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: 10(91)

Октябрь 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;

Мажидов Кахрамон Халимович, д-р наук, проф;

Мартышкин Алексей Иванович, канд. техн. наук;

Мерганов Аваз Мирсултанович, канд. техн. наук;

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

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

Усманов Хайрулла Сайдуллаевич, канд. техн. наук;

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

Tengiz Magradze, PhD in Power Engineering and Electrical Engineering.

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 10(91). Часть 5.

М., Изд. «МЦНО», 2021. – 88 с. – Электрон. версия печ. публ. –

<http://7universum.com/ru/tech/archive/category/1091>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2021.91.10-5

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2021 г.

Содержание

Энергетика	5
МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТРАЖЕНИЯ ЗЕРКАЛ И КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРОПУСКАНИЯ СТЕКОЛ Собиров Юлдаш Бегжанович	5
ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ ПРИ СУШКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ Тожибоев Абзор Кахорович Мирзаев Сардор Абдуллажон угли	13
ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЗРАЧНО-ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ПРИЕМНИКА Тожибоева Мухаё Джамолдиновна Хакимов Мурод Фозилович	17
Энергетическое, металлургическое и химическое машиностроение	20
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫШЕГО ГАРМОНИЧЕСКОГО СОСТАВА ПРИ РАБОТЕ СТАБИЛИЗАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ Бобожанов Махсуд Каландарович Каримов Рахматилло Чориевич Рисмухамедов Даулетбек Аманович	20
МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ Рахмонов Икромжон Усмонович	26
МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПРОГНОЗНЫХ ЗНАЧЕНИЙ НОРМ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ С МЕНЯЮЩЕЙСЯ ВЕЛИЧИНОЙ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ Хошимов Фозилжон Абидович Рахмонов Икромжон Усмонович	28
Papers in english	32
Mechanical engineering and machine science	32
DEVELOPMENT OF COMPOSITE CHEMICAL FLOTATION REAGENTS AND THEIR APPLICATION IN THE PROCESS OF FLOTATION OF COPPER-MOLYBDENUM ORES Jaxongir Negmatov Sayibjan Negmatov Komila Negmatova Mukaddas Ikramova Abdulla Khursanov Nodira Abed	32
Metallurgy and materials science	39
FACTORS INFLUENCING TECHNOLOGICAL INDICATORS IN THE PRODUCTION OF MOLYBDENUM Behzod Tolibov Abdurashid Khasanov Eshmurat Pirmatov	39
USING THE STATE-OF THE ART TECHNIQUES OF TEACHING BY CLASSIFICATION RE- PAIRING AND RECOVERING PROCESS OF SKIN BY BIOPOLYMERS IN MEDICAL AND ENGINEERING EDUCATION Gulchexra Umarova Dilmurod Juraev	43
Processes and machines of agroengineering systems	47
QUALITATIVE PURIFICATION OF POMEGRANATE JUICE USING ELECTROFLOTATION Jamshid Kurbanov Nusratilla Barakaev Akmal Uzaydullaev	47

Civil engineering and architecture	52
IMPROVING THE OPERATION RELIABILITY OF THE COMPLEX OF CONSTRUCTIONS OF THE KUYGANOR HYDRAULIC UNIT	52
Dilmrod Xusanov	
Raxmatillo Shermatov	
Ferubek Abdulhaqov	
Yunusbek Sattiyev	
Transport	56
FACTORS INFLUENCING THE CHOICE OF DIRECTION AND POSITION OF THE HSR ROUTE	56
Khalfin Gali-Askar Rustamovich	
Chemical engineering	59
TECHNOLOGICAL REVIEW FOR USING POLYACRYLIC MEMBRANES IN FLUE GAS UTILIZATION	59
Farrukh Khakimov	
Shakhnozakhon Khakimova	
Oytura Maksumova	
USING XRF AND RAMAN FOR TARNISH SILVER STUDY	65
Sergey Sirro	
Juri Spiridonov	
POLYTHERMAL SOLUBILITY OF THE $\text{NaClO}_3\text{-CO(NH}_2)_2\text{-H}_2\text{SO}_4\text{-NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH-H}_2\text{O}$ SYSTEM	72
Abdulaziz Sidikov	
Sanzhar Tuychiev	
Akhat Togasharov	
Saidahral Tukhtaev	
INVESTIGATION OF THE PROCESSES OF ADDITIONAL TREATMENT OF WASTEWATER FROM HEAVY METAL IONS	78
Aziza Maksudova	
Klara Adilova	
Energy industry	82
WAYS TO INCREASE THE ENERGY EFFICIENCY OF AN AUTOMATED SOLAR INSTALLATION	82
Shuxrat Sultanov	

ЭНЕРГЕТИКА

DOI - 10.32743/UniTech.2021.91.10.12375

МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТРАЖЕНИЯ ЗЕРКАЛ
И КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРОПУСКАНИЯ СТЕКОЛ**Собиров Юлдаш Бегжанович**

канд. техн. наук, заведующий лабораторией,
Институт Материаловедения НПО «Физика-Солнце» АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент.
E-mail: yuldash64@inbox.ru

METHODS FOR MEASURING REFLECTION COEFFICIENTS OF MIRRORS
AND TRANSMISSION COEFFICIENTS OF GLASSES**Yuldash Sobirov**

Candidate of Technical Science, Head of Laboratory,
Institute of Materials Science SPA "Physics-Sun"
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В работе приведены методы измерения коэффициентов зеркального отражения и коэффициентов пропускания прозрачных тел. Основные методы и приборы используются в эксплуатационных условиях Большой Солнечной Печи Узбекистана с тепловой мощностью 1000 кВт. Для измерения интегральных коэффициентов отражения и пропускания используются актинометры, пиргелиометры, пиранометры. Для измерения спектральных коэффициентов зеркального отражения или пропускания стекол используются спектрофотометры. Применяемые методы и приборы отличаются простотой, без инерционностью, оперативностью.

ABSTRACT

The paper presents methods for measuring the specular reflection coefficients and transmittances of transparent bodies. The main methods and devices are used in the operating conditions of the Large Solar Furnace of Uzbekistan with a thermal power of 1000 kW. Actinometers, pyrhelimeters, pyranometers are used to measure the integral reflection and transmission coefficients. Spectrophotometers are used to measure the spectral coefficients of specular reflection and transmission of glasses. The applied methods and devices are distinguished by their simplicity, without inertia, and efficiency.

Ключевые слова: актинометр, пиргелиометр, пиранометр, фотометр, спектрофотометр, концентратор, гелиостат, фацета.

Keywords: actinometer, pyrhelimeter, pyranometer, photometer, spectrophotometer, concentrator, heliostat, facet.

Одним из путей повышения эффективности преобразования солнечной энергии, расширения областей её применения являются зеркально-концентрирующие системы (ЗКС) лучистого потока Солнца. Распределения плотности лучистого потока в фокальной зоне зависит от коэффициентов отражения зеркал, от поверхностной неточности. Зеркала с наружным напылением даёт большой коэффициент отражения, но они служат не долго из-за потери отражающего слоя. С целью долговременной эксплуатации ЗКС, часто применяются зеркала тыльного напыления с применением стекла с хорошими оптическими характеристиками [1,2]. Для измерения интегральных коэффициентов отражения зеркал часто применяются актинометры и

пиргелиометры предназначенные для измерения прямого лучистого потока солнца на поверхности Земли [3,4]. Для измерения спектральных коэффициентов отражения зеркал применяются различные измерительные приборы – спектрометры: типа IRIS 908RS, Bruker Optics, VERTEX 70, TENSOR 27/37 и т.д. [5,6]. Для измерения спектральных коэффициентов пропускания применяются спектрофотометры ФО -1, Linshang Ls116, ФМ-58, ФПИ и т.д. [7].

Методика измерения коэффициентов отражения зеркал в эксплуатационных условиях.

Фотометрический метод измерения коэффициента отражения зеркал применяемый в оптике основан на использовании искусственных источников

излучения и предназначен для измерения в производственных условиях оптического приборостроения [8]. В тоже время в гелиотехнике источник излучения – Солнце, причем Земное т.е. излучение подающие на Землю сквозь атмосферный слой. В силу этого более предпочтительным и корректном методом измерения коэффициента отражения гелиотехнических зеркал является актинометрический метод, который непосредственно дает реальный, интегральный коэффициент отражения зеркал.

Начиная с 1987 года нами эксплуатируется Большая Солнечная Печь (БСП) мегаваттной мощности на склоне горы Тянь-Шань в Узбекистане [9]. БСП состоит из 62 гелиостатов с отдельными зеркальными элементами – фацетами в количестве 12090 штук и параболоидного составного концентратора с общим количеством фацет 10700 штук. При эксплуатации этой уникальной установки, нами

применяется метод измерения коэффициентов отражения фацет гелиостата и концентратора на основе актинометров АТ-50 Савинова-Янишевского и АП-1 (ТУ 25-11 (ПУ3.390.200)-81), которые применяются для измерения интенсивности прямого лучистого потока Солнца [10, 11].

Плотность прямой солнечной радиации $E_{пр}$ измеряется путем использования неселективных приемников излучения (полостные или с плоской приемной площадью), которыми могут быть пиргелиометры и головки пиранометров (АП-1, СНР1 и типа М-115, СМР21) и актинометры (типа М-3, АТ-50), в диапазоне плотности прямого падающего солнечного лучистого потока $300 \div 1100 \text{ Вт/м}^2$ в спектральной области $0,3 \div 4,5 \text{ мкм}$. Относительная погрешность применяемых средств измерений плотности не превышает 2,5%.

Структурная схема измерения коэффициента отражения зеркал показана на рисунке 1.

1-Испытуемая фацета, 2-актинометрическая трубка, 3- Аналого-цифровой преобразователь (АЦП), 4- Компьютер.

Рисунок 1. Структурная схема измерений коэффициентов отражения зеркал

Измерение проводятся в следующем порядке:

Зеркало устанавливается на поворотном устройстве, на против актинометрической трубки (см. рис. 1). Трубка актинометра направляется перпендикулярно к падающим лучистом потоком Солнца. На термопарах актинометра образуется электро-движущая сила (ЭДС) за счет энергии лучистого потока солнца. Далее, аналоговый сигнал с трубки актинометра через интерфейс поступает в компьютер, где с учетом калибровочного коэффициента данного актинометра вычисляется значения интенсивности прямого лучистого потока Солнца и записывается в память ЭВМ. Таким образом, определяется интенсивности прямого потока солнечного излучения $E_{пр}$. Далее с помощью поворотного устройства испытуемую фацету направляем таким образом, чтобы отра-

женный от него лучистый поток падал на актинометр. При этом трубка актинометра направляется на поверхность фацеты так, чтобы отраженные от фацеты лучи освещали всю приемную поверхность актинометра. Измеряется отраженный ($E_{отр}$) от зеркала поток солнечной радиации и по отношению к прямому ($E_{пр}$) потоку определяется коэффициент зеркального отражения ($K_{отр}$) фацеты.

$$K_{отр} = E_{отр} / E_{пр} \quad (1)$$

В таблице 1 приведены измеренные коэффициенты отражения зеркал эксплуатируемые в условиях БСП с алюминиевым покрытием с тыльной поверхности фацеты, в качестве защиты зеркальной поверхности использована акриловая краска.

Таблица 1.

Измеренные коэффициенты отражения зеркал

Толщина, мм	Коэффициент отражения	Примечание
5	0,70	Тыльное отражение, защита краской
5	0,88	Лицевое отражение, защита лаком
5	0,90	Лицевое отражение, без защиты
3	0,75	Тыльное отражение, защита краской
3	0,89	Лицевое отражение, защита лаком
3	0,90	Лицевое отражение, без защиты

Актинометр работает в режиме автоматического слежения за дневным перемещением Солнца на небосводе при помощи автоматической двух осевой системой управления с погрешностью слежения не более 1%. Сигнал от актинометра регистрируется на компьютере через АЦП.

В отличие от фотометрического метода измерения коэффициентов отражения зеркал, актинометрический метод позволяет получить интегральный коэффициент отражения зеркал, соответствующих в гелиотехнической практике, более того размеры зеркал в этом случае неограниченны, измерительная установка постоянно готова к измерению, т.е. высокая оперативность.

На концентраторе БСП используются формообразованные – вогнутые facets, чтобы избежать влияния концентрации за счет формы facets необходимо проводить измерения до процесса формообразования.

Измерения коэффициентов пропускания прозрачных тел

Для измерения коэффициентов пропускания стекол и прозрачных пленок в различных спектральных диапазонах нами были применены следующие приборы измерения: измеритель калориметрический твердотельный ИКТ – 1Н; актинометр АП-1; акти-

нометр АТ-50, стенд для калибровки солнечных датчиков с галогенным источником света, фотоэлектрический метод измерения.

1. Измерять коэффициент пропускания пленки будем с помощью измерителя калориметрического твердотельного (ИКТ – 1Н) (см. рис. 2), предназначенного для измерения энергии импульсов лазерного излучения в спектральном диапазоне 0,4 – 4 мкм. Измерительный прибор состоит из блока регистрации – ИКТ – 1Н, измерительной головки, механизма юстировки и аттенюатора.

Принцип работы прибора ИКТ – 1Н заключается в поглощении приемным элементом головки измерительной энергии лазерного излучения и преобразовании её в термо – э.д.с., значение которой фиксируется показывающим прибором блока регистрации. Показывающий прибор отградуирован в единицах измерения энергии Дж. При измерении уровней энергии, превышающих 150 Дж, предусмотрено использование аттенюатора, который навинчивается на измерительную головку вместо крышки со входным окном. Материал оптического клина – стекло К8. Угол между рабочими поверхностями 7,5°. Фронтальная поверхность отражает 4% падающего излучения под углом 15° на светоделительный кубик. Тыльная поверхность клина просветлена таким образом, что пропускает падающее на неё излучение на 99,9%.

Основные технические характеристики ИКТ – 1Н приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Основные технические характеристики калориметрического твердотельного измерителя

№	Характеристика	Значение параметра	
		по ТУ	Фактический
1	Предел допускаемой основной погрешности, %: При значениях энергии $0,05 \leq E \leq 150$ Дж; При $150 \leq E \leq 1000$ Дж	$\pm 10 \frac{1 \cdot 10^{-1}}{E}$ ± 20	10%
2	Коэффициент ослабления аттенюатора на длине волны $\lambda = 0,69$ мкм $\lambda = 1,06$ мкм	≥ 1 ≥ 1	
3	Диапазон значений энергии, Дж	0,05; 0,15; 0,5; 1,5; 5,0; 15; 50; 150; 1000	
4	Предельное время установления рабочего режима, мин.	30	
5	Минимальный интервал времени между измерениями, мин.	3	
6	Длительность импульса, с	$10^{-4} \div 1$	
7	Диаметр измеряемого пучка лазерного излучения, мм	$4 \div 16$	
8	Потребляемая мощность, В·А	30	

При измерении в качестве источника излучения нами использован пальчиковый лазер продукт класса 21CFR спектр излучения который 640 ± 10 нм.

Общая схема измерения коэффициента пропускания пленки показана на рис.2.

Рисунок 2. Общая схема измерения коэффициентов пропускания прозрачных тел.
 1- блок регистрации, 2- головка измерительная, 3- образец - пленка в рамке, 4-источник излучения – лазерный продукт класса 21CFR

Результаты: При освещении лазером класса 21CFR коэффициент пропускания композиционной пленки составлял - 69%; при освещении светодиодом белого цвета - 70%.

2. Измерение с помощью актинометра АП-1.

Актинометры позволяют измерять коэффициенты пропускания пленок лучистый поток солнечного излучения интегрально [12]. На рис. 3 показана общая схема измерения коэффициента пропускания пленок.

Рисунок 3. Общая схема измерения актинометрическим методом.
 1-актинометр -АП-1; 2-вольтметр; 3-образец.

Результат: Коэффициент пропускания лучистых потоков солнца измеренный актинометром АП-1 составляет 64%.

Измерения на стенде для калибровки солнечных датчиков. Измерительный стенд состоит из галогенной лампы мощностью 300 Вт, конвертера для

параллелизации лучистого потока лампы, рамки для образца, приёмника- актинометр типа АТ-50, стабилизатора напряжения для источника света, аналого-цифрового преобразователя и компьютера (смотрите рисунок 5) [13].

Рисунок 4. Стенд для калибровки солнечных датчиков. 1- коробка с галогенной лампой; 2-диафрагма; 3-линза для параллелизации лучистого потока; 4-рамка с образцом; 5- стабилизатор напряжения источника излучения; 6- АЦП; 7- компьютер.

Основные характеристики источника света - КГМ-30-300-2 приведены в таблице 2. Лампа накаливания кварцевая галогенная малогабаритная КГМ-30-300-2 предназначена для использования в

качестве высокоинтенсивных источников света в оптических приборах. В таблице 3 приведены основные характеристики кварцевой малогабаритной галогенной лампы накаливания КГМ-30-300-2.

Таблица 3.

Основные характеристики галогенной лампы КГМ-30-300-2.

Параметры	величины
Диаметр колбы, мм	15
Длина лампы, мм	55
Напряжение, В	30
Мощность, Вт	300
Световой поток, лм	35
Средняя продолжительность горения, ч;	55
Масса, не более, г	6
Цвет колбы	прозрачная

Результат: Коэффициент пропускания композиционной пленки при измерении на стенде для калибровки солнечных датчиков на основе галогенной лампы и актинометра АТ-50 равняется 64%. Результаты экспериментальных работ проведенных на стенде для калибровки солнечных датчиков и на

стенде, который позволяет определить технические и эксплуатационные характеристики фотовольтаических технологий где, источником света является симулятор солнца класса SOL3A Class AAA, совпали в пределах погрешности метода измерения (см. Табл. 4 и 5) [14].

Таблица 4.

Коэффициенты пропускания различных зеркал и пленки.

№	Наименование материала	Производитель	Толщина, мм	Коэффициент пропускания, %
1	Стекло	АО «Кварц», РУз	3	77
2	Стекло	«Interglass - Float» г. Токмок, Кыргызстан	4	75
3	Стекло	“Rider glass company limited”, Китай	5	74
4	Композиционная пленка	АО «JIZZAX PLASTMASSA»	1	57

Как видно из таблицы 4 видно, коэффициент пропускания стекол зависит от свойства материала стекла и от толщины.

В таблице 5 приведены характеристики пленок различных производителей и их коэффициенты пропускания лучистого потока.

Таблица 5.

Характеристики пленок различных производителей и их коэффициенты пропускания лучистого потока Солнца

№	Наименование материала	Производитель	Толщина, мм	Коэффициент пропускания, %
1	Полиэтиленовая пленка	«Leader Plast Production», РУз.	6	94
2	Полиэтиленовая пленка	Jizzax Polimer Plast ООО Джизак, РУз.	8	90
3	Полиэтиленовая пленка	Yongfeng self-adhesive material CO.LTD, Китай	6	93
4	Композиционная пленка	АО «JIZZAX PLASTMASSA»	1	64

Разработка фотоэлектрического метода измерения коэффициента отражения зеркал концентратора и гелиостатов БСП.

Как известно, концентратор БСП состоит более чем 10700 отдельных, формообразованных фацет (смотрите рис. 5). Для расчета распределения энергии в фокусе необходимо знать коэффициенты отражения рабочих зеркал. Существующие методы измерения коэффициента отражения требуют снятия фацет с каркаса концентратора и гелиостатов, что является трудоемким и требует повторной их юстировки и при установке на свое место. В связи с этим

нами была рассмотрена задача разработки экспресс метода определения коэффициента зеркального отражения (КЗО) как плоских, так и сферических фацет БСП. Суть предложенного метода заключается в том, что если размеры отраженного от фацеты потока меньше размеров приемника и имеет место достаточно малая концентрация (деформация поверхности фацеты) отраженного потока, то в этом случае можно определять коэффициенты отражения как плоских, так и длиннофокусных сферических фацет.

а)

б)

Рисунок 5. Вид концентратора а) и гелиостатного поля б) Большой Солнечной Печи Узбекистана.

Схема установки приведена на рис. 6.

1 - параболический отражатель, 2 - источник света, 3-фацета гелиостатов или концентратора, 4 -панель фотоэлементов, 5-измерительная система (интерфейс, компьютер).

Рисунок 6. Схема метода измерения коэффициента отражения зеркал

В качестве приемника были использована панель из кремниевых фотоэлементов, различных размеров. Диаметр светового потока создаваемый коллимированным источником света варьировался от 20 мм до 80мм. Это было связано с тем, что при малых или слишком больших диаметрах светового потока растут погрешности измерения. В первом случае из-за малости сигнала, а во втором из-за зазоров

между фотоэлементами. Исследования показали, что диаметр светового потока должен находиться на уровне 30 мм. Испытания устройства показали, что наряду с оперативностью она имеет и приемлемые погрешности до 1,5 - 2%, что сравнимо с точностью лабораторных методик.

Результаты измерений КЗО факет приведены на рис. 8.

Рисунок 7. Измеренные значения КЗО факет концентратора до и после мойки концентратора.

1 и 3 - до мойки поверхности отражения факет концентратора (разные годы),

2- после мойки с обычной водопроводной водой, 4- после мойки специальным моющим порошком

Данный метод позволяет в условиях эксплуатации БСП исследовать влияние пыли и дождя на коэффициенты отражения факет гелиостатов и концентратора. Результаты измерения КЗО показали, что после мойки водопроводной водой, КЗО факет нижних и верхних этажей концентратора (1-3 и 9-10 этажи) восстанавливается не полностью. Только капитальная очистка поверхностей зеркал концентратора с помощью специального моющего порошка позволяет достичь максимального значения КЗО (см. рис. 7, кривая 4).

Выводы:

- В процессе эксплуатации многозеркальных, крупногабаритных солнечных установках лучше использовать безинерционные, оперативные методы измерения КЗО и коэффициентов пропускания;
- Предпочтение отдается датчиком использующий естественный источник света -Солнца;
- Необходимо автоматизация процесса измерения с вводом информации в память компьютера для дальнейшей обработки, анализа и сохранения.

Список литературы:

1. Бронштейн Ю.Л. Крупногабаритные зеркальные системы: контроль геометрии, юстировка. 2-е изд., испр. и доп. - Москва: ДПК Пресс, 2015. - 598 с.
2. Козерук А.С., Луговик А.Ю. Технология оптического приборостроения: [Электронный учебно-методический комплекс]. Белорусский национальный технический университет. 2013. - 197 с.
3. Матчанов Н.А., Собираев Ю.Б., Ахмаджанов У.З., Расаходжаев Б.С. Стенд по определению коэффициентов пропускания прозрачных ограждений и отражения зеркал //Международный научный журнал «Наука. Образование. Техника». -М2. 2018. -С. 23-30. ISSN 1694-5220.
4. Точные измерения отражения и пропускания высокорефрактивных материалов / [Интернет ресурс]. <http://www.htlab.ch/industry/cat-1/id-22/>
5. Файзиев Ш.А., Собиров Ю.Б., Махмудов Х., Газиев Г., Абдунабиев А. Средства измерений для актинометрических наблюдений. // STANDART. Научно-технический журнал Агентство Узстандарт, 2017. № 3. -С. 45-47.
6. Червяков М.Ю., Нейштадт Я.А. Актинометрические методы измерений. Учебно-методическое пособие для студентов географического факультета. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та. 2018. – 42 с.
7. Abdurakhmanov A.A., Sobirov Yu.B., Paizullakhanov M.S., and Orlov S.A. Results of actinometric measurements at location of LSF with thermal capacity of 1000 kW. // Applied Solar Energy. -USA. 2012. Vol. 48. -No. 3. -P. 228-231.
8. Akbarov R. Yu. and Paizullakhanov M.S. Characteristic Features of the Energy Modes of a Large Solar Furnace with a Capacity of 1000 kW. // Applied Solar Energy. 2018. Vol. 54. No. 2. -P. 99–109.
9. Fayziev Sh.A., Sobirov Yu.B. Measurements of Solar Resources in Uzbekistan. // Applied Solar Energy. 2017. Vol. 1. - P. 57-60.
10. Fayziev Sh., Sobirov Yu. and Makhmudov S. Measurement of the Direct Flux of Solar Radiation During Operation of a Big Solar Furnace // International Journal of Sustainable and Green Energy. Vol. 7. No. 4. 2018. -P. 21-28. Doi 10.11648/j.ijrse.20180704.11.
11. Fei Chen, Ming Li and Peng Zhang. Distribution of Energy Density and Optimization on the Surface of the Receiver for Parabolic Trough Solar Concentrator. // Hindawi Publishing Corporation International Journal of Photoenergy Volume 2015, Article ID 120917, 10 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2015/120917>.
12. Mirzoyan, R., et al., A method to measure the mirror reflectivity of a prime focus telescope, APh, 27 (2007) 509.
13. Yuldash Sobirov and Shavkat Fayziev. Laboratory Equipment for Verification of Solar Sensor - Actinometers and Piranometers. // Open Access Journal of Photoenergy. Volume 1. Issue 3 – 2017. DOI:10.15406/oajp.2017.01.00014.
14. <https://yandex.ru/images/www.chem21.info%2Fpic1%2F158183019240133193153062016055111032109157110091.png>.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ ПРИ СУШКЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Тожибоев Абдор Кахорович

ст. преподаватель

Ферганский политехнический институт,

Республика Узбекистан, г. Фергана

E-mail: abrortak78@mail.ru

Мирзаев Сардор Абдуллажон угли

ассистент

Ферганский политехнический институт,

Республика Узбекистан, г. Фергана

E-mail: abrortak78@mail.ru

APPLICATION OF THE COMBINED SOLAR PLANT FOR DRYING AGRICULTURAL PRODUCTS

Abror Tojiboyev

senior Lecturer

Fergana Polytechnic Institute,

Uzbekistan, Fergana

Sardor Mirzayev

Assistant

Fergana Polytechnic Institute,

Uzbekistan, Fergana

АННОТАЦИЯ

Исходя из выше изложенных данных в данной статье приведены сведения о разработанной методике анализа сушки сельскохозяйственной продукции с использованием солнечной и электрической энергиями. Результаты проведённых экспериментальных исследований, на основе данных экспериментальных исследований, выполнен образец комбинированной солнечной сушильной установки, рассчитаны оптимальные размеры, приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований. Исследованы теплотехнические характеристики солнечного сушильного аппарата.

ABSTRACT

Based on the above data, this article provides information on the developed method for the analysis of drying agricultural products using solar and electric energies. The results of the experimental studies, based on the data of experimental studies, a sample of a combined solar drying installation was made, the optimal dimensions were calculated, the results of theoretical and experimental studies were presented. The thermotechnical characteristics of the solar drying apparatus have been investigated.

Ключевые слова: энергоэффективность, сушка, солнечная, электрическая энергия, сельскохозяйственная продукция.

Keywords: energy efficiency, drying, solar, electric energy, agricultural products.

Введение

В Узбекистане выращивают много сельхозпродукции. Очень важно собирать и качественно хранить продукцию, в связи с этим желательно использовать сушилки. Но большинство сушилок, производимых в настоящее время, используются для сушки продуктов с использованием электроэнергии и энергии топлива. Одним из наиболее актуальных вопросов сегодня является организация высокоэффективной работы сушилок и экономии топливно-энергетических продуктов.

В этой статье авторы разработали рекомендации по эффективному использованию солнечной энергии и увеличению КПД сушилки, а также использованию эффективных методов при производстве таких сушилок, чтобы обеспечить качественную сушку продуктов и непрерывную работу сушилок. Преимущество рекомендуемой солнечной сушилки в том, что она энергоэффективна, недорога, качественна и быстро сушит, сохраняя при этом характеристики продукта при сушке фруктов и овощей с высоким содержанием сахара.

Строение и принцип работы солнечного сушильного устройства

На рисунке 1 показана схема солнечного сушильного устройства. В этом случае воздух извне поступает в воздушнонагреватель и нагревается, а затем попадает в сушильную камеру, сушит продукт, и через трубу выпускают воздух в атмосферу.

Температура воздуха в сушильной камере $30 \div 35^\circ\text{C}$. На входе воздушнонагреватель не успевает нагреться в результате прихода обычного холодного воздуха. Поэтому температура на выходе из воздушнонагревателя и в сушильной камере не превышает $40 \div 45^\circ\text{C}$. В камере сушки для передачи нагретого воздуха должен быть всасывающий патрубок.

Размер устройства, показанный на рис. 1 большой, процесс сушки является долгим, а качество высушиваемого продукта не находится на желаемом уровне. Потому что невозможно регулировать температуру и влажность в сушильной камере. Для преодоления этих недостатков и повышения эффективности процесса сушки рекомендуется следующая эффективная схема солнечно-воздушного нагревателя. Мирзаев Сардор Абдуллажон угли.

Рисунок 1. Схема солнечной сушилки

1 корпус воздушнонагревателя; 2-стекло; 3- светопоглощающая насадка с отверстиями; 4 сушильная камера; 5-решётка; 6- перегородка; 7- козырек.

Рисунок 2. Солнечный нагреватель с перфорированным поглотителем воздушнонагревателя

В настоящее время существуют различные конструкции солнечного оборудования для сушки фруктов, анализ которых показывает, что использование сушильного оборудования на основе естественной конвекции и с низким энергопотреблением на фермах отдалённых от централизованных сетей питания повышает эффективность процесса сушки и снижает ее затраты. Основной вид выглядит следующим образом (Рис. 2).

