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: 7(88)

Июль 2021

Часть 3

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. – № 7(88). Часть 3. М., Изд. «МЦНО», 2021. – 84 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/788>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2021.88.7-3

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2021 г.

Содержание

Химическая технология	5
ОРГАНИЧЕСКИЙ ПОЛИМЕРНЫЙ СИНТЕЗ МЕТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ АКРИЛОНИТРИЛА	5
Эшанкулов Хасан Нурмаатович	
Тураев Хайит Худайназарович	
Умбаров Ибрагим Амонович	
Джалилов Абдулахат Турапович	
АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПИРОЛИЗНОГО ДИСТИЛЛЯТА В ОПЫТНОМ РЕАКТОРЕ	9
Худайбердиев Абдукарим Абсаломович	
Худойбергенов Абдоржон Акбарович	
Хурмаатов Абдугаффор Мирзаабдуллаевич	
Худайбердиев Абсалом Абдурасулович	
ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОФОБИЗАЦИИ ШОРСИТА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ В КАЧЕСТВЕ ЭФФЕКТИВНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ ПВХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ	15
Мирвалиев Зоид Зохидович	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПИРОЛИЗНОГО ДИСТИЛЛЯТА	21
Худайбердиев Абдукарим Абсаломович	
Исмаилов Ойбек Юлибаевич	
Худайбердиев Абсалом Абдурасулович	
Энергетика	26
ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛЕНОК КЕСТЕРИТА ПУТЕМ СОВМЕЩЕНИЯ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ПРЕКУРСОРОВ И ИХ СУЛЬФУРИЗАЦИИ	26
Кутлимратов Александр	
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МАЛОЙ МОЩНОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ПАКЕТА SIMULINK	31
Юсупов Дилшодбек Турдалиевич	
Юсупова Феруза Турдалиевна	
Papers in English	35
Records	35
RASTER AND VECTOR FORMATS OF ELECTRONIC DOCUMENT OF TECHNICAL DOCUMENTATION	35
Astanaliev Elmurod Tursunali ogli	
Baratov Dilshod	
Engineering geometry and computer graphics	38
USING THE GRAPHICAL EDITOR " КОМПАС 3D" IN TEACHING COMPUTER ENGINEERING GRAPHICS	38
Tokhirov Azamjon Ibrokhim ugli	
Mechanical engineering and machine science	44
RESEARCH OF THE HYDRAULIC RESISTANCE OF THE INERTIAL SCRUBBER	44
Rasuljon Tojiev	
Isomiddinov Azizbek	
Sulaymonov Abdurakhmon	
Shoiraxon To'ychieva	
TECHNIQUE AND INSTALLATIONS FOR ELECTROMAGNETIC TREATMENT IN THE FORMATION OF COMPOSITE POLYMER COATINGS	52
Ikromov Nurullo	
Rasulov Dilshod	
Technology of materials and products of the textile and light industry	56
THE FORMATION OF CONSUMERS' AND TECHNICAL REQUIREMENTS FOR TEXTILE AUTO COMPONENTS	56
Shazoda Ma'mirovna Esanova	
METHODOLOGICAL APPROACHES TO IMPROVEMENT OF LIGHT INDUSTRY ENTERPRISES ON THE BASIS OF STANDARDIZATION AND PRODUCT QUALITY MANAGEMENT	59
Nigora Madihanova	

Chemical engineering	64
PREPARATION OF PHYSIOLOGICAL ACTIVE SUBSTANCE BASED ON SULFURIC ACID AND MONOETHANOLAMINE	64
Abdulaziz Abdumanop ogli Sidikov	
Akhat Togasharov	
Saidahral Tukhtaev	
FEATURES OF ELECTROOXIDATION LEACHING OF METALS	70
Jakhongir Kurbanov	
Vitaliy P. Guro	
Sitorabonu N. Rasulova	
STUDYING THE INFRARED SPECTRUM OF REACTION OF MONOETHANOLAMINE WITH FORMALDIGID	73
Lochinbek Khurramov	
Akhmadali Khudoyberdiev	
Ravshan Adilov	
Muzaffar Alimukhamedov	
Nozima Alimukhamedova (Irmatova)	
Electrical engineering	79
INTELLIGENT TECHNICAL MEANS IN INDUSTRY AND DIAGNOSTICS OF OPTICAL FIBER CONDUCTORS	79
Aziza Khaitova	
Yury Shipulin	

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

ОРГАНИЧЕСКИЙ ПОЛИМЕРНЫЙ СИНТЕЗ МЕТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ АКРИЛОНИТРИЛА

Эшанкулов Хасан Нурмаатович

докторант, Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: eshankulovhasan1988@gmail.com

Тураев Хайит Худайназарович

д-р хим. наук, проф., декан факультета химии и технологии,
Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: hhturaev@rambler.ru

Умбаров Ибрагим Амонович

д-р техн. наук, проф. в.б.,
декан строительно архитектурного факультета,
Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: i_umbarov@mail.ru

Джалилов Абдулахат Турапович

академик АН РУз, директор
Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии»,
Республика Узбекистан, Ташкентская обл., Зангиотинский р-н, п/о Ибрат
E-mail: gup_tniixt@mail.ru

SYNTHESIS OF ZINC-PROTECTED METAL ORGANIC COMPOUNDS

Khasan Eshankulov

doctoral student, Termez State University,
Uzbekistan, Termez

Hayit Turaev

Dr. of chem. sciences, prof., Dean of the Faculty of Chemistry and Technology,
Termez State University,
Uzbekistan, Termez

Ibragim Umbarov

Dr. Sciences, prof. vb, Dean of the Faculty of Qurilish and Architecture,
Termez State University,
Uzbekistan, Termez

Abdulakhat Jalilov

Academician of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Director
Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology",
Uzbekistan, Tashkent region, Zangiotinsky district, p / o Ibrat

АННОТАЦИЯ

В статье изучен синтез металлического органического полимера на основе акрилонитрила. Структура полимерных матриц, содержащих нитрильную группу, синтезированных в присутствии иона Zn (II), была проанализирована методами ИК-спектроскопии, ДТГ-дериwатографии и изучена вязкость.

ABSTRACT

The article examines the synthesis of acrylonitrile-based metal organic polymer. The structure of polymer matrices containing the nitrile group synthesized in the presence of the Zn (II) ion was analyzed by IR spectroscopy, DTG derivatography, and the viscosity was studied.

Ключевые слова: акрилонитрил, оксид цинка, пероксид бензоила, полимеризация, ИК-спектроскопия, дериватограмма.

Keywords: acrylonitrile, zinc oxide, benzoyl peroxide, polymerization, IR spectroscopy, derivatogram.

Введение. В настоящее время производство термостойких волокон из органических соединений, содержащих металлы, также широко используются при производстве дивинилнитрильного каучука, нанокомпозитных смесей и в качестве сополимера [1-2]. Получение непористых соединений из органических соединений металлов является одной из актуальных проблем [3]. Кроме того, широко внедрено производство авиационного стекла из органических соединений металлов [4]. Полимеры на основе акрилонитрила широко используются не только в сорбционных технологиях, но и в других областях, в том числе сополимеры акрилонитрила на основе винилфосфорной кислоты. Элементарная единица акрилонитрила содержит нитрильную группу $-C\equiv N$, которая характеризуется высокой полярностью и способностью к донорно-акцепторным взаимодействиям. Наиболее важными комплексами, образующимися в присутствии нитрильных групп, являются комплексы, содержащие ионы металлов [6].

Экспериментальная часть: 150 мл дистиллированной воды и 21,2 г (0,3 моля) акрилонитрила поместили в круглодонную колбу с обратным холодильником, термометром и механической мешалкой. К раствору в колбе добавили 8,1 г (0,1 моль) оксида цинка при нагревании на электрической пластине при температуре 45-50 °С. В колбу добавили газообразный азот до полного растворения оксида цинка. Через 20 минут к раствору снова добавили 0,05 г раствора пероксида бензоила. Затем температуру медленно повысили до 55-60 °С и нагревали в течение 3 ч. В результате образовался белый полимерный осадок. Затем осадок нейтрализовали 5% -ным раствором соляной кислоты и промыли дистиллированной водой для удаления непрореагировавших веществ. Осадок отфильтровывали, и полученный фильтрат сушили в сушильном шкафу при 50-55 °С в течение 8 ч. Состав высушенного образца анализировали физико-химическими методами. Получился выход основного продукта 96,4%, представляющего собой белый порошкообразный нелетучий водорастворимый полимер.

Уравнение реакции следующее:

В результате исследований было получено композиционное покрытие на основе синтезированных металлоорганических полимерных нанокомпозитов.

Изучены физико-химические свойства, ИК-спектральный анализ и термогравиметрический анализ дериватограмм синтезированного металлоорганического полимера.

Рисунок 1. Анализ ИК-спектра металлического органического полимера на основе акрилонитрила

На ИК-спектре синтеза металлоорганического полимера на основе акрилонитрила, полученного на основе синтеза (рис. 1) валентные колебания группы N-H наблюдались в области 3358 см^{-1} . Асимметричные и симметричные колебания группы C-H наблюдались в области 2879 см^{-1} . Результат валентных колебаний групп $\text{C}\equiv\text{N}$ и $\text{N}=\text{C}=\text{O}$ между нитрильными группами можно увидеть в области $2160\text{--}2341\text{ см}^{-1}$. Наблюдая за образованием металлической связи, можно увидеть,

что колебания трех-четырех интенсивно образующихся связей в группе I (CO) m находятся в диапазоне $1800\text{--}2000\text{ см}^{-1}$.

Для термогравиметрического анализа синтеза металлического органического полимера на основе акрилонитрила было получено $4,15\text{ мг}$, и процесс исследовали при 600°C . Термогравиметрическая дериватограмма синтеза металлического органического полимера на основе акрилонитрила показана на рисунке 2 ниже.

Рисунок 2. Термогравиметрическая дериватограмма (ТГА) синтеза металлоорганических полимеров на основе акрилонитрила

Исследован термический анализ синтеза металлических органических полимеров на основе синтезированного акрилонитрила. Термический анализ металлического органического полимера на основе вновь синтезированного акрилонитрила проводили в интервале температур 20–600 °С. Эта дериватограмма показана на рисунке 2 и состоит из 2 кривых.

При ДТА-анализе металлического органического полимера на основе синтезированного акрилонитрила потеря массы и эндотермические процессы происходили в трех областях. Первая фаза разложения веществ началась при 30,830 °С, а потеря 0,081 мг или 1,224% массы наблюдалась при 236,920 °С. Это разложение объясняется истечением воды. Вторая фаза началась при 236,920 °С и закончилась при 0,987 мг, или 14,918% потери массы при 309,470 °С. При этих температурах, при разложении цианидной группы, высвобождается оксид азота.

Третья стадия была основной стадией разложения, начиная с 309,980 °С, и при 600 °С наблюдалась потеря массы 0,193 мг или 2,917%. В этом случае остатки углерода, азота и оксидов металлов остаются от разложения органических соединений от разложения углерода и карбонатов металлов.

При ДТА-анализе синтезированного продукта наблюдали поглощение тепла, то есть разложение веществ в эндотермическом процессе при 276,950 °С. Во время этого процесса происходит разложение из-за выделения оксидов цинка.

Заключение. Таким образом, был синтезирован металлический органический полимер на основе акрилонитрила. Состав, структура, физико-химические свойства, стабильность синтезированного металлоорганического полимера определены на основе ИК, ДТА, ДТГ и других анализов. Высокая экономическая эффективность была достигнута при использовании полученного полимера в процессе синтеза.

Список литературы:

1. Сафиуллина И.И. Теоретическое исследование особенностей строения некоторых виниловых мономеров / И.И. Сафиуллина, Р.М. Ганиева, Н.Ч. Мовсум-заде // Башкирский химический журнал. – 2013. - Том 20. - №3. - С. 103-107
2. Мовсум-заде Н.Ч. Получение полимерных комплексов на основе сополимера акрилонитрила и стирола / Н.Ч. Мовсум-заде, И.И. Сафиуллина, Ю.И. Пузин // Промышленное производство и использование эластомеров. – 2013. - выпуск 1. - С. 12- 17. 24
3. Мовсум-заде Н.Ч. Получение полимерных комплексов переходных металлов и сополимера АБС / Н.Ч. Мовсум-заде, И.И. Сафиуллина, Ю.И. Пузин // Промышленное производство и использование эластомеров. – 2013. - выпуск 2. - С. 16-21.
4. Мовсум-заде Н.Ч. Синтез и свойства полимерных комплексов переходных металлов / Н.Ч. Мовсум-заде, И.И. Сафиуллина // Промышленное производство и использование эластомеров. – 2012. - выпуск 4. - С. 20 - 22.
5. Polymer-metal complexes of polyacrylonitrile and its copolymers: synthesis and theoretical study. Raulia Syrlybaeva, Nazrin Movsum-zade, Inara Safiullina, Yuri Puzin, Eldar Movsum-zade. Journal of Polymer Research May 2015, V 22. Issue 100 <http://link.springer.com/article/10.1007/s10965-015-0716-4>
6. Сафиуллина И.И. На основе полиакрилонитрила получение полимерных комплексов переходных металлов / И.И. Сафиуллина, Ю.И. Пузин // Актуальные вопросы науки и образования: тезисы Всероссийской молодежной научно-практической конференции: Уфа, РИЦ БашГУ. 2013. – С. 340.

DOI: 10.32743/UniTech.2021.78.8-3.12107

**АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПИРОЛИЗНОГО
ДИСТИЛЛЯТА В ОПЫТНОМ РЕАКТОРЕ****Худайбердиев Абдукарим Абсаломович**

ст. преп. кафедры «Технологические машины и оборудование»
Наманганского инженерно-технологического института МВУССО РУз.,
Узбекистан, г. Наманган
E-mail: ahudayberdiev@mail.ru

Худойберганов Аброржон Акбарович

PhD, руководитель группы департамента по реализации
инвестиционных проектов АО "Узбекнефтегаз",
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: abrorjon@mail.ru

Хурмаматов Абдугаффор Мирзаабдуллаевич

д-р тех. наук, профессор, заведующий
лаборатории «Процессы и аппараты химической технологии»
Института общей и неорганической химии АН РУз.,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: gafuri19805@mail.ru

Худайбердиев Абсалом Абдурасулович

д-р техн. наук, гл. науч. сотр. лаборатории
«Процессы и аппараты химической технологии»
Института общей и неорганической химии АН РУз.
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: jarayon@mail.ru

**THE ANALYSIS OF CATALYTIC PROCESSING RESULTS OF THE PYROLYSIS DISTILLATE
PRODUCT IN A DEVELOPMENT REACTOR****Abdulkarim Khudayberdiyev**

Senior Lecturer of "Technological Machines and Equipment" Chair,
Namangan Engineering-Technological Institute,
Ministry of Higher and Secondary Specialized Education of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Namangan

Abrorjon Khydayberganov

PhD, Division Head of the Department for Implementation
of Investment Projects of JSC "Uzbekneftegaz",
Uzbekistan, Tashkent

Abdugaffor Khurmamatov

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Laboratory
"Processes and Devices of Chemical
Technology", Institute of General and Inorganic Chemistry
of Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Absalom Khudayberdiyev

Doctor of Technical Sciences, Principal Researcher of the Laboratory
"Processes and Devices of Chemical Technology",
Institute of General and Inorganic Chemistry of Academy of Sciences
of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Приведены основные результаты опытов по изучению процессов гидроочистки пиролизного дистиллята и гидрирования промежуточных продуктов в присутствии АНМ и АКМ катализаторов. Показано, что в диапазоне температуры 300÷360 °С и давления водорода 3,5÷4,5 МПа серосодержащие соединения сырья подвергаются превращениям в нужный углеводородный состав конечной продукции. При этом выход гидрогенизата увеличивается на 0,5÷1,0 %, содержание в нем целевой фракции повышается до 75 % (об.), а остаточное содержание сернистых соединений в их пробах уменьшается от 0,1 до 0,08 %. По результатам опытов установлено снижение температурного режима перегонки, что способствовало облегчению фракционного состава гидрогенизата, уменьшению плотности и вязкости дистиллятов фракций в диапазоне регламентированных их значений.

ABSTRACT

The main results of experiments on the study of the processes of hydrotreating pyrolysis of the distillate product and hydrogenation of intermediate products in the presence of alumina-cobalt-molybdenum catalysts and aluminum-nickel-molybdenum catalysts are presented. It is shown that in the range of temperature 300-360 °C and hydrogen pressure 3.5-4.5 MPa, sulfur-containing compounds of raw materials undergo transformations into the desired hydrocarbon composition of the final product. At the same time, the yield of hydrogenate increases by 0.5-1.0 %, the content of the target fraction in it increases to 75 % (vol.), and the residual content of sulfur compounds in their samples decreases from 0.1 to 0.08 %. According to the results of experiments, a decrease in the temperature regime of distillation has been established, which facilitated the fractional composition of the hydrogenation product, a decrease in the density and viscosity of distillates of fractions in the range of their regulated values.

Ключевые слова: переработка газа, пиролизный дистиллят, сернистые соединения, гидроочистка, гидрирование, катализатор, гидрогенизат, перегонка, дистиллят, фракционный состав, плотность, вязкость.

Keywords: gas processing; pyrolysis of the distillate product; sulphur compound; hydraulic cleaning; hydrogenation; catalyst; hydrogenation product; distilling; distillation product; fractional composition; density; viscosity.

Глубокая переработка природного газа и рациональная утилизация технологических отходов в нефтепродукты с улучшенными экологическими показателями являются одним из приоритетных направлений дальнейшего развития предприятий нефте- и газопереработки.

Объект исследования - пиролизный дистиллят по сущности является технологическим отходом производства газохимических комплексов. Например, при переработке природного газа на СП ООО «Uz-Kor Gas Chemical» в год образуются 103000 т пиролизного дистиллята. В соответствии с прогнозируемым наращиванием объема переработки природного газа в республике [1] растет и объем образуемого пиролизного дистиллята, который в настоящее время не перерабатывается и в силу этого экспортируется по низким ценам.

Пиролизный дистиллят представляет собой смесь насыщенных углеводородов, моноолефинов, рекомбинации низкомолекулярных ненасыщенных соединений, включающих ароматические углеводороды. Учитывая ценность этого отхода как важного сырья, в перспективе каталитическая переработка пиролизного дистиллята в целевые продукты даст возможность расширить ассортимент и увеличить объемы производства нефтепродуктов - фракций бензина (35÷205 °С), легкой нефти (30÷80 °С) и кубового остатка - пиролизного масла (350 °С и выше) [2]. В этом аспекте разработка высокоэффективных процессов глубокой переработки пиролизного дистиллята, основанная на каталитических процессах гидроочистки сырья и гидрирования промежуточных продуктов реакций (гидрогенизата), имеет важное значение.

Исследование процессов гидроочистки сырья и гидрирование гидрогенизата осуществлены в опытном автоклаве с объемом 1,0 л [3], представляющем собой цилиндрический толстостенный сосуд из нержавеющей стали с верхней крышкой, на которой закреплены штуцеры для подачи водорода, карманы для установки термометра и манометра. Автоклав был помещен в специальную электрическую обогревательную печь. Перемешивание сырья с катализатором осуществляется вращением автоклава при помощи электропривода.

Гидроочистку пиролизного дистиллята и гидрирование гидрогенизата проводили с целью установления влияния технологических параметров процесса на глубину превращения (расщепления) серосодержащих компонентов сырья с использованием АКМ и АНМ катализаторов.

Опыты были проведены при рациональных параметрах процесса, установленных по литературным данным [4-6]: под давлением водорода 4÷5 атм и при температуре 300÷420 °С, что близко к условиям работы промышленных установок гидроочистки.

В ходе опытов основное внимание было уделено снижению остаточного содержания серы в пробах сырья, гидрогенизата и дистиллята целевых фракций, в соответствии с ускоренным методом определения серы по ГОСТ 1437-75 [7].

В нижеследующей таблице 1 представлены показатели бензиновой фракции, выделенной в автоклаве из гидрогенизата пиролизного дистиллята при температуре процесса 420±5 °С, давлении водорода 3,5÷4,0 МПа, в присутствии катализатора АКМ и соотношении катализатора к сырью 1:10.

Таблица 1.

Показатели дистиллята бензиновой фракции из гидрогенизата пиролизного дистиллята при 420 ± 5 °С и давлении водорода $3,5 \div 4,0$ МПа в присутствии катализатора АКМ

№	Наименование показателей	Гидрогенизат пиролизного дистиллята	Бензиновая фракция (н.к. - 180 °С)
1	Содержание топливной фракции, % (об.)	75,0	58,5
2	Плотность ρ_{420} , кг/м ³	842	832
3	Содержание серы, % (масс.)	0,098	0,011
5	Фракционный состав: % (об.), °С:		
	температура начала кипения	40	43
	10 %	57	68
	50 %	96	102
	90 %	166	169
	95 %	170	176
	температура конца кипения	170	182
6	Выход, % (об.)	96	96,5
7	Остаток в колбе и потери, % (об.)	4,0	3,5

Как видно из таблицы 1, при заданных условиях опыта глубина гидроконверсии пиролизного дистиллята в топливные дистилляты составила 75 %. Были получены дистилляты фракций бензина (н.к. - 180 °С) в количестве 58,5 %, с содержанием серы 0,011 % (масс.).

В следующей таблице 2 представлены показатели фракций бензина и керосина, выделенные из гидрогенизата пиролизного дистиллята при температуре 350 °С и под давлением водородосодержащего газа (ВСГ) 3,5 МПа, в присутствии катализатора АКМ и при соотношении катализатора к сырью 1:10.

Таблица 2.

Результаты анализов пиролизного дистиллята и дистиллятов его фракций, проведенных на заводской лаборатории Бухарского НПЗ

№ п/п	Наименование показателей	Пиролизный дистиллят	Дистилляты фракций	
			бензина	керосина
1	Плотность при 20 °С, кг/м ³	842,5	753,6	835,2
2	Массовая доля серы, мг/кг (ppm), не более	0,019 (190)	0,01 (110)	0,012 (120)
3	Фракционный состав по ГОСТ 2177-99:			
	температура начала кипения, °С, не ниже	45	44	47
	предел перегонки, °С, не выше 10 %	66	62	66
	предел перегонки, °С, не выше 50 %	102	97	102
	предел перегонки, °С, не выше 90 %	177	166	173
	температура конца кипения, °С, не выше	209	178	205
4	Остаток в колбе, % (об.), не более	1,5	1,5	1,5
5	Остаток и потери, % (об.), не более	2,5	2,5	2,5
6	Коррозия на медной пластинке	выдерживает	не выдерживает	выдерживает
7	Давление насыщенных паров бензина, кПа, не более	44	50,7	43,2
8	Массовое содержание смол, мг/100 см ³ , не более	450	330	346
9	Содержание водорастворимых кислот и щелочей	отсутствует	отсутствует	отсутствует
10	Внешний вид	светло-коричневый	светло-коричневый	светло-коричневый

Как видно из таблицы 2, массовая доля серы во фракциях пиролизного дистиллята, обработанного в присутствии катализатора АКМ при выше приведенных условиях (350 °С и 3,5 МПа), снижается на 70÷80 мг/кг, а массовые содержания смол в их составе падает на 104÷120 мг/100 см³. При этом плотность полученных дистиллятов фракций уменьшается на 7,3÷8,9

кг/м³, а температурный режим их перегонки существенно не меняется.

В таблице 3 представлены основные показатели дистиллятов фракций гидрогенизата пиролизного дистиллята, подвергнутого гидроочистке в присутствии катализатора АНМ при температуре 350 °С, давлении ВСГ 3,5 МПа и соотношении катализатора к сырью 1:10.

Таблица 3.

Основные показатели свойств гидроочищенных фракций пиролизного дистиллята

№ п/п	Наименование показателей	Показатели фракции	
		Фракция 1 (легкая нефтя)	Фракция 2 (тяжелая нефтя)
1	Плотность при 20 °С, кг/м ³	644,8	731,7
2	Содержание общей серы, %	0,001	0,00053
3	Содержание меркаптановой серы, % (ppm)	0,0007 (0,7)	0,0005 (0,5)
4	Кислотность, мг КОН/100 см ³	-	3,6
5	Коррозионная активность (проба на медную пластинку)	1a	1a
6	Фракционный состав, %, :		
	температура начала кипения, °С:		
	10 %	32	88
	20 %	39	97
	30 %	41	101
	40 %	43	105
	50 %	45	107
	60 %	47	112
	70 %	49	118
	80 %	52	125
	90 %	57	134
	95 %	64	144
	температура конца кипения, °С	66	156
7	Выход, %	68	163
8	Остаток, %	95,5	98,0
9	Потери, %	3,0	1,1
		1,5	0,9

Данные таблицы 3 показывают, что качественные показатели полученных образцов дистиллятов обеих фракций соответствуют требованиям стандартов предприятия ООО Бухарский НПЗ КСт 16472899-022:2006 для легкой нефти и КСт 16472899-026:2006 для тяжелой нефти [8]. Согласно стандартам температура начала кипения фракции 1 (легкой нефти) не регламентируется, а конец ее температуры кипения не должен превышать 85 °С. Аналогичным образом для фракции 2 стандартный предел выкипания пробы составляет: температура начала кипения не менее 85 °С, температуры конца кипения не выше 180 °С. Согласно

данным таблицы 3.3, полученные пробы дистиллятов также характеризуются сниженным содержанием общей серы, мягкими условиями перегонки и регламентированным значением меркаптановой серы [8,9].

В таблице 4 приведены результаты анализа основных показателей дистиллятов керосиновой фракции из гидрогенизата пиролизного дистиллята, подвергнутого гидроочистке при вышеуказанных условиях проведения опытов (температура 350 °С, давление ВСГ 3,5 МПа, катализатор АНМ). Результаты проведенных опытов сопоставлены с известными показателями неотпаренного дистиллята керосина Джет А-1 [8].

Таблица 4.

Основные показатели свойств гидроочищенных фракций керосина из пиролизного дистиллята

№ п/п	Наименование показателей	Контрольные показатели неотпаренного дистиллята керосина Джет А-1	Фракция керосина	
			до гидроочистки	после гидроочистки
1	Плотность при 20 °С, кг/м ³	780	778,3	775,1
2	Содержание общей серы, %	0,09	0,1	0,08
3	Кислотность, мг КОН/100 см ³	0,78	1,86	0,82

Продолжение таблицы 4.

