UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

Выпуск: 8(77)

Август 2020

Часть 3

Москва
2020

УДК 62/64+66/69

ББК 3

U55

Главный редактор:

Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук;

Заместитель главного редактора:

Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук;

Члены редакционной коллегии:

Демин Анатолий Владимирович, д-р техн. наук;

Елисеев Дмитрий Викторович, канд. техн. наук;

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

Ким Алексей Юрьевич, д-р техн. наук;

Козьминых Владислав Олегович, д-р хим. наук;

Ларионов Максим Викторович, д-р биол. наук;

Манасян Сергей Керопович, д-р техн. наук;

Мартышкин Алексей Иванович, канд. техн. наук;

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

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

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 8(77). Часть 3. М., Изд. «МЦНО», 2020. – 76 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/877>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2020.77.8-3

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2020 г.

Содержание

Химическая технология	5
ТЕХНОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ СОРТА «СУПЕРЭЛИТА» МЕТОДОМ IN VITRO Камалов Акмалхон Вохидович Эргашев Ойбек Каримович Исакова Ойгул Мадаминжановна Хайдарова Маржона Орифжоновна	5
ГИДРОДИНАМИКА ПОВЕРХНОСТНО-КОНТАКТНОГО ЭЛЕМЕНТА РОТОР-ФИЛЬТРУЮЩЕГО ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЯ Ахроров Акмалжон Акрамжон угли Исомиддинов Азизбек Саломиддинович Тожиев Расулжон Жумабоевич	10
СОРЕБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА НОВОЙ ИОНООБМЕННОЙ СМОЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕТАКРИЛОИЛКРОТОНИЛИДЕНИМИНА Мамажонов Баходир Мадаминович Бекназаров Хасан Сойибназарович Джалилов Абдулахат Турапович	17
ПОЛУЧЕНИЕ УСКОРИТЕЛЯ ВУЛКАНИЗАЦИИ КАУЧУКА НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ Вапаев Муроджон Дусумматович Тешабаева Эльмира Убайдуллаевна Каххаров Боходир Бахромович Ибадуллаев Ахмаджон	22
ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КУЛЬТУРЫ ТКАНЕЙ МЕТОДОМ IN VITRO Камалов Акмалхон Вохидович Эргашев Ойбек Каримович Исакова Ойгул Мадаминжановна Хайдарова Маржона Орифжоновна	27
ИССЛЕДОВАНИЕ АЦЕТИЛИРУЕМОСТИ ХЛОПКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ПОСЛЕ ПОВЫШЕНИЯ ЕЁ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ Сайфутдинов Рамизитдин Рахманбердиев Гаппар Мухитдинов Умид Давранович	30
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ АЗОТНО-СЕРНОГО ЖИДКОГО УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ Назирова Рахнамохон Мухтаровна Мирзаолимов Акмал Набиевич Таджиев Сайфидин Мухиддинович Мирсалимова Саодат Рахматжановна	33
ИЗВЛЕЧЕНИЕ ДОНАКСИНА ИЗ РАСТЕНИЯ ARUNDO DONAX.L И СИНТЕЗ ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ НА ОСНОВЕ ДОНАКСИНА Нумонов Мухаммадражаб Адхамжон угли Содиқов Усмонали Худоберганович	39
ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ФОСФОР, АЗОТ, БОР И МЕТАЛЛ СОДЕРЖАЩИХ АНТИПИРЕНОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ Нуркулов Элдор Нурмуминович Бекназаров Хасан Сойибназарович Джалилов Абдулахат Турапович Набиев Дилмурод Абдуалиевич	43
КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УЗБЕКИСТАНА Сабиров Бахтиёр Тохтаевич Намазов Шафоат Саттарович Пулатов Хайрулла Лутпуллаевич Таиров Саидамир Саидмаликович Мадатов Тоймас Абсаломович Пардаев Санжар Тимирович	46

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ И ИК-СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ФИТАЛОЦИАНИНА МЕДИ Файзиев Жахонгир Бахромович Бекназаров Хасан Сойибназарович Джалилов Абдулахат Турапович	55
ПОЛУЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА СУПЕРАБСОРБИРУЮЩЕГО ПОЛИМЕРА ПРИВИВОЧНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИЕЙ КРАХМАЛА Холназаров Баходир Азамович Тураев Хайит Худайназарович	59
МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ГЕКСАФТОРСИЛИКАТА НАТРИЯ ИЗ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ ПРОИЗВОДСТВА ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ (ОБЗОР) Юлдашев Хаёт Хурматович Жураев Абдулазиз Илхомжон угли Рахмонов Ортик Комилович	63
Энергетика	68
АНАЛИЗ ВОПРОСОВ ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВ РЕГУЛИРОВАНИЕ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ Турсунов Дониёр Абдусалимович. Исмоилов Иброхимжон Келдибоевич	68