Солнечная энергия, поступающая в корпус воздушнонагревателя, нагревает перфорированное светопоглощающую насадку через 2 окно. В результате насадка нагревается, и воздух в камере передает свое тепло. Затем, используя естественную конвекцию, воздух медленно начинает двигаться вверх, горячий воздух подаётся в сушильную камеру 4, далее горячий воздух передает свое тепло фруктам, расположенным на решетке 5. Сушильное оборудование оснащено козырьком. Это устройство защищает оборудование от дождя и размещается так, чтобы обеспечить хорошую циркуляцию естественной конвекции.

Конструктивное проектирование экспериментального солнечного сушильного оборудования

1- корпус камеры, 2- полка для фруктов или овощей, 3- барьеры для равномерного притока воздуха, 4- Входы естественного и искусственного горячего воздуха, 5- выход влажного воздуха в атмосферу, 6- устройство регулировки и контроля температуры в камере, 7- солнечный источник горячего воздуха,

Рисунок 3. Камера сушки продукта солнечного сушильного оборудования

Конструктивная конструкция спроектированного солнечного сушильного оборудования выглядит следующим образом

1- корпус солнечного воздушнонагревателя, 2- направление поступления холодного воздуха в оборудование 3- изоляция, используемые для уменьшения потерь тепла, 4- полированный черный металл, 5-термометр, 6- черный металл с отверстиями 7- свето-пропускающее окно 8- выход горячего воздуха.

Рисунок 4. Проводник естественного горячего воздуха в солнечной сушилке

Размеры оборудования выполнены из прессованного древесного материала, верхняя часть боковин и нижняя часть этого устройства:

Толщина древесины - 18 мм, Высота, h – 570 мм, Длина, l - 368 мм, Ширина, b - 105 мм, Высота входа холодного воздуха составляет 25 мм, а диаметр выхода горячего воздуха - 35 мм, Количество черных металлов с полированной поверхностью – 2.

Размеры черного металла, состоящего из отверстий, составляют 350 мм в ширину и 530 мм в длину.

Свето-пропускающее окно шириной 420 мм и длиной 530 мм.

Мы знаем, что есть много преимуществ использования такого солнечного воздушнонагревателя в промышленности и сельском хозяйстве, например, одним из важных преимуществ оборудования показанного на рисунке 5 является то, что процесс циркуляции осуществляется естественным образом. То есть тепло передается в устройстве за счет естественной конвекции.

Рисунок 5. Вид естественного солнечного воздухонагревателя

Этот солнечный воздухонагреватель предназначен для солнечных дней в году, и, по нашему опыту, это устройство в основном используется для сушки сельскохозяйственных продуктов. Оборудование имеет форму параллелепипеда, принцип работы прост, эффективность работы высокая. Необходимо следить за тем, чтобы поверхность оборудования была перпендикулярна солнечному свету, т. е. солнечный свет падает под углом к поверхности оборудования. Холодный воздух поступает снизу оборудования, и воздух движется вверх в результате нагрева.

В результате экспериментов определены температуры воздуха в оборудовании (солнечный нагреватель и сушильная камера), результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Температура воздуха в оборудовании (солнечный нагреватель и сушильная камера)

№	Экспериментальные дни	Температура воздуха	Температура нагревателя	Температура в сушильной камере
1	29.03.2021	15-18	40-45	28-30
2	05.04.2021	18-22	48-50	30-31
3	07.04.2021	20-22	50-52	30-32
4	14.04.2021	22-25	50-55	30-35
5	19.04.2021	22-27	50-58	32-35
6	26.04.2021	24-27	52-58	32-35
7	28.04.2021	22-26	48-55	30-35
8	01.05.2021	20-26	48-55	30-34

На основании работы, представленной в статье, можно сделать вывод, что производство и внедрение подобных устройств в Узбекистане высокоэффективно, в основном за счет того, что сельское

хозяйство страны богато овощами и фруктами, бахчевыми культурами. Качественный сбор продуктов решает задачу не потерять свои полезные свойства и, что самое главное, сэкономить энергоресурсы.

Список литературы:

1. Лыков А.В. Тепло- и массообмен в процессах сушки / А.В. Лыков. – М. : Госэнергоиздат, 1996.
2. Ладейщиков Н.В. Загрузка пиломатериалов в сушильную камеру / Н.В. Ладейщиков // Дерево.ру. – 2008.
3. Васильев А.В. Сушить с экономией // Дерево.ру. – 2008. – № 6. – С.
4. Хакимов М.Ф., Тожибоев А.К., Сайитов Ш.С. Способы повышения энергетической эффективности автоматизированной солнечной установки // Актуальная наука. 2019. № 11 (28). С. 29-33.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
ПРОЗРАЧНО-ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ ПРИЕМНИКА****Тожибоева Мухаё Джамолдиновна**

докторант,

Ферганский политехнический институт,

Республика Узбекистан, г. Фергана

E-mail: mumtoz1012@mail.ru**Хакимов Мурод Фозилович**

ассистент,

Ферганский политехнический институт,

Республика Узбекистан, г. Фергана

E-mail: abrortak78@mail.ru**STUDY OF THE SPECTRAL CHARACTERISTICS
OF THE TRANSPARENT THERMAL INSULATION OF THE RECEIVER****Muhayo Tojiboeva**

Doctoral student,

Fergana Polytechnic Institute,

Republic of Uzbekistan, Fergana

Murod Khakimov

Assistant,

Fergana Polytechnic Institute,

Republic of Uzbekistan, Fergana

АННОТАЦИЯ

В данной статье приведены результаты исследований спектральных характеристик прозрачно-тепловой изоляции приемника, где рассмотрены материалы, применяемые в качестве прозрачно-тепловой изоляции, приведен график зависимости поглощательной способности обычных зачерненных поверхностей от угла падения солнечного излучения.

ABSTRACT

This article presents the results of studies of the spectral characteristics of the transparent-thermal insulation of the receiver, where materials used as transparent-thermal insulation are considered, a graph of the dependence of the absorption capacity of ordinary blackened surfaces on the angle of incidence of solar radiation is given.

Ключевые слова: эффективность, изоляция, приемник, излучение, пленка, магний, кремний, титан.**Keywords:** efficiency, isolation, receiver, radiation, film, magnesium, silicon, titanium.

Одним из важнейших элементов при повышении эффективности параболоцилиндрических установок является тепловой изоляционный материал приемника установки. Поглощающая поверхность теплоприемника параболоцилиндрической установки преобразует падающий на него концентрированный поток солнечного излучения в другую форму или в излучение другой длины волны.

На практике для трубчатых приемников параболоцилиндрических установок в качестве прозрачно-тепловой изоляции чаще всего используют трубы из стекла марки «Пирекс» или цилиндры из молибденового, боросиликатного стекла марки C49+C54.

Эти стекла обладают хорошими оптическими качествами. Интегральное пропускание их в области длин волн солнечного излучения достаточно высоко – около 0,9–0,92, а поглощение и отражение минимальны – около $A_s = R_s = 0,025–0,07$. В то же время стекла, являясь непрозрачными для длинноволнового излучения, выдерживают температурные перепады вплоть до 250 °C [1; 3].

Спектральные характеристики прозрачной изоляции могут быть изменены путем специальных обработок стекла – просветлением. При этом должны быть соблюдены следующие условия нанесения просветляющей пленки [4]:

$$\delta = (2m + 1)\lambda / 4n, \quad (1)$$

$$n = \sqrt{n_{СТ}},$$

где δ – толщина пленки;

λ – длина волны света;

$n_{СТ}$ – показатель преломления стекла;

n – показатель преломления пленки;

$m = 0, 1, 2, 3$; и т.д.

Нанесение просветляющих покрытий на стекло можно вести осаждением из раствора, испарением в вакууме, катодным распылением и т. д. Образующаяся на стекле пленка может состоять из фтористого магния, двуокиси кремния, двуокиси титана и т.д. В последнее время разработаны способы многослойного покрытия, которое обеспечивает особо эффективное просветление. Применение таких покрытий дает не только высокое пропускание света в широкой области спектра, но и резко уменьшает долю рассеянного. Однако обработка поверхности стекла путем химического травления является наиболее простой и технологичной. При этом пропускная способность стекла τ_c высокого качества может быть увеличена до 0,94–0,95 при снижении отражательной способности R_C до 0,02 [5].

Спектральные характеристики поглощающей поверхности приемника

Важнейшим коэффициентом поглощающей поверхности приемника является коэффициент поглощения A_S , а также спектральная кривая поглощения A_λ , т.е. зависимость коэффициента поглощения от длины волны.

Все светопоглощающие материалы, используемые для поглощающей поверхности приемника, можно разделить на две группы: материалы с неселективным (интегральным) поглощением и селективным (избирательным) поглощением.

Материалы, которые в одинаковой степени поглощают падающее на них излучение различных длин волн видимого диапазона спектра, называются неселективнопоглощающими свет. К ним относятся сажа, различные черни, черные железистые пигменты, тонкие металлические пленки и т. д. Чаще всего приемники зачерняются черной сажой или окрашиваются температуростойкой черной краской. Основой сажи является углерод, количество которого в различных видах сажи колеблется в пределах 94–99,9%. Коэффициент поглощения лучших саж – 0,99. Сажа обладает большой химической устойчивостью, стойкостью к действию высоких и низких температур. Она используется для приготовления черных красок.

Рисунок 1. Зависимость поглощательной способности зачерненной поверхности от угла падения солнечного излучения [4]

Для окраски поверхности приемника особенно эффективны кремний, органические черные краски типа КО-819. Поглощающая поверхность приемника имеет следующие спектральные характеристики: поглощательная способность к солнечному спектру $A_S = 0,9–0,95$; степень черноты $\varepsilon = 0,9–0,95$; отражательная способность $R_S = 0,05–0,1$. На рис. 1 показана зависимость поглощательной способности обычных зачерненных поверхностей от угла падения солнечного излучения [5].

Рисунок 2. Идеальная селективная поверхность [4]

При более высоких рабочих температурах параболоцилиндрических установок (100–400 °С) для повышения эффективности приемника применяются селективные покрытия. Селективные поверхности обладают высокой поглощательной способностью в диапазоне длинных волн солнечного излучения и низкой степенью черноты в длинноволновой области спектра (рис. 2). На практике при создании приемников параболоцилиндрических установок нашли применение селективные покрытия, получаемые методом электрохимического осаждения окислов никеля, хрома, молибдена и кобальта. Для покрытий, полученных методом электрохимического осаждения, характерны следующие оптические коэффициенты: $A_S = 0,85–0,97$; $R_S = 0,11–0,4$. Рабочая температура покрытий – 200–600 °С [6].

Параметры теплового режима приемника, т.е. рабочая температура, тепловые потери и получаемое полезное тепло, требуют отдельного рассмотрения.

Заключения

Результаты исследований спектральных характеристик прозрачно-тепловой изоляции приемника показывают, что правильно рассчитанный тепловой

изоляционный материал приемника установки чувствительно повышает эффективность работы параболических установок. Параметры теплового режима приемника, т.е. рабочая температура, тепловые потери и получаемое полезное тепло, требуют отдельного рассмотрения.

Список литературы:

1. Абдурахманов А.А., Тураева У.Ф., Клычев Ш.И. Методика определения интегральной селективности реальных тел // Гелиотехника. – Ташкент, 2008. – № 4. – С. 50–53.
2. Абдурахманов А.А., Тураева У.Ф., Клычев Ш.И. Методика определения интегральной излучательной способности приемников солнечного излучения // Гелиотехника. – Ташкент, 2009. – № 2. – С. 62–64.
3. Кучкаров А.А., Муминов Ш.А. Моделирование и создание плоского френелевского линейного зеркального солнечного концентратора // Universum: технические науки. – 2020. – № 3-2 (72) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http:// 7universum.com/ru/tech/arch](http://7universum.com/ru/tech/arch).
4. Селективные базальтовые детонационные покрытия для абсорбера солнечного коллектора / Ю.Ю. Почкайлов, А.В. Шашев, В.И. Яковлев, Н.А. Яковлева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 4 – С. 35–39.
5. Тожибоев А.К., Хакимов М.Ф. Расчет оптических потерь и основные характеристики приемника параболической установки со стационарным концентратором // Экономика и социум. – 2020. – № 7 (74). – С. 410–418.
6. Тураева У.Ф. Влияние селективности приемной поверхности на изменение температур // Табиий фанларнинг долзарб муаммолари: Республика ёш олимлар илмий-амалий анжумани материаллари тўплами. – Самарқанд, 2008. – С. 145–146.

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ, МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ
МАШИНОСТРОЕНИЕ**

DOI - 10.32743/UniTech.2021.91.10.12413

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫСШЕГО ГАРМОНИЧЕСКОГО СОСТАВА
ПРИ РАБОТЕ СТАБИЛИЗАТОРА НАПРЯЖЕНИЯ****Бобожанов Махсуд Каландарович**

д-р техн. наук, проф.,
Ташкентский государственный технический университет
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Каримов Рахматилло Чориевич

д-р философии (PhD) техн. наук, доц.,
Ташкентский государственный технический университет
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: rahmatillo82@mail.ru

Рисмухамедов Даулетбек Аманович

канд. техн. наук, доц.,
Алмалыкский филиал
Ташкентского государственного технического университета
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Алмалык

**RESEARCH OF HIGHER HARMONIC COMPOSITION
WHEN OPERATING VOLTAGE STABILIZER****Makhsud Bobozhanov**

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Rakhmatillo Karimov

Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, assistant professor,
Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Dauletbek Rismukhamedov

Candidate of technical sciences, assistant professor,
Almalyk branch of Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Republic of Uzbekistan, Almalyk

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются вопросы качества электроэнергии при использовании вольтодобавочного стабилизатора напряжения, подмагничивание обмотки которого коммутируется при помощи бесконтактных реле напряжения, выполненных на базе полупроводниковых приборов, а также длительность переходного процесса при коммутации электрической нагрузки, подключенной к выходу стабилизатора.

ABSTRACT

This article discusses the issues of power quality when using a booster voltage stabilizer, the magnetization of the windings of which are switched using non-contact voltage relays made on the basis of semiconductor devices, as well as the duration of the transient process when switching the electrical load connected to the output of the stabilizer.

Ключевые слова: показатели качества электроэнергии, стабилизатор напряжения, вольтодобавочный трансформатор.

Keywords: power quality indicators, voltage regulator, booster transformer.

В Узбекистане показатели качества электрической энергии в системе электроснабжения характеризуются одиннадцатью показателями, утвержденными Государственным стандартом Узбекистана O'zDSt 1044:2003 [1] и Межгосударственным стандартом ГОСТ 32144-2013 [6].

В данной статье рассматриваются два основных показателя качества электроэнергии – стабилизация номинального напряжения на клеммах потребителя и коэффициент гармонической составляющей напряжения при использовании вольтодобавочного стабилизатора напряжения, подмагничивание обмотки которого коммутируется ключами, выполненными на базе полупроводниковых приборов. Причинами ухудшения качества напряжения могут быть плохое техническое состояние линий и трансформаторных подстанций, частые коммутации электроемких установок, а также удаленность потребителей от источника питания [1; 9; 8; 15; 2; 10]. Одним из главных показателей качества электроэнергии является степень несинусоидальности кривой напряжения [1; 6; 9; 8; 11]. Развитие промышленной электрохимии с мощными электролизерами, применение электротяги на транспорте, мощных полупроводниковых регулирующих устройств в промышленности, массовое использование для освещения в городском хозяйстве и промышленности газоразрядных ламп, а также применение других электроприемников с нелинейными вольт-амперными характеристиками приводят к искажению формы тока промышленной частоты, т.е. появлению высших гармоник тока и напряжения [9; 8; 15; 17]. Возникновение высших гармоник вызывает дополнительные потери электроэнергии, нагрев электроприемников, увеличивает интенсивность износа изоляции кабелей, а также оказывает вредное влияние на режим работы вентиляльных преобразователей, вводит погрешность в работу связи, измерения, релейной защиты и автоматики вследствие возникновения резонансных явлений [1; 6; 8; 15; 2; 21].

В лаборатории кафедры «Электроснабжение» Ташкентского государственного технического университета имени Ислама Каримова были проведены экспериментальные исследования и сняты показания значений напряжения с использованием цифрового осциллографа типа LeCroy WaveRunner 64 Xi-A (США). Приведено экспериментальное исследование при изменении входного напряжения в пределах 176–241 В, при этом выходное напряжение изменяется в пределах 217–224 В. Результаты экспериментов показывают, что предложенный стабилизатор напряжения в зависимости от изменения напряжения сети обеспечивает стабильность напряжения на нагрузке, т.е. в пределах $\pm 2\%$ от номинального [9; 11; 17; 21; 4].

Как отмечалось выше, в связи с широким применением электроприемников, имеющих нелинейную

вольт-амперную характеристику, являющихся источниками высших гармоник, ограничения несинусоидального напряжения является в настоящее время одной из основных проблем. Если значение высших гармоник не превышает 5% значения основной частоты, считается, что форма кривой напряжения имеет форму синусоиды [1; 6; 9; 11]. Однако исследования показали, что во многих случаях эти условия не соблюдаются [16; 13; 3]. Определение несинусоидального тока в цепях систем электроснабжения и его оценка являются одной из основных задач по улучшению качества электроэнергии [1; 6; 9; 3; 14; 12; 22]. Форму кривых стабилизированного напряжения определяют коэффициентом несинусоидальности K_{nc} [8; 15; 11; 17; 19; 20; 18; 7; 5]:

$$K_{nc} = \frac{\sqrt{\sum_{v=2}^{\infty} U_v^2}}{U_1} \cdot 100\% \approx \frac{\sqrt{\sum_{v=2}^n U_v^2}}{U_{ном}} \cdot 100\%$$

где U_v – действующее значение напряжения n -й гармоники;

n – номер последней из учитываемых гармоник.

Значение U_1 при определении K_{nc} принимается равным номинальному напряжению сети U_n . Несинусоидальная переменная может быть представлена в виде гармонического ряда Фурье:

$$u(t) \cong A_1 \cdot \left[K_0 + \sum_{v=1}^n K_v \sin(v\omega t + \varphi_v) \right],$$

где A_1 – амплитуда первой гармонической составляющей исследуемой несинусоидальной переменной;

$K_0, K_1, K_2, \dots, K_n$ – коэффициент гармоник ряда Фурье;

v – порядковый номер гармоники;

$\omega = 2\pi f = 314$ (1/с) – угловая частота первой гармоники;

n – порядковый номер последней из учитываемых гармоник.

Коэффициенты ряда Фурье определяются с помощью следующих выражений:

$$a_v = \frac{2}{m} \cdot \left[\frac{N \sin\left(\frac{\pi v}{N}\right)}{\pi v} \right] \sum_{i=1}^m u_i \cos\left(\frac{2\pi v t_i}{N}\right)$$

$$b_v = \frac{2}{m} \cdot \left[\frac{N \sin\left(\frac{\pi v}{N}\right)}{\pi v} \right] \sum_{i=1}^m u_i \sin\left(\frac{2\pi v t_i}{N}\right)$$

где a_v, b_v – действительная и мнимая составляющие амплитуд гармоник;

m – число ординат осциллограммы;

N – число интервалов разбиения одного периода несинусоидальной переменной.

Амплитуда v -й гармоники: $A_v = \sqrt{a_v^2 + b_v^2}$

Начальная фаза гармоники: $\varphi_v = \arctg\left(\frac{a_v}{b_v}\right)$

Коэффициент v -й гармоники в процентах по отношению к амплитуде первой гармоники:

$$K_{v\%} = \frac{A_v}{A_1} \cdot 100\%$$

$$\text{Коэффициент несинусоидальности: } K_{nc\%} = \sqrt{\sum_{v=2}^N K_v^2}$$

На рис. 1 представлена осциллограмма кривых напряжения и тока на входе и выходе стабилизатора напряжения.

Рисунок 1. Осциллограмма кривых напряжения и тока на входе и выходе стабилизатора напряжения

Период осциллограммы разделен на двадцать равных участков, т.е. $N = 20$. Однако, учитывая симметрию осциллограммы, расчеты можно проводить для одного полупериода ($m = 10$).

Для вычисления коэффициента несинусоидальности необходимо вычислить A_1, A_2, A_3 и т.д.

Подкоренное значение для A_2, A_3 и т.д. определяется так же, как для A_1 .

Определяем коэффициент гармоники:

$$K_{1\%} = \frac{A_1}{A_1} \cdot 100\% ; K_{2\%} = \frac{A_2}{A_1} \cdot 100\% ; K_{3\%} = \frac{A_3}{A_1} \cdot 100\%$$

Коэффициент несинусоидальности периодической переменной:

$$K_{nc\%} = \sqrt{K_1^2 + K_2^2 + K_3^2 + \dots}$$

Экспериментальные данные для вычисления коэффициента несинусоидальности представлены на рис. 2 и в табл. 1–3.

Рисунок 2. Осциллограмма выходного напряжения стабилизатора

Дальше измерения размеров ординаты приводятся в табл. 1.

Таблица 1.

Измерения размеров ординаты

Данные измерений (сеть)												
t_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
U_i	45	85	120	165	190	220	250	270	285	300	305	308

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
307	305	300	295	270	250	220	200	160	125	85	40	0

Данные измерений (стабилизатора напряжения)												
t_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
U_i	47	87	123	160	190	218	250	268	285	300	307	300

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
305	307	300	295	270	250	220	198	160	125	85	40	0

Результаты расчета приведены в табл. 2–3.

Таблица 2.

Результаты расчета

№ гармоник	Коэффициенты ряда Фурье		Амплитуда ν -й гармоники	Начальная фаза гармоники	Коэффициент ν -й гармоники	Коэффициент нелинейности
	a_ν	b_ν				
1	-408,312	-431,798	118,368	0,757	1,000	1,015
2	3,764	-9,511	2,012	-0,376	0,017	
3	-62,309	72,664	18,443	-0,708	0,156	
4	-54,271	13,037	0,000	-1,335	0,183·E-16	
5	-7,000	-23,000	4,329	0,295	0,036	
6	8,236	5,878	1,737	0,950	0,014	
7	-24,313	15,304	4,656	-1,009	0,039	
8	-20,729	0,172	3,138	-1,562	0,026	
9	1,933	-7,234	1,046	-0,261	0,008	
10	26,000	0,000	3,310	-1,571	45,796	
11	1,933	7,234	0,856	0,261	40,409	
12	-20,729	-0,172	20,92	1,562	0,000	
13	-24,313	-15,304	2,507	1,008	45,206	
14	8,236	-5,878	0,744	-0,951	42,301	
15	-7,000	23,000	1,443	-0,295	0,012	
16	-54,571	-13,037	2,611	1,335	0,022	
17	-62,309	-72,664	3,255	0,708	0,027	

Таблица 3.

Результаты расчета

№ гармоники	Коэффициенты ряда Фурье		Амплитуда ν -й гармоники	Начальная фаза гармоники	Коэффициент ν -й гармоники	Коэффициент несинусоидальности
	a_ν	b_ν				
1	-399,210	-431,610	117,102	0,746	1,000	1,021
2	6,264	-10,600	2,422	-0,533	0,021	
3	-68,727	87,108	21,379	-0,667	0,182	
4	-50,916	14,854	0,000	-1,286	0,176	
5	-26,000	-28,000	6,880	0,748	0,059	
6	10,736	10,494	2,577	0,796	0,022	
7	-21,220	3,951	3,498	-1,386	0,029	
8	-24,084	7,866	3,835	-1,255	0,033	
9	5,157	0,669	0,727	1,441	0,006	
10	6,000	0,000	0,764	-1,570	0,006	
11	5,157	-0,669	0,595	-1,441	0,005	
12	-24,084	-7,866	2,557	1,255	0,021	
13	-21,220	-3,951	1,884	1,386	0,016	
14	10,736	-10,494	1,105	-0,796	0,009	
15	-26,000	28,000	2,293	-0,748	0,019	
16	-50,916	-14,854	2,481	1,286	0,021	
17	-68,727	-87,108	3,773	0,667	0,032	

Коэффициент несинусоидальности на выходе рассматриваемого стабилизатора напряжения равен 1,021%, что соответствует допустимым значениям. При этом необходимо отметить, что форма кривых напряжения на входе и выходе устройства идентичны, т.е. рассматриваемый стабилизатор не вводит искажения формы кривых напряжения сети. Таким образом, цель и задачи, поставленные в данной научно-исследовательской работе, получены, т.е. разработано бесконтактное реле напряжения с выдержкой времени; для применения в системе управления коммутации подмагничивающих обмоток вольтодобавочного трансформатора.

Заключение: 1. Опытным путем при помощи осциллографа типа LeCroy WaveRunner 64 Xi-A испытан предложенный стабилизатор напряжения и определено, что использование данного стабилизатора приводит к уменьшению пускового момента активно-индуктивной нагрузки на 0,2 с.

2. Результаты испытаний изготовленного образца стабилизатора напряжения показали, что предложенная методика является достаточно точной и приемлемой для практического использования.

3. Анализ высших гармоник на выходе стабилизатора показывает, что коэффициент несинусоидальности на выходе рассматриваемого стабилизатора напряжения равен 1,021%. При этом рассматриваемый стабилизатор не вводит искажения формы кривых напряжения сети.

Список литературы:

1. Государственный стандарт Узбекистана O'z DSt 1044: 2003. «Методы измерений и анализа показателей качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» (протокол № 05-19 от 18 июля 2003 г.). – С. 27.
2. Измерение и анализ показателей качества электрической энергии потребителей промышленных предприятий / А.С. Семёнов, А.В. Самсонов, Ю.В. Бебихов, Г.А. Матул // Естественные и технические науки. – М., 2015. – № 6 (84). – С. 446–450.

3. Икромов М., Ибайдуллаев М.Я., Каримов Р.Ч. Обзор стабилизатора напряжения на основе транзисторов в системах электроснабжения // *Universum: технические науки: электрон. научн. журн.* – 2021. – № 4 (85) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11595>.
4. Каримов Р. Обзор стабилизатора напряжения на основе тиристорных в системах электроснабжения // *Universum: технические науки: электрон. научн. журн.* – 2021. – № 9 (90) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12285>.
5. Маматов С., Расулов А.Н., Каримов Р.Ч. Исследование феррорезонансного стабилизатора тока // *Наука и современное общество: взаимодействие и развитие.* – 2017. – Т. 2. – № 1 (4). – С. 66–70.
6. Межгосударственный стандарт ГОСТ 32144-2013 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» (протокол № 55-П от 25 марта 2013 г.). – С. 15.
7. Расулов А.Н., Каримов Р.Ч. Сопоставление основных показателей стабилизированных источников тока // *Молодой ученый.* – 2015. – № 12 (92). – С. 277–282.
8. Суднова В.В. Качество электрической энергии : учеб. пособие. – М. : Энергосервис, 2000. – С. 80.
9. Управление качеством электроэнергии : учеб. пособие / И.И. Карташев, В.Н. Тульский [и др.]. 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд. дом МЭИ, 2017. – С. 347.
10. Усманов Э., Абдураимов Э., Каримов Р. Использование бесконтактных реле для улучшения качества электроэнергии // *Вестник ТашГТУ.* – Ташкент, 2012. – № 3–4. – С. 48–51.
11. Controlled switching circuits based on non-linear resistive elements (E3S Web of Conferences, 139, 01039, 2019) / R.Ch. Karimov, M.K. Bobojanov, A.N. Rasulov, E.G. Usmanov / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913901039>.
12. Development and experimental study of circuits of contactless device for automation of compensation of reactive power of capacitor batteries (E3S Web of Conferences, 289, 07012, 2021) / M.K. Bobojanov, R.Ch. Karimov, T.H. Qosimov, Sh.Dzh. Dzhuraev / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128907012>.
13. Karimov R., Bobojanov M. Analysis of voltage stabilizers and non-contact relays in power supply systems (E3S Web of Conferences, 216, 01162, 2020) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021601162>.
14. Karimov R.Ch. Improvement of capacitor battery power regulation circuit based on contactless switching devices // *Problems of Energy and Soerces Saving.* – Uzbekistan, Tashkent, 2021. – № 2. – P. 145–154 / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://t.me/uzenergysaving>.
15. Karimov R.Ch. Study of the state of the issue of increasing the quality of electric energy in the power supply systems (E3S Web of Conferences, 216, 01163, 2020) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021601163>.
16. New solutions for controlled compensating devices (E3S Web of Conferences, 289, 07021, 2021) / R.Ch. Karimov, A. Egamov, Sh.Dzh. Dzhuraev, B. Uzakov / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202128907021>.
17. Non-contact voltage relay for switching windings of a boost transformer (E3S Web of Conferences, 139, 01079, 2019) / E. Usmanov, A. Rasulov, M. Bobojanov, R.Ch. Karimov / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913901079>.
18. Rasulov A.N., Karimov R.Ch. Operating mode of the stabilizer of current on active and inductive loading // *European Science Review.* – 2015. – № 9–10. – P. 140–143.
19. Rasulov A.N., Karimov R.Ch. The contactless relay of tension in system of power supply // *Eastern European Scientific Journal.* – 2015. – № 4. – P. 174–178.
20. Rasulov A.N., Karimov R.Ch. The contactless thyristor device for inclusion and shutdown of condenser installations in system of power supply // *Eastern European Scientific Journal.* – 2015. – № 4. – P. 179–183.
21. Resistive time delay switches / M.K. Bobojanov, E.G. Usmanov, E.H. Abduraimov, R.Ch. Karimov // *Scientific journal «European Science Review».* – Vienna (Austria), 2018. – № 1–2. – P. 210–212.
22. Sadullaev M., Bobojanov M.K., Karimov R.Ch. Creation and experimental study of a non-contact device for automatic power control of capacitor banks // *Problems of Energy and Resource Saving.* – Tashkent, 2021. – № 3–4.