4	Содержание меркаптановой серы, %	-	0,051	0,0145
5	Коррозионная активность (проба на медную пластинку)	3а	не выдерживает	выдерживает, 3а
6	Содержание ароматических углеводородов, %	26,8	28,97	27,76
7	Фракционный состав, °С:			
	температура начала кипения	109	149	90
	10 %	138	157	125
	20 %	149	162	145
	30 %	160	167	155
	40 %	169	170	164
	50 %	181	173	169
	60 %	185	177	174
	70 %	192	180	178
	80 %	199	184	182
	90 %	209	191	189
	95 %	217		
	температура конца кипения	227	204	199
8	Выход, %	98,0	98,0	97,5
9	Остаток, %	1,2	1,2	1,8
10	Потери, %	0,8	0,8	0,7

Как видно из таблицы 4, гидроочищенный в присутствии АНМ катализатора дистилят керосиновой фракции по сравнению с керосином Джет А-1 имеет сниженную плотность (на 4,9 кг/м³), в ней массовая доля серы меньше на 0,01 % и фракция перегоняется в относительно мягких режимах (температурный предел выкипания образца ниже на 19÷28 °С). При этом кислотность данного образца дистилята повышена на 0,4 мг КОН/100 см³. Содержание меркаптановой серы в пробе гидроочищенной керосиновой фракции составляет 0,0145, что меньше на 0,037 % по сравнению с ее содержанием в неочищенной фракции.

Таким образом, вышеприведенные результаты опытов по изучению процессов гидрогенизации пиролизного дистилята в присутствии катализаторов

АКМ и АНМ показывают, что, в диапазоне температуры 300÷360 °С и давления водорода 3,5÷4,5 МПа, серосодержащие соединения исходного сырья подвергаются превращениям в нужный углеводородный состав конечной продукции. Об этом свидетельствует существенное снижение температурного режима перегонки и облегчение фракционного состава гидрогенизата. Благодаря этому плотность и вязкость полученных дистилятов фракций снижаются, в их пробах остаточное содержание серы (сернистых соединений) уменьшается в 1,25 раза (от 0,1 до 0,08 %). Благодаря этому выход гидрогенизата увеличивается на 0,5÷1,0 %, содержание в нём топливной фракции повышается до 75 % (об.), а технологические показатели полученных дистилятов фракций улучшаются.

Список литературы:

1. Султанов А.С. Развитие технологических процессов подготовки сырьевого газа в Шуртанском газохимическом комплексе // Узбекский журнал нефти и газа. Специальный выпуск. - Ташкент, май 2010. - с. 88-91.
2. Худайбердиев А.А., Раджибаев Д.П., Хурмамов А.М. Фракционный состав пиролизного дистилята // Актуальные проблемы очистки нефти и газа от примесей различными физико-химическими методами: Сборник трудов республиканской НПК. - Карши: Карши ДУ, 27 апреля 2019 г. - С.201-203.
3. Худайбердиев Аб.А., Хурмамов А.М. Опытная установка для изучения процессов каталитической переработки пиролизного дистилята // Материалы республ. НПК: Актуальные проблемы развития производств промышленных отраслей в Республике Каракалпакстан. - Нукус, 26 апреля 2021 г. - С. 110-112.
4. Ахметов С.А. Технология глубокой переработки нефти и газа. Учебное пособие для вузов. Изд. 2-е, доп. и перераб. - СПб.: Недра, 2013. - 544 с.
5. Ахметов С.А., Сериков Т.П., Кузеев И.Р., Баязитов И.М. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа: учебное пособие / Под ред. С.А. Ахметова. - СПб.: Недра, 2006. - 868 с.
6. Капустин В.М., Гуреев Т.Г. и др. Технология переработки нефти. В 2-х частях. Часть вторая. Деструктивные процессы. - М.: Химия, КолосС, 2008. - 334 с.

7. Химия нефти. Руководство к лабораторным занятиям: Учебное пособие для вузов / И.Н. Дияров, И.Ю. Батуева, А.Н. Садыков, Н.Л. Солодова. - Л.: Химия, 1990. - 240 с.
8. Технологический регламент установки атмосферной перегонки смеси газоконденсата и нефти и фракционирования гидроочищенной нефти Бухарского НПЗ. - TR 16472899-001: 2009.
9. Технологический регламент установки переработки газоконденсата и углеводородного сырья ООО «Игилик-газ». - TR 18841651-01:2009.

ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОФОБИЗАЦИИ ШОРСИТА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ В КАЧЕСТВЕ ЭФФЕКТИВНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ ПВХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**Мирвалиев Зоид Зоидович**

канд. хим. наук, доцент, Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: z_mirvaliev@mail.ru

TECHNOLOGY OF SHORSIT HYDROPHOBIZATION AND ITS APPLICATION AS AN EFFECTIVE FILLER OF PVC COMPOSITE MATERIALS**Zoid Mirvaliev**

PhD in Chemistry, associate prof., Tashkent scientific research institute of chemical technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent,

АННОТАЦИЯ

Осуществлена гидрофобизация шорсита вторичным продуктом масложирового производства - госсиполовой смолой, разработаны оптимальные концентрации гидрофобизирующей добавки, а также температура среды и время процесса. Гидрофобизированный шорсит применен в качестве эффективного наполнителя ПВХ композиционных материалов, изучены их технологические и физико-механические свойства. Реологические свойства ПВХ образцов исследованы на немецком лабораторном оборудовании «Брабендер» и выявлены оптимальные параметры, такие как нагрузка на шнек, время и температура пластификации полимерного композиция.

ABSTRACT

Hydrophobization of shorsit by the secondary product of fat and oil production - gossypol resin - has been carried out; optimal concentrations of the hydrophobizing additive have been developed, as well as the temperature of the medium and the time of the process. Hydrophobized shorsit is used as an effective filler for PVC composite materials, their technological and physical-mechanical properties have been studied. The rheological properties of PVC samples were investigated on the German laboratory equipment "Brabender", the optimal parameters were identified, such as the load on the screw, the time and temperature of plasticization of the polymer composition.

Ключевые слова: наполнитель, гидрофобизация, шорсит, госсиполовая смола, гидрофобные наполнители, закон Гута - Смолвуда, реология полимеров, поливинилхлорид, Белгородский мел, пластограмма, пластификация.

Keywords: filler, hydrophobization, shorsit, gossypol resin, hydrophobic fillers, Guth - Smallwood law, polymer rheology, polyvinyl chloride, Belgorod chalk, plastogram, plasticization.

Гидрофобные наполнители нашли широкое применение в получении полимерно-композиционных, резинотехнических, лакокрасочных, герметиков, гидро теплоизоляционных материалов и др.

Известно, что гидрофобизация осуществляется с целью придания частицам наполнителя водоотталкивающих свойств, снижения влажности, предотвращения износа, улучшения адгезии между массой полимера и частицами при использовании его в качестве наполнителя. Технологические свойства наполнителя, как сыпучесть и подвижность порошка повышаются, влажность и смешиваемость снижаются, улучшается хранение в бункерах, появляется возможность автоматизированного дозирования и перевозки в цистернах в виде сухого порошка [1].

Качественная обработка природного материала делает его максимально совместимым с полимерами и дает повышенную текучесть, минимальную абразивность, а также исключение агломератов из состава наполнителя. Это объясняется тем, что сочетание гидрофобных и гидрофильных участков на поверхности

частиц наполнителя обеспечивает наилучшие условия для взаимодействия фаз.

Известны ряд работ с разными способами гидрофобизации минеральных наполнителей и гидрофобизирующими добавками. Так, например, для гидрофобизации мела были использованы стеариновая кислота, синтетические жирные кислоты, жирные монокарбоновые кислоты с числом углеродных атомов $C_7 - C_{30}$ [2, 3].

В исследованиях в качестве наполнителя для полимерных материалов применен минеральный наполнитель – шорсит, являющийся природным продуктом, обнаруженном в поселке Шор-Су Ферганской области и переработанным на глинопорошковом заводе в виде измельченного порошка. Шорсит – это глинистая горная порода (красновато-коричневого цвета), относящаяся к классу бентонит подобных глин, нетоксична и не обладающая каким – либо вредным воздействием на организм человека, технический продукт (ТУ 390-44-74) имеет следующий состав в %: $SiO_2 - 54,76$; $Al_2O_3 -$

14,79; Fe₂O₃ - 1,63; CaO - 5,60; MgO - 2,85; TiO₂ - 0,50; SO₃²⁻ - 0,40; Na₂O - 1,99; K₂O - 3,88.

Анализируя литературные источники, пришли к выводу, что для гидрофобизации минерального наполнителя шорсита целесообразно применение вторичного продукта масложирового производства - госсиполовой смолы (ГС), благодаря имеющимся в её составе 40-50% жирных кислот (стеариновая, пальмитиновая, олеиновая и др.) и проявляющей свойства мягчителя и стабилизатора полимерных композиционных материалов.

Научные разработки в области гидрофобизации позволили применение на примере шорсита со свойственной доработкой технологических параметров и применения соответствующего оборудования.

Технология гидрофобизации шорсита осуществлена на лабораторном смесителе фирмы "Henshel" (Германия) объемом 10 л, с частотой оборотов до 750 об/мин. Смеситель имеет камеру смешивания из нержавеющей стали с рубашкой, с ручным клапаном выгрузки, с двухступенчатыми и дефлекторными лезвиями. Процесс гидрофобизации проведен в две стадии для получения максимальной смачиваемости частиц наполнителя.

Первая стадия процесса – это насыщенная гидрофобизация наполнителя гидрофобизирующей добавкой при концентрации 10 %.

Для этого компоненты смеси в количестве 2 кг шорсита и ГС подаются одновременно в бункер смесителя, содержание ГС составило 10 % от веса основного вещества. За счет трения компонентов при высоких оборотах смесителя, температура смеси разогревалась до 358 - 363 К и процесс смешения составлял 10 мин.

Вторая стадия процесса - гидрофобизация наполнителя гидрофобизирующей добавкой при концентрации 2 %.

После истечения времени смешения в ~2,2 кг смеси, содержащейся в первой стадии смесителя, подается 5 кг шорсита, и температура смеси повышается до 373 К, при указанной температуре гидрофобизирующий продукт переходит в парогазовую фазу и в таком состоянии проникает внутрь не размолотых комочков, способствуя их измельчению. После прекращения процесса полученная смесь подается в мини бункер-хранилище и охлаждается до комнатной температуры.

При добавлении ГС происходит смачивание поверхности частиц шорсита с последующей их адсорбцией. Учитывая разную дисперсность частиц наполнителя, наблюдается неравномерный процесс гидрофобизации в связи, с чем гидрофобизирующему шорситу

дают выдержку в течение 24 часов, что в последующем дозировании смеси обеспечивает однородность свойств при переработке в полимерных композиционных материалах.

Лидирующее место рынка занимает поливинилхлорид (ПВХ), который перерабатывают в различные виды профильно-погонажных изделий (трубы, рейки, подоконники, плинтуса, стеновые панели, оконные профили и др.), а также в напольные покрытия. ПВХ композиции, применяемые для этих целей, представляют собой многокомпонентные системы, состоящие из полимерной основы, различных видов стабилизаторов, наполнителей, пигментов,

Изучено влияние наполнителей - Белгородского мела и гидрофобизированного шорсита на условия переработки и эксплуатационные свойства ПВХ-композиций [4].

Наполнители вводили в суспензионные ПВХ (K_ф=70), стабилизированные соединениями свинца. Компоненты композиции после предварительного смешения экструдировали при 463 К с последующей грануляцией.

Известно, что при наполнении полимеров увеличивается вязкость их расплавов. При этом вязкость расплавов полимеров, содержащих дискретные частицы неактивных наполнителей, подчиняется уравнению Гута - Смолвуда [5]:

$$\eta = \eta_0 (1 + 2,5 v_2 + 14,1 v_2^2),$$

где: η - вязкость расплава наполненной композиции, η_0 - вязкость расплава композиции без наполнителя, v_2 - объемная доля наполнителя.

Однако, при использовании в качестве наполнителей Белгородского мела и гидрофобизированного шорсита степень повышения вязкости выше, чем это следует из закона Гута - Смолвуда, что объясняется образованием вокруг частиц наполнителя адсорбированного слоя полимера, приводящего к увеличению эффективной доли наполнителя.

В таблице 1 приведены физико-технологические показатели ПВХ композиций, наполненных Белгородским мелом, шорситом и гидрофобизированным шорситом. При использовании шорсита вместо Белгородского мела позволило разработать ряд рецептур ПВХ композиций, которые по своим технологическим свойствам не уступают, а при использовании гидрофобизированного шорсита с ГС как наполнителя по технологическим свойствам даже превосходят предыдущие показатели.

Таблица 1.

Технологические свойства наполненных ПВХ композиций при производстве канализационных труб

№	ПВХ композиции, содержащие наполнители	Время пластикации, мин	Температура пластикации, К	ПТР, г/10 мин	Термостабильность при 463 К, мин
1.	Белгородский мел	17	461	0,3	45
2.	шорсит	16	465	0,2	50
3.	шорсит гидрофобизированный	18	460	0,3	60

Изучено влияние Белгородского мела и гидрофобизированного шорсита на вязкость расплава ПВХ, зависимость которых представлена на рисунке 1,

и из кривых видно, что кроме участков 3 и 4 при малых концентрациях наполнителя увеличивается вязкость расплава ПВХ.

Рассмотрим сначала участки кривых 3 и 4, соответствующих пластифицированным образцам, которые расположены ниже вязкости расплава композиции без наполнителя. Аномальное снижение вязкости расплава, пластифицированного ПВХ в области концентрации наполнителя до 2 масс.ч. аналогично эффекту понижения вязкости, изученных в работе [5], где исследованы наполнение ПВХ: ДОС = 2:1 белой сажей марки БС-30. Объяснение этому аномальному снижению вязкости аналогично работе

[6], а именно: частицы наполнителя (~100 нм), соизмеримые с межструктурными областями распределяются в этих областях и удаляют часть глобулярных цепей между ними. Благодаря этому при малом содержании наполнителя глобулярные образования получают большую свободу перемещения при течении, чем в их отсутствии, что приводит к снижению вязкости системы.

Рисунок 1. Зависимость относительной вязкости расплава (η/η_0) от содержания гидрофобизированного шорсита (1) и Белгородского мела (2) в непластифицированных композициях ПВХ и пластифицированных композициях ПВХ: ДБФ=2:1 (3, 4), при 463 К

Сравнивая величины падения вязкости, обнаружено, что вязкость непластифицированного ПВХ выше, чем пластифицированного. Объяснением повышения вязкости при содержании наполнителя выше 2 масс.ч. следует, что поверхность Белгородского мела и шорсита неактивна по отношению к ПВХ и, следовательно, отсутствием адсорбционных граничных полимерных слоев вокруг частиц наполнителя. Очень вероятно, что частицы наполнителя, скапливаясь в межглобулярном пространстве, создают гидродинамические (механические) затруднения для перемещения при вязком течении глобул и

их фрагментов, а наличие пластификатора или повышение температуры переработки уменьшают упомянутые затруднения (рис. 1).

В этой связи представляло практический интерес выяснить влияние на ударную вязкость образцов ПВХ пластифицированного Белгородского мела и гидрофобизированного шорсита в сравнении с непластифицированным ПВХ.

На рисунке 2 показана зависимость ударной вязкости образцов ПВХ от содержания наполнителя.

Рисунок 2. Зависимость ударной вязкости образцов на основе непластифицированного (1, 2) и пластифицированного (3, 4) ПВХ Белгородским мелом и гидрофобизированным шорситом

Изучение механизма повышения ударной вязкости композиций на основе ПВХ показало, что решающую роль в ударопрочности играет гетерогенность структуры ПВХ, сохранение его гетерогенности и искусственное ее создание. Показана роль несовместимости или ограниченной совместимости добавок и, конечно, роль модификаторов ударопрочности. Отмечено, что последний группируется в межмолекулярной области, способствуя рассеиванию внешней ударной энергии, заставляя микротрещины проходить длинный путь, огибая глобулы и их фрагменты.

Видно, что ударная вязкость непластифицированных образцов повышается с ростом содержания наполнителя, при этом ударная вязкость образцов выше, чем у непластифицированных, и очевидно, связана с лучшим сохранением глобулярной структуры матрицы ПВХ при температуре переработки, более равномерным распределением наполнителя вокруг глобул, что, в свою очередь, обуславливается лучшим гашением трещин при ударных нагрузках.

Вероятно, этот эффект обусловлен распределением наполнителя в межглобулярном пространстве матрицы ПВХ, что обеспечивает при ударных нагрузках дополнительное рассеяние энергии без разрушения материала. С повышением содержания наполнителя в пластифицированных образцах ударная вязкость понижается, что разумно объяснить содержанием пластификатора в структуре ПВХ, повышающем её эластичность. При этом свойства материалов на основе пластифицированного ПВХ определяются гетерогенной структурой последнего, сохраняющейся в процессе переработки полимера из расплава. Наибольший эффект проявляется в повышении ударной вязкости ПВХ, наполненного гидрофобизированным шорситом.

Изменение стандартной рецептуры и предлагаемые ингредиенты при производстве ПВХ композиционных канализационных труб представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Технологические свойства ПВХ композиций

П.п.	Наименование компонентов и их свойства	Рецептуры, в масс.ч.							
		Стандарт	1	2	3	4	5	6	7
1.	ПВХ С-7058М	100	100	100	100	100	100	100	100
2.	Наполнитель (Белгородский мел)	3,86	3,86	1,93	1,0	-	-	-	-
3.	ТОСС	1,0	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
4.	ВМР-9-1	2,0	1,0	2,0	1,5	1,5	1,0	0,5	0,5
5.	Стеариновая кислота	0,15	0,15	0,15	0,15	-	-	-	-
6.	Са соль продукта - Т	-	1,0	0,5	1,0	1,0	1,2	1,5	1,7
7.	Наполнитель (шорсит гидрофобизированный)	-	-	1,93	2,86	3,86	3,86	3,86	3,86
8.	ГС	-	-	-	-	-	1,0	1,5	2,0

П.п.	Наименование компонентов и их свойства	Рецептуры, в масс.ч.							
		Стандарт	1	2	3	4	5	6	7
1.	Время пластикации, мин	17	6	15	7	9	10	12	8
2.	Показатель текучести расплава (ПТР), г/10 мин	0,3	0,2	0,1	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
3.	Термостабильность мин, при 463 К	45	65	60	62	66	60	63	66

Реологические свойства образцов исследовали на немецком лабораторном оборудовании «Брабендер»

Рисунок 3. Пластограмма стандартной рецептуры на основе ПВХ композиций

На рисунке 3 стандартной рецептуры показан характер пластограммы, где время от начала процесса пластикации и до полной пластикации ПВХ композиции составляет 17 минут. Нагрузка на шнеке Брабендер в начале пластикации составляет 22% и в момент полной пластикации 59%. При этом, показатель текучести расплава равно 0,3 г/10мин, термостабильность стандартной рецептуры ПВХ композиции составляет 45 мин, при 463 К.

Согласно стандартной рецептуры в состав ПВХ образца добавлено 1,0 масс.ч. Са соль продукт-Т и уменьшено содержание термостабилизатора BMR-9-1 на 50%, при этом пластограмма образца представляет следующий вид (рис. 4).

Рисунок 5. Пластограмма рецептуры №2, ПВХ композиций, содержащих гидрофобизированный шорсит

В рецептуре №2 с увеличением времени пластикации на 15 мин уменьшаются ПТР значения 0,1 г/10 мин и термостабильность ПВХ композиции составляет 60 мин.

результаты которых представлены на пластограммах рисунков 3 - 6.

Рисунок 4. Пластограмма рецептуры №1 ПВХ композиций, содержащей Са соли продукта - Т

Как видно из пластограммы, рисунка 4 сокращается время пластикации до 6 минут, что позволяет значительно сэкономить электрическую энергию. Уменьшение ПТР до 0,2 г/10 мин. показывает, что с увеличением массы макромолекул полимера повышается его механическая прочность и термостабильность увеличивается до 65 мин. Полученные результаты [7], имеют относительно лучшие показатели по сравнению с данными стандартной рецептуры.

Согласно рецептуры №2 в составе ПВХ композиции уменьшены количества применяемого Белгородского мела, ТОСС и Са соли продукта-Т на 50% и добавлено 1,93 масс.ч. гидрофобизированного шорсита. При этом пластограмма данного образца имеет следующий вид (рис. 5):

Рисунок 6. Пластограмма рецептуры №7, ПВХ композиций, содержащих полностью замененную разработанными ингредиентами

В ПВХ композиции (рецептура №3) расчетное количество предлагаемых увеличено, т. е. гидрофобизированного шорсита до 2,86 масс.ч и Са соли

продукта - Т до 1,0 масс.ч., в результате время пластификации сократилось до 7 мин, ПТР не изменился, а термостабильность повысилась до 62 мин.

В рецептурах №4-7 (табл. 3) в составе ПВХ композиции полностью заменены Белгородский мел, стеариновая кислота, частично ТОСС (50%) и BMR-9-1 (25-75%), гидрофобизированный шорсит, Са соль продукта – Т, ГС, которая играет роль смазывающего компаунда полимерной композиции.

Результаты исследования показали, что оптимальным и отвечающим требованиям стандартной композиции является ПВХ композиция рецептуры №7, (рис. 6) при этом технологические показатели как, время пластификации полимерной композиций составило 9 мин, ПТР 0,15г/10мин и время термостабильности образца равно 66 мин, что на 21 мин

больше чем в стандартной композиции, свинецсодержащих термостабилизаторах ТОСС и BMR-9-1.

Таким образом, в результате проведенных исследований показано, что при использовании гидрофобизированного шорсита взамен Белгородского мела позволило разработать ПВХ-композицию, которая по своим технологическим и физико-механическим свойствам не уступает стандартной рецептуре, а свойства материалов на основе пластифицированного ПВХ определяются гетерогенной структурой последнего, сохраняющейся в процессе переработки полимера из расплава. Из приведенных данных можно сделать вывод, что гидрофобизированный шорсит можно использовать в качестве эффективного наполнителя ПВХ композиционных материалов взамен импортируемых промышленных аналогов.

Список литературы:

1. Козлов Г.В. и др. Дисперсно-наполненные полимерные нанокомпозиты. – Казань: НИТУ. 2012. - 125 с.
2. А.С. №2371330. 1969. Способ гидрофобизации мела / Чередникова А.В., Марковский И.С., Якубонис Э.П.
3. А.С. №470524. 1975. Способ гидрофобизации минерального наполнителя / Ходаков Г.С., Редкина Н.И.
4. Мирвалиев З.З., Лутфуллаев С., Жалилов А.Т. Поливинилхлорид асосидаги композицион материалларига маҳаллий хом-ашёлардан янги хилдаги тўлдирувчилар ишлаб чиқариш борасидаги изланишлар // «Наука о полимерах на пороге XXI века» – Ташкент, 1999. – С.143-144.
5. Гузеев В.В., Мозжухин В.Б., Мухина Т.П., Милов В.И., Шулаткина Л.А. Исследование реологических и физико-механических свойств композиций на основе ПВХ и наноразмерного карбоната кальция. Пластические массы. 2008. № 6. С. 33-36.
6. Штаркман Б.П. Пластификация ПВХ. – М.; Химия. 1975. - 248 с.
7. Мирвалиев З.З., Джалилов А.Т. Исследование возможности замены свинецсодержащих соединений в композициях на основе поливинилхлорида // Труды научно-технической конференции “Проблемы развития химии и технологии органических соединений в Узбекистане”. – Ташкент, 1998. – С. 30-32.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПИРОЛИЗНОГО ДИСТИЛЛЯТА

Худайбердиев Абдукарим Абсаломович

ст. преп. кафедры «Технологические машины и оборудование»
 Наманганского инженерно-технологического института МВУССО РУз.,
 Узбекистан, г. Наманган
 E-mail: ahudayberdiev@mail.ru

Исмаилов Ойбек Юлибаевич

PhD, докторант лаборатории «Процессы и аппараты химической
 технологии» Института общей и неорганической химии АН РУз.,
 Узбекистан, г. Ташкент
 E-mail: ismoilovnmipi@mail.ru

Худайбердиев Абсалом Абдурасулович

д-р техн. наук, гл. науч. сотр. лаборатории
 «Процессы и аппараты химической технологии»
 Института общей и неорганической химии АН РУз.,
 Узбекистан, г. Ташкент
 E-mail: jarayon@mail.ru

IDENTIFICATION OF THERMOPHYSICAL PROPERTIES OF THE PYROLYSIS DISTILLATE PRODUCT

Abdukarim Khudayberdiyev

Senior Lecturer of "Technological Machines and Equipment" Chair,
 Namangan Engineering-Technological Institute,
 Ministry of Higher and Secondary Specialized Education of the Republic of Uzbekistan,
 100170, Uzbekistan, Namangan, Kasansayskaya Street, 7.

Oybek Ismayilov

PhD, Postdoctoral Student of the Laboratory
 "Processes and Devices of Chemical Technology",
 Institute of General and Inorganic Chemistry of Academy of Sciences
 of the Republic of Uzbekistan,
 100170, Uzbekistan, Tashkent, M. Ulugbek Street, 77-a.

Absalom Khudayberdiyev

Doctor of Technical Sciences, Principal Researcher of the Laboratory
 "Processes and Devices of Chemical Technology",
 Institute of General and Inorganic Chemistry of Academy of Sciences
 of the Republic of Uzbekistan,
 100170, Uzbekistan, Tashkent, M. Ulugbek Street, 77-a.

АННОТАЦИЯ

Приведены основные результаты расчетно-экспериментального изучения теплоемкости и коэффициента теплопроводности пиролизного дистилята при температурах 20-250 °С. Установлено, что в указанном диапазоне температуры численное значение удельной теплоемкости пиролизного дистилята линейно повышается от 1,822 до 2,855 кДж/(кг·К), а значения его коэффициента теплопроводности падает от 0,1778 до 0,1555 Вт/(м·К) по наклонной прямой. По результатам исследования предложена номограмма для определения удельной теплоемкости и коэффициента теплопроводности пиролизного дистилята в указанном температурном диапазоне.

