to solve on their own. This process can be done in different ways. In recent times, to intensify the mixing process, working bodies and mixing vessels have begun to use devices that generate complex, variable angular velocity, uneven complex movements [2]. To create such a movement, it was first used in production by scientists at Kazan State Agrarian University as a result of research on the Bennett space mechanism model or devices based on it [3].

However, the constructions of the existing mechanisms have a complex structure and are driven by several drives, which have spherical hinges, so their service life is short. Furthermore, due to the lack of research on the mixing process, the spatial groups of the created devices have not been studied and the theory of mixer creation has not been developed due to the lack of a classification theory. One of the difficulties of using space mechanisms as mixers is the complexity of modeling them, applying them to production. As an example, 250 years ago, the Egyptian scientist Philo, in his book *Mechanics*, theoretically developed a spherical spatial four-joint mechanism in which the axes of the rotating hinges intersect at one point. After 1800, the Italian mathematician, philosopher and physician Giorolama Cardano created this mechanism and used it to set up marine compasses (applied to the manufacture of the mechanism he created today). Today, this spherical hinged mechanism is successfully used as an extension in the design of all cars. As another example, a four-joint spatial mechanism in which the rotating hinge is only cylindrical, the axes do not intersect, and are not parallel was theoretically developed in 1903 by the English mathematician Bennett, but he himself did not believe it would work because he could not create a model. This article has interested many foreign and local scientists, as similar five- and six-link spatial mechanisms have been developed in terms of geometry, but no model has been created. Only after 75 years, professors of the Kazan school B.V Shitikov and P.G Mudrov were able to create a model and production model of this spatial mechanism [2, 3]. This suggests that the application of spatial mechanisms to production is much more complex.

Our goal is for the mechanism to be created to act on the fluid in the horizontal and parallel planes, as well as in the vertical planes, just like the existing mechanical meshes. One of the ways to achieve our goal is the mechanism called "Hinged Coupling" [4], which we propose. The structural scheme of the mechanism is shown in Figure 1.a.

The device consists of a leading and a follower half-clutch, which are connected to each other by telescopic rods in the form of piston-cylinders, the axes of which intersect. Each half coupling consists of a fork and hook connected in the form of a hinge, and each connecting rod is connected in the form of a hinge with a hook of the first half coupling with one end and a hook of the other half coupling with the other end. Holes 10 are drilled in the outer parts of the connecting rods.

a)

б)

1, 2 - leading and following half couplings; 3-fork; 4 rings; 5, 6 - outer and inner (cylinder and piston) parts of the telescopic connecting rod; 7, 8 - cylindrical hinges, 9 hinge axis, 10 - holes drilled in the cylinder, 11 - mesh blades, 12 - cylindrical vessel filled with liquid to be mixed.

Figure 1. Block diagram (a) and model (b) of the hinged coupling

The telescopic connecting rod, consisting of 5 outer and 6 inner parts, acts like a piston-cylinder and transmits rotational motion from the leading half-clutch to the following half-clutch. The leading half-clutch has a l -length radial displacement (excess) relative to the driven half-clutch. The plug 3 and the ring 4 are connected to each other, the axis of which is connected by a hinge 9 perpendicular to the axis of rotation of the fork. The outer 5 and inner 6 parts of the telescopic connecting rod correspond to the ring 4, the axes are parallel to each other and the fork 3 and the hinge 9 are mounted perpendicular to the axis. A hole 10 is installed near the corresponding hinges of the telescopic connecting rod path (cylinder) 5 which are connected to the ring. This hinged coupling is mounted in a cylindrical vessel filled with the liquid to be mixed. During the operation of the coupling, there is a rotational motion in the leading half-clutch, the outer 5 and inner 6 parts are transmitted to the driven half-clutch 2 by means of two telescopic rods whose axes intersect at an angle to each other. The driven half-clutch rotates the liquids in the horizontal and parallel planes, mixing them in these planes. The telescopic connecting rod, on the other hand, moves back and forth along the outer 5 parts involved in the complex motion in the form of a cylinder, sucking and blowing the liquid through the hole 10 and mixing it in a vertical plane. As a result, the liquid mixes in both horizontal and vertical planes. This causes the liquid to be mixed to be sediment-free and a mixture of the same concentration to be formed. This mechanism, unlike other mechanisms, has two output links that move the fluid, the first of which is a driven half-clutch, and the

second is an internal joint capable of absorbing and blowing liquid - a telescopic connecting rod and its path.

An analysis of the scientific and educational literature on machines and mechanisms has shown that many literatures and monographs are devoted to the single-motion mechanisms that are external to the input joint and the generalized force that drives it. Modern machine building is set to create a multifunctional machine that provides high reliability, accuracy and productivity. In mechanisms where the inlet steam is internal, the generated force is applied to its moving joint and naturally significantly increases the parameters required by the machine. These mechanisms are now used in hoisting and hauling, digging-driving, drilling, piling, road transport and construction machinery, as well as industrial robots and medicine [5].

A mechanism called the proposed hinged coupling [4] is spatial, and a model of it has been created to study its kinematics, to know how efficiently it works (Figure 1.b). When studying the structure and kinematics of spatial mechanisms [6], it was shown that the equation found for the angular velocity and angular acceleration of a connecting rod is universal and can be applied to a connecting rod of different structural parameters for the primary mechanism. Visual examination of the newly created mechanism or its strength, mobility, mobility and kinematics of the joints that make it up are often studied in the model of the mechanism [8, 9, 10]. Kinematic analysis of the mechanism, its input and output half-couplings, determination of the laws of motion of the telescopic connecting rod, is part of a set of parameters that indicate what it is capable of. There are many ways to determine these parameters, the most common being

graphical, graph analytic, analytical, and experimental methods. The first three methods use a kinematic scheme of the mechanism. We used an experimental research method. From a methodological point of view, the experiment ensures the transition of research from slow activity to active activity. Experiments can be natural or artificial. Natural experiments are conducted to study social phenomena in production, life, and so on. Artificial experiments are widely used in engineering and other sciences. Depending on the nature of the object or process model under study, the selection and conduct of experiments, they are divided into laboratory and production type. Laboratory experiments are carried out on special modeling devices and stands using standard instruments and appropriate apparatus. In the experiment, it is possible to change the conditions of study of the object, to perform it in its pure form, to return it, and to study it in simplified, scaled-down models.