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Рахмонов Икромжон Усмонович

зав. кафедрой Электроснабжение,
д-р философии (PhD) по техническим наукам, доцент,
Ташкентский государственный технический университет
им. Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: ilider1987@yandex.ru

METHODS OF ASSESSING THE EFFICIENCY OF ELECTRICITY SAVING MEASURES IN INDUSTRIAL ENTERPRISES

Ikromjon Rakhmonov

Head of Department Power Supply
Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, assistant professor,
Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются вопросы разработки мероприятий по рациональному использованию электроэнергии на промышленных предприятиях. Предлагаются способы определения основных параметров электропотребления, учитывающие основные и вспомогательные факторы изменяющихся при внедрении мероприятий. Приведены значения экономии электроэнергии по результатам теоретических и прикладных исследований по рациональному использованию электроэнергии на предприятиях хлопчатобумажной, шелковой отрасли и по выпуску шерстяных изделий.

ABSTRACT

The article deals with the development of measures for the rational use of electricity at industrial enterprises. Methods are proposed for determining the main parameters of power consumption, taking into account the main and auxiliary factors that change during the implementation of measures. The values of energy saving are given according to the results of theoretical and applied research on the rational use of electricity at the enterprises of the cotton, silk industry and for the production of woolen products.

Ключевые слова: экономия электроэнергии, мероприятия, расход электроэнергии, производительность, режим, оборудования, оценка.

Keywords: energy saving, measures, energy consumption, productivity, mode, equipment, assessment.

Большая часть мероприятий по экономии электроэнергии органически связана с рационализацией, существующей и внедрением новой технологии, улучшением организации производства, увеличением объёма выпускаемой продукции и повышением качественных показателей ее производства [1-3].

Очевидно, что при разработке и осуществлении каждого мероприятия по экономии электроэнергии, оценку и обоснование их экономической целесообразности и эффективности следует производить только в увязке со всем комплексом технологических, энергетических и организационно-технических факторов. Неправильная оценка снижения электроэнергетических затрат в результате внедрения того или иного мероприятия может привести к искажению величины суммарных затрат и, как следствие, к ошибочным результатам.

Для определения целесообразности мероприятий по экономии электроэнергии, повышению коэффициента использования мощности и снижению

потерь электроэнергии часто используются устаревшие методы. Очевидно, что оценка мероприятий, в основе которой лежит только величина экономии электроэнергии, без учета таких важных факторов, как изменение условий эксплуатации и связанных с внедрением данного мероприятия капитальных затрат, является ошибочной. Кроме того, абсолютная величина экономии электроэнергии не будет полноценным показателем эффективности мероприятия, если рассматривается в отрыве от режима работы оборудования, на котором осуществляется мероприятие с максимумом нагрузки или вынужденным её спадом, связанным с ограничением со стороны энергоснабжающей организации [4-6].

При расчетах, связанных с повышением коэффициента мощности и сокращением активных потерь в электрических машинах и аппаратах, исходят из достижения минимума приведенных потерь, т.е. минимума суммарных потерь активной мощности

в самих электроустановках и потерь активной мощности в сетях энергосистемы, вызванных реактивной нагрузкой данных машин и аппаратов.

Приведенные потери не могут служить основой для оценки мероприятий в условиях хозрасчетного предприятия, поскольку известно, что в технико-экономических показателях предприятия может найти отражение только та энергия, которая израсходована непосредственно в энергохозяйстве предприятия [7].

Экономии электроэнергии, достигается в условиях промышленного предприятия путем уменьшения потерь электроэнергии в сетях, аппаратах, машинах, а также снижения УРЭ на единицу продукции.

Годовая экономия электроэнергии на данном технологическом агрегате, процессе, аппарате и т.д. может быть определена из выражения:

$$W_{\text{эк}} = (P_c - P_n) \cdot \tau = \Delta P_{\text{э}} \cdot \tau, \text{ кВт.ч/год} \quad (1)$$

или

$$W_{\text{эк}} = (d_c - d_n) \cdot P_n, \quad (2)$$

где P_c, P_n – средняя потребляемая мощность, соответственно, до и после внедрения мероприятия;

d_c, d_n – удельный расход электроэнергии на единицу продукции, соответственно, до и после внедрения мероприятия;

P_n – производительность агрегатов, машин, процесса и т.д. в год после внедрения мероприятия;

τ – число часов работы в год.

Расчетная величина экономии электроэнергии (общезаводская), которую следует учитывать при расчетах себестоимости заводской продукции, должна включать снижение потерь электрической энергии в трансформаторах, преобразователях, в цеховых и заводских сетях до точки раздела сетей с энергосистемой. Величина этой экономии составляет:

$$W_{\text{з.эк}} = W_{\text{эк}} \frac{1}{\eta_z}, \Delta P_{\text{з.эк}} = \Delta P_{\text{эк}} \frac{1}{\eta_z}, \quad (3)$$

где η_z – результирующий КПД передачи и преобразования электроэнергии в заводской сети от

электроприемника до точки раздела заводской сети с сетью энергосистемы.

Поскольку затраты на электроэнергию, топливо, сырье включаются в калькуляцию по ценам, по которым они отпускаются предприятию, естественно, что эффект от внедрения мероприятий, который отражается на себестоимости продукции, иначе, чем по тарифу, оцениваться не может.

В двухставочном тарифе на электроэнергию постоянные затраты электропотребления возмещаются потребителями в соответствии с их участием в формировании мощности энергосистем, что создаёт наиболее удобную форму для технико-экономических расчётов, связанных с оценкой электроэнергетических затрат промышленных предприятий.

Если одновременно с экономией электроэнергии $W_{\text{эк}}^3$ данное мероприятие приводит к снижению нагрузки в часы максимума энергосистемы на величину $\Delta P_{\text{эк}}^M$, то электроэнергетическая составляющая эффекта от внедрения мероприятия будет равна:

$$\mathcal{E}_3 = \left(\alpha + \Delta P_{\text{эк}}^M + b W_{\text{з.эк}} \right) \left(1 \pm \frac{\gamma}{100} \right), \quad (5)$$

Если мероприятие проводится на объектах, не участвующих в совмещённом максимуме нагрузки энергосистемы, то:

$$\mathcal{E}_3 = b W_{\text{з.эк}} \left(1 \pm \frac{\gamma}{100} \right), \quad (6)$$

На основе указанных теоретических и прикладных исследований по рациональному использованию электроэнергии на предприятиях, нами проведена серия работ и даны соответствующие рекомендации к их внедрению на таких предприятиях и это позволило получить экономию энергоресурсов и снижение энергетической составляющей в себестоимости выпускаемой продукции по:

- хлопчатобумажным предприятиям до 18 %;
- по шелковым предприятиям до 17%;
- по предприятиям, выпускающим шерстяные изделия до 15%.

Список литературы:

1. Аллаев К.Р., Хошимов Ф.А. Энергосбережение на промышленных предприятиях. – Т.: Фан, 2011. – 208 с.
2. Аллаев К.Р. Электроэнергетика Узбекистана и мира. Т.: Fan vatexnologiya, 2009. 463 с.
3. Гофман И.В. Нормирование потребления энергии и энергетические балансы промышленных предприятий. – Л.: Энергия. 1966. - 319 с.
4. Дзевенцкий А.Я., Хошимов Ф.А., Захидов Р.А. Энергосбережение в промышленности // Проблемы информатики и энергетики. – Т.: Фан. 1994. №1. С. 18 - 21
5. Никифоров Г.В., Олейников В.К., Шеметов А.Н. и др. Управление электропотреблением и энергосбережение. Теория и практика. – Магнитогорск: ФГБОУ ВПО «МГТУ», 2013. – 420 с.
6. Rakhmonov I.U. Regulation of energy consumption in the iron and steel mills. // Scientific journal «European Science review». Austria, Vienna, 2018. - №5-6 May-June. PP. 327-329.
7. Rakhmonov I.U., Niyozov N.N. Analysis of existing methods of electric consumption. // Scientific journal «European Science review». Austria, Vienna, 2018. - №9-10 September-October. PP. 209-211.

МЕТОДЫ РАСЧЕТА ПРОГНОЗНЫХ ЗНАЧЕНИЙ НОРМ УДЕЛЬНОГО ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ С МЕНЯЮЩЕЙСЯ ВЕЛИЧИНОЙ ПОТРЕБЛЯЕМОЙ МОЩНОСТИ

Хошимов Фозилжон Абидович

*д-р техн. наук, профессор, заведующий лабораторией
Института проблемы энергетики АН РУз
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: ilider1987@yandex.ru*

Рахмонов Икромжон Усмонович

*зав. кафедрой Электроснабжение,
д-р философии (PhD) по техническим наукам, доцент,
Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: ilider1987@yandex.ru*

METHODS OF CALCULATING FORECAST VALUES OF SPECIFIC ELECTRIC CONSUMPTION RATES IN ENTERPRISES WITH VARIABLE POWER CONSUMPTION

Foziljon Hoshimov

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Laboratory
Institute of Energy Problems of the Academy
of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Uzbekistan, Tashkent*

Ikromjon Rakhmonov

*Head of Department "Power Supply"
Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, assistant professor,
Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются вопросы определения прогнозных значений норм расхода электроэнергии для предприятий с меняющейся величиной потребляемой мощности и предлагается метод расчета прогнозных и нормативных значений расхода электроэнергии. Разрабатываются номограмма расчета удельного электропотребления базового блока при переработке хлопка-сырца и нормативная характеристика, которая может использоваться как номограмма расчета удельного электропотребления для тех предприятий, в которых часовая производительность меняется в широких пределах.

ABSTRACT

The article discusses the issues of determining the predicted values of electricity consumption rates for enterprises with varying power consumption and proposes a method for calculating the predicted and standard values of electricity consumption. A nomogram of calculating the specific power consumption of the base unit when processing raw cotton and a standard characteristic are being developed, which can be used as a nomogram of calculating the specific power consumption for those enterprises in which the hourly productivity varies widely.

Ключевые слова: нормирование, прогнозирование, расход электроэнергии, номограмма, оборудование, режим работы, агрегат.

Keywords: rationing, forecasting, power consumption, nomogram, equipment, operating mode, unit.

При прогнозировании и нормировании потребления электроэнергии для предприятий, выпускающих единую продукцию, отдельно выделяются предприятия с меняющейся величиной потребляемой мощности. Отличительной особенностью таких

предприятий является то, что основные технологические агрегаты и технологические линии включаются в работу раздельно в зависимости от объема переработки сырья и полуфабрикатов, качества продуктов переработки при воздействии различных факторов

(влажность, температура, организационные неполадки, поступление сырья в неполном объеме и др.) [1-3].

Существующие методы не могут удовлетворять требования нормирования для этих предприятий, так как на этих предприятиях энергетические и технологические показатели на них постоянно меняются и требуют специальных методов расчета.

Предлагается производить расчет в следующей последовательности.

1. Выбор единицы измерения.
2. Классификация групп по суммарной потребляемой мощности отдельных технологических линий, работающих в одновременном режиме в зависимости от технологического регламента.
3. Оценка часовой производительности каждой группы и предприятия в целом.
4. Определение фонда времени работы предприятия.
5. Прогнозирование ожидаемого влияния факторов и, соответственно, потребляемой мощности группы одновременно работающего оборудования, а также основных производственных показателей: выпуск продукции, часовая производительность, фонд рабочего времени.
6. Построение математических моделей абсолютного и удельного расхода электроэнергии $e = f(A)$, $P = f(A)$.

В качестве примера может быть принят хлопкоочистительный завод, который работает в круглосуточном режиме и перерабатывает хлопок-сырец различных сортов при резко изменяющихся условиях производства.

Режим работы оборудования на этом предприятии зависит от многих факторов, определяющих число работающих агрегатов и, естественно, его потребляемую мощность. К таким факторам относятся: сортность и очередность переработки хлопка-сырца разных сортов, способ его сбора (ручной, машинный), засоренность, влажность, число перерывов при транспортировке от производственного склада до сортировочно-сушильного цеха, темпы поставок хлопка нового урожая, погодные условия. В результате влияния указанных факторов расход электроэнергии на данном производстве резко изменяется. При одинаковом количестве перерабатываемого сырья максимальное потребление электроэнергии может отличаться от минимального на 60% и более. Единственный стабильный энергетический показатель – потребляемая мощность одновременно работающего технологического оборудования тех

агрегатов, участие которых в производственном процессе связано с воздействием того или иного фактора [4-6]. Для удобства анализа и расчета все оборудование можно разделить на группы (блоки), в которые входят агрегаты и технологические линии, участвующие в процессе производства в характерных ситуациях. В качестве первого (базового) блока принимается комплекс машин и механизмов, работающих в рамках установленных технологических нормативов (при отсутствии каких-либо влияющих факторов). Потребляемая мощность, кВт, первого блока определяется по формуле:

$$P_1 = \sum_{i=1}^n P_i, \quad (1)$$

где P_i – потребляемая мощность i -го агрегата, кВт;

n – количество оборудования, работающего в рамках действующих нормативов (при отсутствии каких-либо влияющих факторов).

Второй и последующие блоки включают в себя кроме базового также дополнительное оборудование, которое должно работать для доведения сырья до требуемых стандартов. Потребляемая мощность каждого блока определяется по следующим выражениям:

$$\left. \begin{aligned} P_2 &= P_1 + \sum_{i=1}^{n'} P_{i\mathcal{L}_1} \\ P_3 &= P_2 + \sum_{i=1}^{n'} P_{i\mathcal{L}_2} \\ &\dots\dots\dots \\ P_m &= P_{m-1} + \sum_{i=1}^{n'} P_{i\mathcal{L}_k} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где n' – количество дополнительного оборудования, включаемого в работу в связи с воздействием соответствующих факторов;

m – число блоков;

$P_{i\mathcal{L}_1}, P_{i\mathcal{L}_2}, \dots, P_{i\mathcal{L}_k}$ – соответственно потребляемые мощности включаемого оборудования.

Получив путём специальных измерений мощность каждого агрегата, определяем потребляемую мощность каждого блока. В таблице 1 представлены основные показатели комплекта оборудования первого (базового) блока с общей потребляемой мощностью 760 кВт, и дана нормативная характеристика $d = f(A)$ (рис.5.1), где d – удельный расход электроэнергии, A – часовая производительность.

Таблица 1.

**Основные показатели комплекта оборудования первого (базового) блока
с общей потребляемой мощностью 760 кВт**

Оборудование	Число агрегатов	Фактическая суммарная мощность, кВт
Разборщик бунтов	1	12
Пневмотранспорт	1	60
Очиститель мелкого сора с комплектом оборудования	1	13
Джин с комплектом оборудования	2	300
Линтера с комплектом оборудования	6	200
Гидропресс волокна	1	60
Гидропресс линтера	1	60
Гидропресс у люка	1	55

**Рисунок 1. Номограмма расчета удельного электропотребления базового блока
при переработке хлопка-сырца**

Приведённая нормативная характеристика может использоваться как номограмма расчёта удельного электропотребления для тех предприятий, где часовая производительность меняется в широких пределах.

Следует отметить характерную особенность рассматриваемого предприятия, потребляемая мощность которого не зависит от производительности, а определяется мощностью технологического и вспомогательного оборудования.

Для таких предприятий – с узким интервалом изменения часовой производительности (что является особенностью хлопкоочистительных заводов) в качестве расчётной номограммы принимается отрезок характеристики в пределах рабочей зоны производительности. При появлении такого фактора, как влажность сырья, дополнительно включается сушильный комплекс мощностью $P_c = 80$ кВт, следовательно, второй блок оборудования потребляет $760 + 80 = 840$ кВт. Далее, при появлении других влияющих факторов формируются следующие блоки, последний из которых в данном производстве потребляет 1450 кВт. Полученная система блоков может быть

положена в основу разработки норм удельного электропотребления и их корректировки. Метод расчёта заключается в следующем: определяется годовая норма удельного расхода электроэнергии на базе статистических данных расхода W за предшествующий год с соответствующей корректировкой $\pm \Delta W$ при ожидаемых изменениях в планируемом году, затем, на основе расчётных показателей числа рабочих часов T в планируемом году, определяем среднегодовую мощность по формуле:

$$P_{cp} = \frac{W \pm \Delta W}{T}, \text{ кВт} \quad (3)$$

По имеющимся нормативным характеристикам находим блок, мощность которого P_ϕ наиболее близка к полученной среднегодовой мощности, т.е. $P_{cp} \approx P_\phi$.

Математическая модель удельного расхода электроэнергии d , кВт.ч/т, для рабочей зоны часовой производительности A , т/ч, предприятия по переработке хлопка-сырца имеет вид:

$$d = a - bA, \quad (5.4)$$

где a и b – постоянные коэффициенты модели при неизменной потребляемой мощности блока, не зависящей от производительности. Зная планируемую среднечасовую производительность предприятия, находим удельное электропотребление на единицу перерабатываемой продукции – хлопковолокна. С учётом полученной модели (нормативной характеристики) формула для определения нормы удельного электропотребления на планируемый год, с учётом мер по совершенствованию производства будет иметь следующий вид:

$$e_{nl} = d \pm \sum_{i=1}^n \frac{\Delta W}{A}, \quad (5)$$

В течение года плановое значение e_{nl} уточняется и корректируется с использованием соответствующего набора блоков в зависимости от изменений в результате воздействия определённых факторов. Эта корректировка может выполняться в преддверии

каждого квартала или месяца на основе результатов соответствующих экспертных оценок ожидаемого воздействия того или иного фактора специалистами предприятиями. В частности, если в данном примере ожидаются сухая погода и ручной сбор хлопка-сырца, то корректировка ведётся по первому (базовому) блоку согласно формуле [7]:

$$e_k = e_{nl} \pm \Delta e, \quad (6)$$

$$\Delta e = e_{nl} \pm e_{\delta_i}, \quad (7)$$

где e_{δ_i} – удельный расход электроэнергии при ожидаемой потребляемой мощности, соответствующей i -му блоку.

В рассматриваемом примере, если норма ($e_{nl} = 124,5$ кВт/ч) была установлена по второму блоку, то при переходе к первому блоку мощностью 760 кВт она снижается на 19,5 кВт.ч/т и составит 105 кВт.ч/т. При ожидаемом воздействии других факторов корректировка ведётся с учётом соответствующих блоков. Описанная методика была проверена по фактическим данным шести хлопкоочистительных заводов. Она оказалась достаточно простой и точной – погрешность расчётов не превышала 2–3 %.

Список литературы:

1. Аллаев К.Р., Хошимов Ф.А. Энергосбережение на промышленных предприятиях. – Т.: Фан, 2011. – 208 с.
2. Дзевенцкий А.Я., Хошимов Ф.А. Шукуров А.З. Метод нормирования электроэнергии на предприятиях с изменяющимися режимами потребления мощности. // Промышленная энергетика. 1996. № 5. С. 4 - 6.
3. Гофман И.В. Нормирование потребления энергии и энергетические балансы промышленных предприятий. – Л.: Энергия. 1966. - 319 с.
4. Дзевенцкий А.Я., Хошимов Ф.А., Ибрагимов К.Х. Метод анализа и расчёта энергоёмкости продукции предприятий, использующих комплексно электрическую энергию и энергию вторичных энергоносителей. // Промышленная энергетика. 2001. № 4. С. 24 – 48.
5. Баратов Н.А., Дзевенцкий А.Я., Захидов Р.А., Качергинский М.М., Хошимов Ф.А. Энергосбережение в промышленности. – Т.: Фан. 1993.- 140 с.
6. Хошимов Ф.А. Оптимизация использования энергоресурсов в текстильной промышленности. Т. – Фан, 2005. – 252 с.
7. Rakhmonov I.U. Regulation of energy consumption in the iron and steel mills. // Scientific journal «European Science review». Austria, Vienna, 2018. - №5-6 May-June. PP. 327-329.

PAPERS IN ENGLISH

MECHANICAL ENGINEERING AND MACHINE SCIENCE

DEVELOPMENT OF COMPOSITE CHEMICAL FLOTATION REAGENTS AND THEIR APPLICATION IN THE PROCESS OF FLOTATION OF COPPER-MOLYBDENUM ORES

Jaxongir Negmatov

*Junior Researcher,
State Unitary Enterprise "Fan va Tarakkiyot"
at the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent*

Sayibjan Negmatov

*Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
scientific consultant of the State Unitary Enterprise "Fan va tarakkiyot"
at the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent*

Komila Negmatova

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
State Unitary Enterprise "Fan va Tarakkiyot"
at the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent*

Mukaddas Ikramova

*Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher
of the State Unitary Enterprise "Fan va Tarakkiyot"
at the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent
E-mail: mikramova1974@mail.ru*

Abdulla Khursanov

*Doctor of Philosophy in Technical Sciences,
applicant for the State Unitary Enterprise "Fan va Tarakkiyot"
at the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent*

Nodira Abed

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Chairman of the State Unitary Enterprise "Fan va Tarakkiyot"
at the Tashkent State Technical University named after Islam Karimov,
Uzbekistan, Tashkent*

РАЗРАБОТКА КОМПОЗИЦИОННЫХ ХИМИЧЕСКИХ ФЛОТОРЕАГЕНТОВ
И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОЦЕССЕ ФЛОТАЦИИ МЕДНО-МОЛИБДЕНОВЫХ РУД**Негматов Жахонгир Носир угли**

*мл. науч. сотр. ГУП «Фан ва тараккиёт»
при Ташкентском государственном техническом университете
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Негматов Сайибжан Садикович

академик АН РУз, научный консультант ГУП «Фан ва тараккиёт»
при Ташкентском государственном техническом университете
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Негматова Комила Сайибжановна

д-р техн. наук, профессор, ГУП «Фан ва тараккиёт»
при Ташкентском государственном техническом университете
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Икрамова Мукаддас Эралиевна

канд. хим. наук, ст. науч. сотр. ГУП «Фан ва тараккиёт»
при Ташкентском государственном техническом университете
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Хурсанов Абдулла Халмурадович

д-р философии по тех. наукам, соискатель ГУП «Фан ва тараккиёт»
при Ташкентском государственном техническом университете
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Абед Нодири Сайибжановна

д-р техн. наук, профессор, председатель ГУП «Фан ва тараккиёт»
при Ташкентском государственном техническом университете
имени Ислама Каримова,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

ABSTRACT

The article discusses a study on the creation of new effective composite chemical flotation reagents - blowing agents and the study of their physicochemical and flotation properties. The foaming ability and foam stability of the developed flotation reagents are shown to be used in the process of flotation of non-ferrous and noble metal ores based on local raw materials and production wastes. The results of laboratory-production tests of the developed flotation reagents-blowing agents of the KCF-VS type at the processing plant of the central laboratory of new technologies in the conditions of JSC "Almalyk MMC" are presented.

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются исследования по созданию новых эффективных композиционных химических флотационных реагентов - пенообразователей и изучение их физико-химических и флотационных свойств. Показано, что пенообразующая способность и устойчивость разработанных флотационных реагентов может быть использована в процессе флотации руд цветных и благородных металлов на основе местного сырья и отходов производства. Приведены результаты лабораторно-производственных испытаний разработанных флотореагентов-вспенивателей типа КХФ-ВС на обогатительной фабрике центральной лаборатории новых технологий в условиях АО «Алмалыкский ГМК».

Keywords: composition, ore, flotation, foam, flotation reagent, foaming agent, stability.

Ключевые слова: композиция, руда, флотация, пена, флотореагент, вспениватель, устойчивость.

INTRODUCTION

Today, on a global scale, one of the main, most important problems of the mining and metallurgical complex in the metallurgical industry is a significant reduction in the reserves of non-ferrous metal ores in terms of the amount of basic minerals, which is one of the important tasks of processing poor, refractory, refractory ores. In this aspect, the stages of enrichment of mineral raw materials, new methods and schemes of enrichment, the development of new highly efficient flotation reagents for their complex separation are of great importance [1-4].

In the world, flotation reagents are used in the extraction of non-ferrous and precious metals from ores. However, to date, special attention is paid to the creation of import-substituting composite chemical flotation reagents-foaming agents based on local raw materials and industrial waste. In this regard, the problem of developing an effective composition of inexpensive chemical flotation reagents-blowing agents instead of imported ones and their use in the flotation process in the metallurgical industry is one of the urgent problems. Flotation at the present time and in the future remains the most

widespread process of beneficiation of the vast majority of ores. The global volume of ore beneficiated by flotation is estimated at one billion tons per year [2]. The main role in the flotation process is played by flotation reagents. The success of flotation and progress in its development depend on their competent and economically feasible application [3-5]. Flotation reagents are chemical compounds that promote selective adhesion of air bubbles to mineral particles and the implementation of flotation of certain components [6-8].

A characteristic feature of the reagents used in the flotation process is the selectivity of their action in relation to different phase boundaries and, in particular, to different mineral surfaces, depending on the conditions created in the aqueous medium of the pulp. Such selectivity is always associated with the pronounced specificity of the adsorption, adsorption-chemical, electrochemical action or chemical reaction in the volume of the liquid phase of the pulp. These processes cause a change in the conditions for wetting the surface of grains of individual minerals and, consequently, their adhesion to bubbles [9-10].

In [11], the development of a method for obtaining effective composite foaming agents from alcohol production wastes, the determination of their physicochemical and flotation characteristics is presented. The optimal parameters for the synthesis of composite reagents on a pilot plant (R-620 Selecta, Spain) have been found, and the production of effective composite collectors can be achieved by regulating hydrocarbon radicals of normal and iso-structure during their synthesis.

In [12], a specific property of nanobubbles is considered - spontaneous spreading over a solid hydrophobic substrate-particle adhered to them, which is caused by a high capillary gas pressure in nanobubbles. The effect of the surface activity of flotation reagents on the shape of the curves of the spreading of bubbles is shown.

In [13], the effect of the properties of foams and foam films obtained from aqueous solutions containing an ionic surfactant sodium dodecyl sulfate, gelatin, and an organic liquid on the efficiency of the flotation process is presented. The preparation of the most stable foams from sodium dodecyl sulfate and gelatin in the presence of an organic phase (benzene and diesel fuel) at pH = 5–7 is shown.

In the mining and metallurgical industry, the efficiency of the concentration factories largely depends on the quality of the used flotation reagents [14]. The main flotation agents are foaming agents T-66, T-80, T-92 (derivatives of 1,3-dioxane) and MIBK, as well as organophosphorus and sulfhydryl collectors (foaming agents, potassium and sodium salts of primary alcohol xanthates) [15-16]. However, they are all produced abroad, which increases the state's import dependence. Today, the nature, structure and composition of organic-mineral ingredients in the flotation of copper-molybdenum ores, as well as the dependence of non-ferrous and noble metal ores on the technological factors of the flotation process using local raw materials and production wastes, and special attention is paid to the creation of import-substituting composite chemical flotation reagents.

Therefore, the development of new composite chemical blowing agents based on local raw materials and industrial waste is an urgent and timely task.

In the Republic of Uzbekistan non-ferrous metallurgy is concentrated mainly on the Angren-Almalyk mining and industrial area and the state-owned enterprise JSC Almalyk MMC, JSC Navoi MMC, where flotation reagents are used to extract non-ferrous and noble metals, especially copper concentrates, and certain results have been achieved.

Based on the analysis of existing works, it should be noted that the issues of creating import-substituting composite chemical flotation reagents-foaming agents based on local raw materials and production wastes require a fundamental solution.

The aim of the study is to develop import-substituting composite chemical flotation reagents and their use in the process of flotation of non-ferrous and noble metal ores in the metallurgical industry.

The objectives of the study are to study the physicochemical properties and flotation ability of the created composite chemical flotation reagents-foaming agents for their use in the process of flotation of non-ferrous and noble metal ores in the conditions of JSC "Almalyk MMC".

MATERIALS AND METHODS

The main ingredients of the obtained composite chemical flotation reagent-foaming agent based on local raw materials and industrial waste for use in the process of flotation of non-ferrous and noble metal ores are: modified gossypol resin, which is a waste of oil and fat production, injection-adhesive fraction - (IAF), which is a waste of alcohol production, glycerin obtained on the basis of wastes of fat and oil production, condensed sulfite-alcohol stillage (CSAS), which is a waste of alcohol production, surface active substance (surfactant) and water. The work used IR-spectroscopic, X-ray phase analysis and standard methods. The foaming ability and foam stability of solutions of flotation reagents-foaming agents were determined according to State Standard 23409.26-78.

RESULTS AND DISCUSSION

To solve this problem, we carried out laboratory studies based on local raw materials and industrial waste. It should be noted that the composition of the composite chemical flotation reagent-foaming agent depends on the physicochemical properties of organic-mineral ingredients and the nature, type, composition and content of floated ores. The developed composite flotation-foaming agents represent a clear liquid from yellow to light brown in color. The composition of the obtained composite flotation-blowing agents varies depending on the ratio of the added organic-mineral ingredients and solvents.

The data obtained indicate that the considered ratio of organic-mineral ingredients capable of foaming can be used to develop a flotation reagent - a foaming agent.

Table 1 shows the physicochemical properties of the obtained composite chemical flotation reagent - foaming agent.

Table 1.