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**ТЕХНОЛОГИЯ РАЗМНОЖЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ СОРТА «СУПЕРЭЛИТА»
МЕТОДОМ IN VITRO****Камалов Акмалхон Вохидович***ассистент, Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган
E-mail: akmalxon7005@gmail.com***Эргашев Ойбек Каримович***д-р хим. наук, проректор по научной работе и инновациям, Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган
E-mail: oybek_0701@bk.ru***Исакова Ойгул Мадаминжановна***ассистент, Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган
E-mail: oygulisakova1983@mail.ru***Хайдарова Маржона Орифжоновна***студентка, Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган***TECHNOLOGY OF DISASSEMBLING POTATOES OF SUPER ELITE VARIETIES
BY THE IN VITRO METHOD****Akmalkhon Kamalov***Assistant, Namangan Engineering and Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Namangan***Oybek Ergashev***Doctor of Chemical Sciences, Vice-Rector for Research and Innovation
Namangan Engineering and Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Namangan***Oygul Isakova***Assistant, Namangan Engineering and Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Namangan***Marjona Khaidarova***Student, Namangan Engineering and Technological Institute,
Republic of Uzbekistan, Namangan***АННОТАЦИЯ**

В статье объясняется в основном новый способ размножения растений in vitro на основе воздействия экзогенных факторов, при которых из растительных клеток и тканей может образовываться целый растительный организм. Метод in vitro размножения растений отличается от других методов тем, что имеет ряд преимуществ. В лабораторных условиях представлена информация о получении высококачественных, генетически идентичных, безвирусных посадочных материалов для выращивания картофеля в большом количестве клонированных микрокапсул и микроузелков.

ABSTRACT

The article mainly discusses a new method of plant propagation – in vitro, ie the formation of a whole plant organism from plant cells and tissues under the influence of exogenous factors. The in vitro method of plant propagation differs from other methods in that it has a number of advantages. There have been reports of large-scale clonal micro-propagation

of potato plants in the laboratory and the production of high-quality, genetically identical, virus-free planting material for micro-tubers.

Ключевые слова: биотехнология, клетка, ткань, экзогенный, селекция, питательная среда, ауксин, цитокин, in vitro, корень, стебель, лист, микроузел, зрелое растение.

Keywords: biotechnology, Cell, tissue, exogenous, selection, nutrient medium, auxin, cytokinin, in vitro, root, stem, leaf, micro nodule, mature plant.

В основном новый способ размножения сортов семенного картофеля заключается в том, что на основе воздействия экзогенных факторов in vitro образуется целый растительный организм из растительных клеток и тканей. Этот метод отличается от других методов тем, что имеет ряд преимуществ. Во-первых, он эффективен и экономичен, так как в процессе размножения из каждой каллозной клетки могут образовываться удобные побеги, которые образуют растение в благоприятных условиях культивирования. Во-вторых, в некоторых случаях это единственный способ размножения растений из культуры тканей. В-третьих, растения, полученные таким способом, вызывают интерес у селекционеров из-за генетических и морфофизиологических различий. Это дает селекционерам возможность выбрать характерные растения, имеющие важное хозяйственное значение и оценить их рост в полевых условиях.

Первый успех семян картофеля в микрокапсулялизации in vitro связан с культивированием верхушечной меристемы в специфической питательной среде, получением регенерирующих и микротрубочек. Но сфера применения микроклимата разнообразна и развивается с каждым днем. Это связано в первую очередь с сохранением редких и исчезающих видов растений картофеля с использованием техники in vitro и поставкой новых сортов в качестве семян на поля «суперэлиты».

Основным методом, применяемым при клонировании растений, является активация развития меристем, присутствующих в этом растении, за счет прекращения верхушечного доминирования.

Этого можно добиться двумя способами: а) меристема дуги стебля удаляется, а стержень микрокалькулируется в безгормональной среде; б) индуцируется развитие ветвей, выходящих из многих внутренних полостей путем добавления в питательную среду веществ, обладающих действием типа цитокина.