With the above in mind, a model of the mechanism shown in Figure 1.b was created and experimented with. In the mechanism, the radial displacement (excess) between the axes of the leading and driven semi-couplings is prepared by varying the length ($(0 < l \leq 80 \text{ мм})$). This means that as the distance l between the axes of the couplings increases, the path of the telescopic connecting rod also increases. As a result, there is a difference between the angular velocities of the input and output joints. Knowing which law this difference varies with is also one of the indicators that determine the ability of a mechanism.

The number of revolutions of the motor connected to the inlet clutch is $n = 14 \text{ rpm}$. The half-couplings, which are the inlet and outlet joints, rotate in a horizontal plane. To measure their laws of motion, the degree to which the outlet joint is rotated in degrees and the distance traveled by the telescopic connecting rod when the inlet joint is rotated at an angle of about 10° we measured mm. Measurements were repeated 3 times. To do this, we fastened 360° conveyors with an accuracy of 1° to the walls where the axes of the inlet and outlet joints are mounted. The results were recorded in a notebook. Knowing the time taken for the input joint to rotate once, we calculated the angle of rotation of the joints by relating them to time. During the experiment, the radial displacement (extrusion) between the leading half-coupling and the leading half-coupling axes was maintained at $l = 20 \text{ mm}$ in length. The time variation of the angle of rotation of the input and output joints is shown in Figures

2 and 3, where φ_1 and φ_2 are the angles of rotation of the input and output joints, respectively, in degrees; t is the time taken for the joints to turn at an angle, sec. This article presents the results of experiments on input and output joints.

Graphical representation of the results of the experiment, the definition of its mathematical expression allows to better understand the physical nature of the process under study. This requires mathematical calculations. Today, modern computer mathematics, computer technology has become an integral part of all industries and professions, that is, has provided a whole package of integrated software systems [11, 12, 13] for the automation of mathematical calculations. Among these systems, Mathcad [11, 12] is a simple, sufficiently elaborated and verified system of mathematical calculations. It includes the experiences, rules, and methods of mathematical calculation accumulated as a result of the development of mathematics over many years. We therefore used the Mathcad package to graphically represent the experimental results and to determine the algebraic expression of the functional dependence of the input and output joints on time.

The Mathcad package is a software tool for performing engineering calculations, which allows you to solve algebraic and differential equations with variable and invariant parameters, analyze functions, search for their extremums, build tables and graphs to analyze the solutions found. Simultaneously with the appearance of a discrete variable in Mathcad, it was possible to find the values of functions for the values of the variable and build tables and graphs without using programming operators based on the results obtained. Discrete variables are loop operators. Such variables can take sequential numbers that increase or decrease with a certain step. The results of the experiment (arrays) consist of one or more discrete variables and their function. In Mathcad, we enter the column and row numbers from the Matrix panel dialog box used to create the array, take the array template, and fill each space in it with discrete values of the experimental results. It takes the form of a matrix in the form of a row. Now, to display them graphically, press the x-y Plot button on the Graph panel in the package and name the time t on the abscissa axis of the two-dimensional graphic template and the angle of rotation of the input and output joints $\varphi_1 = \varphi_1(t)$ and $\varphi_2 = \varphi_2(t)$ on the ordinate axis names are placed. As a result, these connections are graphically represented in Figures 2 and 3 by colored circles and triangles, respectively.

Figure 2. The law of change of the angle of rotation of the inlet joint with time when the excess in the liquid mixer is $l = 20$ mm. Where: $\varphi_1(t)$ – is the experimental result; $Y1(x)$, $Y2(x)$ are regression lines approximating the experimental data; ω_1 is the angular velocity of this joint

As can be seen from Figures 2 and 3, the angle of rotation of the inlet and outlet joints increases in a straight line during one cycle. Typically, the purpose of conducting various experiments is to describe the experimental data in the form of a function, so that the arrays derived from it can be used in subsequent calculations. If the line we choose passes through all the experimental

points, interpolation, if not, then the function that connects the experimental intermediate points is called regression. The meaning of regression is to determine the appearance of a function that approximates experimental data and to find the coefficients of this or that analytical relationship selected. The Mathcad program has two types of functions, several of which are set when selecting a regression function.

Figure 3. The law of change of the angle of rotation of the outlet joint with time when the excess in the liquid mixer $l = 20$ mm. Where: $\varphi_2(t)$ – experimental results; $Y3(x)$ - regression lines approximating experimental data; ω_2 – is the angular velocity of this joint

From the representation of the experimental data in the graph, we selected their regression in the form of a function $Y(x)=C_0+C_1x$ given that the law of motion of the input and output joints of the mechanism is close to a straight line. $Y1(x)$ for the law of motion of the input joint using the line (x, y) and $medfit(x, y)$ formulas of the straight line $Y(x)=C_0+C_1x$ which minimizes the sum

of the square error, which does not require the initial approximation of the experimental data. The calculation of the coefficients C_0 and C_1 of the regression functions $Y2(x)$ and for the output link $Y3(x)$ in Mathcad is shown in Figure 4. Figure 4 also shows the correlation coefficients $corr$ to estimate the relationship between the set of experimental data and the values of the function that approximates them.