Physical-chemical properties of a composite chemical flotation agent - blowing agent

Indicator	Composite chemical flotation agent - blowing agent
Mass fraction of dimethyldioxane, %,	-
Ether number, mg KOH/g.	30-40
Flash point in an open crucible, ° C, not lower	150-160
Pour point, ° C, not higher	30-40
Density at 20 °C, g / cm ³	1.1-1.2
Viscosity, s	67

As can be seen from Table 1, the compositional chemical flotation agent - foaming agent in its physico-chemical properties meets the requirements set for the creation of foaming agents used in flotation concentration of ores and is not inferior to the traditional expensive imported foaming agents T-92.

Therefore, the foaming agent developed by us was transferred to Almalyk MMC for conducting pilot tests in the process of flotation concentration of non-ferrous and precious metal ores in the conditions of Almalyk MMC. Therefore, the foaming agent developed by us was transferred to Almalyk MMC for conducting pilot tests in the process of flotation concentration of non-ferrous and precious metal ores in the conditions of Almalyk MMC.

It should be noted that the composition of the composite chemical flotation reagent-blowing agent depends

on the nature, type, composition, sorption and physico-chemical properties of organic-mineral ingredients and on the content of floated ores. Therefore, in order to develop effective compositions of composite chemical flotation reagents-foaming agents, the foaming ability, stability and physicochemical properties of the developed foaming agents on water and water-alcohol base were studied.

A beaker was poured with 100 cm³ of an aqueous solution of a foaming agent and installed on the device. Solution temperature $(18 \pm 2)^\circ \text{C}$. The solution was stirred for 30 seconds. After the lapse of time, the volume of the formed foam was measured in graduations on the glass. After 30 min, the foam volume measurement was repeated. Foaming capacity (F) in percent was calculated by the formula:

$$F = \frac{V_0 \cdot 100}{V_p}$$

where V is the volume of the formed foam, cm;

V_p is the initial volume of the solution, see

Foam stability (S) in percent was calculated by the formula:

$$S = \frac{V_{30} \cdot 100}{V_0}$$

where V₃₀ is the foam volume after 30 minutes, cm;

V₀ - initial foam volume, see

The arithmetic mean of the results of the last three determinations was taken as the final test result. Foam with a height of 60 cm³ to 100 cm³ is formed within 15 minutes, while no intense destruction was observed in the volume. Figure 3 shows the results of studies on

the foaming ability and foam stability of synthesized water-based blowing agents.

Figure 3 shows that the developed samples form foam of various sizes. Samples No. 1 and No. 3 gave better results in terms of foaming ability and kinetics of foam stability than samples No. 2 and No. 4.

Figure 3. Kinetics of foam stability of solutions of water-based flotation reagents-blowing agents. 1-composition, 2-composition, 3-composition, 4-composition, 5- Flotation agent T-92

During the flotation process, after the addition of the foaming agent, a coalescence process occurs, which slows down sharply, since as a result of adsorption at the liquid-gas interface, the foaming agent forms an oriented layer of molecules, the polar ends of which are hydrated by water dipoles. This hydrated layer increases the mechanical resistance of the casings and prevents them from merging when they collide with each other, which allows you to keep smaller bubbles in the pulp. Air bubbles, enclosed in a rather rigid hydration shell, close to spherical, deform little during ascent and therefore the rate of their ascent is much less than the rate of ascent of bubbles of the same size in pure water. A decrease in the rate of rise of air bubbles under the action of foaming agents increases the air content in the pulp and, thereby, increases the number of their collisions with mineral particles. The ability of a mineral grain to gain a foothold on an air bubble depends both on the physicochemical characteristics of its surface and on the hydrodynamic regime. Figure 4 shows the results of studies on the foaming ability and foam stability of synthesized water-alcohol-based blowing agents.

Figure 4. Kinetics of foam stability of solutions of flotation reagents-foaming agents on a water-alcohol basis. 1- 5 composition, 2- 6 composition, 3- 7 composition, 4- 8 composition, 5- Flotareagent T-92

From the experimental data it can be seen that the obtained composite flotation-foaming agents based on alcohol waste form more foam with a size of 0.6-5 mm and they are more stable than those based on water.

The results obtained show that the main purpose of the flotation reagents-foaming agents is to increase the dispersion and stabilization of air bubbles in the pulp and to increase the stability of the foam with saturated particles of the floating mineral. The study found that the size of the bubbles and the stability of the foam should be within 0.6-1.2 mm and 15 minutes, respectively.

The developed composite chemical flotation reagents-foaming agents were investigated for their serviceability, for the recovery of non-ferrous metals by the flotation method of beneficiation in laboratory-production conditions at JSC Almalyk MMC as an alternative to the reagent T-92.

For laboratory-production studies, a sample of the current copper-molybdenum ore from the Kalmakyr deposit was used. The chemical composition and phase analysis of this sample are shown in tables 2, 3.

Table 2.

Chemical composition of the ore

Sample name	Cu	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	SiO ₂	S _{общ}	Fe	Mo	Au	Ag
Ore 2019	0.44	12.33	2.58	3.5	56.73	1.92	5.65	0.0068	0.84	3.16

As can be seen from the table, the ore contains small amounts of non-ferrous and noble metals that need to be concentrated.

Table 3.

Phase composition of ore

Content of phase components				Cu content in the sum of fractions, %	Sulphide, %
Oxidized minerals		Sulfide minerals			
Free	Related	Primary	Secondary		
0.01	0.01	0.01	0.39	0.42	95.2

Experiments on all samples were carried out in an open cycle to obtain a rough concentrate. The results of the experiments performed using the experimental samples of blowing agents were compared with the standard experiment delivered with the T-92, which are shown in table 4.

According to the results of the experiments, it was shown that the developed flotation-blowing agent of the KCF-BS type showed the extraction of copper in the rough concentrate 91.35% at a quality of 6.74%. The obtained results of the experimental-industrial test will be confirmed with the results of laboratory-production tests.

Thus, the data obtained indicate that using the sample developed by the State Unitary Enterprise "Fan va tarakkiet" and STC LLC "KOMPOZIT NAN-OTEXNOLOGIYASI" on copper recovery and rough concentrate quality.

In this regard, the developed composite chemical flotation reagent-foaming agent of the KCF-BS type is recommended for further use in the production of the copper-processing plant of JSC Almalyk MMC for flotation concentration of non-ferrous and noble metal ores.

Table 4.

Results of experiments in an open circuit on the consumption of foaming agents.

Constant test conditions: grinding: 21 min. to content class - 0.071 mm 69%; i / m – 9g / t; CaO to pH 10.5-11.0. main fl.: 5 min; kst.-17g / t; control fl.: 7 min; kst. - 7g / t

Product name	Exit, %	Content, %	Extract, %	Note
		Cu	Cu	
Basic concentrate	3.4	9.6	74.98	Composite chemical flotation reagent-blowing agent, type KCF-BS 56 g/t
Control concentrate	2.5	2.85	16.37	
Rough concentrate	5.9	6.74	91.35	
Dump tails	94.1	0.04	8.65	
Initial ore	100	0.44	100	
Basic concentrate	4.5	8.0	82.34	Standard T-92 56 g/t
Control concentrate	2.5	1.6	9.15	
Rough concentrate	7.0	5.71	91.49	
Dump tails	93.0	0.04	8.51	
Initial ore	100	0.44	100	

CONCLUSION

The optimal variant of the effective composition of composite chemical flotation reagents - blowing agents for use in the process of flotation of non-ferrous and noble metal ores in metallurgical industries is shown.

Investigated their physicochemical and technological properties using modern physicochemical methods for flotation concentration of non-ferrous and noble metal

ores. Laboratory-production tests of the created composite chemical flotation reagents-blowing agents were carried out at the OOF TsLNT under the conditions of JSC Almalyk MMC, where positive results were obtained and was recommended for industrial use in the process of flotation of non-ferrous and noble metal ores instead of imported flotation reagents-blowing agents from abroad.

References:

1. Grigoriev A.A. Production of flotation reagents // *Catalysis and Petrochemistry*, 2001, No. 9–10. P. 53.
2. Bocharov V.A. New scientific approaches to the selection of compositions of sulfhydryl collectors, the mechanism of their action and substantiation of the conditions for selective flotation of sulfide minerals // *Mining information and analytical bulletin*. 2013. No. 10. P. 59-66.
3. Ryaboy V.I. Creation and application of more effective reagents based on physicochemical concepts // *Ore dressing*. 2002. No. 1. P. 19–23.
4. Goryachev B.E. Features of the action of flotation forces on particles with a chemically inhomogeneous surface // *Non-ferrous metals*. 2002. No. 1. P. 17-25.
5. Bukhorov Sh.B., Khaidarov A.A., Khamraev S.S. Composite foaming reagents based on local production waste during flotation of copper-molybdenum ores. // *Journal. Composite materials*. Tashkent. 2009. No. 1. P. 57-59.
6. Melik Gaikazyan V.I., Emelyanova N.P., Glazunova Z.I. On the capillary mechanism of strengthening the particle - bubble contact during froth flotation. // *Processing of ores*. 1976. No. 1. P. 25-31.
7. Khursanov A.Kh., Negmatov S.S., Negmatova K.S., Ikramova M.E., Rakhimov H.Yu., Raupova D.N., Anvarova M.T., Ganieva D.F. Development and creation of new water-based flotation reagents-foaming agents from local and secondary raw materials for use in the process of flotation of non-ferrous and noble metal ores // *Composite materials*, 2020, No.3. P. 184-187.
8. Fedoseeva S.O., Morozov O.A. Influence of surface activity and foaming ability of heteropolar reagents on their flotation properties // *Chemistry and Chemical Technology*. 2018. No. 2. P. 270-279.
9. Ryaboy V.I., Asonchik K.M., Polkin V.N. and others. Application of selective collectors in the flotation of copper-zinc ores. // *Processing of ores*. 2008. No. 3. P. 20-21.
10. Abramov A.A., Avdokhin V.M., Morozov V.V. Automatic control of reagent modes of selective flotation of polymetallic ores // *Non-ferrous metals*. 1990. No. 9. P. 12-17.
11. Kenjaliev B.K., Tusupbaev N.K., Medyanik N.L., Semushkina L.V. Study of physicochemical and flotation characteristics of composite flotation reagents // *Development of useful minerals*. 2019, vol. 17, No. 3, p. 4-11. <https://doi.org/10.18503/1995-2732-2019-17-3-4-11>.
12. Melik-Gaikazyan V.I., Titov V.S., Emelyanova N.P., Dolzhenkov D.V. Influence of capillary pressure in nanobubbles on their adhesion to particles during froth flotation. // *Izvestiya vuzov. Non-ferrous metallurgy*, No. 4, 2016. DOI: [dx.doi.org/10.17073/0021-3438-2016-4-4-12](https://doi.org/10.17073/0021-3438-2016-4-4-12)
13. Vilkova N.G. Influence of properties of foams and foam films on flotation separation of organic liquid // *Natural sciences, Chemistry*, No. 2, (14), 2016. DOI: 10.21685 / 2307-9150-2016-2-4.
14. Khursanov A.Kh., Negmatov S.S., Negmatova K.S., Ikramova M.E., Rakhimov Kh.Yu., Negmatov Zh.N. Research of new composite chemical flotation reagents - blowing agents based on local and secondary raw materials for use in the process of flotation of non-ferrous metal ores in JSC Almalyk MMC. // *Composite materials*. 2020. No. 2. P. 50-54.
15. Abramov A.A. The role of sorption forms in the elementary act of flotation. // *FTPRPI*. - 2005.-№1. P.96-105.
16. Ryaboy V.I. The problem of using and developing new flotation reagents in Russia. // *Non-ferrous metals*. 2011. No. 3. P. 7-14.
17. GOST 23409.26-78. Self-hardening liquid mixtures. Method for determining the foaming ability and foam stability of solutions of surfactants.

METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE

FACTORS INFLUENCING TECHNOLOGICAL INDICATORS
IN THE PRODUCTION OF MOLYBDENUM**Behzod Tolibov**

*PhD, Associate Professor of the Department of Metallurgy,
Navoi State Mining Institute,
Uzbekistan, Navoi
E-mail: intelekt_16@mail.ru*

Abdurashid Khasanov

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

Eshmurat Pirmatov

*Doctor of Technical Sciences, Professor,
Deputy Director of SPA PRM&HA JSC "AMMC",
Uzbekistan, Almalyk*

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МОЛИБДЕНА**Толибов Бехзод Иброхимович**

*PhD, доц. кафедры «Металлургия»
Навоийского государственного горного института,
Республика Узбекистан, г. Навои*

Хасанов Абдурашид Салиевич

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

Пирматов Эшмурат Азимович

*д-р. техн. наук, профессор,
зам. директора НПО ПРМ&ТС АО «АГМК»,
Республика Узбекистан, г. Алмалык*

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты исследований по нахождению оптимальных условий для окислительного обжига сульфидных молибденовых кеков. Выполнены химические анализы проб шламового поля Научно-производственного объединения «Редких металлов и твердых сплавов». Разработана методика для проведения исследований по окислительному обжигу молибденовых сульфидных материалов Научно-производственного объединения редких металлов и твердых сплавов АО Алмалыкский горно-металлургический комбинат.

ABSTRACT

The article presents the results of research on finding optimal conditions for oxidative roasting of sulphide molybdenum cakes. Chemical analyzes of samples of the sludge field of the Scientific and Production Association "Rare Metals and Hard Alloys" have been carried out. A technique has been developed for conducting research on the oxidative roasting of molybdenum sulfide materials of the SPA PRM&HA JSC "AMMC".

Ключевые слова: молибден, окислительный обжиг, огарок, кек, сульфид, ресурсосбережение, аммоний молибденовокислый, рентгенофазный анализ.

Keywords: molybdenum, oxidative roasting, cinder, cake, sulfide, resource conservation, ammonium molybdenum acid, X-ray phase analysis.

Introduction. The metallurgical industry of Uzbekistan is one of the important export-oriented directions and a source of foreign exchange earnings in the Republic. Over the 70-year existence, the industry has undergone dramatic changes, both in the organization of new and in the reconstruction and re-equipment of existing industries. At the heart of these changes, the main factor is the priority directions for the development of the Republic for 2017-2021, put forward by the President of the Republic of Uzbekistan Sh.Mirziyoyev. First of all, for the metallurgical industry this is due to the problem of complex processing of the republic's mineral resources, the introduction of science-intensive technologies that ensure high profitability of production due to resource and energy conservation and environmental safety. During the work on this technology, significant waste has accumulated, which is an environmental hazard [1].

Such an organization of molybdenum production does not meet modern requirements. To improve the

production efficiency of JSC "AMMC" it was proposed to optimize the molybdenum production by relocating the workshop from the city of Chirchik.

Chemical analyzes of samples of the sludge field of the Research and Production Association "Rare Metals and Hard Alloys" have been carried out. The analysis results are shown in the table 1.

Methods of research. Analyzes were carried out in the laboratory of AMMC JSC. It is known that metal ions in solutions exist in the form of their corresponding salts, depending on the pH of the medium and nature. The first stage of research was the elemental analysis of samples of technological solutions taken from different areas of SPA "RM&HA" JSC AMMC. The solutions were analyzed by the atomic adsorption method on an ISP-MS instrument. The analysis results are shown in the table below[2].

Table 1.

Analysis results by elemental composition

Sample No.	Concentration in solution g/l						
	Mo	Cu	Zn	Fe	Co, mg/l	Ni, mg/l	Re, mg/l
1	0,47324	1,00133	0,45305	0,12	0,48	15,75	16,04
2	14,38323	12,61153	0,56304	0,13897	0,99	17,08	23,71
3	14,67545	2,0003	0,4923	0,15764	1,10	17,84	17,33

Below in Figures 1-2 are images of an electron microscope and X-ray phase analysis of molybdenum-containing sulfide materials NPO "Rare metals and hard alloys" JSC AGMK using a scanning electron microscope

(SEM-EDX) brand Zeiss EVO MA 10 / Aztec Energy Advanced X-Act, manufactured Zeiss SMT LTD / Oxford Instruments (Great Britain).

Figure. 1 Snapshot 15 spectrum 8 area

Table 2.

Material composition of the 15 spectrum of the sample area №8

Element	Weight. %	Sigma weight. %
O	31.21	0.36
Na	1.05	0.06
Al	0.61	0.04
Si	1.70	0.05
S	10.04	0.23
Ca	10.99	0.14
Fe	1.00	0.12
Mo	43.41	0.44
Сумма:	100.00

Figure 2. 15 spectrogram 8 area

Discussion and results. A technique has been developed for conducting research on the oxidative roasting of molybdenum sulfide materials of the Scientific and Production Association of Rare Metals and Hard Alloys of the Almalyk Mining and Metallurgical Combine [3]. For laboratory tests on oxidative roasting of molybdenum sulphide cakes, a roasting furnace of a new design was used. We have developed the following sequence of work. For the experiments, several samples are taken, dried with a moisture content of up to 5%. To ensure that each sample has an average composition of minerals or elements, a checkerboard method is used when sampling. Samples weighing 1 kg were prepared for determining the chemical composition [4]. To determine the optimal firing mode, the process is carried out under different conditions. So we keep the temperature inside the oven from 450 °C to 750 °C. In this range, we carry out 7 tests (450, 500, 550, 600, 650, 700, 750 °C). The duration of the process is also set from 45 minutes

to 120 minutes. At each temperature mode, we conduct at least 8 experiments to ensure the reliability of the research results. All samples after oxidative firing are submitted for chemical analysis [5].

As a result of data processing displayed:

The objects of research to study the effectiveness of the proposed installation for intensive low-temperature oxidative roasting have been determined.

Studied and analyzed the chemical and mineralogical compositions of the investigated materials - the objects of research.

Conclusion. On the basis of the data of chemical and mineralogical analysis, a method has been developed for conducting research on the oxidative roasting of sulphide gold-bearing and molybdenum-containing cakes.

A work sequence has been developed for each conducted experiment, i.e. for testing oxidative roasting of sulfide gold and molybdenum-containing materials (cakes).

References:

1. Behzod Tolibov, & Abdurashid Hasanov. (2021). Research In The Field Of Intensive Oxidative Roasting Of Molybdenum Sludges. The American Journal of Applied Sciences, 3(09), 57–66. <https://doi.org/10.37547/tajas/Volume03Issue09-09>
2. Khasanov A.S., Tolibov B.I. Firing of molybdenum cakes in a new type of kiln for intensive firing // Mining bulletin of Uzbekistan. No. 4 (75), 2018. – P. 131-135.
3. Khasanov A.S., Tolibov B.I. Investigation of the possibility of the process of oxidation of sulfide materials in a furnace for intensive roasting. Gornyi Zhurnal. No. 9, 2018 – P. 85-88.
4. Hasanov A.S., Tolibov B.I., Pirnazarov F.G. Advantages of low-temperature roasting of molybdenum cakes // International scientific-practical conference on the theme: «International science review of the problems and prospects of modern science and education». - Boston, USA: 2019. - P. 17-18.
5. B.I. Tolibov, A.S. Hasanov, F.G. Pirnazarov. Molybdenum containing products processing in conditions of SPA RM&RA AMMC // Proceedings of international conference on Integrated innovative development of Zarafshan region: achievements, challenges and prospects, –Navoi, 27-28 November 2019. –P. 139-143.

**USING THE STATE-OF THE ART TECHNIQUES OF TEACHING
BY CLASSIFICATION REPAIRING AND RECOVERING PROCESS OF SKIN
BY BIOPOLYMERS IN MEDICAL AND ENGINEERING EDUCATION**

Gulchexra Umarova

*Assistant professor,
Head of Department of Physics and Chemistry,
Andijan Machine-Building Institute
Uzbekistan, Andijan
E-mail: umarovagulchexra105@gmail.com*

Dilmurod Juraev

*Assistant teacher of Department of Physics and Chemistry.
Andijan Machine Building Institute.
Uzbekistan, Andijan
E-mail: dilmurod.juraev.92@gmail.com*

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДИК ОБУЧЕНИЯ ПО КЛАССИФИКАЦИИ
ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЖИ БИОПОЛИМЕРАМИ В МЕДИЦИНСКОМ
И ИНЖЕНЕРНОМ ОБРАЗОВАНИИ**

Умарова Гулчехра Абитовна

*зав. кафедрой физико-химии, доцент,
Андижанского Машиностроительного института.
Республика Узбекистан, г. Андижан*

Дилмурод Джурсаев

*ассистент кафедры физико-химии
Андижанского Машиностроительного института.
Республика Узбекистан, г. Андижан*

ABSTRACT

In the last years, biopolymers are becoming one of the vital factors for processes of recovering and repairing of skin and of course tissue engineering. Generally, skin tissue that has been somewhat harmed or cuts can regenerate in a relatively brief time, whereas serious injuries may require implantation or artificial skin. To achieve these goals, skin regeneration is essential. As we know, the materials that we can use them in implantation are important involved in skin regeneration at the same time, the environment produced with polymer hydrogel scaffolding should be similar to the real environment and safe for skin cell growth. Our conclusions were focused on biopolymers that regenerate the skin from natural and synthetic polymers. Moreover, we tried to analysis the behaviors of those polymers and their applications in tissue engineering, and their ability to drugs delivery. We hope this knowledge will be of use to researchers, teachers and students with little or no previous experience in in this field who have identified a potential application for 3D printing in a medical context, or those with a more general interest in the techniques.

АННОТАЦИЯ

В последние годы биополимеры становятся одним из важнейших факторов восстановления и восстановления кожи и, конечно, тканевой инженерии. Как правило, кожная ткань, которая была несколько повреждена или порезана, может регенерироваться за относительно короткое время, тогда как серьезные травмы могут потребовать имплантации или искусственной кожи. Для достижения этих целей необходима регенерация кожи. Как мы знаем, материалы, которые мы можем использовать для имплантации, важны для регенерации кожи, в то же время среда, созданная с помощью каркасов из полимерного гидрогеля, должна быть похожа на реальную среду и безопасна для роста клеток кожи. Наши выводы были сосредоточены на биополимерах, которые регенерируют кожу из натуральных и синтетических полимеров. Более того, мы попытались проанализировать поведение этих полимеров и их применение в тканевой инженерии, а также их способность доставлять лекарства. Мы надеемся, что эти знания будут полезны исследователям, преподавателям и студентам с небольшим опытом или без опыта в этой области, которые определили потенциальное применение 3D-печати в медицинском контексте, или тем, кто интересуется этими методами в более общем плане.

Keywords: polymers, biopolymers, regeneration, skin, tissue engineering, education, teaching.

Ключевые слова: полимеры, биополимеры, регенерация, кожа, тканевая инженерия, образование, обучение.

1. Introduction

The skin is important as a protector of human body, and given its significance, we always consider it as a most needed organ in our body due to its different and complex capacities. The skin defends us from external influences such as changes in temperature and others by sending signals to the brain. We think that the skin is a powerful defender, unfortunately it is not powerful as we know. It is hindered by some external influences, such as heat, cold, and rays, under those affects, the skin loses some of its vital functions. For example, first and second-degree burns are treated leaving scars. As for burns of the third degree, the body often can not self-treat it because it has caused great damage to the skin. Hence, the patients need immediate skin transplantation to save them from bacterial infections and may lead to fulfillment if you do not find adequate care. This transplant process in the past periods found a very fast development by researchers, especially in the field of regenerative tissue engineering for the skin, given that this tissue can be called alien, and it needs critical factors that must be taken into account such as biocompatibility, biological decomposition and non-toxicity. The materials which is containing from hydrophilic particles are considered the most suitable materials in tissue engineering and regeneration. Polymers have a importance in the field of the regenerative skin engineering due to their puzzling properties in this regard by attracting and retaining water molecules just like what happens in the natural body. Tissue engineering and its regeneration is the biomedical field of research and application where members are built in the laboratory for treatment. Either by surgical or implanted using stem cells taken from the same patient, he became one of the driving science in the fields of medicine and engineering in general.

2. Classification of polymers

2.1. Based on sources.

2.1.1.Natural polymers: These are substances that are naturally obtained in life, such as living organisms such as pigs and chickens. Even our bodies contain many natural polymers, such as proteins and nucleic acids. Alternatively, it is obtained through the polymerization process such as polyethylene, polyacrylates and methacrylate[1] [2].

2.1.2.Synthetic polymers: These polymers are compounds are obtained laboratory by chemical reactions by binding the monomers together. It is intended for use in various applications that are incompatible with natural polymers such as poly (L-lactic glycolic acid)[2].

2.1.3.Semi-synthetic polymers: This type of materials are materials in which the original polymer is manufactured in a chemical-treated but the origin of this substance is a natural polymer. Like cellulose, it is a natural polymer and after treatment, it contains nitrocellulose. Samples include nylon, polyester and Teflon[2].

2.2. Based on structure.

2.2.1.Linear polymers: It is a long continuous chain of carbon that binds to hydrogen bonds between carbon and carbon and takes its name from the polymer structural repeat unit. It is dissolved with ion exchange groups in water. In addition, bound together by ion cross-linking agents. It has high melting points, such as poly (vinyl chloride)[2].

2.2.2.Branched polymers: This kind of polymers that contain secondary polymer chains that link to the primary spine. This bond is polymeric or H-shaped, having low tensile strength, low density, low boiling and melting points compared to its predecessor. It differs from linearity because it is less solid and dense, also fragile because the linear polymer contains a large number of relatively short branches. Examples include starch and glycogen[2].

2.2.3.Cross-linked or network polymers: Here the monomers are bound together to form a three-dimensional network, the monomers are bound together with strong covalent bonds, because it consists of bi-function and tri-function in nature between the various polymer chains, which can be either linear or non-linear[2, 3].

2.3. Based on molecular forces.

2.3.1.Elastomers: These materials are materials that combine the plasticity and elastic properties. It is processed on traditional plastic equipment, for example BUNA-S AND BUNA-N[2].

2.3.2.Thermoplastic polymers: Plastic polymers that change their shape by heat and return to their solid state at normal temperature. It is filled with Polyethylene and polypropylene, which is used in catheters and others[2].

2.3.3.Thermosetting :Also, polymers affected by heat change from shape to liquid, and when the temperature decreases, it returns to normal. The main physical difference between it and thermoplastics is that thermoplastics can be melted in a liquid, but they are always solid and do not return to the liquid state. Examples include polyurethane, silicone and phenolic [2].

2.3.4.Fibers: This class of polymers appears as strings and is easily woven, linked with a hydrogen bond or bipolar reaction. It has strong bonds between its molecules giving it a less elastic trait and high tensile strength, for example nylon-66[2].

2.4. Based on mode of polymerization.

2.4.1.Addition polymers: These polymers that is the result of binding monomers such as alkene to one another or in addition to cationic root media. Such as polystyrene, polyethylene and polyacrylates[2].

2.4.2.Condensation polymers: Condensation polymerization is a reaction that joins two functional groups, such as the alcohol group and the mostly carboxyl group, resulting in a portion of water. Such as polyester, polyamide, polysiloxane[2].

2.5. Susceptibility of backbone. (not given in figure. 1)

2.5.1. Degradable polymers: This type of polymers that dissolve external influences, such as microorganisms, acids, or strong bases, leaving behind by-products that are soluble in water so that these wastes do either not because any dangerous effects, and finally they metabolize or are excreted outside the body. Such as poly (L-lactic acid), poly(glycolic acid)[2].

2.5.2. Non- degradable polymers: These substances meant to not degrade by biological agents. It does not

degrade to an environmentally safe natural condition over time. It consists of long chains of carbon and hydrogen atoms, most of which are plastic materials that are difficult for enzymes and organisms to break their bonds and digest. Among its peculiarities is that it is cheap, varied and durable. Such as polyhydroxy butyrate (PHB), polycaprolactone (PCL)[2].

Figure 1. Classification of polymers

3. Polymers used for skin tissue engineering.

3.1. Natural polymers.

3.1.1. Cellulose: It is frequently used in wound dressings but not natural, but rather modified to active molecules such as antimicrobial agents, enzymes, antioxidants, and growth factors. It is hydrophilic and biocompatible with the hydroxyl group. Bacterial cellulose: is an innovative natural polymeric raw material with a nanostructured structure. It also used in wound dressings, has high mechanical strength and has swelling properties. Carboxymethylcellulose (CMC) is widely used in cellulose wound dressing with the carboxymethyl group. It is a loving, soluble and swollen polymer in water[4][5].

3.1.2. Dextran: carboxymethyl benzyl amide sulfonate dextran (CMBDS) is widely used in wound healing and various biomedical applications and its properties are heparin-like and soluble. Glycosaminoglycan stimulates wound healing in various parts of the body. It has antimicrobial properties, especially in the proliferation of *Staphylococcus aureus*. It also has a specific effect on the proliferation of tumor cells. Aqueous cyclodextrins used to control odors in modern dressings[5].

3.1.3. Collagen: It is a protein, found outside the cell, and is often composed of proline, hydroxyl-proline

glycine, and arginine. It is made of fibroblasts, and it enters the scaffolds of some tissue engineering, such as bone, cartilage, and tendons, for their biocompatibility, and their biodegradability, and provides[4] strength to various body structures. It also enters in all stages of wound healing due to the decrease of its antigenic properties and the adhesion of cells directly to it[6]. It protects the body from diseases by preventing absorption and dispersion. Pathogenic substances such as UV rays, microorganisms and cancer cells. It obtained from the hides of cows, pigs and chickens, as well as from ocean animals such as octopus.[4, 6, 7].

3.1.4. Gelatin: derived from collagen, and obtained through the hydrolysis of animal tissues such as the skin of cows and pigs. It is biologically compatible and biodegradable and not attacked by the immune system. It divided into gelatin A, which derived from acidic treated materials and contains the isoelectric point (positive charge at the neutral pH)[5]. In addition, gelatin B is derived from alkali-treated materials and contains the isoelectric point (negative charge at the neutral pH). It used as a scaffold for tissue engineering, also in the delivery of the drug, as many of the capsules that are delivered orally are gelatin; gelatin and some other natural polymers have been studied in the laboratory and in the body that can deliver the pulmonary drug[4][7].