ABSTRACT

The main results of the computational and experimental study of the heat capacity and thermal conductivity coefficient of the pyrolysis distillate product at temperatures of 20-250 °C are presented. It is established that in the specified temperature range, the numerical value of the specific heat capacity of the pyrolysis distillate product increases linearly

from 1,822 to 2,855 kJ/(kg · K), and the values of its thermal conductivity coefficient falls from 0.1778 to 0.155 W/(m·K) along an inclined straight line. Based on the research results, a nomogram is proposed for determining the specific heat capacity and thermal conductivity coefficient of the pyrolysis distillate product in the specified temperature range.

Ключевые слова: пиролизный дистиллят, нагревание, охлаждение, температура, плотность, теплофизические свойства, теплоемкость, теплопроводность, номограмма, гидроочистка, гидрирование, проектирование.

Keywords: pyrolysis distillate product; heating; cooling; temperature; density; thermal-physical properties; heat capacity; thermal conductivity; nomogram; hydraulic cleaning; hydrogenation; projecting.

Процессы тепловой подготовки углеводородного сырья, в частности пиролизного дистиллята, связаны с нагреванием или охлаждением материальных потоков в различных технологических стадиях. Организация и ведение этих процессов, выполнение технологических расчетов и проектирование оборудования требуют всестороннего изучения тепловых свойств данного сырья [1]. Поэтому нами, расчетно-

экспериментальным путём, определены предельные значения теплоемкости и коэффициента теплопроводности пиролизного дистиллята в температурном диапазоне 20÷250 °C [2,3], в соответствии с технологическим режимом его тепловой подготовки.

Расчет теплоемкости жидких углеводородов C (кДж/кг·K), в том числе и пиролизного дистиллята, можно определить по формуле [4-7]:

$$c_p = 1,5072 + \frac{T - 223}{100} \times (1,7182 - 1,5072\rho_4^{20}), \quad (1)$$

с учетом его температуры T , относительной плотности ρ_4^{20} и химического состава.

Результаты расчетов теплоемкости пиролизного дистиллята по (1) при температурах 20÷250 °C представлены на рисунке 1.

Из рисунка 1 видно, что повышение температуры процесса от 20 до 250 °C приводит к линейному росту значения теплоемкости пиролизного дистиллята от 1,822 до 2,855 кДж/(кг·K).

Рисунок 1. Зависимость теплоемкости пиролизного дистиллята C от температуры t

Коэффициент теплопроводности пиролизного дистиллята λ (Вт/м·K) зависит от его химического состава, фазового состояния, температуры и давления в технологическом аппарате. С повышением температуры значения коэффициента теплопроводности большинства жидких нефтепродуктов, в том числе и пиролизного дистиллята, падает.

Для расчета значения коэффициента λ пиролизного дистиллята использована формула Крэга-Смита [8,9]:

$$\lambda_{cp} = (156,6/\rho_{20})[1 - 0,00047(t + T_0)], \quad (2)$$

где ρ_{20} - плотность пиролизного дистиллята при температуре 20 °C; t - температура процесса, °C; $T_0 = 273,15$ - абсолютная температура, K.

Результаты расчетов значений коэффициента λ пиролизного дистиллята по (2) при температурах 20÷250 °C отражены на рисунке 2.

Рисунок 2. Зависимость коэффициента теплопроводности пиролизного дистиллята λ от температуры t

Из рисунка 2 следует, что с повышением температуры процесса величина теплопроводности пиролизного дистиллята падает по наклонной прямой в пределах от 0,1778 до 0,1555 Вт/(м·К).

Результаты расчета показателей теплофизических свойств пиролизного дистиллята показали, что в диапазоне температур 20÷250 °C численное значение его удельной теплоемкости находится в пределе 1,822÷2,855 кДж/(кг·К), а коэффициента его теплопроводности - от 0,1778 до 0,1555 Вт/(м·К). Выявлено, что рост температуры процесса в указанном диапазоне приводит к повышению теплоемкости пиролизного дистиллята в 1,56 раза и снижению его теплопроводности в 1,14 раза.

Как известно, номограммы широко применяются при решении многих прикладных задач хими-

ческой технологии. Точность определения численных значений параметров по номограммам вполне достаточна для выполнения многих инженерных расчетов. Ценными свойствами номограмм являются их доступность, простота, наглядность и быстрота получения результатов [10]. С помощью номограмм также можно выявлять степень влияния одних параметров на другие, а также исследовать экстремальные свойства веществ, например, теплоносителей.

С этой целью нами построена номограмма для определения удельной теплоемкости C и коэффициента теплопроводности λ пиролизного дистиллята в диапазоне температуры от 20 до 250 °C (рис. 3).

Рисунок 3. Номограмма для определения удельной теплоемкости C и коэффициента теплопроводности λ пиролизного дистиллята при температурах $20 \div 250$ °C

Методика пользования номограммой заключается в следующем. Из произвольной точки в левой шкале, соответствующей заданной температуре процесса t , проводят прямую линию через базовую точку z до пересечения ее с соответствующими шкалами теплопроводности и теплоемкости. Образованные точки на этих шкалах указывают на величину искомых значений коэффициента теплопроводности λ и удельной теплоемкости C пиролизного дистиллята при заданной температуре t . Например, при температуре пиролизного дистиллята $t = 120$ °C искомые значения показателей равняются: $C = 2,33$ кДж/(кг·K) и $\lambda = 0,153$ Вт/(кг·K).

Таким образом, приведенные выше графические материалы по определению удельной теплоемкости и коэффициента теплопроводности пиролизного дистиллята в диапазоне температуры $20 \div 250$ °C могут быть использованы при расчетах процессов гидроочистки пиролизного дистиллята и гидрирования промежуточных продуктов, проектировании технологического оборудования для получения из него стабильного моторного топлива, оперативном управлении технологическими процессами и в учебном процессе.

Список литературы:

1. Худайбердиев Аб.А., Хурмаматов А.М. К расчету теплоёмкости углеводородного сырья // Международный журнал: Химическая технология. Контроль и управление. - Ташкент, 2011. - № 4. - С. 32-35.

2. Исмаилов О.Ю., Худайбердиев А.А., Худайбердиев Аб.А. Определение теплофизических свойств пиролизного дистиллята при температурах 20-250 оС. - Журнал Нефти и газа Узбекистана. - Ташкент, 2019. - № 1. - С. 43-45.
3. Худайбердиев А.А., Исмаилов О.Ю., Шарипов К.К., Раджибаев Д.П. Расчет теплоемкости пиролизного дистиллята // Актуальные проблемы очистки нефти и газа от примесей различными физико-химическими методами: Сборник трудов республиканской НПК. - Карши: Карши ДУ, 27 апреля 2019 г. - С.221-222.
4. Мановян А.К. Технология первичной переработки нефти и природного газа. Учебное пособие для вузов. 2-е изд. - М.: Химия, 2001. - 568 с.
5. Глаголева О.Ф., Капустин В.М., Гюльмисарян Т.Г. и др. Технология переработки нефти. В 2-х частях. Часть I. Первичная переработка нефти / Под ред. О.Ф. Глаголевой и В.М. Капустина. - М.: Химия, КолосС, 2006. - 400 с.
6. Рабинович Г.Г., Рябых П.М., Хохряков П.А. и др. Расчеты основных процессов и аппаратов нефтепереработки: Справочник / Под ред. Судакова Е.Н. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1979. - 568 с.
7. Худайбердиев А.А. Интенсификация подогрева нефтяного сырья. Монография. - Ташкент: Navroz, 2019. - 213 с.
8. Григорьев Б.А., Богатов Г.Ф., Герасимов А.А. Теплофизические свойства нефти, нефтепродуктов, газовых конденсатов и их фракций / Под общ. ред. проф. Б.А. Григорьева. - М.: Издательство МЭИ, 1999. - 372 с.
9. Молоканов Ю.К. Процессы и аппараты нефтегазопереработки. - М.: Химия, 1980. - С. 254-263.
10. Романков П.Г., Курочкина М.И. Расчетные диаграммы и номограммы по курсу «Процессы и аппараты химической промышленности». - Л.: Химия, 1985. - С. 4-7.

ЭНЕРГЕТИКА

DOI: 10.32743/UniTech.2021.78.8-3.12093

ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛЕНОК КЕСТЕРИТА ПУТЕМ СОВМЕЩЕНИЯ МЕТОДОВ
ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ПРЕКУРСОРОВ И ИХ СУЛЬФУРИЗАЦИИ

Кутлимратов Александр

канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр.
Физико-технический институт НПО «Физика – Солнце»
Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г.Ташкент
E-mail: kutlimratov5401@mail.ru

POSSIBILITY OF OBTAINING KESTERITE FILMS BY COMBINING METHODS
OF ELECTROLYTIC DEPOSITION OF PRECURSORS AND THEIR SULFURIZATION

Aleksandr Kutlimratov

Doctor of philosophy physics and mathematics, the senior scientific worker,
leading researcher Physical-Technical Institute of SPA "Physics – Sun"
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

На кремниевых подложках *n*-типа проводимости получены тонкие пленки $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}(\text{Se})_4$ *p*-типа проводимости путем поэтапного электролитического осаждения прекурсоров $\text{Cu} + \text{Zn} + \text{Sn}$ и их сульфуризации. Исследованы электрофизические характеристики, образованных при этом *p*- $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ /*n*-Si-гетеропереходов и приведены их темновые вольт-амперные характеристики, измеренные при комнатной температуре (300 К).

ABSTRACT

On silicon substrates of *n*-type conductivity, thin films of $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}(\text{Se})_4$ *p*-type conductivity were obtained by stage-by-stage electrolytic deposition of $\text{Cu} + \text{Zn} + \text{Sn}$ precursors and their sulfurization. The electrophysical characteristics of the *p*- $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ /*n*-Si-heterojunctions formed in this case are investigated and their dark current-voltage characteristics measured at room temperature (300 K) are presented.

Ключевые слова: Тонкая пленка, электролитическое осаждение, медь, цинк, олово, прекурсоры, сульфуризация, гетеропереход, вольт-амперная характеристика.

Keywords: Thin film, electrolytic deposition, copper, zinc, tin, precursors, sulfurization, heterojunction, current-voltage characteristic.

Введение

С каждым годом в мире увеличивается использование солнечной энергии путем фотоэлектрического преобразования ее в электрическую солнечными элементами (СЭ). Для удовлетворения потребностей быстро развивающейся отрасли современной фотоэнергетики, а также для снижения стоимости получаемой единичной мощности нужны высокоэффективные, надежные, гибкие СЭ, созданные на базе недорогих, доступных и экологически чистых материалов, которые должны быть пригодными для вторичной переработки. Кроме того, технология их изготовления должна быть экономически эффективной и экологически чистой. М.И. Носсайн [1, p.231]

и S. Siebentritt [2, p.512] показали, что всем этим требованиям отвечают СЭ, созданные на основе кестеритов ($\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$). Основным достоинством их является прямозонность $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ (CZTS) и большой коэффициент поглощения (10^4 см^{-1}). Они имеют ширину запрещенной зоны (1,4-1,5 эВ), приемлемую для преобразования солнечной энергии. Самое главное – компоненты, входящие в их состав широко распространены в природе и нетоксичны [1, p.231; 2, p.512], т.е. является «Cd-free» материалом [3, с.596; 4, с.1180]. Что является основным преимуществом их так как, обычно СЭ, создаваемые на основе CZTS в качестве барьерного перехода включает гетеропереход в виде $\text{CdS}/\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ [5, p.144; 6, p.527; 7, p.93]. Однако с учетом современных экологических

норм необходимо исключить из состава СЭ токсичный элемент – кадмий (Cd). Следовательно, в настоящей работе в качестве альтернативного варианта СЭ на основе CZTS, исследуются получение гетероструктуры $p\text{-Cu}_2\text{ZnSnS}_4/n\text{-Si}$ на Si-подложке и их электрофизические свойства.

Целью настоящей работы является показать возможность получения поликристаллических пленок $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ путем электролитического осаждения прекурсоров (слоев металлов $\text{Cu}+\text{Zn}+\text{Sn}$) и их сульфуризации.

Работа посвящена получению тонких поликристаллических пленок $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}(\text{Se})_4$ на кремниевых подложках n -типа проводимости путем поэтапного электролитического осаждения тонких слоев металлов $\text{Cu}+\text{Zn}+\text{Sn}$ с последующей сульфуризацией, созданию на их основе $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4/n\text{-Si}$ - гетероструктуру и исследованию их электрофизических характеристик.

Материалы. В диссертационной работе Джозеф Глен Болке (Joseph Glenn Bolke) [8, 2012] хорошо представлена тройная система образования $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ и показано влияние изменения количества компонентов на его состав (рис.1). Показано, что $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ образуется из соединений CuS , ZnS и SnS , в случае, когда компоненты удовлетворяют

требованиям $2\text{Cu}+\text{Zn}+\text{Sn}+4\text{S}$, т.е. каждому атому отдельного металла соответствует один атом серы.

Имеются различные способы получения слоев $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$. Например, Боднар И.В. в [3, с.596; 4, с.1180] получал монокристаллы $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$, $\text{Cu}_2\text{ZnSnSe}_4$ и твердые растворы (ТР) $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S}_x\text{Se}_{1-x})$ методом химической газотранспортной реакции. Он исследовал спектры пропускания в области края собственного поглощения в интервале температур $T = 20\text{--}300\text{ K}$ и по зарегистрированным спектрам определил ширину их запрещенных зон. Им еще показано, что с увеличением количества S в составе ТР $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S}_x\text{Se}_{1-x})$ нелинейно увеличивается его ширина запрещенной зоны (E_g) [4, с.1180]. Это позволяет получать материал с необходимой шириной запрещенной зоны (E_g), подбирая соответствующее количество S в составе ТР. КПД СЭ, созданных на основе $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}(\text{Se})_4$ и ТР $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S}_x\text{Se}_{1-x})$ несмотря на то, что они начались исследоваться недавно, достиг уже значения $> 11\%$ [9, р.34], однако, при этом следует отметить, что теоретический предел КПД СЭ на основе CZTS составляет 32 %, причины такого различия пока не ясны [9, р.1421; 10, р.93]. Это в свою очередь мотивирует исследователей продолжать исследований в этом направлении.

Рисунок 1. Тройной график изменения состава пленки до и после отжига [8, 2012].

Методы. К основным методам получения пленок $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}(\text{Se})_4$ можно отнести методы: электрохимического осаждения [11, с.312; 12, р.359], вакуумного напыления прекурсоров с последующей селенизацией или сульфуризацией [13, р.2204], жидкофазного осаждения [14, р.448], а также золь-гель методы [15, р.838; 16, р.1199]. Все эти методы имеют свои

достоинствами и недостатки. Наиболее перспективным из них представляется метод электрохимического осаждения [11, с.312; 12, р.359]. Среди главных преимуществ которого – легкость масштабирования, что важно для достижения необходимой воспроизводимости получения пленок большой площади при массовом производстве солнечных бата-

рей. Ракитин В.В. в [11, с.312] показали возможность получения слоев $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ путем сульфуризации, электро-литически одностадийно осажденных прекурсоров. Ими исследовано влияние условий одностадийного электроосаждения из буферных растворов на фазовый состав и свойства тонких пленок Cu-Zn-Sn-S (CZTS). Определена область потенциалов осаждения для CZTS с минимальным содержанием вторичных фаз. Установлены брутто-формулы и значения ширины запрещенной зоны E_g для образцов CZTS, осажденных из буферных растворов. Однако, этот метод имеет ряд сложностей, связанных с доступностью компонентов, приготовлением электролитов и их корректировкой.

А. Юсупов с соавторами [17, с.1; 18, р.133; 19, с.98] показали возможность получения гетеропереходов $p\text{-Cu}_2\text{ZnSnS}_4/n\text{-Si}$ методом сульфуризации базовых слоев металлов прекурсоров Cu+Zn+Sn , предварительно термически поэтапно напыленных на кремниевую подложку в вакууме.

В настоящей работе формирование слоев CZTS на Si-подложках осуществлялось в два этапа. На первом этапе получались базовые слои Cu/Zn/Sn поэтапным осаждением на кремниевую подложку n -типа проводимости слоев: сначала Cu, а затем на него слоя Zn и в конце слоя Sn. На втором этапе производилась сульфуризация базовых слоев Cu/Zn/Sn из неограниченного источника, в закрытом объеме. Процесс сульфуризации проводился также, как это было произведено в работах [17, с.1; 18, р.133; 19, с.98], путем термического отжига в атмосфере серы образцов с базовыми слоями (прекурсорами) при температурах 400–620°C. В целях установления оптимального времени отжига, последний производился в интервале времени 15–90 min. После отжига образцы остывали до 200 °C со скоростью

10–15°C/min, оставаясь в реакторе. Затем температуру реактора довели до комнатной и вытаскивали его из печи.

Обсуждение результатов. Исследование морфологии полученных пленок $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ в зависимости от режима осаждения слоев показало, что более гладкие поверхности пленок $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ обеспечиваются в случаях осаждения слоев в последовательности медь – цинк – олово и при температурах отжига 545–570°C, так как при такой последовательности слоев осаждение каждого слоя на другую не составляет трудности. Кроме того, температура испарения олова намного выше, чем у цинка, что предотвращает улетучивания цинка при отжиге. При других последовательностях осаждения компонентов и при повышении температуры отжига наблюдается некоторая шероховатость поверхности пленок, что, по-видимому, связано с улетучиванием отдельных компонентов (в основном цинка) с поверхности слоя соединения $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$.

Были измерены электрические параметры полученных пленок. Все образцы, полученные без специального легирования, обладали дырочным типом проводимости. Это объясняется тем, что при формировании пленок CZTS образуются такие структурные дефекты, как вакансии атомов меди – V_{Cu} и замещения атомом меди узла цинка – Cu_{Zn} [14, р.448]. Поверхностное сопротивление нелегированных пленок CZTS составляло в пределах 30–55 Ω/sq .

Для исследования электрофизических характеристик созданной $p\text{-Cu}_2\text{ZnSnS}_4/n\text{-Si}$ -гетероструктуры были сформированы омические контакты методом вакуумного напыления серебра (Ag) – сплошные с тыльной стороны и «П»-образные с фронтальной (рис.2).

Рисунок 2. Схематический вид $p\text{-Cu}_2\text{ZnSnS}_4/n\text{-Si}$ -гетероструктуры после формирования омических контактов

Были измерены темновые вольт-амперные характеристики (ВАХ) $p\text{-Cu}_2\text{ZnSnS}_4/n\text{-Si}$ -гетероструктуры при комнатной температуре (300 K) как в прямом, так и в обратном направлениях смещения. Причем пропускное направление во всех исследованных образцах соответствует подаче смещения положительной полярности на структуру со стороны

пленки CZTS, что согласуется с зонной моделью исследуемой гетероструктуры [6, р.527]. На рис.3,а представлены прямые и обратные ветви ВАХ гетероструктуры, а на рис.3,б, прямая ветвь в развернутом виде.

Рисунок 3. Темновая ВАХ $p\text{-Cu}_2\text{ZnSnS}_4/n\text{-Si}$ -гетероструктуры: (а) и ее прямая ветвь в развернутом виде (б)

Из рис.3, а видно, что гетероструктура обладает четко выраженной диодной характеристикой. Коэффициенты выпрямления в лучших структурах при $|V| = 1\text{--}2\text{ V}$ достигали до значений $K = 60\text{--}100$. Полученные сравнительно небольшие значения K , по-видимому, связаны с несовершенством переходной области гетероструктуры, а также тем, что технологические режимы получения слоев Cu/Zn/Sn отработаны не до конца, что требует доведения их до кондиции. А это уже другая работа, так как целью данной работы была показать возможности получения $p\text{-Cu}_2\text{ZnSnS}_4/n\text{-Si}$ -гетероструктуры путем электролитического осаждения слоев Cu+Zn+Sn и их сульфуризации.

Таким образом, показана возможность получения пленок $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ путем электролитического осаждения прекурсоров (слоев Cu + Zn + Sn) и их сульфуризацией.

Работа выполнена в рамках фундаментальных исследований лаборатории «Рост полупроводниковых кристаллов»: «Фотовольтаические, термольтайческие, фототермовольтаические и излучательные эффекты в двух и многокомпонентных полупроводниковых твердых растворах с нанокристаллами, полученных на кремниевых подложках из жидкой фазы», входящей в базовую программу научно-исследовательских работ Физико-технического института АН РУз (2020–2024 г.г.).

Список литературы:

1. Hossain M.I. Prospects of CZTS Solar cells from the perspective of material properties, fabrication methods and current research challenges. // Chalcogenide Letters. Vol. 9. No. 6. June 2012. -p. 231–242.
2. Siebentritt S., Schorr S. Progress in photovoltaics: research and applications. Prog. Photovolt: Res. Appl. 2012. pp. 512–519. Published online 2 February 2012 in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/pip.2156.
3. Боднар И.В. Температурная зависимость ширины запрещенной зоны монокристаллов $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$. // ФТП, 2015, том 49, вып. 5. -С. 596–598.
4. Боднар И.В. Температурная зависимость ширины запрещенной зоны твердых растворов $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S}_x\text{Se}_{1-x})$. // ФТП, 2015, том 49, вып. 9. -С. 1180–1183.
5. Wang K., Gunawang O., Todorov T. et al. // Appl. Phys. Lett. 2010. V. 97. P. 144–150.
6. Burgelman M, Nollet P, Degraeve S. Modelling polycrystalline semi-conductor solar cells. // Thin Solid Films. – 2000; 361–362. –P.527–532.
7. (500). Björn-Arvid Schubert, Björn Marsen, Sonja Cinque, Thomas Unold, Reinard Klenk< Susan Schorr and Hans-Werner Schock. $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ thin film solar cells by fast coevaporation. // Progress in Photovoltaics: Research and Applications. – 2011. Vol. 19. –P.93–96. Published online 31 May 2010 in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). 2010 John Wiley & Sons.Ltd. DOI: 10.1002/pip.976. Структура состоит из: Mo/CZTS/CdS/ZnO/
8. Joseph Glenn Bolke. Investigation of surface phase formation during Sn-rich growth of $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ polycrystalline thin films for solar cells / A thesis submitted to the faculty of The University of Utah in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science. / Department of Materials Science and Engineering The University of Utah. December. 2012.
9. Todorov Teodor K., Tang Jiang., Bag Santanu., Gunawan Oki., Gokmen Tayfun., Zhu Yu., Mitzi David B. Beyond 11% Efficiency: Characteristics of State-of-the-Art $\text{Cu}_2\text{ZnSn}(\text{S},\text{Se})_4$ Solar Cells. // Advanced Energy Materials, 2013, вып.3, -P.34–38. www.advenergymat.de.; www.MaterialsViews.com.
10. Björn-Arvid Schubert, Björn Marsen, Sonja Cinque, Thomas Unold, Reinard Klenk< Susan Schorr and Hans-Werner Schock. $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ thin film solar cells by fast coevaporation. // Progress in Photovoltaics: Research and Applications. – 2011. Vol. 19. –P.93–96. DOI: 10.1002/pip.976.

11. Ракитин В.В., Гапанович М.В., Михайлов П.А., Домашнев И.А., Колесникова А.М., Новиков Г.Ф. Влияние условий синтеза на состав и свойства тонких пленок Cu-Zn-Sn-S, полученных методом одностадийного электроосаждения. // Конденсированные среды и межфазные границы, 2013. Том 15, № 3. -С. 312-316.
12. Mkawi E.M., Ibrahim K., Ali M.K. M., Abdussalam Salhin Mohamed. Dependence of Copper Concentration on the Properties of $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ Thin Films Prepared by Electrochemical Method. // Int.J. Electrochem. Sci., 2013. Vol. 8. pp. 359-368. www.electrochemsci.org.
13. Jiang Feng; Shen Honglie; Wang Wei. Optical and Electrical Properties of $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ Film Prepared by Sulfurization Method. // Journal of Electronic Materials, Vol. 41, Issue 8, -pp.2204-2209.
14. Maheshwari B. Uma, Kumar V. Senthil. Synthesis and Characterization of $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ Thin Film by Solution Growth Technique for the Application of solar cell. // International journal of advanced renewable energy research. 2012. Vol. 1, Issue. 8, pp.448-451.
15. Kunihiro Tanaka, Yuki Fukui, Noriko Moritake, Hisao Uchiki. Chemical composition dependence of morphological and optical properties of $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ thin films deposited by sol-gel sulfurization and $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ thin film solar cell efficiency. // Solar Energy Materials & Solar Cells, 2011, Vol.95. -pp.838–842. Contents lists available at Science Direct journal home page: www.elsevier.com/locate/solmat.
16. Kunihiro Tanaka, Noriko Moritake, Hisao Uchiki. Preparation of $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ thin films by sulfurizing sol-gel deposited precursors. // Solar Energy Materials & Solar Cells. 2007. Vol.91. pp. 1199–1201.
17. Юсупов А., Адамбаев К., Тураев З.З., Алиев С.Р., Кутлимратов А. Получение и электрические свойства гетеропереходов p- $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ /n-Si. // Петербургский журнал электроники, 2016, № 2. -С.1-6.
18. Yusupov A., Adambaev K., Turaev Z.Z., Aliev S.R., Kutlimratov A. Creation and Electrical Properties of p- $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ /n-Si Heterojunctions // Technical Physics Letters, 2017, Vol. 43, No. 1, pp. 133–135.
19. Юсупов А., Адамбаев К., Тураев З.З., Алиев С.Р., Кутлимратов А. Создание и электрические свойства гетеропереходов p- $\text{Cu}_2\text{ZnSnS}_4$ /n-Si // Письма в ЖТФ, 2017, том 43, вып. 2. -С.98-103.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МАЛОЙ МОЩНОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ПАКЕТА SIMULINK

Юсупов Дилишодбек Турдалиевич

мл. науч. сотр., ООО “Международный институт солнечной энергии”,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: dilshod8006@mail.ru

Юсупова Феруза Турдалиевна

докторант Ферганского политехнического института,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: feruza.ferpi@gmail.com

MODELING THE OPERATION OF A LOW POWER PHOTOELECTRIC SYSTEM USING THE SIMULINK PACKAGE

Dilshodbek Yusupov

Junior researcher, International Institute of Solar Energy LLC
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Feruza Yusupova

Doctoral candidate Of Fergana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana

АННОТАЦИЯ

Была разработана математическая модель фотоэлектрических систем, которая включает фотоэлектрические модули, устройство повышающего преобразователя, LC-фильтр, инвертор, состоящий из IGBT, и использование электричества. Проведена экспериментальная проверка расчетных соотношений MATLAB-модели на солнечной панели типа Trina Solar TSM-250W.