$$\begin{aligned}
 medfit\ a + b \cdot x \quad C &:= medfit(t, \varphi_1(t)) \quad C = \begin{pmatrix} 0 \\ 71.942 \end{pmatrix} \quad Y1(x) := C_0 + C_1 \cdot x \\
 corr(\varphi_1(t), Y1(x)) &= 0.998 \quad \omega_1(x) := \frac{d}{dx} Y1(x) \\
 line\ a + b \cdot x \quad C &:= line(t, \varphi_1(t)) \quad C = \begin{pmatrix} -0.042 \\ 71.954 \end{pmatrix} \quad Y2(x) := C_0 + C_1 \cdot x \\
 corr(\varphi_1(t), Y2(x)) &= 0.99758281 \\
 medfit\ a + b \cdot x \quad C &:= medfit(t, \varphi_2(t)) \quad C = \begin{pmatrix} -7.28 \\ 72.769 \end{pmatrix} \quad Y3(x) := C_0 + C_1 \cdot x \\
 corr(\varphi_2(t), Y3(x)) &= 0.99802357 \quad \omega_2(x) := \frac{d}{dx} Y3(x) \\
 line\ a + b \cdot x \quad C &:= line(t, \varphi_2(t)) \quad C = \begin{pmatrix} -5.614 \\ 72.282 \end{pmatrix} \quad Y4(x) := C_0 + C_1 \cdot x \\
 corr(Y4(x), \varphi_2(t)) &= 0.99802357
 \end{aligned}$$

Figure 4. Calculation of regression functions and correlation coefficients approximating experimental results in Mathcad

The regression lines approximating the experimental results from Figure 4 are calculated by the expression $Y1(x) = 71.972x$, $Y2(x) = -0.042 + 71.954x$, which is shown in Figure 3. As can be seen from the graph, the experimental results and the regression lines overlapped. This is confirmed by the fact that the high correlation value ($corr = 0.99$) calculated in Figure 4 is very well represented by the straight-line equation in which the experimental data are selected and the coefficients are determined. So, using the regression functions, we would not make a big mistake if we wrote the laws of motion of the hinge coupling as input φ_1 and output φ_2 as follows:

$$\varphi_1 = 71,94 \cdot t; \quad \varphi_2 = -7,28 + 72,77 \cdot t.$$

By differentiating these laws once, we obtain their angular velocities.

$$\omega_1 = \frac{d}{dt} \varphi_1 = 71,94; \quad \omega_2 = \frac{d}{dt} \varphi_2 = 72,77.$$

The number of transmission ratios of the hinged coupling. This size is one of the main characteristics of the mechanism. If the generalized coordinate φ which determines the desired position of the joints of the mechanism, is known, the function $i(\varphi)$ represents the interconnection of its input and output joints [14, 15]. In the design of the mechanism, it is known what the movement parameters of the output joint are. The motion parameters of the input link of the designed mechanism are determined by the transmission ratio.

Thus, based on the structural scheme of the "Hinged Coupling" designed for mixing liquids, its model was developed and its ability to move was confirmed. This mechanism, unlike other mechanisms, has one input and two output links. In order to apply it in production, the kinematics and dynamics of the model must be studied and design work must be done. This article examines the kinematics of the first of the input and output links of a model whose excess is constant. The next study will be devoted to the study of the law of motion of the second output link and to determine what changes these laws achieve as a result of the effect of the excess and their dynamics.

References:

1. Barabash V.M., Abiev R.Sh., Kulov N.N. Review of works on the theory and practice of mixing // Theoretical foundations of chemical technology. 2018. Vol. 52. No. 4. P. 367-383.
2. Mudrov A.G. Designs and model of mixing in apparatus with a stirrer // Izvestiya KGASU. 2018. No. 1 (43). S. 226-233.
3. Mudrov A.G., Mardanov R.Sh. Review of research on spatial mechanisms with rotary hinges // Theory of mechanisms and machines. 2015. Volume 13. No. 2 (26). S. 62-75.
4. Patent № US FAP 00861. Hinged coupling // Toshov B.R., Kushimov F., Toshov J.B., Eshboeva Z.N. 2013 y. Byul. Published in № 12.

5. Semenov Yu.A. Application of machines and mechanisms with internal inputs // Theory of mechanisms and machines. 2003. No. 1. S. 30-49.
6. Yarullin M.G., Mingazov M.R. Structural synthesis of a two-movable spatial 5R mechanism and elements of tracking control // Bulletin of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2014. Vol. 16. No. 6. P. 214-220.
7. Yarullin M.G., Mingazov M.R. Kinematics of characteristic points of the working links of the spatial 4R-mechanism as an activator of mixing processes // Bulletin of ISTU. 2014. No. 3 (63). S. 34-38.
8. Evgrafov A.N., Petrov G.N. Geometry and kinematics of the turbulent mixer mechanism // Modern mechanical engineering. Science and education. 2013. S. 701-708.
9. Mudrov A.G. Investigation of spatial mechanisms with a special structure // Bulletin of Kazan State Agrarian University. 2019. No. 2 (53). S. 111-116.
10. Semenov Yu.A., Semenova M.S. Features of the kinematic analysis of mechanisms with internal inputs // Theory of mechanisms and machines. 2004. Volume 2. No. 2. S. 30-39.
11. Makarov E. Engineering calculations in Mathcad 15: Training course. - SPb.: Peter. 2011. -- 400 p.
12. Matsyuk I.N., Tretyakov V.M., Shlyakhov E.M. Analytical kinematics of flat lever mechanisms of high classes using Mathcad // Theory of mechanisms and machines. 2012. Volume 10. No. 1. P. 65-70.
13. Ioffe M.L. On the choice of the parameters of the Bennett mechanism and its modeling in MATLAB // Bulletin of higher educational institutions. Mechanical engineering. 2016. No. 2 (671). S. 11-19.
14. Toshov B.R., Khamroev Sh.G. Stirring of liquids with a changing diameter of a mechanical stirrer // Collection of scientific works of BNTU. Minsk. 2019. Vol. 2. S. 197-203.
15. Toshov B.R., Khamzaev A.A., Khamroev Sh.G. Kinematics of the hinge coupling used in a mechanical mixer // Young Scientist. 2017. No. 1 (135). S. 89-95.