3.1.5. Chitosan: Cationic polymer derived from chitin (polysaccharide). It contains a common polymer of β -glucosamine and N-acetyl-D-glucosamine. It is the second most abundant natural polymer after cellulose[4]. Chitosan is suitable for binding with red blood cells that allow them to rapidly coagulate blood, modify the function of inflammatory cells and act as a semi-permeable biological dressing, maintains sterile, regenerated and biologically compatible wound secretions, and not attacked by the immune system and nontoxic system[5, 6]. It also induces fibroblasts to secrete the interleukins and the latter works in the migration and spread of cells. The(2) most important characteristics that make chitosan important in healing[5, 7].

3.1.6. Alginates: It is a non-branched linear polysaccharide. Used in wound dressings and burns based on genes[6]. Obtained from treated algae such as calcium, sodium and collagen genes are absorbent bandages of natural fibers. Among its properties, it can absorb large quantities of body fluids 20 times the size. Other materials such as zinc genes and silver genes have been obtained that have antimicrobial, wound and burn properties[4] [8].

3.1.7. Agar: It is a natural biological material obtained from continuous fibers in the ethanol coagulation bath using a mixture of dimethyl sulfoxide as a suitable solvent. Among its properties is that it is swollen by 400 - 50% and a tensile strength of 30 - 50 MPa [8].

3.1.8. Glycosaminoglycan: Hyaluronic acid from ECM is known to be a non-immunomodulatory linear glycomic, obtained from N-acetyl-d-glucosamine and glucuronic acid and has an effect on wound healing [4].

3.2. Synthetic polymers

Synthetic polymers are complex nanomaterials with small pores and very high surface area, manufactured with different technologies. Used to heal wounds and burns, most of them by electrical fixation, in order to produce nanofibers. Its characteristics: it has excellent mechanical properties, suitable hydrolysis also, thermal stability.

3.2.1. Polyurethane: Polyurethane was first used to produce fibrous nanoparticles as an alternative to the skin in 2003. It found excellent properties such as good oxygen permeability, fluid discharge capacity, and the ability to classify water vapor transmission, as an antimicrobial. The obligation is to reduce the polyurethane polymer and it can be overcome by coating it with collagen or collagen-based peptides, which greatly increases the adhesion and biocompatibility properties [2, 6].

3.2.2. Poly(L-lactic glycolic acid): The polylactic and polyglycolic acid that resulted in nanofibers was subsequently used to transplant them to a surface with the fibrous cells of the skin. The results were that the cells were able to spread and form multiple layers after 28 days. In other studies, the nature of water-repellent synthetic polymers and the absence of peptide infiltration affects cell adhesion [2, 8, 9].

4. Conclusion

Polymers used in tissue regeneration, whether natural or synthetic, must have several properties, including being biologically renewable, biodegradable, biocompatible, non-antigenic, non-toxic, blood compatible, and biological functions. Because of these desirable properties, natural and synthetic materials have been widely proposed as scaffolding in tissue engineering applications and as a vector for various drug delivery systems.

Acknowledgements

We would like to express my deep gratitude to Professor İdris Kabalci and Professor Ziyodulla Yusupov, for their patient guidance, enthusiastic encouragement of this work. My grateful thanks are also extended to Mr. Youssouf Abakar Adam who is master student of the department of Biomedical engineering of Karabuk university for his help in finding materials, references and doing the data analysis.

Conflicts and interest

If you will face to any conflicts during the read this work you should know they are only my mistakes which come from my inexperience. I will be happy if you share about your interests on the topic by this contact, dilmurod.juraev.92@gmail.com .

References:

1. Aswathy S., U. Narendrakumar, and I. Manjubala, Commercial hydrogels for biomedical applications. Heliyon, 2020. 6(4): p. e03719.
2. Parisi O.I., M. Curcio, and F. Puoci, Polymer chemistry and synthetic polymers, in Advanced Polymers in Medicine. 2015, Springer. p. 1-31.
3. Ullah F., et al., Classification, processing and application of hydrogels: A review. Materials Science and Engineering: C, 2015. 57: p. 414-433.
4. Aramwit P., Introduction to biomaterials for wound healing, in Wound healing biomaterials. 2016, Elsevier. p. 3-38.
5. Ribeiro M.J.P., Desenvolvimento de novos biomateriais para aplicação como substitutos de pele. 2014.
6. Asadi N., et al., Common biocompatible polymeric materials for tissue engineering and regenerative medicine. Materials Chemistry and Physics, 2019: p. 122528.
7. Samadian H., et al., Naturally occurring biological macromolecules-based hydrogels: Potential biomaterials for peripheral nerve regeneration. International Journal of Biological Macromolecules, 2020.
8. Kumar N., H. Joisher, and A. Ganguly, Polymeric scaffolds for pancreatic tissue engineering: a review. The review of diabetic studies: RDS, 2017. 14(4): p. 334.
9. Zhang Q., et al., Polymer scaffolds facilitate spinal cord injury repair. Acta biomaterialia, 2019. 88: p. 57-77.

PROCESSES AND MACHINES OF AGROENGINEERING SYSTEMS

QUALITATIVE PURIFICATION OF POMEGRANATE JUICE USING ELECTROFLOTATION

Jamshid Kurbanov

*Doctor of technical sciences, professor, Samarkand Institute of Economy and Service,
Uzbekistan, Samarkand
E-mail: aktamovshohruhbekk@gmail.com*

Nusratilla Barakaev

*Doctor of technical sciences, professor, Bukhara Institute of Engineering Technology,
Uzbekistan, Bukhara*

Akmal Uzaydullaev

*Masters of technical sciences, post-doctorate, Gulistan State University,
Uzbekistan, Gulistan*

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЧИСТКА ГРАНАТОВОГО СОКА ПУТЁМ ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИИ

Қурбонов Жамишид Маждидович

*д-р техн. наук, профессор, Самаркандский институт экономики и сервиса,
Республика Узбекистан, г. Самарканд*

Нусратилла Ражабович Баракаев

*д-р техн. наук, профессор, Бухарский институт инженерной технологии,
Республика Узбекистан, г. Бухара*

Акмал Олимович Узайдуллаев

*магистр технических наук, докторант, Гулистанский государственный университет
Республика Узбекистан, г. Гулистан*

ABSTRACT

In the following article are given stand of the research conducted on qualitative cleaning of pomegranate juice using electro flotation, method of cleaning juice, also results of conducted experiment and other results related to this research.

АННОТАЦИЯ

В статье приведены стэнд исследования проведенного по качественной очистке гранатового сока путём электрофлотации, метод очистки сока, а также результаты проведенного эксперимента и другие результаты касающиеся данного исследования.

Keywords: electroflotation, anode, cathode, hydrogen bubbles, juice, purification, experimental stand.

Ключевые слова: электрофлотация, анод, катод, пузырьки водорода, сок, очистка, экспериментальный стэнд.

INTRODUCTION

Nowadays growing the fruit of pomegranate in the world consists of 3,086 million tons. In particular, it was harvested in India 900 thousand tons, Iran 800, China 290, Turkey 220, the USA 200, Pakistan 120, Afghanistan 90, Tunisia 85, Azerbaijan 82, Syria 79 and Uzbekistan 60 thousand tons in 2016 (1). That is why most of scientific researches are directed to introduce technologies in order to accelerated develop processing the pomegranate juice, to produce juice, concentrate and other assortments.

There were created wide range of scientific designs on storing fruit-vegetables and implementation of processing technologies, producing exporting juices in food industry of our republic and they were implemented to the production. In the Action strategy on further development of the Republic of Uzbekistan were set tasks such as “deepening structural changes and deep development of producing agrarian products, further strengthening food safety of the country, widening producing ecologically pure products, to increase export capacity of agrarian sector” (2). At this point, scientific researches directed

to creation manufacturing technologies of exporting productions is of topical issue.

In this work, we will look at the experimental stand, the method of juice purification and the results of the experiment and the others in the study conducted on the qualitative purification of pomegranate juice using electroflotation.

It is known that when dividing non-uniform liquids in the industry: suspensions, emulsions are performed mainly on the account of tender or centrifugal force. On the basis of centrifugal force, a complex device is considered, centrifuges and, in most cases, the purification process are used.

In the food industry, liquid products are considered to be heterogenic system and are structured from two phases to a dispersing environment and a dispersing phase. If in the liquid system there is a strong contact between the dispersing medium and the dispersing phase, such liquids are hydrophilic, the bond medium consists of water, and its hydrophilic shell is surrounded by aqueous products. To these is an example of the suspension of starch. If the interdependence in the phase with the environment in a system is weak, they are called

hydrophobic systems. These are examples of protein suspension, oil and water emulsions.

If in the liquid phase the gas bubbles of the dispersing phase stick out, this process is called the flotation process. At present, different methods of flotation have been developed (3). One of these is electroflotation in which positive results have been obtained in many areas of the food industry and in the processing of wine materials and others. Therefore, we conducted the study on the qualitative purification of pomegranate juice by this method.

MATERIALS AND METHODS

In an experimental study of pomegranate juice purification, we examined the experimental electroflotation stand and performance principle.

For the first time, a research stand for monitoring the process of electroflotation was established in Moldova for the purification of grape juice. Later, this structure was improved. We have made an experimental stand based on this improved principle scheme. Electroflotation research the principle scheme of the laboratory stand was presented in Figure 1.

Figure 1. Principle scheme of electroflotation device

The electroflotation laboratory research stand consists mainly of the following: a glass container with cylindrical electrodes (5-cathode, 2-anode) with a capacity of 5 l as a working chamber, a constant current source (5), a laboratory autotransformer (6), processing products incoming (3) and outgoing (7) juice from the processing consisting of stripping pots and separated foam (4) and measuring control device [1].

Electroflotation on the stand is performed in the periodical mode. In its operation, a mixture of turbid juice is put in a container and filled, then connected to electricity. The alternating current is given to the anode and cathode electrodes after it becomes a constant. In this case, the lower electrode begins to separate from the cathode in a uniform gas bubbles. Bubbles move from the mixture of juice, by itself sticking the hanging residues in the juice and take it to the top, thereby forming foam of bubbles stuck in colloidal particles at the top of the container. From time to time, the foam formed from these bubbles is removed. The process is continued until the juice is purified, and the purified juice is taken from

the bottom and put in a new one from above until the container is full, and the process is continued [2].

In the qualitative passage of the electroflotation process, it is important what kind of material the electrodes are made of. The best electrodes are inert materials, which does not melt during the process and does not give all sorts of additional reactions to the juice, etc. To such electrodes are used platinum, graphite and coal (4).

In the experiment of purification of pomegranate juice by electroflotation, electroflotation is determined as the main task of determining the purification properties: the effect of the intensity of the current on the process, the effect of the placement of electrodes in the working chamber, the properties of foaming, the temperature of the juice in the electroflotation process and the height of the layer of juice [3].

For the experiment, pasteurized pomegranate juice (temperature 45-50°C) was obtained.

In the study of the effect of electricity power, its effect on the speed of pomegranate electroflotation was determined. In it, the current power was changed from

3,2 to 50 mA/cm². The experimental data obtained were included in Table 1.

Table 1.

Influence of electricity power on electroflotation

No. of the experiment	Density of electricity mA/cm ²	Duration of the project, min.	Ratio of the volumes, %		
			V_c/V_0	V_m/V_0	$(V_c + V_m)/V_0$
1	2,5	32	66,7	33,4	100,0
2	5,0	25	67,8	33,1	100,9
3	10	17	68,2	32,6	100,8
4	15	7,5	68,2	32,4	100,6
5	20	7	68,2	32,4	100,6
6	25	12	69,6	31,1	100,7
7	30	16	68,3	32,6	100,9
8	35	18	66,4	33,7	100,1
9	40	19	70,1	30,0	100,1
10	45	20	70,0	30,0	100,0
11	50	21	72,0	28,6	100,6

V_c in the table is volume of purified juice; V_m – volume of foam; V_0 – volume of purified juice [4]

The results obtained after this experiment, that is, when purifying pomegranate juice after pasteurization, the binding of the vine density, were presented in Figure 2. The figure, that is, the results obtained for grape juice in the Moldavian Institute of food scientific research for comparative analysis, was also cited.

Experimental data have shown that when purifying pomegranate juice, the electroflotation rate increases from 15 to 20 mA/cm² of the vine density. This situation is also confirmed in grape juice. Only in it 20-25 mA/cm² (5).

1-Pomegranate juice; 2- Grape juice.
Electricity dense, mA/ cm²

Figure 2. The change of the pasteurized juice by the speed of electroflotation purification and the dependence on the density of the vine

Grape juice and pomegranate juice differ in quantity, although the binding curve of the vine density and duration is similar in quality. Because the viscosity of pomegranate juice is small from the viscosity of grape juice, the viscosity of grape juice in grape juice is more than in pomegranate juice.

Thus, it can be assumed that the optimal mode of purification of pomegranate juice in the electricity density is 15 - 20 mA/cm². According to the purpose, it is

necessary to indicate that even when purifying pomegranate juice by the method of electroflotation, 1-1,5% of the sediment is formed.

The analysis of experimental data shows that in a small amount of electricity density (2-5 mA/cm²) the process goes slowly (30 - 34 minutes) and at this time juice becomes weakly saturated with gas bubbles. The concentration of gas bubbles will be much less, they will begin to move upwards, gluing hanging waste on themselves. With an increase in the density of the electricity

in the duration of time, the speed of the process increases, the concentration of gas bubbles in the juice also increases. With an increase in the density of the electricity in general, the gas bubbles of the juice increase as the saturation level increases.

In the process of electroflotation, the optimum amount of electricity density is 15-20 mA/cm² for pomegranate juice, in grape juice 20-25 mA/cm², gas bubbles are increased, and only a part of them is added to the flotation, the rest are added to the foam, which is formed upwards without hanging particles. The foam of the bubbles causes the flow of juice into the body. Bubbles form as a group of flows, increasing the density of foam and reducing the quality of flotation.

The increase of electricity density may also form big foams. The results of conducted experiments show that as optimal amount of electricity density increases, it reduces electroflotation speed. That is why optimal level of the electricity density leads to effective operation of the process.

RESULTS AND DISCUSSIONS

Electroflotation process is different in experimental stand: anode below and cathode on the top, electrode on

the top when checked horizontally, cathode below of electrodes (in horizontal position in the shape of plate), and anode is between dishes in the shape of vertical rod and it was better than other variants.

Same happened with experiment result, electricity density in foaming had influenced on structure of foam and it's density as well. The higher electrical density, the more foam in the gas bubbles concentration.

Experiments on electroflotation were conducted in different temperature media from 20 to 50°C. The electricity density was kept constantly at 18 mA/cm² which was dependant on the process of electricity density in conducting juice in high temperature with different electricity density.

It was known from the data of the experiment, that during the electroflotation process there is dependence between the temperature and duration, temperature increase may lead to the increase of the process, and flotation speed noticeably increase in high temperature from 5 to 18- 20°C.

Hence the electricity density was 30 mA/cm² in conducted three experiments, on the layer of liquid on the cathode top 0,40,80 and 100 cm characterized speed of electroflotation (Table 2).

Table 2

The values

No. of the experiment	Duration of the process, min.	Concentration of hanging particles in different height (in %)				No. of the experiment	Duration of the period, min.	Concentration of hanging particles in different height (in %)			
		0	20 cm	60 cm	70 cm			0	20 cm	60 cm	70 cm
1	0	3,3	3,3	3,3	3,3		8	2,2	2,2	2,8	2,8
	4	1,8	2,5	3,0	4,0		12	0,8	0,8	0,8	1,2
	8	0,8	1,6	2,5	2,8		0	4,5	4,0	4,0	4,0
	12	0,8	0,8	0,8	0,8	3	6	3,8	3,8	4,2	4,2
	16	0,8	0,8	0,8	0,8		10	3,2	3,8	3,8	3,8
2	0	3,8	3,8	3,8	3,8		14	1,9	1,9	2,2	2,2
	4	2,7	3,6	3,6	4,1		18	0,9	0,9	0,9	1,3

Therefore, from the layer of liquid connected to cathode (H=0 cm) after 4 minutes will be floated particles under the influence on the average 30 - 40% of electroflotation. At this time existing layer of the liquid on 20 cm above the cathode will be close to 20%, and layer in the liquid will less floated from 80 cm to 11%. So, the higher the liquid layer on the cathode, the lower electroflotation process.

We can conclude from above conducted experiments, that in electroflotation of pasteurized pomegranate juice purification initial concentration of hanging particles in any time is 2,0 - 2,5%, and is same with the volume of formation of aggregates of hanging particles with liquid adhesive bubbles while processing in the equipment not higher than 60 cm. When electroflotation purification the electricity density (1 experiment series) is 30 m/cm²

and 40 m/cm² (2nd experiment series) results of the analysis are given in the table 3.

Table 3.

The chemical composition of pomegranate juice till electroflotation (1-2 test) and after electroflotation (3-6 tests)

Experiment series	No. of the samples	Height of selected samples, cm	Dry substance, %	Sugar, %	Titrated acid %	Tannic and dyes substances, g/l	Nitrogen amino acid, mg/l	pH	Fe, mg/l	Cu mg/l	Oxidizing ferments			
											Ascorbic oxidase, mg/g pH 5,0	Peroxidase mg/g pH 7,5,	Polyphenol oxidase, mg/g	
													pH 5,0	pH 7,5
1	1	0	19,0	15,3	0,89	0,81	229,6	3,35	13,1	1,0	1,5	5,6	2,8	2,8
	2	120	19,0	15,6	0,89	0,92	302,4	3,35	12,5	0,8	1,4	5,6	3,1	2,8
	3	0	19,0	15,3	0,89	0,86	302,4	3,35	14,6	1,1	1,5	3,9	3,1	2,8
	4	40	19,0	15,3	0,89	0,90	240,8	3,3	13,7	0,4	1,25	5,0	3,9	3,1
	5	80	19,0	15,6	0,89	0,81	229,5	3,3	12,5		1,1	5,0	3,6	3,1
	6	120	19,0	15,3	0,89	1,05	229,6	3,3	12,5		1,25	5,0	3,6	3,3
2	1	0	17,6	14,6	0,79	0,81	202,4	3,4	15,2	0,5				
	2	120	17,2	14,3	0,77	0,73	254,6	3,4	16,4	0,4				
	3	0	17,4	14,3	0,77	0,76	255,2	3,4	17,0	0,3				
	4	40	17,4	14,3	0,78	0,71	234,7	3,4	16,1	0,3				
	5	80	17,4	14,3	0,77	0,68	203,2	3,4	17,0	0,3				
	6	120	17,4	14,3	0,77	0,75	202,8	3,35	16,0					

As can be seen from the table 3 data, regardless of the height of the samples obtained, that is, regardless of the distance of the juice layer from the electrodes, there are no significant changes in the indicators of pomegranate juice, despite the fact that electroflotation is carried out when the current density is high. In the process of electroflotation, significant changes in dry matter, sugar, titrated acid, tannic and dyes, nitrogen amino acids, iron, copper and oxidative enzymes do not occur.

Thus, as a result of complex inspections, no negative effects on the electrolysis process in pomegranate juice were found. It is possible to explain that there is no such effect as follows. First, the juice does not remain long (15-20 min) in the electroflotator and is carried out at the effect of low electrical current density in the order of 20-40 mA/cm². Secondly, the changes that occur as a result of electrolysis can occur not only in the liquid as a whole, but only in the part that is in direct contact with the surface of the electrodes, since electrochemical reac-

tions occur in the place where the liquid and the electrodes overlap between the surface. The absence of turbulent flows in the equipment creates conditions for the fact that the bulk of the purified liquid does not come into contact with the electrodes.

CONCLUSION As a result of the research, it was found that the method of electroflotation provides effective irrigation of pomegranate juice. Factors affecting the electroflotation process were determined and their alternative values were found. Organoleptic analysis was conducted with the participation of scientific staff and showed that electroflotation processing improves the appearance and taste of pomegranate juice. Practical and theoretical study of the process of electroflotation in the process of purification of pomegranate juice in laboratory and industrial conditions electroflotation method served as the basis for the expansion of various industries.

Reference:

1. Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. 4947 from February 7, 2017 "About Action strategies on further development of the Republic of Uzbekistan".
2. J.M. Kurbanov, U.R. Khodjaeva. Electro physical methods of influence on food products of servicing enterprises, monograph, "Iqtisod-moliya", Tashkent, 2012, p. 159.
3. I.A. Rogov, A.V. Gorbato. Physical methods of processing food products. – M., Food Industry. 1974. p. 583.
4. B.M. Matov. Flotation in food Industry. - M., Food Industry. 1986. P. 168.
5. Electronic resource <http://www.ozon.ru/context/detail/id/5150020/>

CIVIL ENGINEERING AND ARCHITECTURE

IMPROVING THE OPERATION RELIABILITY OF THE COMPLEX
OF CONSTRUCTIONS OF THE KUYGANOR HYDRAULIC UNIT**Dilmrod Xusanov**

Assistants

*of the Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnology,
Uzbekistan, Andijan**E-mail: Khamidov20101995@gmail.com***Raxmatillo Shermatov**

Assistants

*of the Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnology,
Uzbekistan, Andijan***Ferubek Abdulhaqov**

Assistants

*of the Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnology,
Uzbekistan, Andijan***Yunusbek Sattiyev**

Assistants

*of the Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnology,
Uzbekistan, Andijan*ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ КОМПЛЕКСА КОНСТРУКЦИЙ
КУЙГАНЬОРСКОГО ГИДРОУЗЛА**Хусанов Дилмрод Дехканович**

ассистент

*Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологии,
Республика Узбекистан, г. Андижан***Шерматов Рахматлло Юлдашевич**

ассистент

*Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологии,
Республика Узбекистан, г. Андижан***Абдулхаков Ферубек Холидинович**

ассистент

*Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологии,
Республика Узбекистан, г. Андижан***Саттиев Юнусбек Шахобиддинович**

ассистент

*Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологии,
Республика Узбекистан, г. Андижан*

ABSTRACT

The article is devoted to the issues of assessing the reliability and safety of the hydraulic system located on the Karadarya River in the Andijan region of the Republic of Uzbekistan. Recommendations are given for the safe operation of the Kuyganyor hydroelectric complex.

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена вопросам оценки надежности и безопасности гидросистемы, расположенной на реке Карадарья в Андижанской области Республики Узбекистан. Даны рекомендации по безопасной эксплуатации Куйганёрского гидроузла.

Keywords: hydroelectric complexes, reliability, safety, forced horizon, siltation, filtration, vertical draft.

Ключевые слова: гидроузлы, надежность, безопасность, вынужденный горизонт, заиливание, фильтрация, вертикальная осадка.

Introduction

Water is a necessary part in all technological processes in all territories of the globe [1,2]. In Central Asia, including Uzbekistan, where agriculture, irrigation and the construction of hydraulic structures are a long-standing occupation of the population, the invaluable experience of scientists and thinkers in this direction has served as a solid foundation for the prosperity of this industry [3,4,5].

The main sources of runoff in Central Asia are glaciers and snowfields, which guarantee 25-30% of annual runoff. During the growing season, their share in annual runoff is up to 50%. The Central Asian region is one of the most intense, demographically growing regions of the world. There is no doubt that with population growth, water consumption will increase. Experts predict that by 2030, increased water demand in Central Asia will reach 15-20% [6].

Kuyganyor waterworks is located in the Andijan district of Andijan region on the river. Karadarya, 200 meters below "the Green Bridge" automobile road in the territory of the Kuiganyar village, is designed to ensure guaranteed water intake into the channels of the Big Fergana Canal (BFC) and Siza, with a total suspended area of 233.92 thousand hectares [7,8,9].

The reliability and safety of the complex of facilities of the Kuyganyor hydroelectric complex (KSU) was assessed by comparing the actual data with the requirements laid down in the design in accordance with regulatory documents [10,11].

Hotel researchers [13,14] for the safety indicators of hydraulic structures take the index M1 and M2. Their

digital values are determined on the basis of diagnostics and calculated indicators [15,16].

We have resolved this issue by comparing indicators and requirements for hydroelectric [17,18] facilities according to the technical design and current standards (TDCS).

Methodology

Control of the position of the gates at all culvert holes of the shield dam and the head regulators of the BFC and Siza channels was carried out by sensors of the DPS-500 type, water levels in the inlet river. Karadarya, in the sedimentation tanks of the BFC and the lower downstream of the Siza channel regulator with sensors of the UDU type, the state of the equipment with signal sensors. Over the past period of time, 77 years have passed from the start of operation of the facility (1939). During this time, GOSTs and SNIps appeared, which changed several times, and in the period 1997-1998 the State Committee of the Republic of Uzbekistan for Construction and Architecture approved the Republican norms to replace the existing SNIps under the acronym KMK (building norms and rules).

Results and discussions. Comparison of indicators and requirements for waterworks facilities according to the technical design and current standards (TDCS) are given in table No. 2-1.

As can be seen from the above table, the requirements of BR either remained unchanged (clauses 1,2,4,5), or were specified (clause 6), or decreased (clause 3). This suggests that KHC was built according to the standards, the requirements of which do not contradict existing standards.

Table 1.

Comparison of indicators and requirements for waterworks facilities according to the technical design and current standards (TDCS)

№	Indicators	According to working drawings		According to current standards	
		Value	Base	Value	Base
1.	Capital class of river facilities.	II	"Norms and TU of designing hydraulic structures of hydroelectric power stations." Nickname collection number 4	II	BR 2.06.01- 97 Hydrotechnical buildings.
2.	Estimated seismicity of the area in points.	9	According to current standards	9 1 time in 500 years	BR 2.01.03- 96 Construction in seismic regions.
3.	Standard safety factor:		"Norms and TU of designing hydraulic structures of hydroelectric power stations." Collection No. 4		BR 2.06.01-97 Hydrotechnical buildings.

	a) The main combination	1,40		1,20	
	b) Special combination	1,10		1.0.8	
4.	Stock at the height of dams above the MPU, in m	1,0	-«-	1,0	-«-
5.	Estimated probability of exceeding the maximum costs,%		By current standards.		BR 2.06.01- 97. Hydro-technical buildings . Design Fundamentals.
	-normal	1,0		1,0	
	-emergency	from		from	
6.	Estimated maximum costs				BR 2.01.14-98. Definition of settlement.
	-1,0%	1200		1170	
	-0,1%	1400		1402	

The main water sources of the Kuyganyor hydroelectric complex are the Naryn and Karadarya rivers. Water r. Naryn enter the Big Ferghana Canal (BFC) through the head regulator only in the quantity that is needed at the moment.

Flood discharge (0.1% coverage) p. Karadarya is - 1664 m³ / s. The maximum capacity of the discharge openings of the Andijan reservoir is 1700 m³ / s. With the passage of such costs below the dam due to the spreading of the wave, transformation and accumulation of the flow along with the lateral flow in the river. At a rate of 320 m³ / s, in the KHE site there will be a flow rate of 1425 m³ / s, with Qi% -1402 m³ / s, which is close to the estimated maximum KHE flow rate of 1431.5 m³ / s.

The following activities aimed at ensuring the safety of KSU for the current period have not been completed:

- study of the current state of soils and their comparison with the requirements of RSTU 20522-96 and KMK 2.02.02-98;
- verification by calculations of the stability of structures against the effects of earthquakes by a probabilistic method;
- -development of a safety criterion, maximum permissible indicators in the prescribed manner and their approval in the inspection "Govwatercontrol"

Conclusion

The main reasons for reducing the safety of the KHE complex are:

1. The assumption of rising water horizons in the upper pool of the shield dam above the calculated values.

2.0 sediment sowing during the flood period in the supply channel interferes with the even flow approach to the shield dam during low-water periods and, thereby, contribute to increased concrete wear on separate sections of the spillway of the dam.

3. Evaluation of the state of the facilities of KSU is given on the basis of visual observations of employees of the 4th hydro plots of the 3rd department of the

NKUG, they lack geodetic control and measuring equipment (KIA) and data from instrumental observations of the opening of expansion joints, sediment values of various structural elements of structures.

4. In the upper pool of the shield dam near the right bank there are sediment deposits along the coast at a distance of about 100 meters. The thickness is 1.5-2.0 meters, and when adjoining the shore it reaches 3.0 meters.

5. In the lower pool of the intake dam, the bottom erodes to a depth of 1.0 m, especially at the left bank, where the erosion depth reaches meters.

6. The left bank of the lower pool of the dam is blurred at a length of 40 meters.

To ensure the safety of the complex of structures of the Kuyganyor hydroelectric complex of KSU, it is necessary:

The operation of the complex of Hydroelectric facilities shall be carried out without violating the requirements of the "Operating Instructions".

Timely remove sediment deposits in the riverbed. Karadarya and in the sedimentation canals of the BFK.

Protect the downstream from erosion by the construction of a diversion structure (barrage).

The health content of all gates and technical devices of the hydraulic system.

For the safe operation of the Kuyganyor hydroelectric complex, it is necessary:

- to maintain in working condition the whole complex of Hydroelectric facilities by strictly observing the Operating Rules, to carry out, as necessary, ongoing repair and restoration work in places of damage;
- timely remove sediment deposits in the riverbed. Karadarya and in the BFK sedimentation channels;
- build in the downstream diversion structure to protect the downstream from erosion;
- to develop new rules for the operation of the hydraulic system, taking into account the accumulated experience and modern requirements.