В качестве цитокинов в питательной среде используют 6-бензиламинопури (BAP) или 6-фурфуриламинопури (кинетин), а также 2-изопентиладеннин (2ip) и зеатин. Полученные таким способом отростки отделяются от первичного экспланта и снова культивируются в свежеприготовленной питательной среде, стимулирующей пролиферацию внутренних меристем и увеличивающей образование всходов.

Используя метод активизации развития меристем, присутствующих в растении, картофель может получать от одной меристемы до 100 микротрубочек

в год, а также с помощью этой технологии выращивать в пробирках ценные, безвирусные семенные материалы.

Еще один способ клонирования микрокапсулирования – случайная (адвентивная) индукция побегов в тканях эксплантов. Этот метод основан на регенерации зрелого растения путем культивирования отдельно выделенных частей растения в условиях благоприятной питательной среды и восстановления в нем недоразвитых органов.

В настоящее время в научно-практической лаборатории «Биотехнология» при ГУП «Центр развития цветоводства» при хокимияте Наманганской области ведутся работы по отделению тканей различных растений, выращенных в благоприятных условиях, а затем культивированию во вновь созданных питательных средах до образования листьев, корней и микротрубочек. Опыт показывает, что можно получить посадочный материал без вирусов, бактерий, грибов, генетически идентичный, в больших количествах, продолжая этот процесс как угодно.

В лаборатории выращивают несколько уникальных сортов картофеля, таких как «Ария», «Арнова», выращивают микроклональным методом in vitro. Сорта картофеля «Арнова», «Ария» отличаются большим содержанием крахмала, вкусовыми качествами, размером, энергичным стеблем, стойкостью к различным условиям. Благодаря тому что это растение любит водную среду, можно добиться более быстрого результата в микроклональном размножении.

Техника культивирования клеток и тканей in vitro, отличающаяся от картофельного растения, заключается в следующем: основным условием работы с культурами выделенных тканей является строгое соблюдение стерильности. Богатый состав питательной среды также является хорошим субстратом для роста микроорганизмов. Микроорганизмы легко повреждают растительные компоненты (экспланты), которые культивируются в питательной среде, поэтому и эксплант, и питательная среда должны быть стерилизованы. Все работы, проводимые с выделенной тканью (пересадка в культуру, перемещение в новую питательную среду), проводятся в стерильных помещениях (ламинарных боксах) при помощи стерильных инструментов, стерильность следует поддерживать даже в период выращивания отделенной ткани, так как при понижении температуры или при возникновении влаги через влажный забор сосуда в пробирку могут проникать микроорганизмы.

Ламинарно-блочная стерилизация: рабочая внутренняя поверхность ламинара протирается 5 %-ным Накло. Затем в ламинар помещают спирт, гугур,

96 %-ный стакан спирта, стерилизованные банки, инструменты и стерилизованную водяную трубку. При разделении меристем в ламинар также кладут биноклярную луковицу. За 2 часа до работы ламинарный бокс облучают ультрафиолетовой лампой бактерицида. За два часа до работы внутреннюю поверхность ламинара протирают 70 %-ным спиртом. Перед началом работы руки тщательно промывают мылом, протирают спиртом и надевают стерильный халат, держат стерильную маску во рту.

Стерилизация посуды: посуда стерилизуется в сушильных шкафах в сухом тепле или во влажном паровом автоклаве. Перед стерилизацией посуду необходимо тщательно вымыть и просушить. Для мытья посуды используются различные моющие средства и Хромпик (раствор бихромата калия в серной кислоте). Вымытую посуду промыть в дистиллированной воде и высушить в сушильном шкафу. Чтобы предотвратить попадание инфекции из воздуха перед стерилизацией, зонды, горловину трубки закрывают алюминиевой фольгой. Затем посуду помещают в сушильные шкафы и нагревают в течение 2 часов при 500 °С, еще лучше стерилизуют под давлением в автоклаве, так как при нагревании во влажной среде микроорганизмы и их споры погибают еще лучше. В автоклаве стерилизуют различные стаканы, чашки Петри, пипетки, дистиллированную воду. Посуду заворачивают в фольгу и автоклавируют в течение 25–30 минут при 120 °С и 2 атмосферах.