TECHNOLOGY, MACHINERY AND EQUIPMENT FOR LOGGING, FORESTRY, WOOD PROCESSING AND CHEMICAL PROCESSING OF WOOD BIOMASS

TRANSVERSE FURROW MAKING DEVICE BETWEEN COTTON ROWS

Shuhrat Ostonov

*Basic doctoral student
of the Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers Bukhara branch,
Uzbekistan, Bukhara*

Dilshod Najimov

*Student
of Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers Bukhara branch,
Uzbekistan, Bukhara*

Shavkat Safarov

*Student
of Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers Bukhara branch,
Uzbekistan, Bukhara*

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОПЕРЕЧНОЙ ПЕНЫ МЕЖДУ ХЛОПКОВЫМИ РЯДАМИ

Остонов Шухрат Саидович

*докторант
Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства
Бухарский филиал,
Республика Узбекистан, г. Бухара*

Наджимов Дильшод

*студент
Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства
Бухарский филиал
Республика Узбекистан, г. Бухара*

Сафаров Шавкат

*студент
Ташкентского института инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства
Бухарский филиал,
Республика Узбекистан, г. Бухара*

ABSTRACT

The article provides information on scientific research on the development of a device for the formation of transverse furrows between rows of cotton in the Bukhara region and its introduction into agricultural production. There is information on the creation of a transverse furrow making device equipped with working bodies that compact the soil between the unit and the cotton row.

АННОТАЦИЯ

В статье представлены сведения о научных исследованиях по разработке устройства для формирования поперечных борозд между рядами хлопчатника в Бухарской области и внедрении его в сельскохозяйственное производство. Имеются сведения о создании устройства для создания поперечных борозд с рабочими органами, уплотняющими почву между агрегатом и хлопковым рядом.

Keywords: irrigated farming, transverse furrow, device, mineral fertilizer, mulching, soil compaction, frame, hydraulic cylinder, hanging mechanism.

Ключевые слова: орошаемое земледелие, поперечная борозда, устройство, минеральные удобрения, мульчирование, уплотнение почвы, рама, гидроцилиндр, подвесной механизм.

The Government of the Republic of Uzbekistan has adopted a number of decrees on the rational use of water resources, land reclamation, preparation of irrigated lands for planting and sowing of agricultural crops. Irrigated agriculture is characterized by high yields of cotton. Depending on the relief of the crop area and the unevenness of the field, the cotton field requires irrigation in small areas using longitudinal and

transverse furrows. As soon as we feed the cotton with mineral fertilizers, that is, in the second and third decade of May, the cotton fields are ready for irrigation. To prepare the field for irrigation, the cotton is deeply processed before watering, irrigation ditches are taken for water flow, and longitudinal and transverse furrows are formed in the field.

Figure 1. View of the field irrigated by removing the longitudinal (1) and transverse (2) furrows

The technological process of furrow irrigation of cotton fields in 2016 was not taken into account in the standard technological maps developed by the Agricultural Research and Production Center and the Uzbek Research Institute of Agricultural Economics for 2016-2020, but in some second and third climatic zones without this technological process there is no possibility of irrigation.

Therefore, this technological process is reflected in the standard and working technological maps, developed by the regional scientific centers and branches of research institutes, regional agricultural departments, approved by scientific and practical councils and introduced into production.

The recommendations of the Bukhara branch of the Uzbek Cotton Research Institute on agro-techniques for growing Bukhara-6, Bukhara-8 and Bukhara-102 medium-fiber cotton varieties for farms indicate the importance of soils in the process of irrigating cotton and its requirements.

It states that the following differences are observed in non-furrowed fields compared to furrowed ones:

1. Yields are 15-30% lower depending on the terrain and plains
2. Water consumption is 20-30% higher
3. The formation of saline particles in the unevenness of the field
4. Difficulty in controlling the direction of water in the field
5. Increase the duration of irrigation by 1.5-2 days.

There are several advantages to irrigating cotton by dividing it into pieces with furrowing:

1. Full and even irrigation of the area is provided
2. Water wastage is reduced
3. It will be convenient to control the water in the field
4. Sequential watering of shears ensures fast and high-quality execution of the technological process

In view of the above, it is necessary to pay special attention to ensuring the quantity and quality of transverse and longitudinal furrowing in irrigated fields of the third and some secondary areas. Mechanization is also a key task in the formation of longitudinal and transverse furrows before the first irrigation, and the demolition of transverse furrows in order to work between rows after irrigation. Till nowadays, these processes are carried out with full manual force. As a result, agro-technical processes are not carried out in a timely manner, leading to increased labor costs and economic costs.

As a solution to the problem, scientists of the Bukhara branch of TIAME developed a device for forming a transverse furrow. Information substantiating the novelty of this technical solution was sent to the Intellectual Property Agency of the Republic of Uzbekistan. In order to increase work efficiency and reduce fuel consumption, it is possible to open irrigation ditches with simultaneous irrigators and create a transverse furrow in the designated area.

Frame 1, hanging equipment 2, furrow makers 3, hoisting hydraulic cylinders 4, movable beam 5, earth-moving bucket working equipment 6.

Figure 2. Transverse furrow forming device

The device is mounted on a suspension on mowing tractors such as TTZ-80, T-28X4, MTZ-80. With the start of the tractor, irrigation ditches are created between the rows of cotton with the help of furrow makers mounted on the frame. As soon as irrigator or agronomist-specialist goes to the designated place of the field, the tractor-operator starts the cylinders through the distributor. As a result, the bucket-shaped working equipment, which is attached to the moving beam, is lowered to the ground under the influence of the cylinders and compacts the soil until it rises. As it reaches the set point, the working equipment is raised and the soil is compacted to form a transverse furrow in five rows. In the next transitions,

this process is repeated, forming a side-by-side transverse furrow. It should be noted that attention and experience are required from the tractor operator, as the transverse furrow, which is formed, should not exceed 5-10 cm from the specified line. In the places marked in series along the length of the field, the working equipment is lowered and a transverse furrow is formed. For example, a 200-meter-long cotton field has to create about three to five transverse furrows, taking into account the terrain. As a result of mechanization of the process, it is possible to halve labor costs and reduce direct costs by 20%.