The authors of the article are very grateful to the organizers of this International Conference.

References:

1. Umurzakov U.P, Abdurakhimov I.P. Water culter and menegment . Toshkent: "Economics-Finance". 2008.1 folder.- B.22-45.
2. National Encyclopedia of Uzbekistan. -Tashkent: " National Encyclopedia of Uzbekistan " State National Publication, 2004.-B.84-96.
3. Khamraev Sh.R., Umurzozov U.P, Salohiddinov A.T, Sultanov T.Z. Water, peace, and security are inextricably linked to your problems. "Irrigation and Melioration" magazines. -Tashkent: 2017-No.3 (9). –B.5-10.
4. Water is an important resource for the future of Uzbekistan. United Nations Development Program - Tashkent 2007.
5. Sultanov T.Z, Begmatov I.A. History of irrigation systems development in Uzbekistan. Journal of Irrigation and Melioration. -Tashkent: 2016-No.1(3).-B.8-10.
6. Working draft. Coastal dam on the Karadarya river in the village. Kuyganyor Andijan district. Book 3. Climatic and hydrological conditions. Explanatory note.
7. A working draft for the reconstruction of the shore protection dam of the Karadarya River (right bank) below the Kuyganyor Dam. Explanatory note. 1991
8. Instructions for the technical operation of the Kuyganyor hydroelectric complex on the Karadarya river, taking into account automation. Tashkent. 2004.
9. Cadastre of Kuyganyor dam. GI "Gosvodkhoznadzor" Diagnostic Center, Tashkent, 2002
10. B.R 2.06.01-97 Hydrotechnical building.
11. Karabaev A.N, Mahmudov A, Khamidov I.Sh. "Effects of Operating Factors on the Safety of Burning Hydrogen." "Proceedings of the International Scientific and Technical Conference" Effective use of resource-saving innovative technologies for the promising development of the agricultural sector ". –page.214–218.
12. Bakiev M.R, Majidov I, Nosirov B, Hodzhakulov R, Rakhmatov M. Hydrotechnical buildings. Folders I, II.T.2008.page.840.
13. Bakiev M.R, Kirillova E.I, Hodzhakulov R. "Safety of hydrotechnical buildings. TIIM. Tashkent, 2008.
14. Xamidov I. et al. G ‘O ‘ZA Qator oralariga bo ‘ylama pol olish moslamasining texnologik ish jarayonini takomillashtirish // Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – 2021. – T. 1. – №. 4. – C. 626-632.
15. Саидходжаева Д., Абдувосиев А., Хамидов И. Основные причины и последствия прорыва плотин при гидродинамических авариях //Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – 2021. – T. 1. – №. 4. – C. 697-707.
16. Abdulatif M. et al. Uchqo ‘RG ‘ON Gidrobo ‘g ‘inidan foydalanish jarayonida suv sarfini rostlash inshootlardagi taqsimlanishini O ‘ZGARISHLARI //Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – 2021. – T. 1. – №. 3. – C. 392-399.
17. Саидходжаева Д.А., Саттиев Ю., Ишонкулов З. Application of modern innovative technologies in the regulation of water consumption and calculation of single-walled hydraulic structures //Актуальные научные исследования в современном мире. – 2020. – №. 2-2. – С. 80-85.
18. Хожиматов А. et al. Monitoring the operation of vertical drainage during reclamation of irrigated lands // Актуальные научные исследования в современном мире. – 2019. – №. 12-2. – С. 136-139.

TRANSPORT

FACTORS INFLUENCING THE CHOICE OF DIRECTION AND POSITION
OF THE HSR ROUTE*Khalfin Gali-Askar Rustamovich**Assistant,
Tashkent State Transport University,
Republic of Uzbekistan, Tashkent
E-mail: galiaskar1991@bk.ru*ФАКТОРЫ, ОКАЗЫВАЮЩИЕ ВЛИЯНИЕ НА ВЫБОР НАПРАВЛЕНИЯ
И ПОЛОЖЕНИЕ ТРАССЫ ВСМ*Хальфин Гали-Аскар Рустамович**ассистент,
Ташкентский государственный транспортный университет,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

ABSTRACT

The article considers the factors influencing the choice of direction and the position of the high-speed highway route. The choice of the principal direction and position of the route of the projected high-speed highway is given, depending on the influence of socio-economic, natural, technical and other factors and conditions.

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются факторы, оказывающие влияние на выбор направления и положение трассы высокоскоростных магистралей. Приводится выбор принципиального направления и положения трассы проектируемой высокоскоростной магистрали в зависимости от оказываемого влияния социально-экономических, природных, технических и других факторов и условий.

Keywords: high-speed traffic, factors, speed, track, obstacle, direction.

Ключевые слова: высокоскоростное движение, факторы, скорость, трасса, препятствие, направление.

The track is the spatial axis of the railway track at the level of the edge of the main platform of the roadbed. On double-track and multi-track lines, as a rule, the route of each of the paths is considered separately [1].

The choice of the principal direction and position of the route of the projected high-speed highway is influenced by socio-economic, natural, technical and other factors and conditions, many of which are closely inter-related [2]. The most significant socio-economic factors include: the purpose of the projected line in providing demanded transport links; the location of large settlements; the size and nature of expected passenger traffic; the degree of development of the territory; prospects for socio-economic development of the design area; issues of connecting passenger flows of the projected line with other communication routes; results of approvals with federal, regional and territorial authorities, etc. The main purpose of the new high-speed railway line is to provide large volumes of passenger traffic between two or more large cities and their areas of gravity with minimal loss of time by passengers [3, 4].

The involvement of large settlements in the chosen direction determines the size of passenger traffic and income from operation. When designing a trunk line with a predominant transit passenger traffic, it is necessary to strive for the shortest length of the route between the end points. Dense urban development of intermediate settlements and the presence of numerous utilities dictate the need to move the railway line outside the city. Within large stations and hubs, especially endpoints, the HSR needs to be linked into a single network with other modes of transport: urban, suburban and air transport. The results of approvals with the authorities and with economic entities may require a change in the position of the line even at subsequent design stages [5, 6].

Socio-economic factors determine the location of the so-called "strong points", including intermediate ones, through which or near which the HSR must necessarily pass. The reference points, first of all, are the final points of the highway, predetermined in most cases by the transport task itself, so they are reflected already in the design assignment. The natural conditions that influence the choice of the direction and position of the HSR route

include: topographic, engineering-geological, hydrographic, seismic and a number of others.

Natural conditions create obstacles for laying the route in the shortest direction between the support points. These obstacles can be divided into two types: high-altitude and contour, or situational. High-altitude obstacles are mountain ranges and gorges, high watersheds and deep valleys, steep steep banks of rivers and lakes (clamps), etc. Contour obstacles include watercourses and reservoirs, nature reserves, nature reserves and other specially protected areas, as well as places unfavorable in engineering and geological terms: swamps, zones of distribution of weak soils and karst, areas of landslides and scree, unstable ravines, areas of avalanches and mudflows, etc [7].

Along with natural factors, some obstacles of a social nature also belong to contour ones: settlements, engineering communications, valuable agricultural land. The most favorable overcoming, crossing or bypassing of high-altitude and contour obstacles determine the position of the so-called "fixed points" through which it is desirable to pass the route of the projected railway. Fixed points are the passing or lowest "saddles" of intersected watersheds, the most convenient places for crossing rivers, engineering communications, as well as circumvention of contour obstacles. Taking into account the reference points and fixed points, options for the direction of the projected line are outlined. The variants of the direction of the projected HSR between the same reference points can be preliminarily estimated by the following indicators: the length of the variant, the number and size of large watercourses crossed by the route, the extent of geologically unfavorable sections, etc [8].

In general, the position of the reference points, and, consequently, fixed points, may not be strictly defined. Then the task of choosing the direction of the projected line becomes more complicated and its solution will require more mutual coordination of the work of various

modes of transport, consideration of the expanded polygon of the network of existing railways and other communication routes, as well as the use of additional indicators and criteria for evaluating options. The most competitive variants of the HSR are adopted to further clarify the position of the route between the reference points and (or) fixed points, taking into account technical factors and natural features of specific design sites. The technical factors that influence the direction and position of the route include such important main technical parameters of the HSR as the set maximum speed of trains and the guiding slope.

The maximum speed determines the position of the route through the minimum required radius of curves and the conditions for its entry into the terrain and the system of situational restrictions. Due to the high cost of each kilometer of a double-track electrified line, when designing the HSR, one should strive to reduce its length. Reducing the length of the HSR, in particular, can be achieved by increasing the guiding bias. But this, in turn, may lead to an increase in the cost of train traffic. Reducing the length at a fixed value of the limiting slope, as a rule, leads to an increase in the volume of work (excavation, construction of culverts, etc.). However, under favorable topographic conditions (relief without prolonged maximum ascents) this increase in volumes can be compared with a decrease in the cost of structures that depend on the length of the route (the upper structure of the track, SCB and communications, etc.). The position of the route is also influenced by: environmental requirements (location of specially protected natural areas, water protection zones and coastal protective strips of water bodies, noise impact from train traffic, migration routes of rare and valuable animals, etc.); favorable location of associated watersheds, river valleys and gentle slopes; the presence of complex physical and geographical phenomena (slope processes, wetlands, ice, seismic impacts, etc.) and a number of additional factors and conditions specific to the design area.

References:

1. Visokoskorostnoy jeleznodorojniy transport. Obshiy kurs: ucheb. posobie: v 2 t./I.P. Kiselyov i dr.; pod red. I.P. Kiselyova. – M.: FGBOU «Uchebno-metodicheskiy sentr po obrazovaniyu na jeleznodorojnom transporte», 2014. T.1. – 312 s.
2. Skorostnoy i visokoskorostnoy jeleznodorojniy transport. V 2 t. / Pod obshey red. V.I. Kovalyova. – SPb.: Informatsionniy sentr «Vibor», T.1, 2001. – 320 s., T.2, 2003. – 448 s.
3. Khalfin Gali-Askar Rustamovich, & Yakhyayeva Muslimakhon Tokhirboevna. (2021). EFFICIENCY OF EXTENSION OF RAIL LASHES AT JSC "UZBEKISTAN RAILWAYS" Innovative Technologica: Methodical Research Journal, 2(05), 163–166. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/W2MHG>.
4. Mirakhmedov, Makhamadjan Mirakhmedovich and Khalfin, Gali-Askar Rustamovich (2020) "INVESTIGATION OF THE LONGITUDINAL HIJACKING FORCE FROM FRICTION BRAKING," Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers: Vol. 16 : Iss. 4 , Article 19.
5. Gali-Askar Rustamovich Khalfin, Muslimakhon Tokhirboevna Yakhyayeva, and Shoirakhon Tokhirboevna Yakhyayeva. "FACTORS DETERMINING THE STABILITY OF A CONTINUOUS WELDED TRACK" Scientific progress, vol. 2, no. 2, 2021, pp. 53-55.
6. Khalfin, Gali-Askar (2020) "RESEARCH OF RUNNING RESISTANCE TO LONGITUDINAL MOVEMENT OF RAILS ON JSC "UZBEKISTON TEMIR YULARI"," Journal of Tashkent Institute of Railway Engineers: Vol. 16 : Iss. 2 , Article 3.

7. Khalfin Gali-Askar Rustamovich. (2021). CLAMPING FORCE OF INTERMEDIATE FASTENERS AND THEIR DETERMINATION. JournalNX - A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal, 7(05), 233–236. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/ETJHF>
8. Khalfin Gali-Askar Rustamovich, & Purtseladze Irina Borisovna. (2021). USE OF A SYSTEM FOR DETERMINING THE STATE OF A NON-JOINTED TRACK TO ENSURE THE SAFETY OF TRAIN TRAFFIC. JournalNX – A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal, 7(05), 242–245. <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/U3A2F>.

CHEMICAL ENGINEERING

DOI - 10.32743/UniTech.2021.91.10.12346

**TECHNOLOGICAL REVIEW FOR USING POLYACRYLIC MEMBRANES
IN FLUE GAS UTILIZATION****Farrukh Khakimov***Master,
Tashkent Chemical-Technological Institute,
Uzbekistan, Tashkent
E-mail: xakimov_farrux@list.ru***Shakhnozakhon Khakimova***Masters student,
Tashkent Chemical-Technological Institute,
Uzbekistan, Tashkent
E-mail: xakimovash7796@gmail.com***Oytura Maksumova***Doctor of Chemical Sciences,
Tashkent Chemical-Technological Institute,
Uzbekistan, Tashkent
E-mail: maksumovas@mail.ru***ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ОБЗОР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИАКРИЛОВЫХ МЕМБРАН
В УТИЛИЗАЦИИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ****Хакимов Фаррух Шокиржонович***магистр,
Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент***Хакимова Шахнозахон Шавкатжон кизи***магистрант,
Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент***Максумова Ойтура Ситдиқовна***д-р хим. наук,
Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент***ABSTRACT**

The article provides information on optimizing the operating mode of technological furnaces, increasing efficiency by utilizing the heat of flue gases and data on reducing fuel consumption for technological purposes. The maximum efficiency of technological furnaces of primary oil refining installation was increased until 70.68% by optimization of the combustion process. For further increment of efficiency, the following technological changes have been made: 1) Utilization of heat to lower flue gas's temperature, and then capturing harmful and greenhouse gases; 2) Creation of an information system for calculating and predicting the composition of flue gases by analyzing the content of nitrogen and sulfur in fuel oil and technological fuel gas. A technological scheme for utilization of flue gases from primary oil refining furnaces is proposed.

АННОТАЦИЯ

В статье представлена информация по оптимизации режима работы технологических печей, повышению КПД за счет использования тепла дымовых газов и данные о снижении расхода топлива на технологические цели. Максимальный КПД технологических печей установки первичной переработки нефти увеличен до 70,68% за счет оптимизации процесса сжигания. Для дальнейшего повышения эффективности проведены технологические изменения: 1) Использование тепла для снижения его температуры, а затем улавливание вредных и парниковых газов;

2) Создание информационной системы для расчета и прогнозирования состава дымовых газов путем анализа содержания азота и серы в мазуте и технологическом топливном газе. Предложена технологическая схема утилизации дымовых газов печей первичной переработки нефти.

Keywords: greenhouse gas emissions, membrane for capturing CO₂, capacity, technology, utilization, flue gases.

Ключевые слова: выбросы парниковых газов, мембрана для улавливания CO₂, мощность, технология, утилизация, дымовые газы.

Harmful greenhouse gases and aerosols resulted from the combustion of fuel oil with heteroorganic compounds: a mixture of gases containing sulfur oxides, carbon dioxide, carbon monoxide, nitrogen oxides, fine dust particles, water vapor, unburned hydrocarbon gases, nitrogen, unreacted oxygen, etc [1, p.330]. Along with the smoke gases, very high heat is also released into the environment. The emitted acidic gases are hydrated in the atmosphere and return to the earth, resulting in damage to the environment and human health [2, p.999; 3, p.1]. Harmful exhaust gases emitted into the environment by enterprises operating on the basis of old technologies have a negative impact on the health of the population in the vicinity of the enterprise and, ultimately, on the environment of the country and the globe. The global warming process, i.e. the "greenhouse effect", is caused by the increase in the concentration of carbon dioxide, carbon monoxide, methane and similar heat trapping gases in the air during their mining, processing and combustion. Moreover, the rapid depletion of fossil energy sources, as well as with the increase of harmful gases, the emergence of many diseases that were not in the previous time have occurred and this procedure is being a serious concern to the whole world [4, p.15; 5, p.1]. In this paper, scientific development has been proposed for the introduction of energy-saving technology

in the primary oil refining and automation of the calculation of the combustion process in the furnaces used in this process. In order to use of industrial furnaces, including oil refining furnaces, efficiently, the introduction of the following three-stage technological additions and changes was conducted:

- Optimization of working conditions;
- Efficient use of heat output;
- Waste recycling.

From the table 1, it can be seen that the concentration of this gas in the atmosphere has increased by 36.41% over the last 100 years [6, p.60]. The situation is also having a negative impact on the economy, as they are increasing health care costs and taking away with them raw materials that are valuable for other production.

As we know, almost all fuels that are burned in oil refineries' furnaces, e.g. fuel oil or technological gas, consist of heteroorganic compounds. Some reactions of fuel oil and gas combustion process are as follows: (pentadecane) $C_{15}H_{32} + 23O_2 \rightarrow 15CO_2 + 16H_2O$, (ethane) $C_2H_6 + 3.5O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$, (hydrogen sulfide) $2H_2S + 3O_2 \rightarrow 2SO_2 + 2H_2O$, (thiophene) $C_4H_4S + 6O_2 \rightarrow 4CO_2 + 2H_2O + SO_2$, (pyridine) $2C_5H_5N + 14.5O_2 \rightarrow 10CO_2 + 5H_2O + 2NO_2$, (sulfide) $C_8H_{17}-S-C_7H_{15} + 24O_2 \rightarrow 15CO_2 + 16H_2O + SO_2$, (phenol) $C_6H_5OH + 7O_2 \rightarrow 6CO_2 + 3H_2O$ etc.) oxidation reactions take place.

Table 1.

Basic parts of dry air by volume

Gas		Volume	
Name	Formula	ppmv	%
Nitrogen	N ₂	780,840	78.084
Oxygen	O ₂	209,460	20.946
Argon	Ar	9,340	0.9340
Carbon dioxide (april, 2019)	CO ₂	413.32	0.041332
Neon	Ne	18.18	0.001818
Helium	He	5.24	0.000524
Methane	CH ₄	1.87	0.000187
Krypton	Kr	1.14	0.000114

Methods

The method of testing nitrogen content of fuel oil

Nitrogen content of fuel oil and technological fuel gas is determined according to the methodology and instrumentation mentioned in the literature [7, p.1]

The method of testing sulfur content of fuel oil

Standard test method is used to define sulfur content of fuel oil [8, p.1]. The determination of sulfur content of technological fuel gas is not needed as it is treated with diethanolamine before the combustion.

The method of predicting flue gas composition

Information system was created to calculate for predicting the composition of flue gas derived from after combustion of fuel oil and technological gases. It was performed by means of Excel [9, p.620]. The information system was given as an electronic appendix to this paper.

Results and discussion

Prediction process of flue gas composition.

Firstly, created an information system that calculates the material balance of the process of combustion of the primary technological furnace, where fuel oil and technological fuel gases are combusted, on the technological installation ELOU-AVT-2/3 of Fergana Refinery. At the same time, using standard methods for determining the composition of fuels, it was possible to determine the amount of nitrogen and sulfur and predict the amount of toxic anhydrides released during combustion. If the emissions of toxic and greenhouse gases are higher than the norm (maximum allowable emissions), the system indicates it (colored red for SO₂, brown for NO, green for NO₂ see electronic application or Table 2). The highest efficiency of the furnaces of primary oil refinery could be achieved by optimization just until 70.68% [10, p.105]. For further increment of the efficiency technological additions has to be implemented [6, p.60; 11, p.34]. The technological schemes for the process are referred as Figure 1 and Figure 2.

The definition of technological scheme. This is a closed system, close to ideal, i.e. here is only the entry of raw materials and the output of the finished product, the losses are minimized. In order to utilize the heat of the flue gases emitted into the atmosphere at a temperature of 370 °C, heat recovery utilizer and recuperator are used to obtain live steam and hot air for technological use, thereby lowering the temperature of the flue gases to 105-115 °C. The developed live steam moves through the serpentine tubes inserted into the 19/19¹ - adsorbers, heats the membrane to 70 °C, which breaks the chemical bond formed by the CO₂ and the membrane, and allows pure CO₂ to be obtained. A temperature swing desorbing mode under vacuum was selected for the desorption process. The heat of this live steam being produced meets the need for heat in the installation. The flue gases enter

the 10 - mixer with ozone. Oxidized gases are acidic gases that are easily absorbed by the absorbent. The fully oxidized flue gases then transfer their heat to the water of 11 - economizer (or process deaerator water) for heating. Acidic oxides are absorbed into the condensate along with ammonia, leaving the devices in a neutral environment that does not degrade, and sent to the stable fertilizer production unit. Uncondensed flue gases enter the 12 - scrubber at a temperature of 40-70 °C, where they are also washed with ammonia water (pH = 5-10). Stable fertilizers NH₄NO₃ and (NH₄)₂SO₄ are obtained from the formed unstable NH₄NO₂ and (NH₄)₂SO₃ salts. The non-condensed gases are sucked out of the separator through the 13 - drip eliminator by means of a 5¹ - smoke exhauster and fed to the 14 - compressor, from there to the 15 - absorber, or without entering it to the 19/19¹ - adsorber. In the 15 - absorber, SO₂ in the flue gases is absorbed using a 30% limestone solution. As a result, the production of gypsum - CaSO₄ from limestone CaCO₃ is launched. Smoke gases containing mainly nitrogen - N₂, O₂, CO₂, H₂O and small amounts (<2 ppm) of other acidic oxides pass through the PAM layer of the 19/19¹-adsorber, where the CO₂ in the flue gas is trapped. The 19/19¹ - adsorber contains PAM and operates periodically alternating with the 19¹/19 - desorber. For desorption, the internal pressure of the desorber is reduced to ≤100 mbar_{abs} by means of 8²-vacuum pump, and using live steam the pipes inserted into the desorber's jacket and the membrane are heated gradually to 70 °C. The desorbed CO₂ cooled using an 16¹ - aqueous cooler, and sent to 20 - compression section, then to the intended use, e.g., dry ice, acrylic acid production unit and other petrochemical production units. In the above-mentioned furnace, if only desulfurized technological gases are used, SO_n, N_xO_y gases and aerosols are almost absent in flue gases, in this case the scrubber is not supplied with ammonia water, flue gases enter to the 19/19¹ - adsorber bypassing 15 – absorber.

Table 2.

Material balance of the combustion process in furnaces of Oil Refinery

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Inlet						Yield value							
№	Name	kg/h	%	m ³ /h	%	№	Name	kg/h	%	m ³ /h	%	Fact, mg/m ³	PDV, mg/m ³
1	C ₂ H ₆	1989,52	2,51	1485,51	42,22	1	CO ₂	7430,91	9,37	3783,01	6,02		
	H ₂ S	10,48	0,01	6,90	0,20	2	CH	0,20	0,00	0,15	0,00	3,18	10,61
2	C ₁₅ H ₃₂	390,54	0,49	609,20	17,31	3	SO ₂	30,30	0,04	10,60	0,02	482,16	362,70
	C ₅ H ₁₁ -S-C ₆ H ₁₃	31,08	0,04			4	H ₂ O	5372,36	6,77	6685,61	10,64		
	2C ₅ H ₅ N	79,90	0,10			5	N ₂ and other in.gases	58177,56	73,34	46542,05	74,06		
	C ₅ N ₁₁ OC ₆ H ₁₃	28,49	0,04			6	O ₂	8278,09	10,44	5794,66	9,22		
3	Water vapour	1138,50	1,44	1416,80	40,27	7	CO	1,87	0,00	1,49	0,00	29,70	33,11
4	Air	75653,52	95,38	58435,83	1660,86	8	NO	30,00	0,04	22,40	0,04	477,40	115,75
						9	NO ₂	0,52	0,00	0,25	0,00	8,31	5,79
	Overall	79322	100	3518	100		Overall	79322	100	62840	100		

Кириш						Чыкыш							
№	Номи	кг/соат	%	м ³ /соат	%	№	Номи	кг/соат	%	м ³ /соат	%	Факт, мг/м ³	ПДВ, мг/м ³
1	C ₂ H ₆	1989,52	2,51	1485,51	42,22	1	CO ₂	7430,91	9,37	3783,01	6,02		
	H ₂ S	10,48	0,01	6,90	0,20	2	CH	0,20	0,00	0,15	0,00	3,18	10,61
2	Маз. комп. C ₁₅ H ₃₂	390,54	0,49	609,20	17,31	3	SO ₂	30,30	0,04	10,60	0,02	482,16	362,70
	C ₅ H ₁₁ -S-C ₆ H ₁₃	31,08	0,04			4	H ₂ O	5372,36	6,77	6685,61	10,64		
	2C ₅ H ₅ N	79,90	0,10			5	N ₂ ва ин.газ	58177,56	73,34	46542,05	74,06		
	C ₅ H ₁₁ OC ₆ H ₁₃	28,49	0,04			6	O ₂	8278,09	10,44	5794,66	9,22		
3	Сув буғи	1138,50	1,44	1416,80	40,27	7	CO	1,87	0,00	1,49	0,00	29,70	33,11
4	Ҳаво	75653,52	95,38	58435,83	1660,86	8	NO	30,00	0,04	22,40	0,04	477,40	115,75
						9	NO ₂	0,52	0,00	0,25	0,00	8,31	5,79
	Жами	79322	100	3518	100		Жами	79322	100	62840	100		

PDV – maximum permissible emission

Equipment specification: 1 - tubular furnace with two combustion chambers with a concave arch; 2 - pipe; 3, 3¹ - slide valves; 3², 3³ - valves; 4 - equipment for efficient use of flue gas heat; 5 - smoke extractor; 6 - receiver or settling chamber; 7 - steam generator; 8 - piston pump; 9 - recuperator. Flow specifications: I - flue gases; II - live steam; III - exhaust steam + steam condensate; IV - atmospheric air; V - hot air; VI - Na₃PO₄; VII - hydrazine - hydrate; VIII - solid and oily sediments; IX - to the chimney, X - to the flue gas separation section; XIII - ammonia water.

Figure 1. Principled technological scheme of efficient use of heat from flue gases

Equipment specification: 5¹ - smoke exhauster; 8² - vacuum pump; 8¹ - centrifugal pump; 10 - gas mixing device; 10¹ - ozonator (or water with potassium permanganate); 11 - economizer (boiler); 12 - scrubber; 13 - drip eliminator; 14, 14¹ - compressors; 15 - absorption column; 16, 16¹ - water coolers; 17 - CaCO₃ solution preparation and gypsum production department; 18 - absorbent retaining device; 19/19¹ - adsorber / desorber containing polyacrylate membrane; 20 - compression section. Flow specifications: III - exhaust steam + steam condensate; II - live steam; XI - circulating water; XII - 15-20% ammonia water; XIII - mineral fertilizer containing N_xO_y and partially SO_n; XIV - a mixture of gases consisting of CO₂, O₂, N₂; XV - to the compression section of carbon dioxide; XVI - a mixture of gases consisting of 91-95% N₂ and 5-9% O₂ to the nitrogen gas (inert gas) production unit, XVII - limestone slurry; XVIII - gypsum.

Figure 2. Schematic technological scheme of flue gas separation

CONCLUSION

Thus, conditions for CO₂ absorption by polyacrylic membranes were established. An efficient and energy-saving CO₂ membrane was obtained.

In addition to the ability of the membrane obtained to trap CO₂, it exhibited easy CO₂ regeneration at relatively low temperatures (70 °C) and relatively excellent stability in adsorption-desorption cyclic processes. Such a membrane is of great importance for use in the purification

of flue gases on an industrial scale. The following can be inferred from a test study conducted to capture CO₂ gas: First, the initial rate of adsorption and desorption increased. Second, the recyclability of PAM was shown to be superior to other materials tested. The process conditions that allow the use of renewable PAM at CO₂ capture process was organized and recommended to be used as a low-power demanding alternative in manufacturing plants.

References:

1. Akimova T.V. «Ekologiya. Priroda - Chelovek - Tekhnika .: Uchebnik dlya studentov texn. napravl. ya spes. vuzov» M.2006 .: YuNITI-DANA, 2006, 330. [in Russian]
2. Thomas Loerting, Romano T. Kroemer and Klaus R. Liedl, On the competing hydrations of sulfur dioxide and sulfur trioxide in our atmosphere // Chem. Commun., 2000, 999–1000.
3. Bamdad H., Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.261>, -P, 1-2.
4. Frederica Perera “Pollution from Fossil-Fuel Combustion is the Leading Environmental Threat to Global Pediatric Health and Equity: Solutions Exist” Int. J. Environ. Res. Public Health, 2018, 15-16.
5. "7 Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change". UN Treaty Database. Retrieved 27 November 2014.
6. F. Sh. Khakimov, N.Sh. Mukhtorov, Sh. Sh. Khamdamova, O.S. Maksumova. Poliakrilatlar yordamida neftni qayta ishlashning chiqindisiz texnologiyasini tashkil etishga // O'zbekiston kimyo jurnali, -Toshkent, 2020. -№ 3, 60-66. [in Uzbek] <http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=19660>
- 7 ASTM D 2622 Standard Test Method in Petroleum Products by wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometry
- 8 F. Sh. Xakimov, Imamov N.K., Farg'ona neftni qayta ishlash zavodida ELOU-AVT-2 texnologik qurilmasidagi neftni birlamchi haydash texnologik pechida yonish jarayonining material balansini hisoblashni avtomatlashtirish masalasiga // Umidli kimyogarlari, TKTI, 2017, 620-621. [in Uzbek]
- 9 F. Sh. Khakimov, Khamdamova Sh., Rahmonov H. Umen'shenie vibroso v atmosferu neftepererabativayushix zavodov cherez optimizasiyu raboti i povishenii K.P.D. pechey neftepererabativayushix predpriyatii // “KHIMIYA I EKOLOGIYA - 2015”, Materiali Mejdunarodnoy nauchno – prakticheskoy konferensii. Ufa Izdatel'stvo UGNTU, 2015, 105-108. [in Russian]
- 10 F.Sh. Khakimov, N.Sh. Muxtorov, Sh.Sh. Khamdamova, O.S. Maksumova, [N.K. Imamov]. Energiya tejamkor texnologiyani neftni birlamchi qayta ishlash jarayoniga joriy etish // O'zbekiston neft va gaz jurnali, -Toshkent, 2020. - № 3, 34-37, 74-77. [in Uzbek and Russian]

USING XRF AND RAMAN FOR TARNISH SILVER STUDY

Sergey Sirro*Head of Technological Research Department,
The State Russian Museum,
Russia, St. Petersburg***Juri Spiridonov***Researcher, ONRiK
(Department of Scientific Restoration and Conservation),
The State Hermitage Museum,
Russia, St. Petersburg
E-mail: juri.spiridonov.spb@gmail.com*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ XRF И РАМАНА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТУСКНЕНИЯ СЕРЕБРА

Сирро Сергей Владимирович*зав. отделом технологических исследований
Государственный Русский Музей,
РФ, г. Санкт-Петербург***Спиридонов Юрий Леонидович***научный сотрудник ОНРиК
(Отдел научной реставрации и консервации),
Государственный Эрмитаж,
РФ, г. Санкт-Петербург*

ABSTRACT

In the article, the authors reviewed the methods and results of the study of tarnished silver and tested two spectrometers: a handheld XRF and a Raman microscope. XRF is rarely used for this kind of research, although it is widespread and suitable for sulfur and chlorine research. In contrast, a Raman microscope is often used to study tarnished silver, but usually only "in one direction": substance → spectrum. The capturing time for the existing handheld XRF (2015) spectrum is 20 seconds, the capturing time for the modern (2020) XRF is up to 999 seconds. The thickness of the tarnished layer cannot be calculated on the basis of the 20-second spectrum due to the low accuracy, unfortunately, but testing has shown that even the old XRF can distinguish silver from silvering. As for the Raman microscope, it is possible to establish a substance by its spectrum if all other spectra were somehow excluded.