ABSTRACT

A mathematical model of photovoltaic systems was developed, which includes photovoltaic modules, a boost converter device, an LC filter, an IGBT inverter, and the use of electricity. An experimental check of the calculated relations of the MATLAB-model on a solar panel of the Trina Solar TSM-250W type has been carried out.

Ключевые слова: солнечная панель, MATLAB Simulink; вольт-амперная характеристика, ток, амплитудная напряжения, инвертор, имитационное моделирование.

Keywords: solar panel, MATLAB Simulink; current-voltage characteristic, current, peak voltage, inverter, simulation.

Введение

В настоящее время располагаемая генерирующая мощность республики Узбекистана составляет 12,9 ГВт из них: ТЭС – 11 тыс. МВт или 84,7 %; ГЭС – 1,85 тыс. МВт или 14,3 %; блок-станции и изолированные станции – более 133 МВт или 1 %.

В период 2020-2030 годы будет уделено особое внимание развитию генерации на основе ВИЭ, особенно солнечной энергии. Для достижения показателей развития возобновляемой энергетики определены целевые параметры ежегодно вводимых мощностей объектов ВИЭ в 2020-2030 годах, предусматривающие строительство 3 ГВт ветровых и 5 ГВт солнечных электростанций.

Принимая во внимание быстрый рост способности потребителей вырабатывать электрическую

энергию для собственных нужд и поставки излишка ее объема в единую электроэнергетическую систему, а также в целях стимулирования активизации внутри республиканского инвестиционного потенциала, утверждена целевая программа по установке порядка 150 тысяч солнечных ФЭС (мощностью по 2-3 кВт) и водонагревателей (в среднем 200 литров) в 2-2,5 процентах домохозяйств в 2021 -2025 годах.

С учетом установки населением объектов ВИЭ к 2026 году предусматривается покрытие потребления 4,3 процентов домохозяйств по республике в объеме порядка 800 млн.кВт.ч в год за счет внедрения частично изолированных объектов ВИЭ [2].

Моделирование солнечных элементов позволяет производить энергию в изменяющейся среде (воздействие окружающей среды, температура и

световой поток), что необходимо для синтеза систем управления. MATLAB - это программа с возможностью моделирования солнечной энергетической системы с помощью программы Simulink [4,3].

Целью исследования является создание математической имитационной модели автономной фотоэлектрической системы на базе доступных данных производителей электрооборудования с учетом комплексных воздействий, приводящих к изменению выходных характеристик системы. Для построения модели необходимо решить ряд задач:

1) возможность построения вольт-амперной (ВАХ) и вольт-ваттной (ВВХ) характеристик в допустимом диапазоне рабочих температур;

2) с помощью созданной модели сделать краткосрочное прогнозирование вырабатываемой мощности фотоэлектрических модулей [1].

Основное содержание

В работе при моделировании фотоэлектрической системы использовался готовый блок PV Array в среде MATLAB Simulink. Для верификации модели использовались известные технические характеристики поликристаллической солнечной панели Trina Solar TSM-250PA05.08 250 Вт 24 В.

Рисунок 1. Вольт-амперные и вольт-ваттные характеристики фотоэлектрического модуля Trina Solar - 250PA при изменении солнечной радиации и температуры поверхности модуля

Математическая имитационная модель фотоэлектрической системы состоит из 5 основных компонен-

тов: солнечной батареи, инвертора, LRC фильтра и потребителя RL. Модель оформлена в виде блочной структуры, представленной на рис. 2.

Рисунок 2. Модель автономной однофазной фотоэлектрической системы

Исходными данными для расчета характеристик солнечной батареи являются входные значения солнечной радиации от $I=200 \text{ Вт/м}^2$ до $I=1000 \text{ Вт/м}^2$ и

рабочая температура полупроводника меняемой от $t=20^\circ\text{C}$ до $t=40^\circ\text{C}$, а также параметры модуля, при-

веденные в его технической документации. Солнечная батарея состоит из 8 фотоэлектрических модулей с номинальной мощностью 250 Вт и номинальным напряжением 25 В, соединенных в 8 последовательно соединенных модуля. В модуле 60 последовательно соединенных фотоэлементов.

На рисунке 3 показана, зависимость солнечного излучения и температуры окружающей среды, подаваемых на солнечный модуль, от времени. Он разработан с учетом того, что время восхода солнца для весенних дней составляет 12 часов. Его временной интервал был взят с 06:00 до 18:00.

Рисунок 3. График солнечной радиации и температуры окружающей среды, передаваемый на солнечный модуль, с временной зависимостью

Световое излучение солнца увеличивается с 6:00 до 22:00. С 10:00 до 14:00 световое излучение принимается на высоком уровне, после 14:00 световое излу-

чение уменьшается. Пиковая температура окружающей среды приходится на период с 12:00 до 14:00 утра. В остальное время его температура колеблется.

Рисунок 4. Осциллограммы напряжение и тока на выходе инвертора

На выходе инвертора значение амплитудное напряжение 378,9 В и ток максимальный составило 12,76 А. В качестве нагрузки был использован блок RL с настройками параметров по потреблению активной мощности 2000 Вт и индуктивной мощности 0,01 Вар.

Выводы

Построена компьютерная Matlab-модель солнечной панели, состоящие из фотоэлектрических модулей общей максимальной мощностью 2000 Вт (8 модулей по 250 Вт каждый), моделировались с помощью программы MATLAB Simulink. Это устройство оснащено инвертором, состоящим из транзисторов IGBT, LC фильтром, уменьшающим высшие гармоники. В процессе моделирования в среде MATLAB Simulink были получены зависимости тока и мощности фотоэлектрического модуля от напряжения при

изменении солнечной радиации и температуры поверхности модуля, графики тока, напряжения и мощности от времени на всех элементах фотоэлектрической системы.

Согласно результатам, полученным при разработке программы MATLAB SIMULINK, осциллограммы солнечной батареи нанесены на графики зависимости мощности, напряжения и тока от времени.

Результаты моделирования фотоэлектрической системы по параметрам напряжения, тока и мощности фотоэлектрических модулей хорошо согласуется с экспериментальными данными, полученными на солнечной станции установленной мощностью 2000 Вт, который расположенной на территории Международного института солнечной энергии, г. Ташкента Узбекистан.

Список литературы:

1. Бутаков С.В. Моделирование автономной фотоэлектрической системы в программной среде MATLAB Simulink / С.В. Бутаков, А.С. Червочков // Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика». – 2019. – Т. 19, № 4. – С. 112–119. DOI: 10.14529/power190413.
2. Концепция обеспечения Республики Узбекистан электрической энергией на 2020-2030 годы. <https://minenergy.uz/ru/lists/view/77>.
3. Юсупов Д.Т., Юсупова Ф.Т. Разработка математической модели солнечного фотоэлектрического модуля на основе программы MATLAB. Научный технический журнал ФерПИ, 2021. Том 25. №1. 219-223 стр.
4. Mahajan P.B., Bhole A.A. Modeling of Photovoltaic Module //International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). 2015. Vol. 02. Nr 03. P. 496–500.

PAPERS IN ENGLISH**RECORDS***DOI: 10.32743/UniTech.2021.78.8-3.12088***RASTER AND VECTOR FORMATS OF ELECTRONIC DOCUMENT
OF TECHNICAL DOCUMENTATION*****Astanaliev Elmurod Tursunali ogli***

*Master's student, "Department of Automation and telemechanics
of Tashkent state transport university"
Uzbekistan, Tashkent
E-mail: elmurod1246@mail.ru*

Baratov Dilshod

*Associate Professor, "Department of Automation and telemechanics
of Tashkent state transport university" DSc
Uzbekistan, Tashkent
E-mail: baratovdx@yandex.ru*

**РАСТРОВЫЕ И ВЕКТОРНЫЕ ФОРМАТЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТА
ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ*****Астаналиев Элмурод Турсунали угли***

*магистрант кафедры автоматики и телемеханики
Ташкентского государственного транспортного университета,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: elmurod1246@mail.ru*

Баратов Дилишод Хамидуллаевич

*д-р техн. наук, доцент автоматики и телемеханики
Ташкентского государственного транспортного университета,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: baratovdx@yandex.ru*

ABSTRACT

The article describes the electronic document management systems of technical documents. With the help of scanning, high-quality digitization of documents is carried out and an electronic database of drawings is created. The methods of displaying graphic images are shown, according to which the formats of files containing graphic data differ. The number of bits to store the color of each pixel of a bitmap using a combination of bits is called the bit depth or color depth. Here's how to save and edit a three-dimensional image. The advantages of raster graphics are listed and their effective methods and benefits for use in various fields are discussed. A schedule for the conversion of a large number of technical documents into electronic form has been developed, which provides the characteristics of electronic documents.

АННОТАЦИЯ

В статье описаны системы электронного документооборота технических документов. С помощью сканирования осуществляется качественная оцифровка документов и создается электронная база чертежей. Показаны способы отображения графических изображений, в соответствии с которыми различаются форматы файлов, содержащих графические данные. Количество битов для хранения цвета каждого пикселя растрового изображения с использованием комбинации битов называется битовой глубиной или глубиной цвета. Вот как сохранить и отредактировать трехмерное изображение. Перечислены преимущества растровой графики и обсуждаются их эффективные методы и преимущества для использования в различных областях. Разработан график перевода большого количества технических документов в электронный вид, в котором приведены характеристики электронных документов.

Keywords: scanners, electronic libraries, photographs, drawings, graphics, raster images.

Ключевые слова: сканеры, электронные библиотеки, фотографии, рисунки, графика, растровые изображения.

Introduction. Professional equipment is used to digitize a large volume of documentation. Simple flatbed scanners can take a long time to work and do not always provide the desired quality.

Sheet-fed documents up to A3 are usually scanned on long-term document scanners, which, depending on the model, can digitize from 200 to 460 pages per minute. It is quite possible to convert up to 30 thousand documents a day into electronic form on one scanner, and professional equipment allows you to work with old and damaged documents.

Stapled documents, books, drawings, large-format documents, volumetric objects are scanned on planetary scanners. In these devices, the scanned original is stationary and is located face up at a considerable distance from the optical system and the scanning line array of the scanner. This type of scanning avoids contact with the scanning elements and ensures that the originals are preserved. With the help of planetary scanners, high-quality digitization of documents is carried out, which is especially important, for example, when creating electronic libraries of drawings.

Method. There are two ways to represent graphic images: raster and vector. Accordingly, a distinction is made between raster and vector formats of graphic files containing graphic image information.

Raster formats are used for images with complex scales of colors, shades and shapes (pictures, graphics, scanned data).

A **raster graphic** is a graphic image on a computer or other digital form, consisting of an array of grids of pixels, or dots of different colors, that have the same size and shape.

A raster, or raster array, is a collection of bits located on a grid field. The bit can be on (state 1) or off (state 0). Bit states can be used to represent black or white, by combining multiple bits to produce a vision of black and white dots. The raster figure resembles a sheet of checkered paper, on which each cell is painted over with black or white, together forming a pattern. The basic element of a bitmap is a pixel. Several concepts are distinguished under this term:

- 1) a separate element of the bitmap image;
- 2) a single point on the monitor screen;
- 3) a single point in the image printed by the printer.

The color of each pixel of the bitmap is stored using a combination of bits. The more bits – the more shades of colors for each pixel can be obtained. The number of bits a computer uses to store information about each pixel is called bit depth, or color depth. The simplest type of bitmap consists of pixels that have two possible colors – black and white. These types of pixels require one bit in computer memory, so images made up of these types of pixels are called 1-bit images. The main disadvantage of bitmap graphics is that each image requires a lot of memory to store it. To solve the problem of processing volumetric images, 2 main methods are used:

- increasing the computer memory;
- compression of images.

Another disadvantage of the bitmap representation of images is that the figure quality decreases when scaling.

Raster graphics advantages:

- Raster graphics provide the ability to create any images without paying attention to the complexity of their execution, in difference to vector illustrations, which is unable to deliver a good transition of colors from one to another.
- Wide range of applications – raster graphics today have found wide application in various fields, from small images (icons) to large (posters).
- Very high processing speed of images of varying complexity, provided that there is no need to scale them.
- Bitmap graphics are native to most devices and graphics techniques.

Disadvantages of bitmap graphics:

- Large file size with simple bitmaps.
- The image cannot be scaled up without loss of quality.
- Outputting an image when printing to a plotter is difficult.
- Good picture quality requires a significant amount of disk space to store files.

Results and discussion. Based on the above disadvantages, it is recommended to store simple drawings not in compressed raster graphics, but to use vector graphics. The characteristics of the conversion of large volumes of technical documentation into electronic form are given in table 1.

Table 1.

Features of electronic documents

Characteristics	Raster graphics	Vector graphics
Elementary object	Pixel (point)	Circuit and lines
Picture	Collection of dots (pixels)	Set of objects described mathematically
Photographic quality	Yes	No
Memory size	Very big	Small
Scaling	Undesirable	Yes
Formats	JPG, BPM, PSD, GIF, TIFF	CDR, WMF
Editors	Adobe Photoshop, Paint	Adobe illustrator, Corel Draw

Characteristics	Raster graphics	Vector graphics
Using	Used for storing photos, artwork, interface elements	Used store drawings, business graphic, fonts, drawings with clear circuit
Advantages	High image quality, the volume depends on the image size, realism of images, natural colors, photographic quality images, the ability to obtain images using special devices	Small image files, the volume does not depend on the size of image, but on the number of objects in it, maintaining quality when scaling, ease of image modification.
Disadvantages	Large amount of data, loss of image quality when zooming in or out, difficulty in editing individual image elements.	The schematic of the image, unnatural colors when reproducing real objects, do not give the opportunity to accurately convey the transition from one color to another.

Vector graphics are a list of all elements (lines, models, etc.) that make up a vector image, each of the items in the image is determined to which of the object classes it belongs to and belongs to, certain parameters for controlling the object are also given.

Vector representation, unlike bitmap figures, defines the depiction of an image in the form of lines and shapes, possibly with filled areas filled with a solid or gradient color. Vector graphics use combinations of computer instructions and mathematical formulas to describe elements. This allows various computer devices, such as a monitor and a printer, to calculate where the actual points should be placed when drawing these elements.

Vector graphics are often referred to as object-oriented or drawing graphics. There are a number of simple objects, or primitives: ellipse, rectangle, line. These primitives and their combinations are used to create more complex images. The main advantage of vector graphics is that the representation of an object is simple and takes up little memory. Simplicity of image scaling without deterioration of its quality; independence of the amount of memory required for storing the image, from the selected color model.

The disadvantage of vector images is their certain show, which contains in the fact that any image must be divided into a limited firm of basic that make it up. Raster

and vector graphics do not exist in isolation from each other. So, vector images can include raster figures. Moreover, vector and raster images can be converted to each other – in this case, we are talking about converting graphic files to other formats. Converting vector images to raster images is quite simple. Conversion of raster graphics into vector is not always feasible, since for this the raster image must contain shapes that can be identified by the conversion program as vector primitives. This applies, for example, to high-quality photographs, when each pixel is different from its neighbors.

Conclusion. Electronic methods of technical documentation are effective and useful in all areas. It was found that the efficiency of working with documents can be significantly increased by scanning technical documents in paper format and converting them to electronic form. This process makes it simpler to swiftly explore information in technical documentation and store it in high quality. The main benefit of this system is that the description of the object is simple and memorable. By studying the properties of an electronic document, the system of vector and raster graphs provides all the connections. Their strengths and weaknesses make the system interconnected. Keeping your data in high quality is one of the biggest achievements.

References:

1. Elmurod Astanaliev. Formalization of electronic technical document management of railway automatics and telemechanics. International Journal of Engineering and Information systems (IJEAIS). Volume 4, issue 12., 2020.
2. Gattullo M. et al. Towards Next Generation Technical Documentation in Augmented Reality Using a Context-Aware Information Manager //Applied Sciences. – 2020. – T. 10. – №. 3. – C. 780.
3. Baratov D.Kh., Aripov N.M., Boltaev A.Kh. Functional features of an automated accounting and control system for signaling, centralization and blocking devices // Bulletin of TSTU. - 2019. - No. 2. - S. 38-43.
4. Brunner L. et al. The ETH Zurich CMIP6 next generation archive: technical documentation //ETH Zürich, Zürich. – 2020. – T. 10.
5. Dilshod Baratov, Elmurod Astanaliev. Minimization of the automatic machine structure process of accounting and control of railway automation and telemechanics devices. E3S Web of Conferences 244, 08024, Published by EDP Sciences, 2021.
6. Adams P., Dixon J., Horridge J. The Victoria University Regional Model (VURM): Technical Documentation, Version 1.0. – Centre of Policy Studies (CoPS), Victoria University, 2015.
7. Elmurod Astanaliev. The formalization of the electronic document in railway automatics and telemechanics on the basis of simulation modeling. European Scholar Journal (ESJ). Vol. 2 No. 3, ISSN:2660-5562, 2021.
8. Zakoldaev D.A. et al. Computer-aided design of technical documentation on the digital product models of Industry 4.0 //IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – IOP Publishing, 2019. – T. 483. – №. 1. – C. 012069.

ENGINEERING GEOMETRY AND COMPUTER GRAPHICS

DOI: 10.32743/UniTech.2021.78.8-3.12076

USING THE GRAPHICAL EDITOR "КОМПАС 3D"
IN TEACHING COMPUTER ENGINEERING GRAPHICS*Tokhirov Azamjon Ibrokhim ugli**trainee teacher, Andijan Machine building institute,
Department automation of machine-building production,
Uzbekistan, Andijan**E-mail: azamjonmagistr1991@gmail.com*ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО РЕДАКТОРА «КОМПАС 3D» В ОБУЧЕНИИ
КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ*Тохиров Азамжон Иброхим угли**учитель-стажер, Кафедра автоматизации машиностроительного производства,
Андижанский машиностроительный институт,
Узбекистан, г. Андижан**E-mail: azamjonmagistr1991@gmail.com*

ABSTRACT

This paper discusses ways construction of drawings using the capabilities of the graphic editor "Compass 3D" when teaching students computer engineering graphics.

АННОТАЦИЯ

В данной работе рассматриваются способы построения чертежей с использованием возможностей графического редактора «Компас 3D» при обучении студентов компьютерной инженерной графике.

Keywords: engineering and technical literacy, computer engineering graphics, three-dimensional modeling, drawing, graphic editor "Compass 3D".

Ключевые слова: инженерно-техническая грамотность, компьютерная инженерная графика, трехмерное моделирование, чертеж, графический редактор «Компас 3D».

Introduction

The success of a specialist in the future is not determined only knowledge and skills, but also the degree of its formation professional qualities. For an engineer, this is usually engineering and technical literacy, a creative approach to the performed work, developed spatial thinking, ability to navigate in design and technological documentation, use capabilities of computer technology, readiness for constant selfeducation.

For the specialty "Software of information technologies" the curriculum provides for the discipline "Computer Engineering Graphics". This is one of the disciplines constituting the basis of engineering and technical education. Knowledge, skills and abilities acquired during the study of the discipline necessary both in the study of general engineering and special disciplines and in the subsequent engineering and innovation activities. As a result of studying the course of computer engineering graphics, the future engineer gains knowledge of building a drawing, the ability to read and compose graphic

and text design documentation in accordance with the requirements of standards, skills to apply the acquired knowledge and skills in practice.

The principle of visibility

Three-dimensional modeling began to actively develop from the beginning 1990s. Despite this, many more designers, engineers and teachers underestimate the capabilities of the virtual model in development of a new product and perceive this process as some entertainment. However, flat design is unnatural for person and requires complex preparation. The person lives surrounded three-dimensional objects and thinks in three-dimensional space, it is easier for him perceive a virtual volumetric model than reading flat drawing to imagine a three-dimensional body.

A new direction of computer graphics - 3D modeling, which is based not on a drawing, but on a three-dimensional geometric model, has become widespread in various fields human activity.

Computer graphics enable design development in two directions.

The first direction is based on a two-dimensional geometric model and use of the computer as a special tool, allowing to significantly speed up the design process and improve the quality of design documents. Central to this design approach is the drawing, which contains all the necessary graphic information for manufacture of any product.

The second direction is based on spatial geometric model of the product, which is more visual way of presenting the original and more powerful and convenient a tool for solving geometric problems. Drawing under these conditions plays an auxiliary role, and the methods of its creation are based on methods of computer graphics.

When using the first direction, the exchange of information carried out on the basis of design, regulatory and reference and technical documentation. When using the second direction information exchange is carried out on the basis of a computer representations of a geometric object, which contributes to effective functioning of software systems computer-aided design.

When introducing technical means into the learning process geometric and graphic disciplines, above all, the principle of visualization of teaching is implemented, which ensures mastering knowledge of students. In teaching such disciplines, the principle clarity is of paramount importance. This is explained the fact that both graphics and geometry study shape, size and mutual the location of various objects in space.

Drawing and graphic editor "Компас 3D"

For teaching the discipline "Computer Engineering graphics "for students of the specialty" Software information technology "used drawing and graphic editor "Компас 3D".

"Компас 3D" is a product of the Russian company Ascon, which has become the standard for thousands of enterprises and tens of thousands of professional users.

It is a computer-aided design system that used for the development of design and engineering documentation, allows you to model individual parts and prefabricated objects containing standard and original in the design elements.

A program of this kind is designed to educate students techniques of three-dimensional design and plane drawing and received widespread use in training sessions. System computer-aided design is also used for product design in industries such as mechanical engineering (transport, agricultural, energy, oil and gas, chemical, etc.), instrumentation, aircraft construction, shipbuilding, machine tool building, car building, metallurgy, industrial and civil construction, consumer goods consumption, etc. Its popularity is due to the fact that the rules working with it is easy to learn, and a rich collection of templates is able to ensure the acquisition of professional competencies in technical specialties at the proper level. An important factor is the fact that that this program is free and available to any student, that allows you to enter hours of independent extracurricular work. If a the student does not have time to master the material in the lesson or wants it fix, he can always do it on his own at home conditions.

Figure 1. Drawing of the "Roller"

The "Компас 3D" system has very wide the ability to create models of the most complex structures, such as individual parts (Fig. 1) and assembly drawings (Fig. 2, Fig. 3). Moreover, the modeling process is similar to the technological process manufacture of the product. By virtual assembly of several parts in an assembly unit, the user can temporarily disable an image of any detail or perform any complex cut. In "Компас 3D" volumetric models and planar drawings are associated among themselves, any editing of the model will entail a change in a drawing generated from a given model.

Figure 2. Drawing of details "Body"

Figure 3. Assembly drawing "Roller"

Figure 4. Assembly unit "Hammer"

The "Компас 3D" system allows you to:

- perform boolean operations on typical formative elements,
- create surfaces,
- set associative parameters of elements,
- build auxiliary lines and planes, sketches, spatial curves (broken lines, splines, various spirals),
- create structural elements - chamfers, fillets, holes, stiffeners, thin-walled shells,
- create any arrays of shaping elements and assembly components

Figure 5. An example of creating an array of elements on a plane

Figure 6. An example of creating an array of elements in 3D space

- insert standard products from the library into the model, generate custom libraries of models,

Figure 7. An example of creating a detachable connection using library models

- model components in the context of an assembly, mutually define parts as part of an assembly,
- overlay mates on assembly components,
- edit parts and assemblies,
- override the parameters of any element at any stage a design that rebuilds the entire model.

Using this program allows you to teach students on higher level - the level of designing three-dimensional models. But also practice has shown that the majority of students show interest in working in this system, some are studying it in depth and yourself. Students note that while working in this program, the drawing is neat, clear, easy to carry out corrections, while the result of the correction is invisible. As well as the program saves time because repetitive operations can be performed with one command, symmetrical parts can be drawn in a specific area of the drawing, and then for copy use symmetry operations, most geometric constructions are made automatically.

Teaching students to work in this program begins with acquaintance with the interface, basic techniques of working with virtual instruments and commands. In the methodological recommendations for laboratory work each step is

provided with detailed instructions and screenshots, making it easier for them navigate the program at the initial stage. With every assignment the complexity of the work increases, the description of the execution process simplifies, opens up opportunities for manifestation independence.

First, it is the creation of drawings in the creation space 2D image "Drawing" or "Fragment". In this case the drawing is built using the "Geometry" toolbar using lines, segments, circles and other geometric figures. This method differs from the traditional one only in that instead of pencil and other tools student works with computer mouse and keyboard. But even so, the quality of the drawing is significant improves, increases the accuracy of construction. Standardized line types and fonts are embedded in the system, which frees the student from responsibility of graphic design, its main task.

Next, students learn to create three-dimensional models of the depicted objects in the "Detail" construction mode, and then create an associative drawing based on this model in automatic mode. Three-dimensional modeling and automated construction of a drawing based on the solid model created at the beginning is a discovery for students.

This is due to the fact that students who have mastered 2D drawing often find that 3D modeling is difficult, requiring a lot of time and effort to learn. In fact, everything turns out to be quite the opposite, in which students personally are convinced when they master spatial drawing.

On the other hand, 3D modeling contributes to development of spatial thinking and analytical skills student, since in the process of working on creating a model it is necessary analyze its shape, highlighting the main components, plan the order of work on sketches and their content.

When to create an associative drawing, you need to select the correct plane for the first sketch and here it is necessary to draw the attention of students to differences between the coordinate system set by the developers in graphics editor "Compass 3D", and the standard system coordinates adopted in engineering graphics and descriptive geometry. The frontal plane in the graphical editor "Компас 3D" is the XY plane, it corresponds to the main view on associative drawing. The top view, respectively, will be projected onto the XZ plane, and the left view onto the YZ plane.

Figure 8. Three-dimensional model of the "Hand press" part

Figure 9. Associative drawing made for 3D Models of the "Hand Press" part

Conclusion

In conclusion, we can conclude that, despite the fact that in the future, the traditional method of building drawings pencil will remain unchanged, the education of an engineer, implemented without the use of information technology, cannot be considered modern.