Стерилизация оборудования: инструменты, скальпель, пинцет, ножницы, иглы стерилизуются в сушильном шкафу в течение 12 часов при 400 °С в сухом огне или при кипении в воде. Инструменты из железа не стерилизуются в автоклаве, так как под воздействием влажного пара они ржавеют. Перед началом работы и во время работы инструменты помещают в фарфоровые стаканчики, стерилизуют в 96 %-ном этиловом спирте и нагревают на огне. В спиртовом пламени нагреваются ланцеты, ножницы, пинцеты и микробиологические петли и держатся между стерильной бумагой. Стерилизованные инструменты используют только один раз, при повторном использовании их снова стерилизуют в спирте и нагревают на огне. Игольчатые ножницы и шпательки стерилизуют в спирте.

Стерилизация материалов: хлопок, марля, хлопчатобумажная пробка, фильтровальная бумага, ка-

наты и салфетки, используемые в эксперименте, стерилизуются в автоклаве при температуре 120 °С и давлении 25–30 минут.

В основном микроклональное размножение растений наблюдается при выращивании в питательных средах, приготовленных с добавлением в различных пропорциях веществ, содержащих экстракты из стебля, листьев и семян. Каждое растение имеет свою оптимальную питательную среду.

Чтобы вырастить картофельное растение в лабораторных условиях, то есть методом *in vitro*, сначала сажают в грунт сорт качественного картофеля, который проходит период покоя, в течение 7 часов после того, как вырастает надземная часть, срезают с зеленого стебля на 2–5 см и промывают в дистиллированной воде, затем стерилизуют в 1 %-ном растворе гипохлорида натрия в течение 20 минут. Стерилизованную часть растения промывают в дистиллированной воде и сушат в ламинарном боксе.

По методу *in vitro* в основном экспланты и семена стерилизуют в стерильном растворе 5–20 мин, а затем несколько раз промывают в стерильной воде. Время стерилизации будет зависеть от характера экспланта и активности стерильного раствора. Семена стерилизуют 10–20 мин, вегетативные – 5–10 мин. Полученные для культивирования растительные экстракты сначала протирают в мыльной воде и ополаскивают в дистиллированной воде, а затем в течение нескольких секунд 70 %-ным этанолом, а семена 1–2 мин вливаются в спирт. Спирт повышает эффективность стерилизации основного стерилизующего раствора вместе со стерилизацией тканей. После этого ткани промывают также в стерильной воде.

Вышеперечисленные методы избавляют растения только от внешних инфекций. Если внутри экспланта имеется инфекция, то необходимо обработать его антибиотиками. В основном тропические и субтропические растительные ткани богаты внутренними инфекциями. Зараженную грибами или бактериями культуру можно обнаружить уже через 1–14 дней после посадки. Необходимо предотвращать распространение в помещение культур, пораженных микроорганизмами, не загрязняя воздух.

При клональном размножении картофельных растений мы использовали питательную среду (табл. 1).

Таблица 1.

Макроэлементы (мг/л)	
KNO ₃	1900
NH ₄ NO ₃	1650
CaCl ₂	332,2
MgSO ₄ *7H ₂ O	370
KH ₂ PO ₄	170
Микроэлементы (мг/л)	
KJ	0,83
H ₃ BO ₃	6,20
MnSO ₄ *H ₂ O	16,9
ZnSO ₄ *H ₂ O	8,6
Na ₂ MoO ₄ *2H ₂ O	0,25
CuSO ₄ *5H ₂ O	0,025

CoCl ₂ *6H ₂ O	0,025
Фе-Наедта	36,72
Витамины (мг/л)	
Мио-инозитол	100
Тиамин-HCl	0,4
Гормоны (мг/л)	
ИМК (индоловая жирная кислота)	0,5–1,0–1,5
Кинетин	0,1
Углеводы (г/л)	
Сахароза	80
Другие вещества (г/л)	
Агар агар	7

В питательной среде цитокин или его смесь с ауксином в соотношении 10:1 или 100:1, в качестве ауксина чаще всего выращивают в виде индол-3 жирных кислот (ИМК) или α -нафтоловой уксусной кислоты (НСК), 0,1–0,5 мг/л 6-адсорбента на носу и в кормовой среде Скуги. Через 3–4 недели после культивирования развиваются растения меристемы, из которых формируются тасофидиальные побеги. Они быстро разрастаются и образуют новые побеги. На опавших ветках появляются листья, на нижней части образуются новые адвентивные побеги. Эти побеги

отделяются и переносятся в новую питательную среду. В питательной среде, содержащей цитокины, продолжается образование боковых ветвей и начинается процесс оплодотворения узла, в то время как в питательной среде без гормона происходит нормальное растение с листьями, корнями в течение 4–6 недель [3]. На рисунке 1 показано состояние картофельного («Аризля», «Арнова») растения в лабораторных условиях, подвергнутого микрокапсулированию клоном методом *in vitro*, а затем в виде зрелого растения.