АННОТАЦИЯ

В статье авторы рассмотрели методы и результаты исследований потускневшего серебра и протестировали два спектрометра: портативный РФА и Рамановский микроскоп. РФА не часто используется для такого рода исследований, хотя он широко распространен и подходит для изучения серы и хлора. Напротив, Рамановский микроскоп часто используется для изучения потускневшего серебра, но, как правило, только «в одном направлении»: вещество → спектр. Время снятия спектра у существующего РФА (2015 г.) спектра составляет 20 секунд, время снятия спектра у более современного (2020 г.) РФА - до 999 секунд. Толщина слоя потускнения не может быть рассчитана на основе 20-секундного спектра из-за его низкой точности, но, как показали наши измерения, даже старый XRF может отличить серебро от серебрения. Что касается рамановского микроскопа, то можно определить вещество по его спектру, если как-то исключить все остальные спектры.

Keywords: tarnished silver, XRF.**Ключевые слова:** потускневшее серебро, РФА.**Appearance, clearing and measurement errors**

There is silver in almost every museum in the world, and all curators of silver artifacts are concerned with the problem of how to preserve silver in its original form. Tarnishing is a thin layer of corrosion. Silver can tarnish over several months, especially if not properly cleaned.

There are two types of areas of silver: located in the light and located where there is no light at all. The first areas fade over time, the second ones do not, but, as a rule, do not shine like new metal. The tarnishing layer usually consists of three silver salts: Ag₂S (black crystals if the layer is thick), Ag₂O (also black crystals), and

AgCl (white crystals that turn brownish in the light and then black). When the sulfide layer changes its thickness in the range of 0.01–0.1 μm , the color of the tarnished layer and the silver beneath it changes from yellow through red-brown to blue. It is a common mistake to

think that silver sulfide (red-yellow) is silver chloride (brownish) and vice versa. The ratio of O, S and Cl in the tarnishing layer is still under discussion. Silver nanoparticles differ in shape and yellow color due to the plasmonic effect.

Table 1.

Three main silver tarnishing salts [1]

	Ag ₂ O	AgCl	Ag ₂ S
Appearance colour	brownish-black	white	grayish-black
Gibbs free energy, kJ/mol	-2.68	-26.2	-9.73
Density, g/cm ³	7.1	5.6	7.3
Hardness, Mohs 1 .. 10	~2	2.5	2.3
Solubility in water, g/100 mL	poorly	insoluble	insoluble
Light sensitivity	no	yes	no

Light (sunlight, ultraviolet, etc.) is a source of additional energy for photosensitive reactions, but not a participant in them. However, some reactions are very slow in the absence of light. Visible light destroys organic matter, which increases the release of certain gases into the atmosphere. The temperature also rises in the light. Low light levels combined with other causes lead to the formation of chloride in the form of a layer of corrosion present on many coins and medals. Humidity also increases the rate of corrosion, but affects all areas at the same time. The effect of light illumination and relative humidity (RH) is shown in Figure 1a, 1b.

The metallic luster is a specular reflection of the incident light. Silver reflects almost 90% of visible light as a specular reflection (Figure 1, c) because 1) it has specific physical characteristics and 2) silver has a smooth surface. With an increase in the thickness of the tarnish layer, 90% decreases quickly. Also when silver is recovered from chloride, the surface is covered with 1-5-10 nm reduction pieces: the surface becomes unsmooth, and the reflection becomes diffuse (scattered in all directions). Hardness and ductility depend on the percentage of copper (Figure 1d).

Figure 1. All dependencies are redrawn from articles and books: a) Tarnish film thickness vs light or dark [2], b) Sulfide film thickness vs Relative Humidity [3], c) Visible light reflection vs layer thickness (3,9 nm and 10,9 nm) [4], d) Annealed silver alloy hardness vs copper percentage [5, p. 54]

Different cleaning techniques are known: mechanical, chemical, electrochemical, others [6]. If the mechanical method restorer removes the tarnish layer with cotton wool and a special paste and polishes the artifact at the same time. Chalk (more precisely, calcium), which is found on some silver artifacts, is most likely a consequence of long-term cleaning of silver.

The State Hermitage Museum uses a chemical one mainly: the silver artifacts are cleaned in special local composition (Flurin), then rinsed with distilled water many-many times and wiped off with a towel. A white coating may remain on the silver — this is AgCl, which is removed with ammonia. Apparently, “Flurin” appeared according to patent # 2177053 [7] of Alexander Flate and Galina Yuretskaya. We do not know how “Flurin” interacts with silver chloride: dissolves the chloride, rinses off the chloride (reducing adhesion), or nothing. What happens if, for example, horny silver is dipped in flurin? Most likely, nothing will happen, but this needs to be checked.

Any spectrometer, like other devices, is appropriate for capturing spectrum, if the spectrum error is less than the result itself. If the error is comparable to or greater than the result, the result is unreliable. The error δY is the distance between the true and measured values with a given probability. The dimension of the error is the same as the dimension of Y , the value of the error depends on the measurement method. As a rule, we either a) know δx , the derivative $\delta Y/\delta x$ and the probability distribution law or b) we can estimate δY from external considerations (the manufacturer does not help with this often). If the error is infinite (very large), then any measured value is correct and the probability is equal to one.

Accuracy is usually associated with a measurement scale if the device is professional, the accuracy is half a division of the scale. The error is also equal to half a division of the scale. The scale of any device is finite, and everything that is simply added to the measurements is not taken into account in the error. Precision depends on the distance between the experimental values. Resolution is the minimum distance that can be seen; this is a characteristic of optical instruments. If the relative error is 10%, then only 80% of the first digits are correct, if 30%, then 40%. If the relative error is 50% or more, the first digit is not true. Some special reason is required to measure with an accuracy of 30% -50%.

The result of portable XRF is the thickness and elemental composition of the layers, the result of IR or Raman spectrometers is the chemical formula. Both results have no mathematical meaning, these are spec characteristics, only written in symbols. Fitting means you find a spectrum that differs less from the experimental spectrum. The quality of the fit is $\sum P_i N_i$, where P_i is the probability that the experimental spectrum is similar to the spectrum i , N is the number of possible “formulas” for curve i .

Research methods: acceptable reactions, reaction rate, voltammetry, Auger spectrometer, computer simulator.

Since silver is available to everyone and tarnishes everywhere, many research methods have been applied to understand the nature of silver tarnish. Especially on

what the ratio of oxide, chloride and sulfide depends and can this ratio be predicted? Also, what does the tarnishing layer depend on, why does the tarnishing layer grow slowly or quickly? The tarnished layer is the result of many reactions, often following one after another, the product of the first reaction is a reagent for the second, etc. Below are the methods used by many researchers, we will mention only a few of them [8, 9, 10]. Silver does not react with basic air components even at red heat, and thus was considered by alchemists as a noble metal like gold. Its reactivity is intermediate between that of copper and gold. But basic air contains various impurities and pollutants, such as ozone. Silver reacts with ozone at room temperature.

Ozone is light sensitive. And the oxide reacts with chlorine, forming a compound that darkens and decomposes if the light

Like copper, silver reacts with sulfur and its compounds; in their presence, silver tarnishes in air to form the black silver sulfide (copper forms the green sulfate instead, while gold does not react).

Unlike copper, silver will not react with the halogens, with the exception of fluorine gas, with which it forms the difluoride. While silver is not attacked by non-oxidizing acids, the metal dissolves readily in hot concentrated sulfuric acid, as well as dilute or concentrated nitric acid. In the presence of air, and especially in the presence of hydrogen peroxide, silver dissolves readily in aqueous solutions of cyanide.

Like copper, silver reacts with sulfur and its compounds; in their presence, silver tarnishes in air to form the black silver sulfide (copper forms the green sulfate instead, while gold does not react).

Unlike copper, silver will not react with the halogens, with the exception of fluorine gas, with which it forms the difluoride. While silver is not attacked by non-oxidizing acids, the metal dissolves readily in hot concentrated sulfuric acid, as well as dilute or concentrated nitric acid. In the presence of air, and especially in the presence of hydrogen peroxide, silver dissolves readily in aqueous solutions of cyanide.

The reaction rate v is the rate at which concentration (for example $[X]$) changes over time.

$$v = k[X]^x[Y]^y, \text{ where } k = A \exp(-E_a/RT)$$

where gas constant $R = 8.31 \text{ JK}^{-1}\text{mol}^{-1}$, E_a is activation energy. The rate constant k depends on temperature ($\sim \sqrt{T}$),

catalyst and inhibitor existence. The dimension of the reaction rate depends on the order of the reaction, which is understood as the sum of $x + y$. The formation of water $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ is one of the fastest reactions. An example of a fast reaction is fire too, an example of a slow one is the chemical weathering of stones.

Table 2.

Examples of the multiplier order A taken from [11]

Reaction	A
$\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$	10^{29}
$\text{Cu} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CuCl} + \cdot\text{Cl}$	10^{10}
$\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CuO} \cdot 2$	10^{31}
$\text{S} + \text{Br}_2 \rightarrow \text{Br}\cdot + \text{SBr}$	10^{12}

We do not know the rate at which chlorine and sulfur reacts with silver, but apparently these rates are comparable because tarnishing contains oxide, sulfide, and chloride simultaneously. Oxygen can be from ozone (which is sensitive to light as well). Chloride decomposes in the light. Ozone and chlorine pollution is usually lower than sulfur pollution; light, humidity and air conditions affect the reaction rate too. The reaction rates are comparable with all of the above.

If a voltage is applied to the electrodes immersed in the solution, then an electric current will flow through the circuit. Electrochemical reactions take place: oxidation at the anode and reduction at the cathode. According to Faraday's laws of electrolysis, the transferred electric charge and mass are proportional to each other since, as we know today, they refer to one particle or ion. If we know this ratio, we can choose one reaction from a finite set of pre-selected ones.

The rate of the electrochemical process is determined by its slowest stage. If the speed of the slowest step is

zero, the process does not take place. Voltammetry is an experimental and analytical method for analyzing the current-voltage (polarization) curve, which is built during electrolysis on a polarizable electrode. The method is an interpretation of the curves measured in a cell with a polarizable indicator electrode and a non-polarizable reference electrode (in our case, with a sulfate mercury electrode).

Typically, for films with a good surface, the voltage versus time plot should show a series of horizontal sections or steps, each corresponding to a specific recovery potential or voltage (Figure 3). The final potential stage corresponds to the reduction of hydrogen ions in solution (with the formation of gaseous hydrogen) and a limit arises. By the current/voltage ratio, it is possible to establish which substances participated in the reaction, and by other characteristics of the curve, even quantitative indicators of the reaction.

Figure 2. Examples of polarization curves

Figure 2 is taken from an article of Lin, Frankel and Abbot [12], where it can be seen that all silver salts are present at the same time during street corrosion. The region is distinguishable on the polarographic curve if the potentials of the substances differ by more than 0.1–0.2 V. If the potential difference is less than 0.1–0.2 V, the two substances merge into one. Various signal processing methods are used to increase the resolution of the polarographic method.

Auger spectroscopy (AES) is a method for studying the elemental composition of surfaces. The composition of several molecular layers is calculated using Auger spectra and then the surface is etched with ions to a certain depth. The composition calculation and etching is repeated over and over again until the specified analysis depth is reached.

The elemental composition of the layers and their condition when exposed to light were investigated using XPS and AES. First, the dependence of the effect on the wavelength of light is the opposite: the longer the length, the weaker the effect. As a result, the experimental wavelengths, according to the effect produced, are arranged in the following order: $1537 \text{ \AA} > 3650 \text{ \AA} > \text{sunlight}$. Moreover, the longer the exposure time, the stronger the tarnish. The proportion of Ag_2O was 42.9% of silver after exposure for 18 hours to ultraviolet light $1537 \text{ \AA}$, but 17.6% if within 24 hours. The proportion of oxide is reduced by exposure to light. The XPS measurement showed that the surface, when exposed to light in the atmosphere, first oxidized and chlorinated, and then silver chloride could be converted to Ag_2O , which eventually reduced to black superfine silver particles and again. (In the work [13] Fang Jingli and Yu Yaohua (1985) only the abstract was read)

Saleh, Xu, and Sanvito [14] used the ReaxFF [15] program to tarnish silver. Sulfur compounds, especially hydrogen sulfide (H_2S), are believed to tarnish silver even at 1 ppb. Correct simulation can answer any question, but the power of the computer must be greater than

the processes it counts. Or you have to use some tricks. The team used a method called ReaxFF (Reactive Force Fields). ReaxFF can "train" a computer to reproduce quantum chemical results and reveal the mechanisms underlying the silver-oxygen and silver-sulfur reactions. Simulation showed that the rate of sulfide formation is much lower than the rate of oxide formation. When the S_8 molecules approach the silver, they quickly dissociate into individual atoms and react with the silver. Conversely, O_2 dissociates slowly and has less "sticking" capacity. Moreover, it is generally expected that the growth of the oxide or sulfide will slow down after the formation of the first tarnishing layer due to the oxygen or sulfur atoms having to diffuse through it in order to react with the silver atoms. The researchers found that silver atoms appear to diffuse upward towards the sulfur, allowing the silver sulfide to grow much faster. "Ag ion... highly mobile in Ag_2S " as opposed to oxygen.

Examples

Example 1: "Biscuit Box"

The "Biscuit Box" is made of an alloy of silver (main) and copper with traces of impurities. The boxes had to be cleaned because they were blackish. Two XRF spectra were captured, one before and one after cleaning with "flurin". XRF spectra had two tasks: the thickness of the tarnishing layer and the composition of the layers, which had to instrumentally decide whether it was necessary to clean and clean it well or not. The composition has been divided into two layers: tarnishing and alloy.

The depth of the surface analysis was about $15 \text{ \mu m}$, considering the K and L lines of silver. The average approximation error was 12% for the analyzed spectrum. Taking into account the estimated thickness of the upper layer of $0.01 \text{ \mu m}$, as well as its density, an error of $0.017/15 \cdot 11.5 = 0.05\%$ was needed and not 12%. As can be seen on the spectrum plot: the XRF spectra before and after cleaning practically do not differ (Figure 3).

Figure 3. Two experimental XRF spectra, one before and one after cleaning. Sulfur peak is 118 channel, chlorine peak is 134 channel. The two high peaks are the L line of silver

It is necessary to take more than 20 sec so that the spectrum becomes even, and not a herringbone. If we capture the spectrum not only for 20 sec, but much more,

for example, 999 sec, the spectrum will rise up and become a smoother curve. The spectrum is simply a histogram of the registered impulses distributed over energies.

We tested this statement on another XRF, Hitachi X-MET. We captured two spectra for 30 sec and for 600 sec, and compared them. Unfortunately for Hitachi there is no published calibration file for PiMca to use yet. When and if the calibration file becomes available it may be possible with the help of Hitachi to determine even the ratio of the content of radium to thorium and thereby establish the age of metal artifacts [16].

Example 2: "Reliquary"

The surface of the artifact was first divided into two layers: a tarnishing layer and an alloy layer. But all attempts to make the fit ended well, until we introduced a third layer: a layer of pure silver. The fit has become better, although not perfect, the approximation error has decreased. This can be seen on the plot (Figure 4).

Figure 4. Experimental XRF spectrum and two types of fit, where there are two and three layers, respectively

We have one explanation why the silvering was done with absolutely pure silver without any impurities in the 17th century. Even before Boulsover's invitation in 1742 (Sheffield plate), there were two methods [17] of industrial silvering: French coating [18] (or French Plaque) and close coating. The first method was invented in the early 1700s and used for electroplating later. Brass or copper, polished and degreased and heated almost to red hot before being placed in nitric acid. Silver plating was the application of four to six silver sheets. The sheet was also heated and then quickly and under pressure was applied to the surface. The sheets silvered by this method were specially marked indicating the

thickness of the silver. The thickness was 6 to 33 μm minimum.

Example 3: "Modern jewelry"

The third example is related to the Raman spectrometer (Figure 5). We use the method of comparing spectra based on correlation coefficients (one of at least four methods). The correlation coefficient r is in the range $-1 \dots +1$ where the correlation $r = 0.95$ corresponds to an error $\delta = 15\%$, according to pharmacologists [19]. Since a possible maximum $\delta = 30\%$, the correlation coefficient r can be 90%.

Figure 5. Raman spectra of Ag_2S : a) experimental (more smooth) and b) Martina (less smooth) [20]

It is not enough to fit the spectrum with a given error, because people know tens of millions of organic and hundreds of thousands of inorganic substances, even if mixtures are not yet taken into account (Although it is the mixtures that are more common). No database includes that many. It is necessary to limit the number of possible formulas in any way. We used a portable XRF device. XRF completely eliminated any organic compound simply due to the sum of the number of pulses, excluded at least

in a noticeable amount. The peak of Light Elements, generating organic matter (H; C; O; N) and air (mainly), is less than 1 keV and is poorly recorded by the built-in receiver. Also, C - O - F is more transparent to X-rays, and the resulting photon goes not only to the receiver, but in all directions. The distance increases as x , and the receiver area decreases as x^2 . XRF allows determining the position of silver, for example, light elements (organic matter) are located before or after the silver foil.

Conclusion

The test results have shown that portable XRF with a 20 second spectrum is not very suitable for measuring tarnish layer thickness. Perhaps, if the spectrum is recorded for 999 seconds, and not 20, it will become smoother and it will be possible to measure the layer thickness. The error is approximately equal to the ratio of the layer thickness to the depth of analysis in silver and, taking into account the density, which is approximately 0.04%,

this is very small. To make a final conclusion, modern XRF and its software calibration are required. To identify a substance by its spectrum, an identification error is required that is less than the percentage of possible substances (now about 30 million are known). Or almost all substances should be excluded from consideration.

It seems that no one has tried to ground silver artifacts. Maybe grounding will reduce the growth rate of the tarnishing layer, but maybe not. The test is necessary.

Bibliography:

1. Pradyot Patnaik (2001). Handbook of inorganic chemical compounds. London: McGraw-Hill. ISBN 0070494398
2. Jiang Yang C., Hao Liang C., & Liu X. (2007). Tarnishing of silver in environments with sulphur contamination. *Anti-Corrosion Methods and Materials*, 54(1), 21–26. <https://doi.org/10.1108/00035590710717357>
3. Reagor B.T., & Sinclair J.D. (1981). Tarnishing of Silver by Sulfur Vapor: Film Characteristics and Humidity Effects. *Journal of The Electrochemical Society*, 128(3), 701–705. <https://doi.org/10.1149/1.2127485>
4. Bennett J.M., Stanford J.L., & Ashley E.J. (1970). Optical Constants of Silver Sulfide Tarnish Films. *Journal of the Optical Society of America*, 60(2), 224. <https://doi.org/10.1364/josa.60.000224>
5. Rhines F.N. (1956). Phase diagrams in metallurgy : their development and application. New York: McGraw-Hill, ISBN 9780070520707
6. Palomar T. & Ramirez Barat B. & Cano E. (2018). Evaluation of Cleaning Treatments For Tarnished Silver: The Conservator's Perspective. *International Journal of Conservation Science*. 9. 81-90.
7. Patent, <https://patents.google.com/patent/RU2177053C2/en>, Retrieved 01.01.2021
8. Burstein G.T. (2019). The tarnishing conundrum of silver.
9. Selwyn L., (2016) Understanding how silver objects tarnish, <https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/training-learning/in-person-workshops/understanding-silver-tarnish.html>, retrieved at 01.09.21
10. Inaba M., (1996) Tarnishing of Silver: A Short Review, *Conservation Journal* January 1996 Issue 18, <http://www.vam.ac.uk/content/journals/conservation-journal/issue-18/tarnishing-of-silver-a-short-review/>, retrieved at 01.09.21
11. J.A. Manion, R.E. Huie, R.D. Levin, D.R. Burgess Jr., V.L. Orkin, W. Tsang, W.S. McGivern, J.W. Hudgens, V.D. Knyazev, D.B. Atkinson, E. Chai, A.M. Tereza, C.-Y. Lin, T.C. Allison, W.G. Mallard, F. Westley, J.T. Herron, R.F. Hampson, and D.H. Frizzell, NIST Chemical Kinetics Database, NIST Standard Reference Database 17, Version 7.0 (Web Version), Release 1.6.8, Data version 2015.09, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, 20899-8320. Web address: <https://kinetics.nist.gov/>
12. Lin H., Frankel G.S., & Abbott W.H. (2013). Analysis of Ag Corrosion Products. *Journal of The Electrochemical Society*, 160(8), C345–C355. <https://doi.org/10.1149/2.055308jes>
13. Fang Jingli and Yu Yaohua (1985) XPS and AES Study on the Tarnishing Mechanism of Silver-Electroplated Deposit(II) Mechanism of Tarnishing Caused by Exposure to Light and Na₂S Treatment, *CIESC journal*
14. Saleh G., Xu C., & Sanvito S. (2019). Silver Tarnishing Mechanism Revealed by Molecular Dynamics Simulations. *Angewandte Chemie International Edition*, 58(18), 6017–6021. <https://doi.org/10.1002/anie.201901630>
15. Senftle T.P., Hong S., Islam M.M., Kylasa S.B., Zheng Y., Shin Y.K., Junkermeier C., Engel-Herbert R., Janik M.J., Aktulga H.M., Verstraeten T., Grama A., & van Duin A. C. T. (2016). The ReaxFF reactive force-field: development, applications and future directions. *Npj Computational Materials*, 2(1). <https://doi.org/10.1038/npjcompumats.2015.11>
16. Doménech-Carbó A., Doménech-Carbó M.T., Capelo S., Pasies T., & Martínez-Lázaro I. (2014). Dating Archaeological Copper/Bronze Artifacts by Using the Voltammetry of Microparticles. *Angewandte Chemie International Edition*, 53(35), 9262–9266. <https://doi.org/10.1002/anie.201404522>
17. Turner E., (1993). Silver plating in the 18th century. In *Metal Plating and Patination*,
18. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-7506-1611-9.50024>
19. Metropolitan Museum # 200377 and others
20. Gryniewicz-Ruzicka C.M., Rodriguez J.D., Arzhantsev S., Buhse L.F., & Kauffman J.F. (2012). Libraries, classifiers, and quantifiers: A comparison of chemometric methods for the analysis of Raman spectra of contaminated pharmaceutical materials. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 61, 191–198. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2011.12.002>
21. Martina Irene & Wiesinger Rita & Jembrih-Simbuerger, Dubravka & Schreiner, Manfred. (2012). Micro-Raman characterisation of silver corrosion products. *e-Preservation Science*. 9. 1-8.

**POLYTHERMAL SOLUBILITY
OF THE $\text{NaClO}_3 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ SYSTEM**

Abdulaziz Sidikov

Basic doctoral student,
Institute of General and Inorganic Chemistry of the AS RUz,
Uzbekistan, Tashkent
E-mail: sidikov.abdulaziz@mail.ru

Sanzhar Tuychiev

Junior researcher,
Institute of General and Inorganic Chemistry of the AS RUz,
Uzbekistan, Tashkent

Akhat Togasharov

Doctor of Science in Technics,
Institute of General and Inorganic Chemistry of the AS RUz,
Uzbekistan, Tashkent

Saidahrul Tukhtaev

Doctor of Science, academician,
Institute of General and Inorganic Chemistry
of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

**ПОЛИТЕРМИЧЕСКАЯ РАСТВОРИМОСТЬ СИСТЕМЫ
 $\text{NaClO}_3 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O}$**

Сидиков Абдулазиз Абдуманон угли

базовый докторант,
Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Туйчиев Санжар Абдусодиқович

мл. науч. сотрудник,
Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Тоғашаров Ахат Салимович

д-р техн. наук,
Институт общей и неорганической химии АН РУз,
гл. науч. сотр.,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Тухтаев Сайдахрал

д-р хим. наук, академик, заведующий лабораторией,
Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

ABSTRACT

The system $\text{NaClO}_3 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ was studied by the polythermal method of solubility in the temperature range from -65.2 to 60 °C. On the basis of the solubility polytherms of binary systems and internal sections, a polythermal diagram of the solubility of this system is constructed. The fields of ice crystallization, $\text{NaClO}_3 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2$, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$ and compounds of the composition $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$ are delimited. Chemical and physicochemical analyzes were performed to identify the newly formed compound.

АННОТАЦИЯ

Политермическим методом растворимости изучена система $\text{NaClO}_3 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ в интервале температур от -65.2 до 60 °C. На основе политерм растворимости бинарных систем и внутренних разрезов построена политермическая диаграмма растворимости данной системы. Разграничены поля кристаллизации льда, $\text{NaClO}_3 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2$, $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$, $\text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$ и соединения состава $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$. Химический и физико-химический анализы были выполнены для идентификации новообразованного соединения.

Keywords: solubility, system, diagram, concentration, defoliants, crystallization temperatures, IR spectrum.

Ключевые слова: растворимость, система, диаграмма, концентрация, дефолианты, температуры кристаллизации, ИК-спектр.

Introduction. The unfavorable arrival of autumn weather can negatively affect the yield and quality of crops. Agrochemical measures, such as defoliation are applied to a range of crops to prevent yields from declining as a result of such natural factors.

Defoliants and desiccants are classified as harvest aids because they are commonly used to facilitate mechanical harvesting [1-3].

Appropriate and safe harvesting aids will shorten the time and make cotton picking easier [4].

The effectiveness of the harvest aid depends on the environmental conditions before, during and after application [5, 6]. Therefore, it is important to use the drugs on time, that is before the onset of cold weather.

Existing chlorate-containing preparations do not meet modern requirements due to some properties, i.e. they have a "hard" effect on the plant and completely destroy it and its immature boxes, which in turn leads to a decrease in potential profitability. Currently, it is necessary to offer effective multifunctional "soft" acting drugs by adding physiologically active substances to chlorate-containing defoliants [7]. Therefore, the synthesis of valuable drugs containing physiologically active substances has become one of the priority and necessary directions for the development of modern innovative technologies [8].

Methodology and materials. Sodium monocarbamidochlorate was used for the study, which had synthesized by dissolving urea together sodium chlorate in a 1: 1 mol ratio. After the formation of a homogeneous solution of the initial components, it was cooled, after which crystals of the compound $\text{NaClO}_3 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2$ were obtained. Based on the neutralization of monoethanolamine with 94% sulfuric acid (in 1:0.60 molar ratio), sulfate monoethanolamine was synthesized.

The solubility polytherm of the $\text{NaClO}_3 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ system was investigated by

the visual polythermal method [9]. Liquid nitrogen was used as a freezing reagent in the study of solution solubility.

Chemical and physico-chemical analysis methods were used to identify the obtained new compound. In the quantitative chemical analysis of liquid and solid phases, the content of the chlorate ion was determined by the volumetric permanganatometric method. [10], sodium-by flame photometry [11], elemental analysis for carbon, nitrogen, hydrogen was carried out according to the method [12]. The MIRacle10 IR spectrometer was used to identify the source material and the new compound [13,14].

Results and discussion. The binary system $\text{NaClO}_3 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ was studied by the author [15], this system is part of the system that we are studying and our data are in good agreement with the literature.

The solubility of the $\text{NaClO}_3 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ system was studied using seven internal incisions. Based on the results of the study of binary systems and internal incisions, the complete polythermal diagram of this system was constructed in the temperature range from -65.2 to 60 °C. On the phase diagram of the solubility of the $\text{NaClO}_3 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ system, the crystallization fields are distinguished: ice, urea, sodium monocarbamidochlorate, monoethanolammonium nitrate and compounds of the composition $\text{NaClO}_3 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2$. The indicated fields converge at two triple nodal points of the system, for which the compositions of the equilibrium solution and the corresponding crystallization temperatures are determined, which are shown in Fig. 1.