Design systems, in particular Compass-3D, increase the capabilities of a specialist and facilitate his work, allow you to eliminate routine and repetitive tasks, while the author is not without independence in making this or that decision and the possibility realization of their creative potential. Working in programs computer design, a student or a ready-made specialist can consider alternatives to constructions, explore them without significant losses in case of the wrong choice.

Working in the Compass 3D system increases cognitive interest students to the educational material, makes the

educational process more effective, thereby allowing the teacher to fully implement such general didactic principles as:

- consciousness and activity, since students consciously and independently master this software product;
- visibility, which is achieved by creating volumetric models;
- availability, which is due to the fact that the program is free, it includes an interactive tutorial, which allows you to master the work with the system;
- strength, which is explained by the fact that in the learning process there is a systematic repetition of operations, skills are formed sequentially, which contributes to their transition to strong skills.

Thus, these principles are fully implemented and qualitatively, thereby ensuring the high efficiency of educational activities.

References:

1. Molodtsova, M. Yu. The use of CAD "KOMPAS-3D" in teaching the discipline "Engineering Graphics" [Text] / M. Yu. Molodtsova // Innovative development of vocational education. - 2018. - No. 4 (20). - S. 28-34.
2. Pyankova, Zh.A. Some features of the use of the graphic editor "KOMPAS 3D" in teaching engineering graphics / Zh.A. Pyankova, EV Babich // Innovations in vocational and professional pedagogical education: materials of the 20th All-Russian scientific -practical conference, April 22-23, 2015, Yekaterinburg / Ros. state prof.-ped. un-t. - Yekaterinburg, 2015 .-- T. 1. - S. 326-329.
3. System of three-dimensional modeling "KOMPAS" [Electronic resource]. - Access mode: <http://kompas.ru>
4. Storchak, NA Modeling of three-dimensional objects in the Compass-3D environment: a tutorial / NA Storchak, VI Geguchadze, AV Sinkov - VolgGTU, - Volgograd, 2006. - 216p.

MECHANICAL ENGINEERING AND MACHINE SCIENCE

DOI: 10.32743/UniTech.2021.78.8-3.12084

RESEARCH OF THE HYDRAULIC RESISTANCE OF THE INERTIAL SCRUBBER

Rasuljon Tojiev

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Fergana Polytechnic Institute, Republic of Uzbekistan, Fergana
E-mail: r.tojiyev@ferpi.uz

Isomiddinov Azizbek

PhD, Fergana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana.
E-mail: a.isomiddinov@ferpi.uz

Sulaymonov Abdurakhmon

Doctoral student, Fergana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana
E-mail: a.sulaymonov@ferpi.uz

Shoiraxon To'ychieva

Assistant of Fergana Polytechnic Institute
Republic of Uzbekistan, Fergana
Email: sh.tuychiyeva@ferpi.uz

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ИНЕРЦИОННОГО
СКРУББЕРА**Тожиев Расулжон Жумабаевич**

д-р техн. наук, проф.,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
Email: r.tojiyev@ferpi.uz

Исомиддинов Азизбек Саломиддинович

д-р техн. наук (PhD),
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: a.isomiddinov@ferpi.uz

Сулаймонов Абдурахмон Махаммадович

докторант (PhD),
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: a.sulaymonov@ferpi.uz

Туйчиева Шоирахон Шухратбековна

преподаватель,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
Email: sh.tuychiyeva@ferpi.uz

ABSTRACT

The article proposes a design scheme of an inertial scrubber for wet industrial secondary gas cleaning. The method of determining the hydraulic resistance of the device is developed and the equation for determining the coefficient of resistance of the device is given. In experimental studies, gas velocity, fluid flow, and injector hole diameter were selected as variables. For different values of the factors, the coefficient of resistance and hydraulic resistance of the working bodies of the device was determined. The results of the experiment were obtained from the empirical formulas that adequately represent the process using the method of mathematical planning.

АННОТАЦИЯ

В статье предложена конструктивная схема инерционного скруббера, очищающего промышленные вторичные газы влажным способом. Разработана методика определения гидравлического сопротивления устройства и приведено уравнение для определения коэффициента сопротивления устройства. В экспериментальных исследованиях в качестве переменных факторов выбираются скорость газа, расход жидкости и диаметр отверстия форсунки. При различных значениях факторов определяются коэффициенты сопротивления и гидравлическое сопротивление рабочих органов устройства. По результатам эксперимента были получены эмпирические формулы, адекватно выражающие процесс при помощи математического метода планирования.

Keywords: hydraulic resistance, fluid flow, fluid layer, injector, mass transfer, correction factor.

Ключевые слова: гидравлическое сопротивление, поток жидкости, слой жидкости, инжектор, массообмен, поправочный коэффициент.

Introduction. The devices used in the purification of industrial secondary gases are selected based on the physical and chemical composition of the purified gas, its average median size and the different mechanisms of the gas. There are dry and wet methods of secondary gas purification in the industry, these types of devices are considered to have low hydraulic resistance and high operating efficiency. But the level of dry cleaning is much lower than the level of manual cleaning. Therefore, today in the world there is a tendency to use the wet method in the purification of industrial dust and secondary gases. This method also has its disadvantages, for example, the energy consumption for the cleaning is higher than the dry method, which has to recycle dust and gases absorbed into the liquid medium. In addition, the efficiency of the devices does not always meet the requirements of the existing environmental standards on the level of maximum allowable concentration (MAC) of harmful substances released into the atmosphere. This is mainly due to external influences loaded on the device and the high addition of dust and secondary gases to the gas flow. New effective methods or external energy exposures will need to be applied to increase the likelihood of dust and secondary gases colliding with liquid droplets [1]. For example, a liquid used to purify gases at high temperatures evaporates. But it is not used to purify gases from steam. If ways and means of using this steam are created, the energy spent on cleaning can be reduced by 50%.

In addition, most devices currently in use come into contact with the fluid at a specific contact element. This, in turn, requires setting a finite value of the gas velocity and the amount of particles in the stream. Therefore, the mass transfer processes slow down or complete mass transfer becomes difficult. In this regard, it is more efficient to identify and apply the method of inertial transfer of gases directly to the internal environment of the liquid.

Currently, a lot of research is being done in this area [2-5]. Among them are J.H.Walther, H.C.Lu, C.J.Tsai, K.Morris, C.Cursley, E.Rothwell, Yu.G.Nechaev, A.F.Sorokopud, D.V.Khokhlov, I.M.Kavashnin, E.S. Nechaeva, K.S. Polotnikov's research work deserves special recognition.

These types of devices are highly efficient and have a gas cleaning efficiency of up to 99%. But the energy savings of the devices are not so high. Therefore, when choosing a particular structure, it is necessary to take into account a set of technical and economic characteristics. In addition, given the similarity of the characteristics of the devices in research work, the issues of determining the optimal performance and reducing energy consumption at work are relevant.

The object of research. Based on the above, a new design scheme of the industrial secondary gas cleaning inertial scrubber and a laboratory version for experimental research were developed (Figures 1 and 2).

Figure 1. Constructive scheme of the inertial scrubber:
 1 - body; 2 - fan; 3 - electric motor; 4 - guide tube; 5 - rotating injector; 6 - purified gas pipe; 7 - fluid pipe;
 8 - nozzle; 9 - sludge pipe

Figure 2. General view of the inertial scrubber laboratory sample

The device consists of a rotating syringe and a secondary gas supply pipe and fan, a cylindrical vertical body equipped with a liquid spray nozzle, a collecting bath and a sludge pipe, and a pipe for the release of purified gas into the atmosphere. a syringe (four rotating 90 ° injectors are mounted on the rotating syringe and it is attached to the guide tube with a seal and a fastening ring. The nozzle holes are placed parallel to the liquid.) is immersed in a bath in which the working fluid is collected. As the purified gas passes to the syringe, the injectors rotate in the liquid medium according to the difference between the gas pressures in the guide tube and the syringe. The gas to be cleaned is discharged through the nozzle holes and is in contact with the working fluid. The gas is purified during its movement in the liquid medium. The purified gas is released into the atmosphere through a tube. The main advantage of the device over existing scrubbers is that, firstly, the use of working fluid increases due to the rotation

of its injectors in the liquid medium, and secondly, the rotational motion of the syringe provides a curvilinear movement of gas flow in the liquid medium. This in turn increases the mass transfer coefficient.

However, insufficient research has been conducted to substantiate the effect of operating parameters of inertial devices, including hydraulic resistance, on cleaning efficiency. Therefore, this work is aimed at substantiating the optimal parameters of the inertial device.

Research results. To keep the viscosity and level of the working fluid in the device and to re-purify the secondary gases emitted by the untreated air in the working body, the nozzle S32-412 (hole diameter $d_n = 3$ mm, 4 pieces according to the diameter of the device body) was installed. α was chosen to be 90 °C accordingly.

Figure 3 shows the general view of the nozzle), centrifugal pump ($Q_{\max} = 40$ l/min; $N_{dv} = 0.37$ kW; $h_{\max} = 38$ m; $V = 220$ V; $n_{rpm} = 3000$ rpm/min according to

GOST-2757030-91), rotometer (RS- 5; scale indicators in the range $0 \div 100$; according to GOST-13045-81) and a beaker for weighing (full volume 3.2 l) was selected. Fluid flow and velocity were determined using the volumetric method for the diameter of the nozzle hole $d_n = 3$ mm. To do this, the filling time of the beaker was determined according to the readings of the rotometer $0 \div 90$.

Figure 3. View of nozzle

In the experimental determination of fluid flow, each experiment was repeated 5 times, and the square dimensions of each point and the resulting errors were determined. When the rotometer scale readings changed to $0 \div 90$, the fluid flow rate changed to $Q = 0.068 \div 0.360$ m³/h. In each indicator, the flow change increased by 0.044 m³/h step.

Local resistances to the working fluid are affected in the fluid pipe and nozzle. The magnitude of the coefficient of friction in turbulent flow depends on the mode and the roughness of the pipe. If the working fluid supplied to the device passes through the pump and the liquid pipe and the novelty of the selected pipe is taken into account, then it is possible to assume that the local resistance coefficient at a distance to the nozzle is 1.2 [5, 6, 7].

We use the research results of B.A. Alimatov and I.T. Karimov to determine the coefficient of resistance of the nozzle hole to the liquid flow. According to him, the thickness of the nozzle hole was determined on the graph of the ratio of the hole to the diameter of the hole. If the diameter of the nozzle hole selected for the device is 3 mm and the hole thickness is 1.2 mm, then the coefficient of resistance in the nozzle is 2.5. in which case the total resistance coefficient is 3.7. Experiments were carried out in accordance with RD 34.20.519-97 "Testing of hydraulic resistance of pipelines. Machines and apparatus for measuring gas consumption and pressure. Program and methods of testing" [8,9,10].

To determine the gas velocity, consumption and resistance coefficients of the working bodies of the device (Operational efficiency $Q_{\max} = 350$ m³/h; electromotive force $N_{dv} = 1.5$ kW; rotation frequency $n = 1800$ rpm) of the centrifugal type, gas velocity ANEMOMETER VA06 -TROTEC (measuring range $1.1 \div 50$ m/s, error coefficient 0.2%, gas velocity exceeding 50 m/s, error coefficient up to 5%) electronic meter, device for determining the pressure of dusty gas in the working bodies of the device JM-Electronic measuring device brand 510, the automatic adjuster (measuring line in the range of $0 \div 20$ mm) is installed on the fan to control the gas velocity. In order to transfer the purified gas to the liquid medium, a four-stage injector (puller) with a hole diameter $d_f = 2.3.4$ mm and a

thickness of 3.5 mm was used. Figure 4 shows an overview of the puller. Each experiment was repeated 5 times.

Figure 4. General view of the puller

Based on the obtained experimental values, it was studied that the total resistance coefficient of the device depends on the above-mentioned factors. In this case, the equation for determining the coefficient of the total resistance of the moving gas flow in the device to the working bodies can be written as follows [11];

$$\xi_{rot} = \frac{0,3164l}{d_s \sqrt[4]{Re}} + \frac{\delta}{d_m} + \frac{n_{x\delta}}{n_{c\delta}} \quad (1)$$

Using Equation (1), we determine the coefficient of resistance of the pipe, syringe, and fluid medium that directs the working bodies of the device. The study to determine the coefficient of resistance was conducted in three stages. In the first stage, the resistance coefficient in the guide pipe was investigated. A lot of scientific research has been done to determine the local resistance coefficient in a guide pipe. For example, Darsi, Idelchik, and Konokov found that the coefficient of friction depends on the plane of the inner surface of the pipe when the flow regime of the gas moving in the pipe is turbulent. Studies have shown that if the pipe is new, the local resistance coefficient is 1. Taking into account the turbulent transition of the gas supplied to the device under study and the novelty of the selected pipe, it can be assumed that the coefficient of local resistance at the distance to the syringe is equal to 1 for different values of the Variables in the experiments [5,6].

In the second stage, the resistance coefficient in the syringe injector was studied. An effective method is to determine the coefficient of resistance in the syringe injector using the research results of B.A. Alimatov and I.T. Karimov [12].

An overview of the puller is shown in Figure 4 and the experimental results are shown in Figure 5. Experiments were carried out in accordance with RD 34.20.519-97 "Testing of hydraulic resistance of pipelines. Machines and apparatus for measuring gas consumption and pressure. Program and methods of testing" [8].

Figure 5. The dependence of the coefficient of resistance of the nozzle (ξ_m) on the diameter ratio (δ/d_m) of the hole thickness

From the data given in Figure 5, it can be seen that as the diameter of the injector hole increases, the area of exposure to the secondary gas decreases and the efficiency of the transition of the gas to the liquid medium increases.

This, in turn, leads to an increase in the volume of gas bubbles dispersed in the liquid medium and a decrease in the mass transfer coefficient (Figure 6).

Figure 6. The appearance of gas bubbles formed in the working fluid environment: a-nozzle hole diameter 2mm; б-nozzle hole diameter 3mm; B-nozzle hole diameter 4mm

The following empirical formula was obtained using the least-squares method for the dependencies shown in Figure 5 [13].

$$y = -5,2151x^2 + 9,6227x - 1,0076 \quad R^2 = 0.99785 \quad (2)$$

In the third stage, the coefficient of resistance of the working fluid to the gas flow was determined experimentally. Determining the coefficient of resistance of a working fluid to a gas flow is complex and requires various deviations. Therefore, using Equation (1), we determine the coefficient of resistance by the ratio of the

number of revolutions $n_{x\delta}$ to the number of revolutions under the influence of the working fluid pressure $n_{c\delta}$ under the influence of the natural air pressure of the synergist. Table 1 shows the differences in the number of cyclic rotations in the above two cases.

Table 1.

Differences in the number of cyclic cycles at different values of the variables

Speed control indicator		0	5	10	15	20
Puller hole diameter $d_c=2\text{mm}$	$n_{x\delta}$	7	16	29	42	51
	$n_{c\delta}$	2.5	5.5	10	14	17
Puller hole diameter $d_c=3\text{mm}$	$n_{x\delta}$	5	12	26	37	45
	$n_{c\delta}$	2	5	10.5	15	18
Puller hole diameter $d_c=4\text{mm}$	$n_{x\delta}$	2	7	23	34	41
	$n_{c\delta}$	1	3.5	11	16	22

From the data given in Table 1, it can be seen that the resistance coefficient is 3 when $d_c=2\text{mm}$; when $d_c = 3\text{ mm}$ the resistance coefficient is 2.5 and when $d_c = 4\text{ mm}$ the resistance coefficient is 2. The results of the general experiment showed that when $d_c = 2\text{ mm}$, the total resistance coefficient of the device was 7.4 and the

correction factor was 0.38; when $d_c = 3\text{ mm}$ the total resistance coefficient of the device is 6 and the correction coefficient is 0.62 and when $d_c = 4\text{ mm}$ the total resistance coefficient of the device is 4.6 and the correction coefficient is 0.87. The graph of the correction factor dependence on the resistance coefficient is shown in Figure 7.

Figure 7. The correction factor k varies with respect to the resistance coefficient ξ .

The following empirical formula was obtained using the least-squares method for the dependencies shown in Figure 7 [13].

$$y = -5,7135x + 9,5614 \quad R^2 = 0,9999 \quad (3)$$

The hydraulic resistance of the device was investigated using the total resistance coefficients determined for different values of the variable factors.

The following parameters of the variables in determining the hydraulic resistance of the device, the gas velocity $v_g=7\div 25.6\text{ m/s}$, the intermediate step increased by an average of 4.5 m/s , the gas consumption $Q_g=150\div 330\text{ m}^3/\text{h}$, the intermediate step by an average of $70\text{ m}^3/\text{h}$ increased to, the diameter of the nozzle hole $d_t = 2; 3\text{ and } 4\text{ mm}$, fluid flow $Q_{liq}=0,141; 0,168\text{ and } 0,178\text{ m}^3/\text{h}$, the inert gas density was selected as $\rho_g=1,29\text{ kg/m}^3$ (for air).

The temperature for the water and gas system was set at $20\text{ }^\circ\text{C} \pm 2$, taking into account the influence of the external environment during the experiments. The results of the experiment were processed using an ECM and the dependence of hydraulic resistance on different values of

variable factors was investigated in the absence of fluid supply to the device. Based on the results of the experiments, a comparison graph of the dependence of hydraulic resistance on the gas velocity was constructed. (Figures 8; 9 and 10).

The data in Figures 8, 9 and 10 show that the variable factors increased the gas velocity $v_g=7\div 25.6\text{ m/s}$ with an intermediate step averaging 4.5 m/s , and the gas consumption $Q_g=150\div 330\text{ m}^3/\text{h}$ with an intermediate step averaging $70\text{ m}^3/\text{h}$ was observed to increase from $\Delta P_{c\delta}=400\text{ Pa}$ to $\Delta P_{c\delta}=2959\text{ Pa}$ for $d_t = 4\text{ mm}$. While the intermediate step averaged $\Delta P_{c\delta}=400\text{ Pa}$, it was observed that for $d_t = 3\text{ mm}$, $\Delta P_{c\delta}=252\text{ Pa}$ increased from $\Delta P_{c\delta}=3381$. The intermediate step averaged $\Delta P_{c\delta}=450\text{ Pa}$ and was observed to increase from $\Delta P_{c\delta}=316\text{ Pa}$ to $\Delta P_{c\delta}=4227\text{ Pa}$ for $d_t = 2\text{ mm}$. The intermediate step averaged $\Delta P_{c\delta}=600\text{ Pa}$.

Figure 8. The hydraulic resistance of the device depends on the gas velocity v_z of $\Delta P_{сб}$.
 when $h_{tot} = 4.6$ and $\rho_z = 1,29 \text{ kg/m}^3$ – const

Figure 9. The hydraulic resistance of the device depends on the gas velocity v_z of $\Delta P_{сб}$.
 when $h_{tot} = 6$ and $\rho_z = 1,29 \text{ kg/m}^3$ – const

Figure 10. The hydraulic resistance of the device depends on the gas velocity v_z of $\Delta P_{сб}$.
 when $\zeta_{tot} = 7,4$ and $\rho_z = 1,29 \text{ kg/m}^3$ – const

The following empirical formulas were obtained using the least-squares method for the graphical dependencies shown in Figures 8, 9 and 10 [13].

when $\zeta_{tot} = 4.6$ and $\rho_z = 1.29 \text{ kg/m}^3$ – const;

$$y = 4,515x^2 - 0,0004x - 0,0391 \quad R^2 = 0,9879 \quad (4)$$

when $\xi_{\text{tot}} = 6$ and $\rho_c = 1.29 \text{ kg/m}^3 - \text{const}$;

$$y = 5,1598x^2 + 0,0023x - 0,0056 \quad R^2 = 0,9989 \quad (5)$$

when $\xi_{\text{tot}} = 7.4$ and $\rho_c = 1.29 \text{ kg/m}^3 - \text{const}$;

$$y = 7,2597x^2 + 0,0056x - 0,0079 \quad R^2 = 0,9914 \quad (6)$$

Conclusion. From experiments to determine the hydraulic resistance, it can be concluded that the change in the coefficient of resistance in the device depending on different values of the nozzle diameter leads to an increase in hydraulic resistance and an improvement in cleaning efficiency. In addition, changes in the velocity and density

of the gas supplied to the device also have a significant effect on the hydraulic resistance. As the hydraulic resistance increases, the cleaning efficiency improves, but the energy consumption for cleaning the dusty gas increases.

References:

1. Nurmuhamedov H.S., Temirov O.Sh., Turobjonov S.M., Yusupbekov N.R., Zokirov S.G., Tadjixujaev Z.A. Gas processing technology, processes and devices. – Tashkent: Sharq, – 2016. – 856 p.
2. Варваров В.В. Проблемы улавливания пылевидных фракций в тех-нологии сыпучих пищевых продуктов. – Известия вузов. Пищевая технология, – Кубан, 1988. – № 4. – С.27-35.
3. Швыдкий В.С., Ладыгичев М.Г. Очистка газов. Теплоэнергетик, Москва. – 2002. – 640 с.
4. Кобзарь И.Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды. Москва: “Драфа”, – 2008. – 239 с.
5. Исомидинов А.С. Разработка эффективных методов и устройств очистки пылевых газов химической промышленности: Дисс. ... PhD. – Ташкент, 2020. – 118 с.
6. Исомидинов А.С. Исследование гидравлического сопротивления роторно-фильтрующего аппарата // Universum: технические науки. – 2019. – №. 10-1 (67).
7. Isomiddinov A. et al. Application of rotor-filter dusty gas cleaner in industry and identifying its efficiency //Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2019. – №. 9-10.
8. Архипов В.А., Березиков А.П. Основы теории инженерно-физического эксперимента. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, – 2008. – 206 с.
9. Бронштейн Б.И., Фишбеин Г.А. Гидродинамика, массо и теплообмен в дисперсных системах. – Ленинград: Химия, 1977. – 279 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – Москва: Колос, – 1978. –335 с.
11. A.O.Xoshimov, A.S.Isomidinov. Study of hydraulic resistance and cleaning efficiency of dust gas scrubber // International online scientific-practical conference on "Innovative ideas, developments in practice: problems and solutions": Andijan. – 2020. – 51 p.
12. Karimov IT, Alimatov BA, Analysis of experimental research in determining the flow rate of heavy liquids // Scientific and technical journal of Fergana Polytechnic Institute, – Fergana, 2019. – №4. – pp. 103–110.
13. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – Москва: Физматлит, – 2006. – 816 с.

TECHNIQUE AND INSTALLATIONS FOR ELECTROMAGNETIC TREATMENT IN THE FORMATION OF COMPOSITE POLYMER COATINGS

Ikromov Nurullo

*Phd, Andijan Machine-Building Institute,
Uzbekistan, Andijan*

Rasulov Dilshod

*Assistant, Andijan Machine-Building Institute,
Uzbekistan, Andijan*

E-mail: mamasoliyevbunyod435@gmail.com

МЕТОДИКА И УСТАНОВКИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ

Икромов Нурулло Авазбекович,

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

Расулов Дилшод

*ст. преподаватель,
Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: mamasoliyevbunyod435@gmail.com*

ABSTRACT

In the present machine-building industry in Uzbekistan, innovative work has appeared on changing the properties of various polymers due to the influence of an external electromagnetic field, which makes it possible to obtain coatings with an oriented structure. The processes of processing coated parts in an electromagnetic field are technologically advanced and safe, as well as cheaper in comparison with other chemical and physical modification methods.

АННОТАЦИЯ

В настоящее машиностроительном производстве в Узбекистане появились инновационные работы по изменению свойств различных полимеров за счет воздействия внешнего электромагнитного поля, которое позволяет получать покрытия с ориентированной структурой. Процессы обработки деталей с покрытием в электромагнитном поле технологичны и безопасны, а также более дешевые по сравнению с другими химическими и физическими методами модификации.

Keywords: Polymers, composite materials, electromagnetic fields, liquids and solids, mechanical, compound, method, direct current, voltage, electromagnetic setting.

Ключевые слова: Полимеры, композиционные материалы, электромагнитная поля, жидких и твердых тел, механические, соединение, метод, постоянный ток, напряжение, электромагнитная установка.

Electromagnetic installation for processing composite polymer coatings. Analysis of published works shows that existing devices for magnetic processing of liquids and solids are diverse in design and principle of operation. However, the considered devices are quite complex in design, require special cooling and do not withstand long-term operation, while for polymeric materials it is necessary to carry out treatment with a magnetic field for a long time of curing. [4, 108, 109].

By the nature of the magnetic field, all devices can be divided into two groups:

1) for processing substances in a constant magnetic field;

2) for processing in a variable field.

By the method of creating magnetic fields - by four:

- 1) with permanent magnets;
- 2) in the form of magnetizing coils (solenoid type);
- 3) with DC electromagnets;
- 4) with alternating current electromagnets.

Devices with permanent magnets have a field strength of up to 4000 A / m, an annular gap of no more than 15 mm. The length of the magnetic zone is 20-40 mm.

The rejection of devices with permanent magnets is due to the fact that the magnetic flux created by them is unstable - it changes over time and when exposed to external conditions of magnetic fields, mechanical loads,

temperature, radiation, the effect of ferromagnetic masses, as well as change in magnetic resistance.

Magnetizing coils - solenoids of the required voltage (about 40,000 A / m) are difficult to manufacture, consume a lot of power and require special devices for cooling. Devices with DC electromagnets are quite simple to manufacture, low power consumption and long-term operation (without forced cooling) makes them convenient for operation. The processing area of such devices is outside the coil and has an ambient temperature, i.e. not higher than 313 K in the conditions of Central Asia. Considering this, the temperature regime in the processing zone was considered satisfactory. Diverse and numerous designs of apparatus used for magnetic processing of substances contributed to the development of various methods for their calculation.

However, when designing the apparatus, we did not use any of the methods proposed above, due to the fact that

our apparatus has a completely different design and a large air gap (80 mm). The considered methods are intended for devices with constant electromagnets and a gap of up to 15 mm, for devices with a gap of up to 20-30 mm.

In this regard, we used methods for calculating electromagnets of widespread use (electromagnetic relays, brake and traction machines). At the same time, it should be noted that these methods also do not fully satisfy the requirements for calculating our apparatus, since they are intended for electromagnets with a small air gap. But they seem to us more approved. We base our calculation on the basis of the book by B.S. Sotskova [109]. A complete calculation of the parameters of the electromagnetic installation is presented in Appendix 1.