References:

1. Жўраев А.А. Ғўза қатор ораларида бўйлама пол ҳосил қилиш технологик жараенига қўйиладиган асосий талаблар. АГРО ИЛМ.3(66).2020 йил, 32 бет.
2. Бухоро вилоятида 2020 йил учун пахта етиштириш бўйича намунавий технологик харита. Бухоро 2019 й.20 бет.
3. Остонов Ш.С ва бошқалар. Фермерлар меҳнатини осонлаштириш йўлида. "Ўзбекистон қишлоқ ва сув хўжалиги" журнали №4 2020 й.

CHEMICAL ENGINEERING**SEPARATION AND RECOVERY OF ABS FROM BLENDED
WITH HIGH IMPACT POLYSTYRENE (HIPS)*****Ikhtiyor Ozodov***

*Tashkent Institute of chemical technology
Master degree
Uzbekistan, Tashkent
E-mail: ulugbek-tr@mail.ru*

Ulugbek Togayev

*Research Scientist, National University of Uzbekistan,
Department "Organic Synthesis and Applied Chemistry"
Uzbekistan, Tashkent*

A`zamkho`ja Anvarov

*JV "Techno Continental"
Engineer of testing polymer laboratory
Uzbekistan, Tashkent*

Mukhriddin Ergashaliyev

*JV "Techno Continental"
Engineer of testing polymer laboratory
Uzbekistan, Tashkent*

**ОТДЕЛЕНИЕ И ВОССТАНОВЛЕНИЕ АБС ОТ СМЕШАННЫМ
С УДАРОПРОЧНЫМ ПОЛИСТИРОЛОМ (HIPS)*****Озодов Ихтиёр***

*магистр,
Ташкентский химика – технологический институт
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Тогаев Улугбек

*научный сотрудник Национальный Университет Узбекистана,
кафедра «Органический синтез и прикладной химии»,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Анваров Аъзамходжа

*Инженер испытательной лаборатории полимеров,
СП ООО "Techno Continental"
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Эргашалиев Мухриддин

*Инженер испытательной лаборатории полимеров
СП ООО "Techno Continental"
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

ABSTRACT

This article illustrates the effort by our laboratory to develop a froth flotation process for separating and recovering plastics from blended plastics ABS and HIPS. A process for recovering and separating ABS from HIPS was developed. The resulting ABS product was analyzed and its physical and mechanical properties were established. Its properties resembled those of virgin ABS extrusion grade that is commercially sold today and widely used by manufacturing cabinet

of fridge. Injection-molding tests were also conducted by molding machine Haitian 1600. Molded part showed that the recovered ABS met the specification for this application. These results confirmed that the recovered ABS can be used as a substitute for virgin plastic materials for molding parts for other durable goods.

АННОТАЦИЯ

Эта статья иллюстрирует усилия нашей лаборатории по разработке процесса пенной флотации для отделения и извлечения пластмасс из смешанных пластмасс ABS и HIPS. Был разработан процесс восстановления и отделения ABS от HIPS. Полученный продукт из АБС был проанализирован и установлены его физико-механические свойства. Его свойства напоминали свойства первичного экструдированного АБС-пластика, который сегодня продается в коммерческих целях и широко используется при производстве холодильных шкафов. Тесты литья под давлением также проводились на формовочной машине Haitian 1600. Формованная деталь показала, что восстановленный АБС соответствует спецификации для данного применения. Эти результаты подтвердили, что регенерированный АБС-пластик можно использовать в качестве заменителя первичного пластика для формования деталей для других товаров длительного пользования.

Keywords: ABS- Acrylonitrile-butadiene-styrene, HIPS- High impact polystyrene

Ключевые слова: ABS - Акрилонитрил-бутадиен-стирол, HIPS - ударопрочный полистирол

Introduction

Plastics have become an integral part of our lives. Plastics are an excellent and very useful material and they are functional, hygienic, light, and economical. Using a key polymer processing system, plastics produce diverse products used in packaging, automotive and industrial applications, and also extensively used in medical delivery systems, artificial implants and other healthcare applications, water desalination, and removal of bacteria, etc.

Until the 1930s and in early 1940s, thermoplastics were not common material. Ever since the first industrial scale production of plastics (synthetic polymers) took place in the 1940s, the production and consumption has increased considerably. Although plastic materials are relatively new, they have become basic and indispensable in our life with different shapes, sizes, and applications that can be seen daily at home, office, and even on the street. (1) Constant advances in high-tech products lead to an increment in electrical and electronic devices consumption, meaning that most of the replaced equipment are turned into scrap (2). The stream of waste from electrical and electronic equipment contains several valuable and recyclable materials like gold, silver, platinum, palladium, plastics and silica (3; 4). While plastics are neither the main nor the most abundant, they occupy a lot of space in landfills because of their high volume due to low density and parts shape (5; 6). Plastic from electronic equipment represents approximately 18 wt% of this waste stream consisting mainly of thermoplastics that can be recycled by reprocessing (7). For their recycling, they are generally chopped, washed and sorted by type involving relatively high costs (8). Plastic resins from waste electronic equipment are similar which makes it very difficult to separate them by type using automatic sorting methods. There are several specific automatic techniques but their precision highly depends on plastic stream composition (9). Near infrared spectroscopy (NIR) is the best known automatic method for plastic separation by type. However, its use for plastic WEEE classification is not optimum because these materials usually are dark colored making it difficult to classify by NIR. Also, the major amount of plastic

WEEE contains styrenic resins with very similar molecular structures (like ABS and HIPS) and consequently, they are not well differentiated by NIR (Arends et al., 2015; Maris et al., 2015; WRAP, 2009). Also, the last problem strongly affects sorting by other techniques like density separation and impact milling (WRAP, 2009; Tall, 2000). The separation of different plastics or groups of plastic types based upon their different densities is probably the most cost-effective, high-capacity process in automated industrial separations for recycling plastic waste. Such separations are comparatively simple, easily automated and flexible in operation. On the basis of weight of material treated industrially, it is globally the most widely used materials separation process. In a few instances density separation is a well-established method for producing finished plastic separations in situations in which there is a definite difference in density of the product in comparison with all other materials present. Such separations are based on a float/sink process in which particles of different densities are placed within a medium of intermediate density. Lower density particles float whereas those of higher density sink at rates corresponding to their relative buoyancy in the medium under the force of gravity. However, materials that have similar densities, such as ABS acrylonitrile butadiene styrene, HIPS, difficult to separate in high purities by this simple and in expensive technique.