The projections of the polythermal curves on the corresponding lateral water sides of the system were constructed. The solubility diagram (Fig. 1) shows that a new compound of the composition $\text{NaClO}_3 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2$ is formed in the studied system.

Figure 1. Polythermal solubility diagram of the $\text{NaClO}_3\cdot\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-H}_2\text{SO}_4\cdot\text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH-H}_2\text{O}$ system.

On the polythermal diagram, the fields of the formed crystals of the system are highlighted with bold lines, and these fields are named accordingly. These fields occur at four triple nodal points of the system, for which the

corresponding compositions of the equilibrium solution and the crystallization temperatures are determined (Table 1).

Table 1.

Double and triple points of the system
 $\text{NaClO}_3\cdot\text{CO}(\text{NH}_2)_2\text{-H}_2\text{SO}_4\cdot\text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH-H}_2\text{O}$

Composition of the liquid phase (%)			T _c (°C)	Solid phase
$\text{NaClO}_3\cdot\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	$\text{HNO}_3\cdot\text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$	H_2O		
61.2	-	38.8	-33.0	Ice + $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$
59.8	0.3	39.9	-32.0	
39.4	2.4	58.2	-16.2	
18.4	6.6	75.0	-5.6	
12.7	17.5	69.8	-5.4	
5.8	36.6	57.6	-15.2	
3.6	49.8	46.6	-22.4	Ice + $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ + $\text{Na}_2\text{SO}_4\cdot\text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$ + $\text{H}_2\text{SO}_4\cdot\text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$

Composition of the liquid phase (%)			T _c (°C)	Solid phase
NaClO ₃ ·CO(NH ₂) ₂	HNO ₃ ·NH ₂ C ₂ H ₄ OH	H ₂ O		
-	52.0	48.0	-19.2	Ice + H ₂ SO ₄ ·NH ₂ C ₂ H ₄ OH
2.7	58.6	38.7	-37.4	Na ₂ SO ₄ ·NH ₂ C ₂ H ₄ OH + H ₂ SO ₄ ·NH ₂ C ₂ H ₄ OH
2.5	79.6	18.2	-53.0	
2.0	90.2	7.5	-58.6	
1.9	95.0	2.9	-61.4	
1.6	98.4	-	-65.2	
11.0	45.3	43.7	-9.8	CO(NH ₂) ₂ + Na ₂ SO ₄ ·NH ₂ C ₂ H ₄ OH
31.1	32.8	36.1	10.6	
33.5	26.3	40.2	18.4	NaClO ₃ ·CO(NH ₂) ₂ + CO(NH ₂) ₂ + Na ₂ SO ₄ ·NH ₂ C ₂ H ₄ OH
52.0	9.7	38.3	31.2	NaClO ₃ ·CO(NH ₂) ₂ + CO(NH ₂) ₂
12.2	14.2	73.6	32.0	
67.5	-	32.5	37.2	
23.2	42.4	34.4	2.6	NaClO ₃ ·CO(NH ₂) ₂ + Na ₂ SO ₄ ·NH ₂ C ₂ H ₄ OH
20.3	48.0	31.7	-3.8	
11.4	71.0	17.6	-30.2	
10.3	75.5	14.2	-36.4	
8.4	86.2	5.6	-50.6	
8.2	92.0	-	-56.2	

The compound Na₂SO₄·NH₂C₂H₄OH was isolated in the crystalline state and identified by chemical methods and infrared spectroscopy methods.

Chemical analysis of the solid phase of the separated compound Na₂SO₄·NH₂C₂H₄OH from the assumed crystallization region gave the following results:

Found (wt %): Na⁺, 22.59; SO₄²⁻, 45.5; N, 6.85; C, 11.78; OH⁻, 8.34.

Anal. calcd. (wt %): Na⁺, 22.66; SO₄²⁻, 45.8; N, 6.89; C, 11.82; OH⁻, 8.37.

It is well soluble in water. At -10 and 0°C it respectively dissolves 57.1 and 69.8%. In organic solvents - in ethyl alcohol it is completely soluble, insoluble in toluene and chloroform, and when acetone is used as a solvent, excess monoethanolamine is washed out from the compound, and it remains in a pure white crystalline form. This means that acetone can be as a detergent in obtaining crystals of the compound in its pure form.

To clarify the connections in the composition of the isolated new compound, the IR spectra of monoethanolammonium sulfate and the new compound were studied (Fig.2).

In the IR spectra of monoethanolammonium sulfate, several valence vibrations frequencies are observed in the

ranges of NH and OH bond. The maximum frequency of triethanolammonium sulfate with hydrogen bonds is 137 cm⁻¹, the difference between the OH group vibrations in methanolamine and elongated vibrations in monoethanolamine is 134 cm⁻¹, and the highest frequency of elongated NH bond vibrations is 1049-758 cm⁻¹. The lines 3078-2966 cm⁻¹ are connected by valence vibrations of the CH₂ bond. Lines 613 and 432 cm⁻¹ correspond to SO₄ vibrations (Fig. 2. A).

In the IR spectra of the compound, ethanolamine sulfate is formed due to the loss of the OH group in monoethanolamine. Elongated vibrations in the range of 3081-2968 cm⁻¹, corresponding to the NH₂ group, were observed in the new compound. The difference between these values (Δν) is used as a criterion of the structure of the molecule. Vibrations in a field of 2483-2268 cm⁻¹ are symmetric and asymmetric stretching vibrations of the CH₂ bond, and the vibration bands at 768 [ν_{as} SO₄] and 416 cm⁻¹ [ν_s SO₄] are asymmetric and symmetric stretching vibrations of the SO₄ group. The value of Δν equal to 352 cm⁻¹ points to a significant asymmetry of the SO₄ group. Thus, there is a loss of valence vibrations of OH-lines in the region of the IR spectra of the compound (Fig. 2. B).

Figure 2. IR spectra: A-monoethanolammonium sulfate; B - compound: monoethylchloratamine sodium sulfate

The difference between monoethanolammonium sulfate and the resulting new compound was also evident with the peaks representing the functional groups on their IR spectral diagrams.

Conclusions. Thus, from the study of the solubility diagram of the $\text{NaClO}_3\cdot\text{CO}(\text{NH}_2)_2\cdot\text{H}_2\text{SO}_4\cdot\text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}\cdot\text{H}_2\text{O}$ system, we established the formation of a new

chemical compound $\text{Na}_2\text{SO}_4\cdot\text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$, which was identified and confirmed by chemical and physico-chemical analysis methods.

The results of this work will be used to develop a technology for the production of a new mildly acting and effective defoliant by adding physiological active substances to chlorate-containing (monocarbamide chloratanatry) defoliants.

References:

1. Li S., Liu R., Wang, X. et al. Involvement of Hydrogen Peroxide in Cotton Leaf Abscission Induced by Thidiazuron. J. Plant Growth Regul. (2020). <https://doi.org/10.1007/s00344-020-10218-w>
2. Pedersen MK, Burton JD, Coble HD (2006) Effect of cyclanilide, ethephon, auxin transport inhibitors, and temperature on whole plant defoliation. Crop. Sci. 46(4):1666–1672. <https://doi.org/10.2135/cropsci2005.07-0189>
3. Wang Xiaojing, Li Sijia, Liu Ruixian, Zhang Guowei, Yang Changqin, Ni Wanchao. Effect of Defoliants Application on Physiological Characters of Cotton Leaf without Defoliants[J]. Cotton Science, 2019, 31(1): 64-71. doi: 10.11963/1002-7807.wxjlr.20181228
4. DU, M., REN, X., TIAN, X., DUAN, L., ZHANG, M., TAN, W., & LI, Z. (2013). Evaluation of Harvest Aid Chemicals for the Cotton-Winter Wheat Double Cropping System. Journal of Integrative Agriculture, 12(2), 273–282. doi:10.1016/s2095-3119(13)60226-9
5. Karademir Emine & Karademir Cetin & Basbag Sema. (2007). Determination the effect of defoliation timing on cotton yield and quality. Journal of Central European Agriculture (jcea@agr.hr); Vol.8 No.3. 8.
6. Faircloth J.C., Edmisten K.L. Wells R. and Stewart A.M., The Influence of Defoliation Timing on Yields and Quality of Two Cotton Cultivars. Crop Science. (2004), (44) 165-172
7. Component Solubilities in the Acetic Acid–Monoethanolamine–Water System Shukurov Z.S., Khusanov E.S., Mukhitdinova M.S., Togasharov A.S. Russian Journal of Inorganic Chemistry this link is disabled, 2021, 66(6), стр. 902–908

8. Sidikov A.A. [and etc.] Solubility in systems including sodium monocarbamidochlorate, monoethanolamine nitrate and triethanolamine nitrate, Univer.: tech. sc.: elec. sc. j. 2020.12 (81). <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11138>
9. Trunin A.S., Petrova D.G., Visual-polythermal method, Kuib. Poly. Univ., 1977, 94 p.
10. GOST 12257-77. Sodium chlorate. Technical conditions. - M.: Publishing house of standards, 1987, 19.
11. Poluektov N.S. Methods of analysis by flame photometry. - M.: Chemistry. 1967. – 307 s.
12. Schwarzenbach G., Flashka G. Complexometric titration. - M.: Chemistry, 1970, 360.
13. Nakamoto K. IR-spectra and raman spectra of inorganic and coordination compounds. - M.: Mir, 1991 – - 536 p.
14. IR spectroscopy in inorganic technology, Zinyuk R.Yu., Balykov A.G., Gavrilenko I.B., Shevyakov A.M. Chemistry, 1983, 160. <https://patents.google.com/patent/WO2008019063A2/en>
15. J.S. Shukurov, M.K. Askarova, and S. Tukhtaev, East Eu. Sc.J. Ws. Cz.N. 3, 60 (2016).

INVESTIGATION OF THE PROCESSES OF ADDITIONAL TREATMENT OF WASTEWATER FROM HEAVY METAL IONS

Aziza Maksudova

Assistant teacher,
Tashkent Chemical-Technological Institute,
Uzbekistan, Tashkent
E-mail: aziza.maksudova2015@gmail.com

Klara Adilova

Candidate of Chemical Sciences, assistant professor,
Tashkent Chemical-Technological Institute, Uzbekistan, Tashkent
E-mail: klara.adilova57@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ТЯЖЕЛЫХ ИОНОВ МЕТАЛЛОВ

Максудова Азиза Абдукахаровна

ассистент преподавателя
Ташкентского химико-технологического института,
Республика Узбекистан, Ташкент

Адилова Клара Муратджановна

канд. хим. наук, доцент,
Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

ABSTRACT

Among the main pollutants that have a negative impact on the state of natural water bodies are heavy metal ions coming with wastewater from oil refining, metallurgical, galvanic, tanning and other enterprises. According to the classification of the World Health Organization, heavy metals are the most dangerous substances for living organisms with toxic, mutagenic and carcinogenic properties. At present, reagent methods are most often used to remove heavy metal ions from wastewater, in which metal ions are converted into an insoluble form with subsequent sedimentation of sludge. At the same time, these methods are uneconomical and have a number of disadvantages, such as incomplete removal of metals, high consumption of reagents and energy, as well as the formation of toxic sludge or other waste that requires disposal or processing. The purpose of this work was to study the process of purification of wastewater generated in the production of mineral fertilizers at "Maxam-Chirchik" enterprise with effective adsorbents based on local raw materials. Recent studies show that one of the effective adsorption materials that can be used instead of expensive synthetic adsorbents are bioadsorbents obtained from agricultural waste. In this work, studies were carried out on the use of bioadsorbents obtained on the basis of rice husks by modifying it with a 5% solution of alkali NaOH and caustic soda Na₂CO₃ for additional purification of wastewater from the production of mineral fertilizers from heavy metal ions. The obtained adsorbents were used for additional purification of wastewater from copper and nickel ions formed during the production of mineral fertilizers at the "Maxam-Chirchik" enterprise. Studies have shown that adsorbents obtained by modifying rice husks with alkali and soda have a high adsorption capacity in relation to heavy metal ions and can be used for additional treatment of industrial wastewater.

АННОТАЦИЯ

К основным загрязняющим веществам, негативно влияющим на состояние природных водоемов, относятся ионы тяжелых металлов, поступающие со сточными водами нефтеперерабатывающих, металлургических, гальванических, кожевенных и других предприятий. Согласно классификации Всемирной организации здравоохранения тяжелые металлы являются наиболее опасными веществами для живых организмов, обладающими токсическими, мутагенными и канцерогенными свойствами. В настоящее время для удаления ионов тяжелых металлов из сточных вод чаще всего используются реактивные методы, в которых ионы металлов переводятся в нерастворимую форму с последующим осаждением ила. В то же время эти методы неэкономичны и имеют ряд недостатков, таких как неполное удаление металлов, высокий расход реагентов и энергии, а также образование токсичного осадка или других отходов, требующих утилизации или переработки. Целью данной работы было изучение процесса очистки сточных вод, образующихся при производстве минеральных удобрений на предприятии «Максам-Чирчик», эффективными адсорбентами на основе местного сырья. Недавние исследования показывают, что одним из эффективных адсорбционных материалов, которые можно использовать вместо дорогостоящих синтетических

адсорбентов, являются биоадсорбенты, полученные из сельскохозяйственных отходов. В данной работе были проведены исследования по использованию биоадсорбентов, полученных на основе рисовой шелухи путем модификации ее 5% -ным раствором щелочи NaOH и каустической соды Na_2CO_3 для дополнительной очистки сточных вод производства минеральных удобрений от ионов тяжелых металлов. Полученные адсорбенты были использованы для дополнительной очистки сточных вод от ионов меди и никеля, образующихся при производстве минеральных удобрений на предприятии «Максам-Чирчик». Исследования показали, что адсорбенты, полученные путем модификации рисовой шелухи щелочью и содой, обладают высокой адсорбционной способностью по отношению к ионам тяжелых металлов и могут использоваться для дополнительной очистки промышленных сточных вод.

Keywords: adsorption, bioadsorbents, heavy metal ions, wastewater treatment, fertilizers, modification.

Ключевые слова: адсорбция, биоадсорбенты, ионы тяжелых металлов, очистка сточных вод, удобрения, модификация.

INTRODUCTION

Among the main pollutants that have a negative impact on the state of natural water bodies are heavy metal ions coming with wastewater from oil refining, metallurgical, galvanic, tanning and other enterprises.

The production of mineral fertilizers is one of the most intensively developing industries in the Republic of Uzbekistan. At the same time, an increase in the production of various types of fertilizers, an expansion of their range, an increase in the quality and competitiveness of products is associated with an increase in emissions of various types of pollutants into the environment in the form of gas and dust emissions, waste water and solid waste. The production of mineral fertilizers is associated with the formation of large volumes of wastewater containing nitrogen compounds, heavy metals, oil products, etc.

Despite the fact that at present at the enterprises for the production of mineral fertilizers there are treatment facilities that include mechanical, physicochemical and biological treatment methods, the degree of wastewater treatment does not always meet the requirements for the quality of treated water. This leads to the discharge of incompletely treated wastewater into natural reservoirs and disruption of the biological balance of the reservoir, the death of flora and fauna.

At present, reagent methods are most often used to remove heavy metal ions from wastewater, in which metal ions are converted into an insoluble form with subsequent sedimentation of sludge. At the same time, these methods are uneconomical and have a number of disadvantages, such as incomplete removal of metals, high consumption of reagents and energy, as well as the formation of toxic sludge or other waste that requires disposal or processing [1, p. 373].

The purpose of this work was to study the process of purification of wastewater generated in the production of mineral fertilizers at "Maxam-Chirchik" enterprise. The technological scheme of wastewater treatment from Cu^{2+} and Ni^{2+} ions by the reagent method includes averaging the incoming effluents, treating them with reagents to convert them into an insoluble form, settling the formed particles in a sump and dewatering sludge.

Extraction of copper from wastewater is carried out by precipitation of copper with a CuS -solution of sodium sulphide with a mass fraction of 5-10%. The extraction of nickel is carried out by precipitation

with a solution of lime milk with a mass fraction of 5% in the form of nickel hydroxide, as well as by galvanic coagulation in the form of nickel. Wastewater contains copper sulphide CuS ; nickel hydroxide $\text{Ni}(\text{OH})_2$; iron hydroxide $\text{Fe}(\text{OH})_2$; chromium hydroxide $\text{Cr}(\text{OH})_2$; zinc hydroxide $\text{Zn}(\text{OH})_2$. During the sedimentation process, a large amount of sludge is formed, which has poor sedimentation properties and is difficult to separate from water. The sedimentation process takes place in a sump for 5 hours [2, p. 312].

After reagent treatment, wastewater is fed to biological treatment facilities to remove nitrogen compounds by nitro-denitrification and then to clean them from organic compounds into aerotanks, after which they are discharged into the Chirchik river. However, recently, due to the tightening of environmental legislation and the introduction of strict standards for maximum permissible discharges into water bodies, reagent methods do not provide the required quality of wastewater treatment. In addition, metal ions remaining in the water, even in small amounts, can have a detrimental effect on activated sludge microorganisms during biological treatment, which also reduces the degree of water purification.

In this situation, from an economic point of view, many industrial enterprises do not have the opportunity to reconstruct the existing treatment facilities and switch to more efficient technologies for treating wastewater from heavy metal ions capable of providing complete purification. In this regard, to solve this problem, it seems to be effective to use additional wastewater treatment. Post-treatment means methods and methods that complement reagent cleaning methods. The most effective and cheapest method of post-treatment is the adsorption method of purification using natural and synthetic sorbents.

Recent studies show that one of the effective adsorption materials that can be used instead of expensive synthetic adsorbents are bio-adsorbents obtained from agricultural waste [3, p.2350].

In this work, studies were carried out on the use of bioadsorbents obtained on the basis of rice husks by modifying it with a 1% solution of alkali NaOH and caustic soda Na_2CO_3 for additional purification of wastewater from the production of mineral fertilizers from heavy metal ions.

To obtain adsorbents, rice husks were washed with water and dried at 105°C . Next, a 10-gram sample was poured with 1% NaOH alkali solution and kept for

24 hours with constant shaking. After that, the water was filtered off, washed with water until neutral, and dried to constant weight. Samples treated with soda Na_2CO_3 were prepared in the same way.

The obtained adsorbents were used for additional purification of waste water from copper and nickel ions formed at the “Maxam-Chirchik” enterprise. The studies were carried out with model solutions that completely imitate the effluents of this production.

The study of the adsorption properties of the obtained adsorbents was carried out on model solutions containing copper and nickel ions under static conditions. To determine the adsorption capacity of the obtained adsorbents, waste water solutions with a concentration of 5 to 200 mg/L were prepared by diluting the initial solution. In flasks with a volume of 250 ml, 100 ml of a solution of various concentrations were poured and 1 g of the modified adsorbent was added. The flasks were kept for 24 hours with constant shaking on the

plug. After that, the solutions were poured off, filtered, and the content of metal ions was determined by the atomic absorption method.

The amount of adsorption was determined from the decrease in the concentration of metal ions in the solution by the formula:

$$A = \frac{V(C_{\text{initial}} - C_{\text{final}})}{m} 100\%$$

V – volume of the test solution, ml;

C_{initial} и C_{final} – initial and final concentration of metals in water, mg / l;

m – mass of adsorbent, g.

The fig. 1 shows the curves of the dependence of the adsorption value of copper and nickel ions on the equilibrium concentration of the investigated solutions.

Figure. 1. Dependence of adsorption on the equilibrium concentration of solutions:

1- Cu^{2+} , 2- Ni^{2+}

The value of adsorption is significantly affected by the pH of the solution. As can be seen from Fig. 2, upon

going from an acidic pH range to a neutral one, the degree of absorption of metals increases, which is associated with the formation of metal hydroxides.

Figure 2. Dependence of the degree of adsorption of Cu^{2+} ions on the pH of the solution at concentrations: 1- 5.2 mg/l; 2 - 7.6 mg/l; 3- 13.58 mg/l.

The study of the dependence of the degree of adsorption on time showed that within 1 hour the maximum extraction of ions from the solution is achieved (Fig. 3).

Figure 3. Dependence of the degree of adsorption on time

Thus, the studies carried out have shown that adsorbents obtained by modifying rice hulls with alkali and soda have a high adsorption capacity in relation to heavy

metal ions and can be used for additional treatment of industrial wastewater, which will reduce their harmful effect on the environment.

References:

1. Richard O. Mines, Jr. "Environmental Engineering. Principles and practice". 2014 by JohnWiley & Sons, Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex, PO19 8SQ, UK, ISBN 978-1-118-80145-1.
2. Rodionov A.I., Klushin V.N., Torocheshnikov N.S. *Tekhnika zashiti okruzhayushey sredy* [Environmental protection technology]/Uchebnik dlya vuzov. – 2-e izd., pererab. i dop. – M.: Khimiya, 1989. – 512 s: il. [in Russian].
3. Jyotikusum Acharya, Upendra Kumar and P. Mahammed Rafi. Removal of Heavy Metal Ions from Wastewater by Chemically Modified Agricultural Waste Material as Potential Adsorbent-A Review. *International Journal of Accrent Engineering and Technology*, 2347-5661 Vol. 8, №3 (May-June 2018).

ENERGY INDUSTRY

WAYS TO INCREASE THE ENERGY EFFICIENCY
OF AN AUTOMATED SOLAR INSTALLATION*Shuxrat Sultanov**assistant professor**Fergana Polytechnic Institute,**Uzbekistan, Fergana city**E-mail: abrortak78@mail.ru*ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ
СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ*Султанов Шухрат Давлятович**доцент**Ферганский политехнический институт,**Республика Узбекистан, г. Фергана*

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены способы повышения энергетической эффективности солнечной установки использованием автоматизации, выбор оптимальной структурной и конструктивной схемы, а также принятых способов ориентации установки на солнце и применением удобной системы слежения.

ABSTRACT

The article discusses ways to increase the energy efficiency of a solar installation using automation, the choice of the optimal structural and structural scheme, as well as accepted methods of orientation of the installation to the sun and the use of a convenient tracking system.

Ключевые слова: солнечная установка, ориентация, автоматическая система слежения, управляющий сигнал.

Keywords: solar installation, orientation, automatic tracking system, control signal.

I. Introduction

The improvement of autonomous solar power plants (ASEU) primarily depends on the rational use of their technical capabilities. Therefore, when designing modern efficient autonomous solar power plants, the problem of system design of power plants should be solved in order to increase their energy efficiency.

To optimize solar installation it is advisable to use optical and software system for the tracking of solar concentrators. This allows to achieve the required accuracy and the operational control of tracking systems, and therefore contribute to the energy efficiency hub for various purposes. As you know, there are developed various systems of power plants based on conversion of solar energy into thermal energy.

II. Improving the efficiency of energy systems.

The efficiency of energy systems in their long-term functioning, to a large extent depends on the chosen structural scheme, design, materials, accepted ways of exploitation and utilization of energy sources [1]. Currently widely used structural diagram energy systems and facilities without the implementation of extreme regulatory regime of its power [2]. In such

stand-alone solar power plants are mainly used simple temperature controllers, current, voltage, charge and discharge the battery, and others. To increase the coefficient of energy efficiency of a solar power plant of not less than 30-50% is possible by the following main ways [3]:

- implementation of the mode of selection of hot water or power;
- implementation of continuous automatic tracking of a solar collector or photovoltaic panels with the Sun;
- optimization design of the solar cell with the aim of achieving a minimum heating of the solar cells.
- design optimization of heat sink and its thermal insulation to achieve minimum heat loss and maximum heat performance.

The effect of the implementation of the mode of power regulation of solar installations depends on the range of variation of the operating temperature of a solar power plant. Solar installations are used in widely varying operating conditions. They are strongly influenced by the environment. Their performance characteristics are nonlinearity and instability.

Implementation of automatic tracking solar plants follow the Sun, is the most effective way to improve energy efficiency of power plants.

From a preliminary analysis of energy efficiency of systems of automatic tracking of the Sun is that the efficiency for Fergana relative to the horizontal location of solar collectors is:

- when placing the solar collector at an angle equal to the latitude location where you are installing the solar installation – 40%;
- when using single-axis system for solar tracking 62 percent;
- if you use dual-axis tracking system the Sun is 71%.

The average for various regions of Uzbekistan energy efficiency through the use of systems for tracking the Sun increases by 11% for single-axis systems and 26% for biaxial.

The feasibility of optimizing the design of solar collectors with the aim of improving the energy efficiency ratio is due to the sensitivity of the heat of solar units to the temperature. With increasing

temperature of the heat efficiency of solar installations, and most other solar plants, is reduced. It is therefore necessary to take all measures to optimize the operating temperature of the heat sink and its thermal insulation.

Stepping method of search of extremum power is most suitable for use in standalone solar power plants, since approval extreme regulator with automatic shut-off valve operating temperature of the coolant or the charger is carried out simply by a discrete adjustment of the feedback circuit to the channel voltage of the solar battery.

The regulator of any extreme performance (analog-to-digital, digital, microprocessor) hardly increases the weight control apparatus has small power consumption and increases the efficiency of the solar installation to a maximum value [1, 4].

III. The choice of optimal structural scheme of the automated system for solar power installations.

In Fig. 1 is a block diagram of the automated system for solar power installations.

Figure 1. Solar Collector Automation System

This system includes two chains of independent control. In the first chain, an automatic tracking system for solar collectors based on the Arduino microcontroller was developed. The controller, receiving signals from photoelectric tracking sensors, generates a control signal in a discrete format. The generated signal is issued to the control unit, which, amplifying, controls the operation of the electric drive,

consisting of a single-turn SEM electric motor (electric single-turn mechanism) with a gearbox. The tracking mechanism provides guidance of the solar collector in the sun. The permissible error (threshold) between the signals in the inclined planes of the sensor photocells, at which it is necessary to monitor the collector for the Sun, is 5% (this value can be set in the controller) [5].

Figure 2. Schedule tracking solar installation for the sun

Once the optimal position is found, the microcontroller sets a timer and waits for the next cycle of work after a specified time. This process will continue until the reset button is pressed. The tracking graph is shown in the following figure [6].

In the second chain, the microcontroller maintains the temperature parameter of the input and output of the heated water in the collector. The following instruments and devices participate in the automation chain:

- microprocessor meter regulator TPM 212 (analog output signal);
- narrowing device (washer) to create a differential pressure;
- differential sensor (differential meter (input signal 4-20 mA));
- temperature sensor - thermocouple (measuring range up to 850 degrees);
- electric valve (input signal 4-20 mA);
- A computer for recording and recording data.

The technical result of the second part of automation is to increase the efficiency and reliability of the solar power plant. Improving the efficiency of the device is achieved by improving the mode of thermal accumulation, since a portion of hot water not used by the consumer, making a repeated cycle of receipt in the solar thermal collector, transfers part of its energy to the heat accumulator. Improving the reliability of the solar device is achieved by increasing the rate of periodic heat

removal of solar radiation in batches, by applying water selection over an automatically set temperature range, which prevents the accumulation of scale in the inner surfaces of the working channels of the solar thermal collector.

Conclusion

Thus, achieving the energy efficiency of a solar installation can be achieved in the following ways:

- it is advisable to track the solar collectors behind the Sun on the basis of the requirements to ensure accuracy of pointing to the Sun and the minimum consumption of electric energy by electric drives;
- in order to save energy, at the end of the cycle of pointing the solar collector to the Sun, it is necessary to turn off the drivers of the electric drive and organize the positioning mode, which can significantly reduce the consumption of electric energy.
- An analysis of the developed designs of orienting systems showed that for standard designs, the tracking error is of the order of 0.1-0.6 degrees. considered valid. However, it should be noted that the higher the tracking accuracy, the higher the efficiency of the solar power plant.
- increasing the reliability of the solar device is achieved by increasing the rate of periodic heat removal of solar radiation in batches, by applying water selection over an automatically set temperature range, which prevents the accumulation of scale in the inner surfaces of the working channels of the solar thermal collector.

References:

1. Shinyakov Yu.A. Extreme regulation of the power of solar panels in automatic spacecraft / Yu.A. Shinyakov // Bulletin of the Samara State Aerospace University. Academician S.P. Queen. - 2007. - Issue. 1 (12). - S. 123-128.
2. Solar photo-electric modules of the TSM series [Electronic resource]. - Access mode: <http://www.solarhome.ru/en/pv/tcm.htm>, free (accessed: 09/22/2010).
3. Shinyakov Yu.A. Improving the energy efficiency of autonomous photovoltaic power plants / Yu.A. Shinyakov, Yu.A. Shurygin, O.E. Arkatova // Reports Volume. state unta control systems and radio electronics. - 2010. - No. 2 (22), part 2. - S. 102-107.
4. Options for the construction of extreme step-by-step regulators of power of solar batteries / Yu.A. Shinyakov, K.G. Gordeev, S.P. Cherdantsev, P.V. Obrusnik // Transactions of VNIIE. Electromechanical devices of spacecraft (Moscow). - 1997. - T. 97. - S. 83-92.
5. Shinyakov Yu.A., Shurygin Yu.A., Arzhanov V.V., Osipov A., Teushchakov O.A., Arzhanov K.V. Improving the energy efficiency of autonomous photoelectric power plants // Reports of Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics. - 2011. - No. 2 (24). - Part 1. - S. 282-287.
6. Tojiboev A.K., Khakimov M.F., Calculation of optical losses and the main characteristics of the receiver of a parabolic-cylindrical installation with a stationary concentrator // Economy and society. 2020. No. 7 (74). S. 410-418.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 10(91)
Октябрь 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+