Figures 2.5 and 2.6 show the design, electrical and magnetic circuits of the electromagnetic installation.

A - electro magnet; B - rectifier; C - voltage regulator; 1-base 2-magnetic wire 3 – magnetizing coils 4-pole lugs 5-heating element 6 – rack for rectifier and voltage regulator

Figure. 2.5. Electromagnetic installation for processing polymeric materials and coatings based on them

K1, K2 - magnetizing coils; V - voltmeter; A - ammeter; B - rectifier; RN - voltage regulator; AB - circuit breaker 1-yoke 3-pole lugs, 2 - extreme rods 4 - core

Figure 2.6. Electrical and magnetic circuit of the installation

The design and principle of operation of the installation. The electromagnetic installation consists of a magnetic wire, magnetizing windings, an alternating current rectifier and an autotransformer for measuring the magnetic field strength in the air gap (Fig. 2.5).

The armored magnetic wire is assembled from electrical steel plates. Electrical steel is an alloy of iron with silicon. This steel has good magnetic characteristics - high saturation induction, low coercive force and low hysteresis losses.

The magnetic wire serves to strengthen the magnetic field and increase the magnetic flux, and also allows you to direct and focus the magnetic flux.

The electrical steel plates are bolted together. An armored electromagnet is characterized by the fact that its core covers the winding and thereby protects it from mechanical damage. The magnetic wire consists of three cores and a yoke. The cross-section of the outermost cores and the yoke is the same along the entire length. The middle core has a working extreme in the middle. The ends of the

middle core are beveled in order to increase the air gap of 80 mm. The cross section of this core is twice the uniformity of the magnetic field in the working air gap. Magnetizing coils are placed on the middle cores. Each core has four coils with a gap between them. The gaps between the coils are made to improve the cooling conditions.

windings. In total, the installation contains 8 magnetizing coils. All coils are included in the opposite direction.

The magnetizing coils are made on a frame made of electrical cardboard. The winding of the bobbins is multilayer. There is insulation between the layers. All coil leads are connected to two branded panels. This allows the switching on of the magnetizing coils to be changed.

The electromagnetic installation is completed with a rectifier for obtaining direct current.

A permanent magnetic flux created by the magnetizing coils travels through the yoke of the magnetic wire, the middle core and the air gap.

The coating to be processed in a magnetic field is placed in an air gap and stays in it for a certain time.

The optimal parameters for processing coatings in a magnetic field are selected in each individual case, depending on the polymer system to be processed.

The electrical diagram of the installation is shown in Fig. 2.6 and consists of magnetizing coils, a rectifier (B) and an autotransformer (tr). The magnetizing coils are divided into two groups. In each group, the coils are connected in series and opposite. The inclusion of groups of coils is parallel. The magnetizing coils are connected to a rectifier, which in turn is connected to an autotransformer.

The electrical parameters of the installation are monitored using a C-50 DC voltmeter (V) with measurement limits from 0 to 1000 V and an ammeter (A) with measurement limits from 0 to 15A. It is possible to monitor the electrical parameters of the installation on the AC side. In this case, the voltmeter and ammeter are connected between the rectifier and the autotransformer.

Preparing the installation for work. Before starting work on the installation, it is necessary to connect the coils to the rectifier, and the latter to the autotransformer. Flexible wires with copper conductors of the SHRPS or PVG type with a conductor cross-section of 1.5 or 2.5 mm² were used as connecting wires.

Then, the dependence of the magnetic induction in the air gap on the value of the supply voltage and the consumed current is removed. To do this, using an autotransformer, voltage is supplied through a rectifier, a certain voltage is applied to the windings of the coils, and the current consumption and magnetic induction in the air gap are measured.

Measurement of magnetic induction is carried out using an induction meter of type E – II or millivoltmeter M – 119. Then another voltage is set and similar measurements are made.

After a series of measurements, a curve of the dependence of the magnetic induction on the current is drawn (Fig. 2.7.) In the air gap, the magnetic field strength is calculated by the formula

$$H = \frac{B}{\mu_0 - \mu}$$

where H is the magnetic field strength in A / m;

B - magnetic induction in tesla;

μ - relative magnetic permeability;

μ is the magnetic constant in H / m.B

If the unit operates with a field strength in the air gap of not more than 240,000 A / m, the unit is powered at a voltage of 220 V through an autotransformer.

To obtain a field strength of 360,000 A / m, the rectifier is connected directly to a network with a voltage of 330 V. The design of the installation provides for a change in the magnetic field strength by changing the switching circuits of magnetizing coils.

Figure 2.7. Curve of magnetic field strength in the air gap depending on the current in the magnetizing coils

Technical data of the unit:

1. Maximum magnetic field strength in the air gap

$$H = 360,000 \text{ A / m};$$

2. Supply voltage V = 220, 380 V;

3. Kind of current - constant and alternating;

4. Power consumption - 22 kW;

5. The total number of turns - 12692;

6. The number of coils - 8;

7. Wire grade PEVT;

8. Wire diameter - 1.06 mm;

9. Working air gap between pole pieces 80 mm;

10. The working area of the cross-section of the pole pieces is 90x100mm;

11. Overall dimensions - 300 x 140 x 560 mm;

12. Weight - 250 kg.

Conclusions:

1. A scientifically grounded choice of research objects for obtaining polymer coatings has been carried out. As objects of research, we chose a thermosetting polymer - epoxy resin ED-16, ED-20, pentoplastic - PNP, polyethylene - HDPE, hardener - polyethylene polyamine and plasticizer - dibutyl phthalate, and as fillers - talc, iron

powder, flake graphite, powder graphite and soot. Steel, aluminum sheet, and copper sheet were chosen as substrates.

2. A method for obtaining samples of polymer coatings has been determined, which includes the preparation of a polymer binder, a substrate, application of coatings and their heat treatment.

3. The methods for determining the physical and mechanical properties of composite polymer coatings in accordance with GOST are presented.

References:

1. Sergeev V.P., Sergeev O.V., Yanovskiy V.P., Chernenko V.P. Method of applying coatings on products made of polymer materials // Patent of the Russian Federation. No. 2192500, C23C14 / 20, 10.11.2002
2. Azizov P.O., Saidov M.Kh., Vohidova Z.Sh. Investigation of structural changes and corrosion resistance of sprayed coatings // Materials of the International Scientific and Production Complex dedicated to the 60th anniversary of TGNU. -Dushanbe: TGNU, 2008. -S.57-59.
3. Negmatov S.S., Abdullaev D.I., Ikromov N.A. and others. The relevance of creating an installation for obtaining finely ground ingredients up to nano sizes. // Composite materials. - Tashkent, 2009. - No. 2. - S. 59-60.
4. Bunyodbek Mamasoliyev, Abdurahimjon Alijonov, Ergashoy Yusupova. (2020). Development Of A Logistic Method In The Placement Of Urban Passenger Transport Routes. The American Journal of Social Science and Education Innovations, <https://www.usajournalshub.com/index.php/tajssei> 2(11), 378-383.
5. Мамасолиев Б.М., Косимов М.М., Абдусаттаров Н.Х. Технология производства стальных колес автомобилей и недостатки в их производстве // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2021. 3(84). URL: <https://7universum.com/ru/tech/archive/item/11401> (дата обращения: 25.03.2021)

TECHNOLOGY OF MATERIALS AND PRODUCTS OF THE TEXTILE AND LIGHT INDUSTRY

DOI: 10.32743/UniTech.2021.78.8-3.12120

THE FORMATION OF CONSUMERS' AND TECHNICAL REQUIREMENTS FOR TEXTILE AUTO COMPONENTS

*Shazoda Ma'mirovna Esanova*Associate professor, Andijan Machine-Building Institute,
Uzbekistan, AndijanE-mail: shmesanova@gmail.com

ABSTRACT

In the given article there were written the research on the technical and innovative textile products, innovative approach to the modernization and formation of textile which uses as an auto component in automotive industry, the analysis of the scientific works and literature review.

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассмотрено исследования технических и инновационных текстильных изделий, инновационный подход к модернизации и формированию текстиля, который используется в качестве автомобильного компонента в автомобильной промышленности, анализ научных работ и обзор литературы.

Keywords: technical textile, standardization, technical requirements, auto components.

Ключевые слова: технический текстиль, стандартизация, технические требования, автокомпоненты.

The automotive industry in the world economy is the first among industries in terms of the scale of the use of resources - financial, material and labor. It has a great influence on the economic development of the country through: large consumption of material resources. For example, for the production of 1000 middle class cars, 620 tons of steel, 70 tons of cast iron, 50 tons of aluminum, 25 tons of copper

alloys, 80 tons of plastics, 72 tons of industrial rubber goods, 28 tons of car glass and textiles are needed.[1]

The modern automotive industry requires a wide variety of technical fabrics and nonwovens. The scope of their application is due to a set of special characteristics, the composition of raw materials and the type of material.

Picture 1. The Volvo XC90 seats show how something perceived as a solid object turns out to be a complex construction with many parts to make [2]

The interior of a car is the most attractive part any car owner wants to choose after the outer look of a car carefully. Indeed, the elegance of car upholstery adds to the value of a car that is why many car owners are interested in

the material used in producing their car seats. The various kinds of materials include nylon, leather, polyester, vinyl and faux materials. There are hybrids of the different car seat cover materials.

Table 1.

Types of materials to car seats and their characteristics directed to consumers interest

N	Types of materials	Characteristics
1	nylon	Nylon material is a universal seat fabric most cars come with because it is durable and affordable. Nylon seat material is even the added advantage nylon material has over other types of seat materials.
2	leather	The leather is the most expensive car seat material, but of course, it offers elegance, aesthetics, and value. Think of its softness, the feel and comfort from a leather seat; Most luxurious cars seats have leather materials.
3	polyester	This fabric is at the lower rung of the material ladder. The only purpose it serves is to provide a ready-made material for a cheap car seat needs. It is not comfortable because it lacks the feel and aesthetics of modern car seat preferences. However, many lower-end vehicles come with PVC fabrics to compliment the overall needs of the car and make it affordable for the generality of car enthusiasts.
4	vinyl	Vinyl is the preferred option for most car owners because it is easy to clean and maintain. It is available in varieties of color making it suitable for all types of vehicles whether for commercial or private use. The vinyl material is a durable and quality car seat fabric that can stand out among other materials.
5	faux materials	It most time looks like leather or suede, but they are just made to mimic them. Faux seat material is high quality and soft. One of the advantages it has is the price. Faux vinyl is a handy material for use when the customer need his car seat to look high class like leather, but can't afford the cost of a leather seat material. Faux material as the car seat is soft, elegant and comfortable. The material is easy to maintain and clean and especially the choice fabric for car owners with children and pets.

Products of this group must be manufactured in strict accordance with GOST or TU, because even a slight deviation in technology or raw material composition can affect its performance. Such accuracy is possible only at modern large enterprises with high technological equipment and multi-stage quality control.

There must be standardized technical requirements for textile auto components on the formation process:

1. General technical requirements;
2. materials must have color fastness in the group "strong" and "extra strong";
3. covers should fit tightly to the seats and fasteners, hooks, zippers should ensure fixation throughout the entire operation of the products;
4. Products in appearance, design, model, linear dimensions, quality of the canvas and manufacture must comply with the requirements of these technical conditions and the standard sample approved in accordance with

GOST 15.007 or the sample approved in accordance with the established procedure.

5. Dimensions, shapes, design, materials must correspond to the purpose, operating conditions, ensure the correct fit of the product, on the car seat and ease of use.

Depending on the production conditions and by agreement between the manufacturer and the consumer, it is allowed to manufacture:

- with or without various types, sizes, shapes and numbers and locations of pockets, zippers and protective pads;
- with fasteners and clamps on the seat of various types of structures and location;
- with emblems and signaling elements.

The norms of physical and hygienic indicators of the material for the manufacture of products must comply with the following indicators (Table 2):

Table 2.

The norms of physical and hygienic indicators of the material for car seats

N	Indicators	Quantity	Unit
1	hygroscopicity, not less	6	%
2	Breathability, not less	150	Dm ³ /m ² *s
3	specific surface electrical resistance, not less	1014	Om

Seating, which occupies a significant part of the interior, is extremely important for designers. And for the driver, the seat is the main channel of physical communication with the car: a third of the body's surface is in contact with it. European studies show that the average car enthu-

siast spends about 22,000 hours in a car in his lifetime. Although these days very bad seats are rare, about 75% of drivers complain of back problems to one degree or another. Plus neck pain, poor circulation, premature fatigue ... The resulting loss of concentration is the cause of one third of serious road traffic accidents in Europe.

It is customary to evaluate the seats professionally twice. The primary perception is static, within literally the first 10-15 seconds after a person in the chair, like a buyer in a car dealership. Does it interfere with the planting process? How tough? Is it not crowding? Does it hold well? And most importantly, how are the reactive forces distributed from the pressure of the human body on the upholstery. In simple terms, what is the initial relief or "profile" of the seat.

Then, on a journey of at least an hour or two, an idea of dynamic comfort is formed. To all of these factors - and their perception of movement can change - is added how the seat dampens a wide range of vibrations. After all, not only the suspension is responsible for the smoothness of the car, but the triumvirate of tires, chassis and seats.

From a scientific point of view, this means that the frame, elastic elements, foam together and separately

should avoid resonances in the most unpleasant frequency range from four to eight hertz. Resonances at frequencies between 0.1 Hz and 0.6 Hz cause motion sickness.

The rejection of coiled spring frames made life much easier for people with a weak vestibular apparatus. The natural frequencies of modern seats are much higher. You cannot make them too hard so as not to transmit vibrations.

Scientific research on this topic began only in the 1940s, and it took two to three decades before the results had a noticeable effect on serial production, and not everywhere. But now there is no shortage of data, and no one seems to be working on a whim or by typing. Numerous studies sometimes even contradict each other. Including the most important thing - how the load from the body should be distributed over the seat.

References:

1. Тешабаев А.Э., Солиева Д.А. «Современный менеджмент качества: проблемы развития». Монография. Ташкент 2020
2. <https://www.google.com/url=https://www.drive.ru//>
3. В.В.Попова. «ИННОВАЦИОННЫЙ ТЕКСТИЛЬ. ПРИНЦИПЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ» АВТОРЕФЕРАТ. МОСКВА 2017
4. ГОСТ – 15.007 Межгосударственный стандарт. Система разработки и постановки продукции на производство. Продукция легкой промышленности. Основные положения

METHODOLOGICAL APPROACHES TO IMPROVEMENT OF LIGHT INDUSTRY ENTERPRISES ON THE BASIS OF STANDARDIZATION AND PRODUCT QUALITY MANAGEMENT

Nigora Madihanova

*Teaching assistant at the department of "Metrology, standardization and quality management of products"
Andijan Machine-Building Institute,
Uzbekistan, Andijan
ORCID: 0000-0002-7057-8145
E-mail: nigosha1978@mail.ru*

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕГКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ

Мадиханова Нигора Сахибджановна

*ассистент кафедры «Метрология, стандартизация и управление качеством продукции»,
Андижанский машиностроительный институт,
Узбекистан, г. Андижан*

ABSTRACT

In the given article there was written about light industry development in Uzbekistan by standardization and quality management. There are founded methodological approaches to understand the problems and their solution.

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассказывается о развитии легкой промышленности в Узбекистане путем стандартизации и менеджмента качества. Обоснованы методологические подходы к пониманию проблем и их решению.

Keywords: light and textile industry, methodology, standardization, quality management.

Ключевые слова: легкая и текстильная промышленность, методология, стандартизация, менеджмент качества.

Industrial production is the production of components, parts, semi-finished products using special industrial equipment (machines, tools) and the attraction of labor from raw materials and the subsequent assembly of these components into finished products.

Manufacturing play a huge role in the modern economy. Industry is the type of structure along the lines of which all other sectors of the economy are being modernized. Industrial production is characterized by a high concentration of technologies and techniques, flexible organizational systems. Industrial production plays an important role in the creation of jobs and employment of the population, and then, as a consequence, the well-being of the population. Thanks to industry, scientific and technological progress and urbanization of the country's population are accelerating. Heavy industry plays a special role in the economy, serving as the foundations of the entire national economy.

Despite the fact that the share of industry in modern developed economies and in their GDP is no longer the same as it was in the 19th century - the first half of the 20th century, it is still about 10-20%. Thus, the share of industry in the structure of GDP in the United States, the largest economy in the world, is about 20%. An even larger share

of industrial production in the world's second economy, China, accounts for about 41% of GDP in industrial production. The share of industry in the Russian economy for 2020 is about 33%. The share of industry in world GDP by 2020 fell to 30%. The largest share of production in the economy belongs to developing countries with a large amount of minerals, primarily oil and gas. Thus, the share of industry in the economies of Qatar and Kuwait reaches about 60%. [1] Thus, the share of industry in the economy of Uzbekistan reaches about 33.7%.

The global **textile industry** was estimated to be around USD 920 billion, and it is projected to witness a CAGR of approximately 4.4% during the forecast period to reach approximately USD 1,230 billion by 2024, according to a recent report. From a global perspective, the textile industry is an ever-growing market, with key competitors being China, the European Union, the United States, and India [2]. (Picture 1)

According to the WTO, India is the third-largest textile manufacturing industry and holds an export value of more than USD 30 billion. India is responsible for more than 6% of the total textile production, globally, and it is valued at approximately USD 150 billion.

Vietnam exceeded Taiwan and ranked the world's seventh-largest textile exporter in 2019 (\$8.8bn of exports, up 8.3% from a year earlier), the first time in history. The

change also reflects Vietnam's efforts to continuously upgrade its textile and apparel industry and strengthen the local textile production capacity are paying off.

Picture 1. Top 10 exporters of textile in 2019

On the other hand, even though apparel exports from Vietnam (up 7.7%) and Bangladesh (up 2.1%) enjoyed fast growth in absolute terms in 2019, their gains in market shares were quite limited (i.e., no change for Vietnam and marginally up 0.3 percentage point from 6.8% to 6.5% for Bangladesh). This result indicates that due to capacity limits, no single country has yet emerged to become the "Next China." Instead, China's lost market shares in apparel exports were fulfilled by a group of Asian countries altogether.[2] (Picture 2)

The textile and garment and knitwear industry of Uzbekistan is one of the leading and dynamically developing industries. According to the State statistics committee, in 2017 the industry accounted for 17% of the country's total industrial volume, its share in GDP was 4%, and in the production of non-food consumer goods - over 44%. The annual growth of the industry's production volumes in recent years has amounted to approximately 18%, and exports - 10% [3].

At the same time, despite the obvious progress in the development of the textile industry, its contribution to the

country's economic growth is still significantly lower than the existing potential.

Picture 2. Top 10 Exporters of clothing in 2019

The industry still has a number of systemic problems that hinder the dynamic development of the textile and garment and knitwear industry. The development of the potential of the textile industry for Uzbekistan is one of the most important strategic directions. The country is well positioned to process and produce end products with the highest

added value from available textile raw materials cost-effectively, but at the same time the industry is still less technically advanced and less attractive for foreign investment than other developing textile countries [4].

Table 1.

Dynamics of production of the main product groups light industry [5]

Commodity group	2015 in% to 2016	2016 in % to 2017	2017 in % to 2018	2018 in % to 2019
Total fabrics	3,7	0,7	1,1	4,8
Including: cotton	1,15	1,0	0,5	2,4
Silk	0,33	0,7	1,8	2,1
Hosiery	0,3	2,4	2,6	1,8
Knitwear	2,2	2,1	3,3	2,7
Sewing products	2,7	0,4	0,9	2,8
Footwear	0,4	0,8	1,1	1,5

The main products of the industry are fabrics that are used to meet the needs of the population and are used as raw materials and auxiliary materials in the clothing, footwear, food industries, machine building and other industries. According to the State statistics committee, in 2017 the industry accounted for 16.3% of the country's total industrial volume, its share in GDP was 9.9%, and in the production of non-food consumer goods - over 44%. The annual growth of the industry's production volumes in recent years has amounted to approximately 18%, and exports - 10%. [5]

Our analysis of the current state of development of the industry, assessment of its competitiveness, identification of the main trends in the change in the competitiveness of the textile and garment-knitwear industry of the Republic allowed us to formulate the following goals and objectives of the study.

- expansion of production capacities to ensure full and deep processing of the entire volume of cotton fiber produced;
- creation of a reserve for intensive development of the middle level of the industry (weaving, knitting and dyeing and finishing production);
- creating a reliable base of innovative and design developments, ensuring wide access of domestic textile products and brands to foreign markets, including using a developed logistics infrastructure and electronic trading platforms, improving the system of training qualified personnel for the industry;
- ensuring the production of a wide range of high-tech, competitive in foreign markets products that meet international standards,
- transformation of the republic into a leading textile manufacturer in the Central Asia,

- maximum reduction of dependence on foreign partners. (Figure 3).

Achievement of the set goals will be ensured by solving the following main tasks: 1. introduction of effective mechanisms for its implementation, based on the state and

industrial policy of Uzbekistan, taking into account the emerging international situation;

Figure 3. Complex of backbone elements of the methodology for improving the regulatory framework for standardization of the dairy industry

2. increasing the competitive level of the material and technical base on the basis of technical re-equipment and modernization of production, the introduction of breakthrough technologies and the creation of new high-performance industries, ensuring the intensification of innovative activities of enterprises, import substitution,

reducing the technological and commodity dependence of the industry on foreign countries;

3. ensuring the economic efficiency of production, a significant increase in labor productivity, environmen-

tal safety of technological processes and products, resource conservation, improving the culture of production;

4. an increase in the volume of production of science-intensive products for the population, medicine, education, law enforcement agencies and departments,

agro-industrial complex, construction, furniture and transport industries. Creation and use of new types of materials and products, qualitative changes in the properties of manufactured products, development of new design solutions;

Figure 4. Relationship of quality with standardization

5. development of effective mechanisms to stimulate investment activity, increase the efficiency of R&D and the development of science-intensive industries;(Figure 4)

6. creation of a basis for deepening the processes of cooperation, integration and development of interregional and interbranch organization of interaction between subjects of industry and small business;

7. the formation of a civilized consumer market and market infrastructure, the development of an interregional and intersectoral distribution network, commercial relations with countries of near and far abroad;

8. development of a system for the reproduction of labor resources, training and retraining of workers, managers and administrative personnel capable of skillfully conducting production and business in an open market.

The research is carried out taking into account modern trends in the development of the textile and garment and knitwear industry in the world, reflects the main directions of development of the textile industry in Uzbekistan and is a consistent continuation of measures taken by the state to reform and ensure sustainable, balanced growth of the industry.

References:

1. <https://tyulyagin.ru/ratings/rejting-stran-mira-po-obemu-promyshlennogo-proizvodstva.html>
2. <https://www.fashionabc.org/global-textile-industry-overview-china-u-s-europe-dominates-market/>
3. Проект Постановление Президента Республики Узбекистан Концепция развития текстильной и швейно-трикотажной промышленности на 2020-2024 годы.
4. Мадиханова Н.С. «Анализ особенностей предприятий легкой промышленности и тенденции развития». // Научно-технический журнал НамИТИ. Том 5. Спец.выпуск. Наманган, Узбекистан. 2020г
5. Государственный комитет Республики Узбекистан по статистике.<https://stat.uz/uz/rasmiy-statistika/industry-2>.

CHEMICAL ENGINEERING

DOI: 10.32743/UniTech.2021.88.7.12090

PREPARATION OF PHYSIOLOGICAL ACTIVE SUBSTANCE BASED ON SULFURIC ACID
AND MONOETHANOLAMINE*Abdulaziz Abdumanop ogli Sidikov**Basic doctoral student, Institute of General and Inorganic Chemistry of
the AS RUz,
Uzbekistan, Tashkent
E-mail: elemen11@mail.ru**Akhat Togasharov**Doctor of Science in Technics, Institute of General and Inorganic Chemistry of the AS RUz,
Uzbekistan, Tashkent
E-mail: ionxahat@mail.ru**Saidahral Tukhtaev**Doctor of Science, academician,
Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy
of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent*ПРИГОТОВЛЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА НА ОСНОВЕ
СЕРНОЙ КИСЛОТЫ И МОНОЭТАНОЛАМИНА*Сидиков Абдулазиз Абдуманоп угли**базовый докторант, Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: elemen11@mail.ru**Тогашаров Ахат Салимович**д-р техн. наук, Институт общей и неорганической химии АН РУз,
гл. науч. сотр.,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: ionxahat@mail.ru**Тухтаев Сайдахрал**д-р хим. наук, академик, заведующий лабораторией,
Институт общей и неорганической химии АН РУз,
Узбекистан, г. Ташкент*

ABSTRACT

A number of studies were carried out to determine the optimal conditions for the synthesis of monoethanolammonium sulfate solution. The different modes of important parameters of the process of obtaining a saturated solution of monoethanolammonium sulfate were used, differences of the enthalpy (ΔH), pH of the medium, decomposition of raw materials and the appearance of the finished product were established, and a diagram was constructed based on the obtained data.

АННОТАЦИЯ

Был проведен ряд исследований по определению оптимальных условий синтеза раствора сульфата моноэтаноламмония. Использованы разные режимы важных параметров процесса получения насыщенного раствора сульфата моноэтаноламмония, установлены различия энтальпии (ΔH), pH среды, разложения сырья и внешнего вида готового продукта, а также диаграмма был построен на основе полученных данных.

Keywords: synthesis, sulfate, monoethanolammonium, process, enthalpy, diagram.

Ключевые слова: синтез, сульфат, моноэтаноламмоний, процесс, энтальпия, диаграмма.

A number of works are known from the literature on the preparation and use of salts based on ethanolamine and mineral acids [1-4], which have physiological activity [5]. One of the representatives of this class of compounds, the triethanolammonium salt of 2-methylphenyloxyacetic acid (the drug "Trecrezan") [6], showed significantly higher growth-regulating activity for plants than the original acid [7].

Depending on the purpose of use, such compounds are used in practice directly or as an additive.

It is known from world experience that the use of physiologically active substances in the chemical processing of agricultural crops gives effective results [8]. Their use in defoliation also gives positive results.

As already mentioned, physiologically active substances can increase the physiological activity of the initial product by using them as additives to existing drugs. It is in this way that cotton defoliants are obtained, which have physiological activity. Defoliants and desiccants are classified as crop-promoting chemicals because they are commonly used to facilitate mechanical harvesting [9].