ABS and HIPS most dominated regarding to using them in production of refrigerators sheets, if they contaminated each other would sever degrade of their properties, specifically their tensile and impact strength because the two plastics are not compatible. Present article is providing an improved method process for separation of acrylonitrile butadiene (ABS) and high impact polystyrene (HIPS) plastics from each other. The aim of the this work is to separate blended ABS with HIPS by using salt mixture, in order to do that density of both plastics have been identified. According to that density of the ABS is 1,067 and HIPS-1.053. We have prepared medium density around 1.055 by adding salt to the distilled water and by floatation of HIPS. ABS resin was separated from HIPS and compared with virgin pellets. Different kind of testing have accomplished in order to check quality and meeting requirements.

Experimental

Flexural and tensile tests were performed at room temperature in the universal Testing Machine QMESYS QM100TM .test conditions and specimen were determined according to ASTM D – 638 and 790 standard for plastic. Flexural conditions were: rate of crosshead motion of 15 mm /min support span of 100 mm, specimens

127*2.7*6.4, were injected from Haitian injection machine. Tensile test condition were: speed of motion 50 mm/min, specimens have been prepared under ASTM D638 Type I with injection machine Haitian. Density of liquids has tested by densimeter. Color difference have been tested with Spectrophotometer BYK I (Germany).

Results

Table 1.

Mechanical parameters between raw material and testing samples

Name of values	Condition of the testing	Testing material	Means of value					
			Actual values					
			1	2	3	4	5	Среднее
Tensile strength	50 mm/min 500kgf/cm ²	Virgin raw material	426.9	417.8	422.2	420.3	418.6	421.2
		test	426.0	418.9	415.3	422.8	424.4	421.5
Modulus Tensile strength	kgf/cm ²	Virgin raw material	10710.77	9511.16	8739.99	8311.56	7511.82	8957.06
		test	7351.59	7321.95	7677.67	6729.08	6136.21	7043.30
Strain	%	Virgin raw material	16.29	6.20	19.13	17.91	8.03	1351
		test	17.43	10.83	14.13	11.87	16.71	14.23
Flexural strength	15 mm/min 500kgf/cm ²	Virgin raw material	654.28	655.7	657.1	654.2	652.8	654.8
		test	643.26	628.9	641.8	648.9	636.1	639.8
Modulus Flexural strength	15 mm/min 500kgf/cm ²	Virgin raw material	23959.8	23602.2	23244.6	24317.4	23602.2	23745.2
		test	22960.3	22242.7	22601.5	22960.2	22242.7	22601.5

Table 2.

Specimens have been tested for colors differences with other raw material as well as virgin material ABS RS 670

Test results have shown table below:

№	Reference as color matching chip	Tested material	ΔL	Δa	Δb	ΔC	Δh	ΔE
1	ABS 50C (IRAN)		0.24	0.25	-1.82	0.75	1.66	1.84
2	HF 380 OB 304 (LG)		-1.51	-0.32	-2.83	1.10	2.62	3.22
3	HI 121 OB 707 (LG)		0.10	-0.25	-1.25	1.04	0.75	1.28
4	RS 670 OB 898		-0.31	0.17	1.09	-1.01	-0.43	1.14
Absolute values of the specimens			92.30	-1.56	-2.03	2.56	232.37	-

In the table 1 shown that separated ABS met all requirements with small deviation of virgin pellets. According to table 2 shown that colour of separated ABS

not much different with virgin raw materials and. It was demonstrated that separated ABS can be useable for making end materials.

Bibliography:

1. Muralisrinivasan Natamai Subramanian - Basics of Troubleshooting in Plastics Processing_ An Introductory Practical Guide-Wiley-Scrivener (2011).
2. Namias J. (2013). The Future of Electronic Waste Recycling in the United States: Obstacles and Domestic Solutions. Department of Earth and Environmental Engineering, Columbia University, USA.
3. Baldé C.P., Wang F., Kuehr R., Huisman J. (2015). The global e-waste monitor – 2014, United Nations University. IAS-SCYCLE, Bonn, Germany.
4. Buekens A., Yang J. (2014). Recycling of WEEE plastics: a review. Journal of Material Cycles and Waste Management, 16(3):415-34.
5. Goodship V., Stevels A. (2012). Waste Electrical and Electronic Equipment (WEEE) Handbook. Woodhead, USA.
6. Cui J., Forssberg E. (2003). Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review. Journal of Hazardous Materials, 99: 243–263.
7. Brennan L.B., Isaac D.H., Arnold J.C. (2002). Recycling of Acrylonitrile–Butadiene–Styrene and High- Impact Polystyrene from Waste Computer Equipment. Journal of Applied Polymer Science, 86(3): 572-578.
8. Baxter J., Wahlstrom M., Zu Castell-Rüdenhausen M., Frâne, A., Stare M., Løkke, S., Pizzol M. (2014). Plastic value chains: Case: WEEE (Waste Electric and electronic equipment) in the Nordic region. Nordic Council of Ministers, TemaNord, Denmark.
9. WRAP (2009). Separation of mixed WEEE plastics final report (WRAP Project MDD018 and MDD023). Report prepared by Axion Consulting.