It is important to remove the cotton foliage before harvesting to improve the quality of the cotton fiber with less debris during harvesting by machines [10]. Thus, harvesting aids, such as chemical defoliants or desiccants, are now considered important components of modern cotton production [11]. Removing leaves before harvesting cotton leaves using certain defoliants can facilitate mechanical cleaning and improve the quality of the collected cotton lint [12-14]. Hence, defoliation is an important management practice associated with this high yield and high quality cotton [15].

The role of physiologically active substances in defoliation is to increase yields by accelerating the opening of young bolls after the fall of cotton leaves.

Ultra-small hectare doses of these drugs (to achieve a result per hectare, it is enough to add a few grams or milligrams of these substances) "vote" for more active and widespread use of a physiologically active substance in rural production [16], and therefore, their low cost, comparative safety for humans and the natural environment [17], the ability to heal plants in the most rational and ecological way, enhancing their natural capacity to withstand various kinds of stress [18].

Accordingly, the acquisition of valuable drugs containing physiologically active substances plays an increasingly important role in the development of modern innovative technologies.

To substantiate the process of obtaining a physiologically active substance in the form of a concentrated solution of monoethanolammonium sulfate was studied the processes of neutralization of monoethanolamine with the introduction of 98% sulfuric acid.

The reaction of adding inorganic acids to ethanolamines, as we know, proceeds with an explosion, and this is an exothermic process, in which a large amount of heat is released. herewith the higher the pace of sulfuric acid in-ning, the greater the increase in the temperature of the solution. The sudden increase of temperature in the process can lead to the decomposition of the reaction participants. Which will inevitably interfere the achievement of the desired result. To prevent this, a number of necessary measures are taken, such as controlling the temperature of process, the acid in-ning pace and the mixing pace of the solution.

The chemical reagents were used of analytical purity grade. These are sulfuric acid (H_2SO_4 , 94.0%, mass fraction), monoethanolamine ($\text{NH}_2\text{C}_2\text{H}_4\text{OH}$, 98.0%, mass fraction).

The pH value was measured by a high precision pH meter (FE 20 pH meter, Mettler-Toledo International Inc., USA) with a precision of ± 0.01 .

For save stability of temperature uring conditions of experiment, a Polyscience cooled circulating water bath was used (precision of ± 0.05).

An overhead stirrer (OS20-S, DLAB Sci-entific Co., Ltd, China) was used to regularly stir the solution while adding sulfuric acid to monoethanolamine during the synthesis of monoethanolamine sulfate.

A chemical dispenser pump (541-0125NT, Analytical Scientific Instruments US, Inc.) was used to control acid temperature and feed rate with a precision of $\pm 1\%$ or $\pm 2 \mu\text{L} / \text{min}$.

The hydrometric and refractive index methods were used to determine the concentration of the initial materials. A digital refractometer (PAL-BX/RI ATAGO CO., LTD, Japan) was used to determine the refractive index.

For the IR spectral analysis of the initial and obtained materials, an MIRacle10 IR spectrometer (Shimadzu Scientific Instruments) was used.

To find the optimal ratio of sulfuric acid and monoethanolamines, which provides a neutral pH of the medium ($\text{pH} = 6-7$), during the neutralization process, the acid was added in stages and at each stage the pH of the medium, the reaction temperature (ΔH) and the ratio of the components corresponding to the concentration of the acid in the solution and the results obtained are presented in table 1.

Figure 1. Mutual change of ΔH and pH medium of the solution during neutralization of monoethanolamine with sulfuric acid

Table 1.

Determination of the optimal ratio of the concentrations of monoethanolamine and sulfuric acid.

№	Concentration H ₂ SO ₄ , %	Ratios H ₂ SO ₄ :MEA	ΔH	pH
1	-	MEA	-	12.55
2	5.21	0.03:1	1051.2	11.91
3	10.44	0.07:1	1445.4	11.23
4	15.63	0.11:1	1708.2	10.62
5	20.74	0.15:1	1930.9	9.97
6	26.05	0.21:1	2041.0	9.60
7	31.31	0.27:1	2194.3	8.98
8	36.47	0.34:1	2305.8	8.34
9	41.68	0.42:1	2394.5	7.78
10	46.89	0.52:1	2462.0	7.19
11	50.12	0.60:1	2498.0	6.61
12	56.31	0.77:1	2810.8	5.89
13	62.61	1:1	3156.6	5.33

Table 1 shows that the optimal ratio of sulfuric acid and monoethanolamine, providing a neutral pH of the medium (pH = 6-7) in solution, is 0.60: 1.

To determine the optimal mode that allows maintaining the process temperature (ΔH) at a constant level, the experiment was carried out using the following modes of

the sulfuric acid innning rate in the MEA: 1 ml/min., 0.5 ml/min. and 0.17 ml/min.

The heat of reaction (ΔH), the pH of the mixture medium, the evolved gases, and the change in the color of the mixture with time were determined for each mode (Table 2).

Table 2.

Determination of the optimal acid innning mode and the optimal stirring speed of the solution
(Ratio H₂SO₄: MEA (0.60: 1))

Mode of innning	Speed of stir- ring	ΔH	pH	Separated gases	Color of the solution
0.17 ml/min.	500 rpm	2628.0	5.25	H ₂ O	Leaky gray
	700 rpm	2490.8	6.61	-	Transparent brown
	1000 rpm	2430.9	6.77	-	The same
0.5 ml/min.	500 rpm	4599.0	4.89	H ₂ O	Leaky gray
	700 rpm	4467.6	5.21	-/-	The same
	1000 rpm	4336.2	5.34	-/-	-/-
	500 rpm	4993.2	4.51	H ₂ O	Leaky gray

Mode of innig	Speed of stir- ring	ΔH	pH	Separated gases	Color of the solution
1.0 ml/min.	700 rpm	5256.0	4.43	-/-	The same
	1000 rpm	5518.8	4.13	-/-	-/-

The study showed that saturated solution of monoethanolammonium sulfate with 6-7 pH of medium can be obtained at sulfuric acid innig rate of 0.17 ml/min. and mixing speeds of 700 and 1000 rpm. The optimal mixing speed mode, which allows you to achieve the desired result at minimal cost, was accepted as 700 rpm. As a result of the interaction of sulfuric acid with monoethanolamine, a 95.8% saturated solution of monoethanolammonium sulfate is formed with a pH value 6.61 and a crystallization temperature of -52.4°C .

The study found that in the process of neutralization, the temperature and pH values of the newly formed solutions increase. Herewith, the higher the sulfuric acid innig rate, the greater increase in the temperature of the solution and the degree of water separation. The maximum separation of water is observed at a sulfuric acid innig rate of 2.25 ml/s. An increase in the temperature of the solution also results in the loss of one water molecule. Thus, at 40°C and a sulfuric acid innig rate of 1.17 ml/s. the water separation is 1.154%. At 20 and 30°C , this index is 0.273%; 0.512% (Table 3).

Figure 2. Diagram of the dependence of water losses on the rate of sulfuric acid innig at temperatures of 20, 30 and 40°C

Table 2.

Dependence of water losses on the rate of sulfuric acid innig in the process of obtaining a solution of neutralized monoethanolamine sulfate

№	Sulfuric acid innig rate, ml / s.	Temperature, $^{\circ}\text{C}$	Water separation degree, % (rel.)
1.	1.7	20	0.032
2.	7.6	-/-	0.049
3.	1.17	-/-	0.157
4.	1.85	-/-	0.273
5.	2.25	-/-	0.353
6.	1.7	30	0.408
7.	7.6	-/-	0.428
8.	1.17	-/-	0.492
9.	1.85	-/-	0.512
10.	2.25	-/-	0.596
11.	1.7	40	0.908
12.	7.6	-/-	1.072
13.	1.17	-/-	1.102
14.	1.85	-/-	1.154
15.	2.25	-/-	1.296

From the results of these studies, it follows that to obtain a saturated solution of monoethanolamine sulfate, it is expedient to carry out the process with a sulfuric acid in-ning rate of 1.7-7.6 ml/s. with intensive mixing and at

20 °C, where the loss of water is minimal and does not exceed 0.049 %.

To identify the difference between the substances synthesized in different modes of sulfuric acid supply, IR spectral analysis was performed.

Figure 3. IR spectra: (1) monoethanolamine; (2) the compound synthesized at 700 rpm and in the mode of in-ning sulfuric acid: 0.17 ml/min; (3) a compound synthesized at 500 rpm and in the mode of in-ning sulfuric acid: 0.5 ml/min

Depending from the rate of addition of monoethanolamine to sulfuric acid, two reactions occur: with the slow addition of monoethanolamine, monoethanolammonium sulfate is formed.

At high rates of monoethanolamine addition, one water molecule is lost from ethanolamine sulfate.

If the supply of monoethanolamine is high, one water molecule will be lost and ethanolamine sulfate will be formed. In the IR spectra of the compound, with the addition of 0.17 ml/min of monoethanolamine to sulfuric acid, several stretching vibration frequencies are observed in the bands of the NH and OH bond. The high frequency of triethanolammonium sulfate with hydrogen bonds is 137 cm⁻¹, the difference in stretching vibrations of the OH-group in monoethanolamine and stretching vibrations in monoethanolamine is 134 cm⁻¹, the highest frequency of stretching vibrations of the N-H bond is 1049-758 cm⁻¹. The bands of 3078-2966 cm⁻¹ are linked by stretching vibrations of the CH₂ bond. The 613 and 432 cm⁻¹ bands correspond to SO₄ vibrations (Fig. 3).

In the IR spectra of the compound obtained by adding monoethanolamine to sulfuric acid at a rate of 0.50 ml /

min, ethanolamine sulfate is formed due to the loss of the OH group in monoethanolamine. In the new compound, stretching vibrations were observed corresponding to the NH₂ group in the range of 3081-2968 cm⁻¹. Vibrations in the range 2483-2268 cm⁻¹ are symmetric and asymmetric stretching vibrations of the CH₂ bond, and the 768 and 416 cm⁻¹ bands are asymmetric and symmetric stretching vibrations of the SO₄ group. Vibrations in the range 2483-2268 cm⁻¹ are symmetric and asymmetric stretching vibrations of the CH₂ bond, and the 768 and 416 cm⁻¹ bands are asymmetric and symmetric stretching vibrations of the SO₄ group. Thus, there was a loss of stretching vibrations of OH lines in the region of the absorption spectra of the compound (Fig. 4).

Thus, the research results showed the following:

1. The optimal ratio (0.60:1) of sulfuric acid and monoethanolamines was determined, providing an environment with a neutral pH;
2. The optimal parameters of the acid injection mode and the solution stirring speed have been determined;
3. The levels of water loss were studied depending on the rate of delivery of sulfuric acid at different temperatures.

These data are the scientific basis for the development of technology for the obtaining of physiologically active substances based on sulfuric acid and monoethanolamine.

References:

1. Gruzdev M.S., et al., Triethanolamine-based protic ionic liquids with various sulfonic acids: synthesis and properties, J. Mol. Liq., 249, 2017, 825–830. DOI: 10.1016/j.molliq.2017.11.127
2. Tsaplin D.E., et al., Synthesis of ZSM-12 Zeolites with New Templates Based on Salts of Ethanolamines, Rus.J. App. Chem., 91, 12, 2018, 1957–1962. <https://doi.org/10.1134/S1070427218120066>
3. Gruzdev M.S., Kolker A.M., Krestyaninov M.A., Safonova L.P., Thermal properties of protic ionic liquids derivatives triethanolamine-based salts of mineral and organic acids, J. Therm. Anal. Calor., 138, 2019, doi:10.1007/s10973-019-08239-z

4. Asadov Z.H., Rahimov R.A., Nasibova S.M. et al. Surface Activity, Thermodynamics of Micellization and Adsorption Properties of Quaternary Salts Based on Ethanolamines and Decyl Bromide. *J. Surf. Det.* 13, 2010, 459–464. <https://doi.org/10.1007/s11743-010-1180-0>
5. Kondratenko Y.A., Kochina T.A., Fundamensky V.S., Vlasov Y.G. Triethanolammonium salts of biologically active carboxylic acids, *Rus. J. G. Chem.*, 85, 12, 2015 2710–2714. doi:10.1134/s1070363215120075
6. Voronkov M.G., Dolmaa G., Tserenpil S. et. al. Stimulation of Barley Seed Germination by Micromolar Aqueous Solutions of Silatrane and Cresacin, *Dokl. Biol. Sci.* 404, 2005, 367–369. <https://doi.org/10.1007/s10630-005-0138-2>
7. Voronkov M.G., Albanov A.I., Aksamentova T.N., Adamovich S.N., Chipanina N.N., Mirskov R.G., Litvinov M.Y., Tris(2-hydroxyethyl) ammonium salts: 2,8,9-Trihydroprotatranes, *Rus. J. G. Chem.*, 79, 11, 2009, 2339–2346. doi:10.1134/s1070363209110097
8. Shapoval O.A., Vakulenko L.D., Plant growth regulators [Регуляторы роста растений], *Pl. Pr. Quar.*, 12, 2008, 53-88.
9. Pedersen M.K., Burton J.D., Coble H.D., Effect of cyclanilide, ethephon, auxin transport inhibitors, and temperature on whole plant defoliation, *Crop Sci.* 46, 4, 2006, 1666–1672. <https://doi.org/10.2135/cropsci2005.07-0189>
10. Du M., Ren X., Tian X., et al., Evaluation of harvest aid chemicals for the cotton-winter wheat double cropping system, *J. Integr. Agric.* 12, 2, 2013, 273–282. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(13\)60226-9](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(13)60226-9)
11. Faircloth J.C., Sanders J., Wilson H., Cotton harvest aid selection and application timing, *Virg. Cooper. Ext.*, 2009, <http://pubs.ext.vt.edu/424/424-201/424-201.html>.
12. Wang X., et al., Effect of Defoliants Application on Physiological Characters of Cotton Leaf without Defoliants, *Cot. Sc.*, 31, 1, 2019, 64-71, doi: 10.11963/1002-7807.wxjlr.20181228
13. Karademir E., Karademir C., Basbag S., Determination the effect of defoliation timing on cotton yield and quality, *J. Cent. Eur. Agric.*, 8, 3, 2007, 357-362.
14. Hamrakulov Z., Askarova M., Tukhtaev S., Preparation of calcium-magnesium chlorate defoliant from dolomite, *J. Chem. Techn. Metall.*, 50, 1, 2015, 65-70.
15. Ivanchenko T.V., et al., The role of physiologically active substances in the integrated system of plant protection, *Izv. Low. Vol. Agr. Univ. Comp.*, 37, 1, 2015, 76-80.
16. 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>
17. Sidikov A.A., Toghasharov A.S., et al., The solubility of the $\text{NaClO}_3 \cdot \text{CO}(\text{NH}_2)_2 \cdot \text{N}(\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})_3 \cdot \text{HNO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ system, *Inter.J. Adv. Res. Sc. En. and Tech.* 7, 5, 2020. <http://www.ijarset.com/volume-7-issue-5.html>
18. Kogan M.J., Kristoff G., Benavides M.P. et al. Effect of pre-treatment with ethanolamine on the response of *Helianthus annuus* L. to salt stress. *Pl. Gro. Reg.* 30, 2000, 87–94. <https://doi.org/10.1023/A:1006360912089>.

FEATURES OF ELECTROOXIDATION LEACHING OF METALS

Jakhongir Kurbanov

Assistant, Ferghana Polytechnic Institute of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Ferghana
E-mail: jahon_17@mail.ru

Vitaliy P. Guro

Manager of lab of «Metallurgical processes and materials»
Institute of General and Inorganic Chemistry of Uzbekistan Academy of Sciences,
Uzbekistan, Tashkent
E-mail: vpguro@gmail.ru

Sitorabonu N. Rasulova

Doctoral student Institute of General and Inorganic Chemistry
of Uzbekistan Academy of Sciences,
Uzbekistan, Tashkent
E-mail: sitora_r91@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРООКСИДАЦИОННОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ МЕТАЛЛОВ

Курбанов Жахонгир Хамитович

ассистент,
Ферганский политехнический институт Республики Узбекистан
Узбекистан, г. Фергана
E-mail: jahon_17@mail.ru

Гуро Виталий Павлович

зав. лабораторией «Металлургические процессы и материалы»,
Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: vpguro@gmail.ru

Расулова Ситорабону Нормуродовна

докторант,
Институт общей и неорганической химии АН Республики Узбекистан,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: sitora_r91@mail.ru

ABSTRACT

With the production of deposits by methods of environmentally safe hydrometallurgical processing, decrease the share of valuable components in raw materials, including Mo-, Cu - containing and stubborn gold, which is an important development of adequate hydrochemical technologies for its oxidation and leaching [1].

Sulfide minerals are prone to surface passivation due to the sulfur barrier layer. Overcoming it is more often achieved by roasting, less often by hydrometallurgical methods. Sample preparation of ore minerals for chemical analysis is traditionally carried out by leaching in "aqua regia". This work proposes, for comparison, an alternative method of electrooxidation - leaching them in a 10 % NaCl solution. Samples. Were used the original Mo concentrate (MOC), molybdenum cake of the sludge field, and Mo cinder of the plant in the form of weighed portions of averaged. Was used the method of generating sodium hypochlorite in electrolysis cells of a potentiostat PI-50-1, with graphite electrodes. Was performed sample analysis on Perkin-Elmer 3030B and Agilent 7500 ICP MS spectrometers. It has been established that the "hypochlorite" method of sample preparation, in comparison with GOST 2082.3 and GOST 2082.16, has an advantage: a minimum of consumables, the possibility of analysis in one sample of Mo, Re, Au [2].

АННОТАЦИЯ

По мере выработки месторождений методами экологически безопасной гидрометаллургической переработки снижается доля ценных компонентов в сырье, в том числе Mo-, Cu- содержащем и упорном золотоносном, что является важным разработку адекватных гидрохимических технологий его окисления и выщелачивания [1].

Сульфидные минералы склонны к пассивированию поверхности за счет барьерного слоя серы. Преодоление его чаще достигается обжигом, реже - гидрометаллургическими способами. Пробоподготовка рудных минералов

к химическому анализу традиционно осуществляется выщелачиванием в «царской водке». В данной работе предложен, для сравнения, альтернативный метод электроокислации-выщелачивания их в растворе 10 % NaCl. Используются исходный Мо-концентрат (МОК), молибденовый кек шламового поля и Мо-огарок комбината в виде навесок усредненных проб. Применялся метод генерирования гипохлорита натрия в электролизных ячейках потенциостата ПИ-50-1, с графитовыми электродами. Анализ проб выполнен на спектрометрах Perkin-Elmer 3030В и Agilent 7500 ICP MS. Установлено, что «гипохлоритный» метод подготовки проб, по сравнению с ГОСТ 2082.3 и ГОСТ 2082.16, имеет преимущество: минимум расходных материалов, возможность анализа в одной пробе Мо, Re, Au [2].

Keywords: molybdenite concentrate, molybdenum cake, electrooxidation, passivation, hypo sodium chlorite, sample preparation.

Ключевые слова: Молибденитовый концентрат, молибденовый кек, электроокислация, пассивация, гипохлорит натрия, пробоподготовка.

On today in the world is increasing interest in finding alternatives to the existing scheme of processing of sulphide ore based on oxidative roasting and development of the kinetics of oxidation-reduction reactions at electrically conductive surfaces chalcogenides, in particular, metal sulfides, composed of natural minerals. With the development of deposits by methods of environmentally safe hydrometallurgical processing, the share of valuable components in raw materials, including Mo-, Cu-containing and stubborn gold, decreases, which is important to production adequate hydrochemical technologies for its oxidation and leaching.

In the world for the development of scientific representations about the kinetics of the reactions of oxidation of sulphides of transition metal research is underway are redox-processes on their surface in the in aquatic environments, in the presence of oxidants. For the same purpose, are carried out electrochemical research of cathodic and anodic reactions by the method of a rotating disk electrode made of electrically conductive synthetic metal sulfides.

Today in the republic have been achieved results in the theory and practice of hydro-chemical technologists recycling metal-sulfide ores, including the stubborn gold raw materials from local deposits. The Action Strategy for the further development of the Republic of Uzbekistan provides for the following tasks: "the rise of industry by transferring it to a qualitatively new level, to further intensification of the production of finished products based on deep processing of local raw materials, and the release of new types of products and technologies". In connection with this, important research fundamental characteristic directed at reasonable choice oxidation regimes Cu -, Mo, Au-containing ores and concentrates [1].

Sulfide minerals are passivated under oxidizing conditions due to the sulfur barrier layer on the surface. Its overcoming is achieved under conditions conducive to further oxidation of sulfur: 1-by roasting, 2-in an autoclave, 3- by hydrometallurgical methods. Roasting, of which is the most common method, used for processing Pb-Mo ore, molybdenite concentrate (MOC), including JSC "Almalyk MMC". Its disadvantages include the burden on the environment. They began to industrially oxidize MOC in an autoclave, with the addition of an HNO_3 catalyst, in the POX \ SX process - under pressure. The autoclave is convenient for experimental processes, for example, the reduction of Re to metal in a sulfur melt, LSO conversion of Re. Hydrometallurgical processes are ecologically and economically beneficial, since at ordinary pressure and temperature they

are able to vary the Redox-potential of the system, achieving the desired result. Recently, hypochlorite generated by electrolysis of 10% NaCl has come to this role. It was of interest to test it as an alternative to "aqua regia" used in the preparation of ore minerals. [2]

It is known that gold in refractory ore is present in dispersed and isomorphic form and is mainly associated with pyrite and arsenopyrite. Conventional cyanide leach technology assumes that the leach agent comes into contact with a gold particle, dissolving it and forming a gold-cyanide compound. However, when processing refractory ores, cyanide is unable to penetrate the sulfide particles and contact with gold. As a result, cyanidation is either impossible at all or has low recovery rates.

The Albion process is a combination of ultrafine grinding and oxidative leaching at atmospheric pressure. [3].

The key to the Albion Technology is the ultrafine grinding stage. The superfine grinding process results in a high degree of deformation introduced into the crystal lattice. As a result, the number of surface fractures of grains and crystal lattice defects increases in magnitude by several orders of magnitude in relation to non-ground minerals. An increase in the number of defects in the crystal lattice "activates" the mineral, promoting leaching. Due to the sharp increase in the surface area of the mineral, the leaching depth also increases.

Ultrafine grinding also minimizes the passivation of the mineral surface by sulfur-based leach products. Usually, sediments that form on the surface of the leached mineral slowly passivate the mineral, preventing the access of chemicals to the surface of the mineral. Passivation usually ends when the thickness of the sediment layer reaches 2 - 3 microns. Ultrafine grinding of the mineral to 80% finer than 8-12 microns eliminates passivation, as the leached mineral is destroyed before the sediment layer becomes sufficient to passivate the mineral.

The oxidative leaching stage is carried out in agitation vats operated at atmospheric pressure. Oxygen is introduced into the reaction slurry to promote oxidation. Leaching occurs autothermally, so that the temperature of the reaction slurry is set by the amount of heat released during the leaching reaction. Heat from external sources does not enter the reaction vessel. The temperature is controlled by the flow rate of added oxygen and the density of the reaction slurry.

When applied to the recovery of precious metals, the Albion Technology can be used over a wide pH range, depending on the mineralogy of the feed source. Where pyrite

is the main refractory gold-bearing mineral in the concentrate, oxidative leaching is usually carried out in an alkaline environment. The leaching conditions are adjusted to ensure the formation of goethite as the main product of the iron reaction. Alkaline conditions increase the rate of pyrite leaching due to the constant neutralization of the acid formed during pyrite oxidation. Most preferred for use in oxidative leaching are cheap alkalis such as limestone and lime.

Where the processed concentrate contains significant amounts of arsenic or recoverable non-ferrous metals, oxidative leaching is carried out under acidic conditions, followed by neutralization of the pulp prior to cyanide leaching.

Below are some of the major oxidation reactions that occur in the Albion Process oxidative leach of refractory gold concentrate. For simplicity, it is assumed that the main carriers of precious metals are pyrite, arsenopyrite, and telluride varieties, although the studies were carried out on samples of concentrates containing a wide range of refractory sulfides.

Pyrite Leaching - Acidic Conditions

The first reaction is the main pyrite leach reaction, however, the leach conditions can be set in favor of the second reaction and, if necessary, minimize oxygen consumption.

Arsenopyrite leaching - acidic conditions

At the end of the leaching step, the iron and acid generated by the oxidative leach are neutralized with limestone or lime before cyanidation of the neutralized residue. The main neutralization reactions are:

Ferrous oxidation and precipitation in the form of goethite

Arsenic oxidation and binding in the form of iron arsenate

Where the processed concentrate does not contain significant amounts of arsenic or recoverable non-ferrous metals, oxidative leaching is carried out under alkaline conditions with a pH value maintained above 4. The main leaching reactions are:

Pyrite Leaching - Alkaline Conditions

In an alkaline environment, the first reaction is predominant.

Arsenopyrite Leaching - Alkaline Conditions

Telluride Leaching - Alkaline Conditions

The telluride and selenide phases are easily oxidized under the alkaline conditions that occur during leaching using the Albion Technology [4].

Albion Process leaching is usually carried out at a slurry density of 25–35% by weight, depending on the sulfide content of the concentrate. At the outlet of the Albion Process leach, the pH is raised to 8–10 in the last oxidative leach tank to suppress any sulfate phases prior to the cyanide leach stage. Thus, the final slurry can be fed directly to the cyanidation stage without separating the solid from the liquid.

Upon completion of the oxidative leaching, the final residue contains predominantly goethite and is stable against environmental impact, and any arsenic that can be released in the liquor is bound in the solid phase in the form of iron arsenate [4].

References:

1. Расулова С.Н. Закономерности взаимодействия ряда окислителей с сульфидными соединениями в водных средах с получением целевых продуктов / Автореферат диссертации доктора философии (PhD) по химическим наукам. Ташкент-2020.
2. Рузиев У.Н., Гуро В.П., Эрнзаров У.Р., Расулова С.Н., Адинаев Х.Ф. Подготовка проб сульфидных рудных минералов электрооксидацией в растворе 10% NaCl // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. 2020. № 8 (74). URL: <https://zolotodb.ru/article/11172>.
3. <https://www.albionprocess.com/ru/Pages/home.aspx>.