ENERGY INDUSTRY

TEMPERATURE CONNECTION OF VOLT-AMPER CHARACTERISTICS
OF SOLAR ELEMENTS*Yusuf Nasrullaev**Assistant,
Karshi engineering-economics institute,
Uzbekistan, Karshi
E-mail: bobur160189@mail.ru**Javokhir Panjiev**Masters,
Karshi engineering-economics institute,
Uzbekistan, Karshi*ТЕМПЕРАТУРНАЯ СВЯЗЬ ВОЛЬТ-АМПЕРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ*Насруллаев Юсуф Закирович**ассистент,
Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши**Панжиев Жавохир**магистрант,
Каршинский инженерно-экономический институт,
Республика Узбекистан, г. Карши*

ABSTRACT

Almost 100% of the energy we use in our daily lives is solar energy that is modified in one way or another. Coal is a dead plant that lives through photosynthesis. Even if you provide the solar energy that the wood absorbs, In fact, any thermal power plant converts solar energy into electricity, which is stored in the form of coal, oil, gas and other minerals.

АННОТАЦИЯ

Почти 100% энергии, которую мы используем в нашей повседневной жизни, - это солнечная энергия, которая так или иначе видоизменяется. Уголь - это мертвое растение, которое переживает фотосинтез. Даже если вы обеспечиваете солнечную энергию, которую поглощает древесина, на самом деле любая тепловая электростанция преобразует солнечную энергию в электричество, которое хранится в виде угля, нефти, газа и других полезных ископаемых.

Keywords: solar, energy, silicon, renewable energy germanium, semiconductor.

Ключевые слова: солнце, энергия, кремний, возобновляемые источники энергии, германий, полупроводник.

Currently, one of the processes in the world to combat global environmental problems is the use of energy sources for renewal. Such sources make good use of the most promising solar energy as an active heat source as well as a photoelectric energy source [1-5].

The electrophysical properties of photoelectric panels are largely determined by the properties of the photo-

cells they contain. In turn, the voltammetric characteristics of solar cells and the power related to VAC (Volt ampere characteristic) depend on the operating temperature of the photocell, so by studying the macroscopic properties of solar cells, the processes occurring in photoelectric panels It is possible to have an idea [1-16].

Figure 1. Device diagram to complete the experimental process.

It is known that the volt-ampere characteristic VAC (Volt ampere characteristic) in the illumination of SE (Solar elements) are determined from the following expression.

$$j_{\phi} = j_o \left(\exp \left(\frac{eU}{n'kt} \right) - 1 \right) - j_{km} \quad (1)$$

It is not possible to explain the temperature dependence of the experimentally determined VAC by calculations using VAC. This is because we first need to determine the effect of temperature on the short-circuit current density and saturation current density in (1). It is known that in SE (Solar Elements) illumination, the photocurrent density is zero when the output voltage at VAC is equal to the operating voltage (U_{si}). Therefore, given $U = U_{si}$ and $j_{\phi} = 0$ in (1), the following equation holds:

$$j_{km} = j_o \left[\exp \left(\frac{eU}{n'kt} \right) - 1 \right] \quad (2)$$

It can be seen from this expression that in order to determine the temperature dependence of the short-circuit current density of QE (solar elements)'s, it would be necessary to determine whether their saturation current density and the salting operating voltage are temperature-dependent. In this case, according to the results of experiments for the temperature dependence of the operating voltage, the following expression for this parameter can be obtained by extrapolating $T = 0$ K empirically:

From this expression, it can be seen that in order to determine the temperature dependence of the short-circuit current density of QE (solar elements), it is necessary to determine their temperature dependence of the saturation current density and the voltage. In this case, according to the experimental results for the temperature dependence of the operating voltage, the following expression for this parameter can be obtained by extrapolating $T = 0$ K empirically [1-6]:

$$U_{cu} = (U_{cuo} - \varphi) \frac{T}{T_o} + \varphi \quad (3)$$

where $U_{si0} - T_o = 300$ K daisalt operating voltage, φ is the potential barrier height of SE (solar element), and the temperature dependence of this parameter is the same as the temperature dependence of the band gap of semiconductors [4,5,6,10]:

$$\varphi = \varphi_o - \gamma T \quad (4)$$

γ -- The ambient zone of amorphous semiconductors is the temperature coefficient of energy width, which is in the range of $\gamma \approx (5 \cdot 10^{-4} - 10^{-5})$ eV / K. The following expressions are given in the literature for saturation current density:

$$j_o = e\mu_c N(E_c) E_s \exp \left(-\frac{e\varphi}{kT} \right) \quad (5)$$

The numerical value of these parameters for the SE (Solar element) under study cannot be determined directly from VAC. Therefore, we first determine the temperature dependence of the saturation current density in the following figure. Assuming that the saturation current density is $j_o = j_{o0}$ when $T_o = 300$ K, then we get

$$j_o = e\mu_c N(E_c) E_s \exp \left(-\frac{e\varphi}{kT} \right) \quad (6)$$

Substituting (5) for (6), we obtain the following expression for the saturation current density:

$$j_o = j_{oo} \exp \left(\frac{e\varphi}{k} \left(\frac{1}{T_o} - \frac{1}{T} \right) \right) \quad (7)$$

Substituting (3), (4) and (7) into (2), we obtain the following equation to relate the short-circuit current density SE (solar element) to temperature:

$$j_{km} = j_{oo} \exp \left[\frac{e(\varphi_o - \gamma T)}{k} \left(\frac{1}{T_o} - \frac{1}{T} \right) \right] \left[\exp \left[\frac{e(\varphi_o - \gamma T)}{n'kT_o} \left(\frac{U_{cuo}}{(\varphi_o - \gamma T)} \right) - 1 + \frac{T_o}{T} \right] - 1 \right] \quad (8)$$

Let us now turn to the definition of the expression that explains the effect of temperature on VAC in the illumination of SE. Taking into account (7) and (8), we obtain from (1):

$$j_{\phi} = j_{00} \exp \left[\frac{e(\phi_0 - \gamma T)}{k} \left(\frac{1}{T_0} - \frac{1}{T} \right) \right] \left\{ \exp \left(\frac{eU}{n' k T} \right) - \exp \left[\frac{e(\phi_0 - \gamma T)}{n' k T_0} \left(\frac{U_{\text{св0}}}{\phi} - 1 + \frac{T_0}{T} \right) \right] \right\} \quad (9)$$

The literature shows that the non-ideal coefficient of SE is practically independent of temperature. Therefore, (9) can be used to describe the effect of temperature on sevac.