DOI: 10.32743/UniTech.2021.88.7.12056

**STUDYING THE INFRARED SPECTRUM OF REACTION OF MONOETHANOLAMINE
WITH FORMALDIGID****Lochinbek Khurramov**

PhD, Tashkent chemical-technological institute,
Uzbekistan, Tashkent city
E-mail: lochin.kurramov@mail.ru

Akhmadali Khudoyberdiev

PhD, Tashkent chemical-technological institute,
Uzbekistan, Tashkent
E-mail: axmadali.xudoyberdiyev.93@mail.ru

Ravshan Adilov

cand. tech. sci., doc., chief of the department,
Technology of high molecular compounds and plastics,
Tashkent chemical-technological institute,
Uzbekistan, Tashkent
E-mail: adilov_ravshan@mail.ru

Muzaffar Alimukhamedov

d.t. s. prof "Technology of high molecular compounds and plastics",
Tashkent chemical-technological institute,
Uzbekistan, Tashkent region, Tashkent city.
E-mail: MGA1953@mail.ru

Nozima Alimukhamedova (Irmatova)

Bachelor the 4th-course Tashkent chemical-technological institute,
Uzbekistan, Tashkent region, Tashkent city.
E-mail: nozima9388@mail.ru

**ИЗУЧЕНИЕ ИНФРАКРАСНОГО СПЕКТРА РЕАКЦИИ МОНОЭТАНОЛАМИНА
С ФОРМАЛЬДЕГИДОМ****Хуррамов Лочинбек Маликович**

PhD, Ташкентский химико-технологический институт,
Узбекистан, г. Ташкент

Худойбердиев Ахмадали Итольмасович

PhD, Ташкентский химико-технологический институт,
Узбекистан, г. Ташкент

Адилов Равшан Иркинович

канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой
«Технология высокомолекулярных соединений и пластиков»
Ташкентского химико-технологического института,
Узбекистан, г. Ташкент.

Алимухамедов Музаффар Ганиевич

д-р техн. наук, проф, «Технология высокомолекулярных соединений и пластиков»,
Ташкентский химико-технологический институт,
Узбекистан, г. Ташкент

Алимухамедова (Ирматова) Нозима Музаффар кизи

студент, Ташкентский химико-технологический институт,
Узбекистан, г. Ташкент

ABSTRACT

Today, as a result of the discovery of new deposits of natural gas and the increase in the number of products obtained from the processing of natural gas, it is necessary to improve the cleaning processes. At the same time, an urgent task is the search for and introduction into the gas treatment processes of new highly efficient accessible and cheap alkanolamine chemisorbents and the development of the technology for their application.

АННОТАЦИЯ

Сегодня в результате открытия новых месторождений природного газа и увеличения количества продуктов, получаемых при переработке природного газа, необходимо совершенствовать процессы очистки. В то же время актуальной задачей является поиск и внедрение в процессы очистки газов новых высокоэффективных доступных и дешевых хемосорбентов алканоломинов и разработка технологии их применения.

Keywords: carbon disulfide, carbon disulfide, mercaptans, sulfides, diethanolamine, methyldiethanolamine, diglycolamine, monoethanolamine, triazine, oxazolidine.

Ключевые слова: сероуглерод, сероуглерод, меркаптаны, сульфиды, диэтаноламин, метилдиэтаноламин, дигликоламин, моноэтаноламин, триазин, оксазолидин.

Introduction: Among the sulfur-containing impurities, hydrogen sulfide (H_2S), carbon disulfide (COS), carbon disulfide (CS_2) mercaptans ($C_nH_{2n+1}-SH$) are most often present, and sulfides ($R-S-R$) and disulfides ($R-S-S-R$) are also present in the gas condensate. Currently, there are several methods of purification of natural gas from acidic impurities that exist and are used on a large scale [1].

DEA-process of gas purification has become widely used in recent years. In particular, this process is used to purify gases containing COS and CS_2 , as it forms compounds with them that are easily hydrolyzed at elevated temperatures with the release of H_2S and CO_2 .

There are two types of DEA-process - the usual DEA-process (concentration of DEA in solution 20-25%, absorption capacity 0.6-0.8 mol / mol) and DEA

SNPA-process (concentration of DEA in solution 25 - 35%, absorption capacity 1.0 - 1.3 mol / mol). The first is usually used at a partial pressure of acid gas in a crude hydrocarbon gas of the order of 0.2 MPa and higher, the second - at a partial pressure above 0.4 MPa [2].

The rate of absorption of CO_2 in an aqueous solution of diethanolamine (DEA) was measured using the Lewis element to determine the kinetic parameters of CO_2 - DEA. The absorption rate was controlled by mass transfer from the gas side, which was achieved by controlling the total pressure inside the element. Based on measurements of H_2S absorption in water the DEA solution deduced the mass transfer coefficient from the gas side. The kinetic rate constant of the zwitterion formation reaction is in good agreement with the existing literature values. Measurements of the rate of absorption of H_2S in aq. a DEA solution, into which CO_2 was previously introduced, showed a competition between the absorption of H_2S and the desorption of CO_2 . The model of the rate of mass transfer, which takes into account the influence of a chemical reaction, makes it possible to simulate these opposite processes of mass transfer [3] Ethanolamine purification does not allow purifying the gas to a hydrogen sulfide content of less than 0.5%. Apart from MEA, other amines are also widely used as chemisorbents for purification from acidic components. Diethanolamine (DEA), methyldiethanolamine (MDEA), diglycolamine (DHA) and diisopropanolamine (DIPA) are also selective absorbents for hydrogen sulfide. The first three absorbents are more resistant to the action of COS ,

CS_2 and CO_2 , and are less subject to entrainment. The disadvantages are lower reactivity and absorption capacity. DIPA provides fine gas purification and, despite its high cost, has become widespread abroad for the purification of gases from hydrogen sulfide [4]. Hexahydrotriazines are very effective absorbents widely used abroad [5]. So, for the purification of oil and gas from acid gases, for example, Triasorb, Additol, RF, Kerofin (BASF AG, Germany) are widely used [6, 7]. It should be noted that in the Republic of Uzbekistan until today, mono-, di-, methyldiethanolamines are used as absorbents of hydrogen sulfide and other sulfur-containing compounds, and hexahydrotriazines widely used in Russia, Europe and the United States, which effectively work to absorb sulfur-containing compounds, are not imported at all. In light of the above, the aim of this work was to study the conditions for the formation of N, N', N'' tris (β -hydroxyethyl) hexahydro-S-triazine [8].

Experimental part

For the synthesis of hydroxylase-containing compounds, monoethanolamine was used according to TU 6-02-915-74, grade one, the content of the main substance was not less than 99%. Monoethanolamine was vacuum purified by distillation at 343K / 1.6 kPa. The purified product had $\gamma = 1.4539$. Formaldehyde was used in the form of an aqueous solution - formalin according to GOST 1625, according to which the content of the basic substance is $37.0 \pm 0.5\%$, the density is 1092 kg / m^3 , methanol is up to 8%. An installation is assembled, consisting of a four-necked flask, a stirrer, a capillary for supplying an inert gas, a separating funnel, an electric stove for heating and a water bath. A certain amount of formaldehyde is poured into the flask in the form of formalin. Monoethanolamine is poured into a separatory funnel. Turn on the stirrer and start dosing of monoethanolamine. At the end of the addition of monoethanolamine, the color of the reaction mixture turns light yellow. Then turn on the heating and the reaction mass is heat treated at a temperature of 50°C for 30 minutes. In the course of heat treatment, the color of the reaction mixture changes from light yellow to dark cherry, the viscosity increases [9, 10]. The finished product is purified by vacuum distillation. The distilled N, N', N''- tris (β -hydroxyethyl) hexahydro-S-triazine after cooling to a temperature of $(20-25)^\circ\text{C}$ has a viscosity of $1175 \text{ mPa} \cdot \text{s}$, $\gamma = 1.5180$, a

density of 1175.8 kg/m^3 ... The technical product was obtained after distillation of water. The technical product is a dark cherry-colored viscous liquid.

IR spectra of the starting and synthesized compounds were recorded on an IR Fourier spectrometer IRTracer-100. Samples in the form of a thin film were obtained by applying or spraying a liquid or powder of the test substance onto the surface of a prism [11].

The structure of the synthesized compounds was studied by the IR spectroscopic method. The IR spectra of MEoLA (Fig. 1 b) have a broad absorption band at $3500\text{--}3150 \text{ cm}^{-1}$ of primary amine and hydroxyl groups, CH_2 groups associated with nitrogen and oxygen atoms at 2943 and 2872 cm^{-1} , bending vibrations of primary NH - and CH_2 - groups at 1573 cm^{-1} and 1482 cm^{-1} , skeletal vibrations of OH at 1360 and 1318 cm^{-1} and C-N at 1360 , 1164 , 1030 cm^{-1} , stretching vibrations of C-O in CH_2OH at $1050\text{--}1085 \text{ cm}^{-1}$, a broad absorption band at 712 cm^{-1} of NH_2 bending vibrations [12]. In accordance with GOST 1625, technical formalin contains up to 8% methanol. Therefore, in its IR spectra (Fig. 1a) there are absorption bands of associated hydroxyl groups at $3200\text{--}3400$, 1020 cm^{-1} , valence CH_3 at 2985 cm^{-1} , CH_2 groups at 2915 cm^{-1} , C=O at 1644

cm^{-1} , deformation methyl, methylene groups at 1433 cm^{-1} , C-O - at 1103 , 980 cm^{-1} .

In the IR spectra of TOEGT synthesized at a molar ratio of MEoLA: FD = 1: 1 (Fig. 1c), absorption bands characteristic of primary amine ($3530\text{--}3200$, $1318.963.711 \text{ cm}^{-1}$), carbonyl (1644 cm^{-1}) groups disappear, new absorption bands appeared at 1653 cm^{-1} . The absorption bands of hydroxyl groups did not undergo significant changes. This, apparently, indicates the occurrence of the reaction between the amine and carbonyl groups and the formation of a heterocyclic compound at the final stage of the process. The predominant formation of N, N', N''-tris- (β -hydroxyethyl) hexahydro-S-triazine under our chosen conditions is indicated by the appearance of absorption bands of primary associated hydroxyl groups at $3200\text{--}3400 \text{ cm}^{-1}$, 1005 cm^{-1} , methylene groups at $2850\text{--}2950 \text{ cm}^{-1}$, $\text{CH}_2\text{-N}$ - bonds in the cycle at 1646 cm^{-1} [13, 14].

The IR spectra (Fig. 2) of the reaction product of MEoLA and FD synthesized at a molar ratio of 1: 2 lack an absorption band characteristic of hydroxyl groups at $3200\text{--}3400 \text{ cm}^{-1}$, there are absorption bands characteristic of oxazolidines at 1183 , 1098 , 934 , 825 cm^{-1} [15], methylene groups in the cycle at 1456 , 1356 , 1034 , 866 cm^{-1} .

Figure 1. IR spectra of formalin (37% solution) (a), N, N', N''-tris- (β -hydroxyethyl) -hexahydro-S-triazine (b). These data indicate that the synthesized product is methylene bis-oxazolidine

Figure 2. IR spectrum of the reaction product MEolA: FD = 1: 2 mol / mol thin film

Figure 3. IR spectrum of the reaction product MEolA: FD = 1: 4 mol / mol, thin film

Similar to this product in the IR spectra (Fig. 3) of the compound synthesized at a molar ratio of 1: 4 there is no absorption band of hydroxyl groups at $3200 - 3200 \text{ cm}^{-1}$ and there are absorption bands characteristic of the oxazolidine cycle.

The data presented allow us to conclude that the products of the MEolA: FD reaction synthesized at a molar ratio of 1: 1 are N, N', N''-tris- (β -hydroxyethyl) -hexahydro-S-triazine. An increase in the amount of FD taken for synthesis to 2 and higher already leads to the formation of N, N-methylene-bis-oxazolidine [16].

The data presented show that the direction of the reaction of MEolA with FD is mainly determined by the molar ratio of the starting amino alcohol and aldehyde. In this case, by varying the molar ratio, one can obtain sym-hexahydrotriazine or a bicyclic product - methylene-bis-oxazolidine. Taking into account the literature data [17], the following reaction scheme for MEolA and formaldehyde can be proposed:

Thus, as a result of the carried out studies of IR and PMR spectroscopy, the structures of the synthesized products of the reaction of monoethanolamine with formaldehyde have been established. It has been shown that the reaction product synthesized at a molar ratio of MEolA: FD

= 1: 1 is N, N', N''-tris-(β-hydroxyethyl)-hexahydro-S-triazine (I), an increase in the amount of formaldehyde to 2 and higher results in to the formation of N, N-methylene-bis-oxazolidine (II):

Conclusions:

1. Conducted systematic complex studies on the synthesis of hydroxylase-containing monomeric and oligomeric compounds. Their physical and chemical properties have been studied.

2. The regularities of CO₂ chemisorption by synthesized hydroxylase-containing compounds have been studied. The influence of their structure, nature and concentration of the working solution on the indicators of carbon dioxide chemisorption has been established.

References:

1. NPO Polymersintez. (1988). Foamed plastics., 40.
2. P.P., ., C.S.-M., ., L.Y.-R., & W.-S, A. (2015). Microporous covalent triazine polymers: Efficient Friedel-Crafts synthesis and adsorption / storage of CO [2] and CH [four] . Mater. Chem., 456.
3. Abdelrehim, E.-S. (2011). Synthesis triazine. Department of Chemistry, 45.
4. Arifdjanov O. Yu., N.S. (2009). Comparison of chemical properties and structure of amines, triazines and nitrogen-containing water-soluble polymer. Chem. and chem. technol, 51-58.
5. D, R. (2002). The polyurethanes book. AQSH: John Wiley and Sons LTD / D. Randall, S. Lee.
6. document, S.p. (2006). USA Патент № C 07 D 251/24 (2006.01)% c 08 f 2/46 (2006.01).
7. Jalilov, Abdulakhat Turapovich; Kiyomov, Sharifjon Nozimovich; and Kiyomova, Nigina Nozimovna (2020) "Adhesion of epoxyurethane reactoplasts," Scientific Bulletin of Namangan State University: Vol. 2 : Iss. 5 , Article 11.
8. FoizRami, A.-M.J. (2009). Mathematical modeling of the proportion of simultaneous absorption of CO₂ and H₂S using MEA in devices with a hollow fiber membrane. Membr.Sci., 114.
9. G.I. Deryabina, G.K. (1998-2019). Organic Chemistry. B G.K. G.I. Deryabina, Organic Chemistry. Web-textbook.
10. Jalilov, Abdulakhat Turapovich; Tillayev, Abduhafiz Toshevich; and Kiyomov, Sharifjon Nozimovich (2020) "Materials for friction units based on urethan-epoxy bicomponent systems," Scientific Bulletin of Namangan State University: Vol. 2 : Iss. 7 , Article 7.
11. Khudoiberdiev A.I., K.G. (2019). The structure of aldehydes on the direction of their reaction with monoethanolamine. Journal of Chemistry and Chemical Technology, 22-29.

12. Khurramov L.M., A.N. (2020). Study of the component composition of the reaction mixture containing formaldehyde reaction products . Journal of Chemistry and Chemical Technology, 42-47.
13. Lavrov N.A., Kiyomov S.N., Kryzhanovsky V.K. Properties of filled epoxy polymers //Plasticheskie massy. – 2019. – №. 1-2. – С. 37-39.
14. Khurramov L.M., K.A. (2019). nvestigation of the regularities of the formation of triazine compounds used in the process of purifying natural gases from acidic impurities. Materials of the conference "Energy-saving resources, environmentally friendly composite and non-composite materials" (срр. Uzbekistan). Tashkent: TKTI.
15. L. Eckstein, P.G. (1962). On the contribution if hexahydro-s-triazines in the synthesis mechanism of 5-nitroretrahydro-1,3-oxazine derivatives ., Polanaise dessciences, Poland.
16. LA Kazitsyna, N.K. (1979). Application of uv-, ir-, nmr mass spectroscopy of organic chemistry. moscow: moscow university publishing .
17. Nishikubo Tadatomi, K.A. (2000). A novel polyaddition of bis (epoxide) s with triazine diaryl ether for the synthesis of poly (ether) s containing triazine group in the main chain. Eng: J. Polym. Sci, 329.

ELECTRICAL ENGINEERING**INTELLIGENT TECHNICAL MEANS IN INDUSTRY AND DIAGNOSTICS
OF OPTICAL FIBER CONDUCTORS****Aziza Khaitova***Research assistant at the Karimov Tashkent State Technical University
Uzbekistan, Tashkent**E-mail: xaitovaaaziza45@gmail.com***Yury Shipulin***Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department
of Information Processing and Control Systems, Tashkent State Technical University,
Uzbekistan, Tashkent**E-mail: YuriyGennadiyevich@mail.ru***ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В ПРОМЫШЛЕННОСТИ
И ДИАГНОСТИКЕ ОПТОВОЛОКОННЫХ ПРОВОДОВ****Хаитова Азиза Рузидматовна***стажер-исследователь
Ташкентского государственного Технического Университета имени Каримова
Узбекистан, г. Ташкент***Шипулин Юрий Геннадьевич***д-р техн. наук, профессор кафедры
«Системы обработки информации и управления» Таш ГТУ,
Узбекистан, г. Ташкент***ABSTRACT**

This article provides information on Intelligent Technical Tools and Diagnostics of Optical Fiber Conductors in Industry. Information is given on the types of optical fibers, their modification, useful properties, concentric elements, application in various fields, operation, optical and mechanical properties, chemical reactions.

АННОТАЦИЯ

В этой статье содержится информация об интеллектуальных технических средствах и диагностике оптоволоконных проводников в промышленности. Дана информация о типах оптических волокон, их модификации, полезных свойствах, концентрических элементах, применении в различных областях, эксплуатации, оптических и механических свойствах, химических реакциях.

Keywords: Optical Fiber, buffer, aligned cores, sensing elements, endoscope, fiberscope, doped fiber.

Ключевые слова: Оптическое волокно, буфер, совмещенные жилы, чувствительные элементы, эндоскоп, фиброскоп, легированное волокно.

An optical fiber (or fibre in British English) is a flexible, transparent fiber made by drawing glass (silica) or plastic to a diameter slightly thicker than that of a human hair. Optical fibers are used most often as a means to transmit light between the two ends of the fiber and find wide usage in fiber-optic communications, where they permit transmission over longer distances and at higher bandwidths (data transfer rates) than electrical cables. Fibers are used instead of metal wires because signals travel along them with less loss; in addition, fibers are immune to electromagnetic interference, a problem from which metal

wires suffer. Fibers are also used for illumination and imaging, and are often wrapped in bundles so they may be used to carry light into, or images out of confined spaces, as in the case of a fiberscope. Specially designed fibers are also used for a variety of other applications, some of them being fiber optic sensors and fiber lasers.

Optical fibers typically include a core surrounded by a transparent cladding material with a lower index of refraction. Light is kept in the core by the phenomenon of total internal reflection which causes the fiber to act as a wave-

guide. Fibers that support many propagation paths or transverse modes are called multi-mode fibers, while those that support a single mode are called single-mode fibers (SMF). Multi-mode fibers generally have a wider core diameter and are used for short-distance communication links and for applications where high power must be transmitted. Single-mode fibers are used for most communication links longer than 1,000 meters (3,300 ft).[citation needed]

Being able to join optical fibers with low loss is important in fiber optic communication. This is more complex

than joining electrical wire or cable and involves careful cleaving of the fibers, precise alignment of the fiber cores, and the coupling of these aligned cores. For applications that demand a permanent connection a fusion splice is common. In this technique, an electric arc is used to melt the ends of the fibers together. Another common technique is a mechanical splice, where the ends of the fibers are held in contact by mechanical force. Temporary or semi-permanent connections are made by means of specialized optical fiber connectors.

Figure 1. An optical fiber consists of a core, cladding, and coating

An optical fiber consists of three basic concentric elements: the core, the cladding, and the outer coating (Figure 1).

The core is usually made of glass or plastic, although other materials are sometimes used, depending on the transmission spectrum desired.

Optical fibers can be used as sensors to measure strain, temperature, pressure, and other quantities by modifying a fiber so that the property being measured modulates the intensity, phase, polarization, wavelength, or transit time of light in the fiber. Sensors that vary the intensity of light are the simplest since only a simple source and detector are required. A particularly useful feature of such fiber optic sensors is that they can, if required, provide distributed sensing over distances of up to one meter. In contrast, highly localized measurements can be provided by integrating miniaturized sensing elements with the tip of the fiber.

These can be implemented by various micro- and nanofabrication technologies, such that they do not exceed the microscopic boundary of the fiber tip, allowing for such applications as insertion into blood vessels via hypodermic needle.

Optical fiber is also used in imaging optics. A coherent bundle of fibers is used, sometimes along with lenses, for a long, thin imaging device called an endoscope, which is

used to view objects through a small hole. Medical endoscopes are used for minimally invasive exploratory or surgical procedures. Industrial endoscopes (see fiberscope or borescope) are used for inspecting anything hard to reach, such as jet engine interiors.

An optical fiber doped with certain rare-earth elements such as erbium can be used as the gain medium of a laser or optical amplifier. Rare-earth-doped optical fibers can be used to provide signal amplification by splicing a short section of doped fiber into a regular optical fiber line. The doped fiber is optically pumped with a second laser wavelength that is coupled into the line in addition to the signal wave. Both wavelengths of light are transmitted through the doped fiber, which transfers energy from the second pump wavelength to the signal wave. The process that causes the amplification is stimulated emission.

Optical fiber is also widely exploited as a nonlinear medium. The glass medium supports a host of nonlinear optical interactions, and the long interaction lengths possible in fiber facilitate a variety of phenomena, which are harnessed for applications and fundamental investigation. Conversely, fiber nonlinearity can have deleterious effects on optical signals, and measures are often required to minimize such unwanted effects.

Figure 2. Illustration of the modified chemical vapor deposition (inside) process

Standard optical fibers are made by first constructing a large-diameter "preform" with a carefully controlled refractive index profile, and then "pulling" the preform to form the long, thin optical fiber. The preform is commonly made by three chemical vapor deposition methods: inside vapor deposition, outside vapor deposition, and vapor axial deposition.

Typical communications fiber uses a circular preform. For some applications such as double-clad fibers another form is preferred.^[74] In fiber lasers based on double-clad fiber, an asymmetric shape improves the filling factor for laser pumping.

Because of the surface tension, the shape is smoothed during the drawing process, and the shape of the resulting fiber does not reproduce the sharp edges of the preform. Nevertheless, careful polishing of the preform is important, since any defects of the preform surface affect the optical and mechanical properties of the resulting fiber. In particular, the preform for the test-fiber shown in the figure was not polished well, and cracks are seen with the confocal optical microscope.

Fiber optic coatings are applied in concentric layers to prevent damage to the fiber during the drawing application and to maximize fiber strength and microbend resistance. Unevenly coated fiber will experience non-uniform forces when the coating expands or contracts, and is susceptible to greater signal attenuation. Under proper drawing and coating processes, the coatings are concentric around the fiber, continuous over the length of the application and have constant thickness.

The thickness of the coating is taken into account when calculating the stress that the fiber experiences under different bend configurations. When a coated fiber is wrapped around a mandrel, the stress experienced by the fiber is given by

$$\sigma = E \frac{d_f}{d_m + d_c}$$

Where " E " is the fiber's *Young's modulus*, " d_m " is the diameter of the mandrel, " d_f " is the diameter of the cladding and " d_c " is the diameter of the coating.

In a two-point bend configuration, a coated fiber is bent in a U-shape and placed between the grooves of two faceplates, which are brought together until the fiber breaks. The stress in the fiber in this configuration is given by

$$\sigma = 1.198E \frac{d_f}{d - d_c}$$

Where " d " is the distance between the faceplates. The coefficient 1.198 is a geometric constant associated with this configuration.

Fiber optic coatings protect the glass fibers from scratches that could lead to strength degradation. The combination of moisture and scratches accelerates the aging and deterioration of fiber strength. When fiber is subjected to low stresses over a long period, fiber fatigue can occur. Over time or in extreme conditions, these factors combine to cause microscopic flaws in the glass fiber to propagate, which can ultimately result in fiber failure.

Three key characteristics of fiber optic waveguides can be affected by environmental conditions: strength, attenuation and resistance to losses caused by microbending. External *optical fiber cable* jackets and buffer tubes protect glass optical fiber from environmental conditions that can affect the fiber's performance and long-term durability. On the inside, coatings ensure the reliability of the signal being carried and help minimize attenuation due to microbending.

Cable construction

Figure 3. An optical fiber cable

In practical fibers, the cladding is usually coated with a tough “*resin*” coating and an additional “*buffer*” layer, which may be further surrounded by a “jacket” layer, usually plastic. These layers add strength to the fiber but do not

contribute to its optical wave guide properties. Rigid fiber assemblies sometimes put light-absorbing (“dark”) glass between the fibers, to prevent light that leaks out of one fiber from entering another. This reduces “*crosstalk*” between the fibers, or reduces “*flare*” in fiber bundle imaging applications.

Modern cables come in a wide variety of sheathings and armor, designed for applications such as direct burial in trenches, high voltage isolation, dual use as power lines, installation in conduit, lashing to aerial telephone poles, submarine installation, and insertion in paved streets. Multi-fiber cable usually uses colored coatings and/or buffers to identify each strand. The cost of small fiber-count pole-mounted cables has greatly decreased due to the high demand for “*fiber to the home*” (FTTH) installations in Japan and South Korea.

References:

1. "Optical Fiber". www.thefoa.org. The Fiber Optic Association. Retrieved 17 April 2015.
2. Senior, John M.; Jamro, M. Yousif (2009). “Optical fiber communications: principles and practice. Pearson Education. pp.” 7–9. ISBN 978-0130326812.
3. "Birth of Fiberscopes". www.olympus-global.com. Olympus Corporation. Retrieved 17 April 2015.
4. Pearsall, Thomas (2010). Photonics Essentials, 2nd edition. McGraw-Hill. ISBN 978-0-07-162935-5.
5. The Optical Industry & Systems Purchasing Directory. Optical Publishing Company. 1984.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 7(88)
Июль 2021

Часть 3

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+