Figure 2. VAC's of amorphous silicon-based SEs at temperatures of 214 K and 293 K. 1 Experiment and calculation results from formula 2- (9)

As shown in Figure 2, the results of experiments and calculations are consistent at high and low voltages. However, there is a non-significant difference between these results near the VAC Volt Ampere characteristics) effective power points. In our view, at the point of view of VAC (Volt Ampere characteristics), the photocurrent generated in SE (Solar Element) changes strongly relative to the other area of the curve.

It is known that the value of the non-ideal coefficient of a diode determines the nature of the electric current passing through it. It should be noted that in order to match the calculation and experimental results, the value of the non-ideal coefficient of QE VAC had to be selected as follows: $n_1 = 1.0034$ at $T_1 = 214\text{K}$, $n_2 = 1.0061$ at $T_2 = 293\text{K}$. The difference between n_1 and n_2 is not so great. Therefore, this difference should be considered within the limits of experimental error.

References:

1. Muradov I., Toshmamatov B.M. Kurbanova N.M., Baratova S.R., Temirova L. Development of A Scheme For The Thermal Processing of Solid Household. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology Vol. 6, Issue 9, September 2019, India, PP. 10784 10787.
2. Sychoy A., Kharchenko V., Vasant P., Uzakov G. Application of Various Computer Tools for the Optimization of the Heat Pump Heating Systems with Extraction of Low-Grade Heat from Surface Watercourses. Advances in Intelligent Systems and Computing, 2019, 866, PP. 310–319.
3. Gulom Norboevich Uzakov, Lola Abdujabborovna Aliyarova, Khayrullo Allamurotovich Davlonov, Bobir Mansurovich Toshmamatov. The use of solar energy in systems of heat-moisture treatment of air of heliogreenhouse. International Journal of Mechanical and Production Engineering Research and Development. 2020/1 №10, PP 3813-3820.
4. B.M. Toshmamatov, G.N. Uzakov, S.M. Shomuratova, L.Z. Temirova. Calculation of Energy Efficiency of the Solar Installation for the Processing of municipal Solid Waste. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. 2019/12 PP. 12097-12102.
5. Uzakov G.N., Toshmamatov B.M., Kodirov I.N., Shomuratova S.M. On the efficiency of using solar energy for the thermal processing of municipal solid waste. Journal of critical reviews. ISSN- 2394-5125 VOL 7, ISSUE 05, 2020.
6. Saydulla Mirzaevich Khujakulov, Gulom Norboevich Uzakov. Research of thermo moisten mode inunderground vegetable storehouses in the conditions of hot-arid climate. European science review. 2017, №11-12. PP-164-166.
7. Узиков Г.Н. Исследование тепломассообменных процессов и теплоснабжения в плодоовощехранилищах. Краснодар, КубГАУ. 2006.
8. A Sychoy, V Kharchenko, P Vasant, G Uzakov. Application of various computer tools for the optimization of the heat pump heating systems with extraction of low-grade heat from surface watercourses. International Conference on Intelligent Computing & Optimization. 2018/10/4. PP 310-319.
9. Г.Н. Узиков, А.Т. Теймурханов, А.Б. Вардияшвили, Р.А. Захидов. Исследование теплофизических характеристик картофеля при длительном хранении в малом хранилище. Хранение и переработка сельхозсырья. 1999. №2 59-57.
10. Khujakulov S.M., Uzakov G.N., Vardiyashvili A.B., Effectiveness of solar heating systems for the regeneration of adsorbents in recessed fruit and vegetable storages. //Applied Solar Energy. – USA, vol.49, № 4. pp. 257-260, 2013.(05.00.00. №4. Scopus CiteScore 2018, IF:0.9).
11. Uzakov G.N., Khujakulov S.M., Investigation of the temperature conditions of a solar-air heating installation for systems for the thermal regeneration of adsorbents. // Solar technology. - No. 1.pp. 40-43, 2017, (05.00.00.No. 1).
12. Uzakov G.N., Davlonov Kh.A., Holikov K.N., Study of the Influence of the Source Biomass Moisture Content on Pyrolysis Parameters// Applied Solar Energy, Vol. 54, No. 6, pp, 481-484. 2018, (05.00.00; №4. Scopus CiteScore 2018, IF:0.9).
13. Toshmamatov B., Davlonov Kh., Rakhmatov O., Toshboev A. Recycling of municipal solid waste using solar energy. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. 1030 (2021) 012165. doi:10.1088/1757-899X/1030/1/012165.

14. Aliyarova L.A., Uzakov G.N., Toshmamatov B.M. The efficiency of using a combined solar plant for the heat and humidity treatment of air. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 723 (2021) 052002. doi:10.1088/1755-1315/723/5/052002.
15. G N Uzakov, S M Shomuratova and B M Toshmamatov. Study of a solar air heater with a heat exchanger – accumulator. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 723 (2021) 052013. doi:10.1088/1755-1315/723/5/052013.
16. T A Faiziev and B M Toshmamatov. Mathematical model of heat accumulation in the substrate and ground of a heliogreenhouse. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 723 (2021) 032006. doi:10.1088/1755-1315/723/3/032006.

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 4(85)
Апрель 2021

Часть 5

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

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

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