Рисунок 1

Вывод. Таким образом стало ясно, что в лабораторных условиях при новом способе вегетативного размножения растений методом *in vitro* – с помощью

метода клонированного микрокапсулирования остается возможность получения большого количества

высококачественных, генетически идентичных, без-
вирусных посадочных материалов в лабораторных
условиях, если от одной первичной растительной

клетки (стебля, листьев и т.д.) останется целый рас-
тительный организм.

Список литературы:

1. Артикова Р., Муродова С. Сельскохозяйственная биотехнология : учеб. пособие. – Ташкент : Наука и техно-
логия, 2011. – 288 с.
2. Давронов К., Худжамшукуров Н. Общая и техническая микробиология : учеб. пособие. – «Ташгау», 2004. –
280 с.
3. Лабораторные занятия по микробиологии : учеб. пособие / М.А. Зупаров [и др.]. – «Ташгау», 2014. –113 с.
4. Мустакимов Г. Основы физиологии растений и микробиологии : учеб. пособие / преподавательский состав.
1995. – 359 с.
5. Сельскохозяйственная биотехнология : учеб. пособие для проведения лабораторных занятий / М.А. Зупаров
[и др.]. – «Ташгау», 2016. – 104 с.
6. Холмуратов Э.Г., Насырова Г.Б. Структурозависимое действие цитокининов в практическом применении
биотехнологической коллекции картофеля // Вестник НУУз. – Ташкент, 2009. – № 3. – С. 175–177.
7. Regulation of plant growth by cytokinin / T. Werner, V. Motyka, M. Strnad, T. Schmülling // Proc. Natl. Acad. Sci.
USA 98. – 2001. – P. 10487–10492
8. Skoog F., Miller C. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissue cultured in vitro // Symp Soc
Exp Biol. – 1957. – № 11. – P. 118–131.

ГИДРОДИНАМИКА ПОВЕРХНОСТНО-КОНТАКТНОГО ЭЛЕМЕНТА РОТОР-ФИЛЬТРУЮЩЕГО ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЯ

Ахроров Акмалжон Акрамжон угли

докторант (PhD) кафедры «Технологические машины и оборудование»,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: axrorov-2013@mail.ru

Исомиддинов Азизбек Саломиддинович

докторант (PhD) кафедры «Технологические машины и оборудование»,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: isomiddinov1985@mail.ru

Тожиев Расулжон Жумабоевич

докторант (PhD) кафедры «Технологические машины и оборудование»,
Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: rasuljon.tojiyev1945@mail.ru

HYDRODYNAMICS OF ROTOR-FILTER DUSTY GAS COLLECTOR'S SURFACE CONTACT ELEMENT

Akmaljon Akhrorov

post-graduate student of technological machines and equipment chair, Fergana polytechnic institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana

Azizjon Isomiddinov

doctor (PhD) of technological machines and equipment chair, Fergana polytechnic institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana

Rasuljon Tojiyev

doctor (DSc), professor of technological machines and equipment chair, Fergana polytechnic institute,
Republic of Uzbekistan, Fergana

АННОТАЦИЯ

В статье приведены анализы проведенных экспериментов в известном аппарате по определению гидравлических сопротивлений, зависимость гидравлического сопротивления от эффективности очистки и расхода энергии. На основе результатов анализа рекомендована новая оптимизированная конструкция поверхностно-контактного элемента аппарата. В статье разработан метод для определения гидравлического сопротивления и приведено уравнение расчета сопротивления поверхностно-контактного элемента экспериментальной установки. В проведенных опытах в качестве переменных факторов выбраны скорость газа, расход жидкости и угол расположения контактного элемента на ротор. Опыты проводились в двух рабочих состояниях экспериментальной установки, без орошения и с орошением аппарата. Получены эмпирические формулы, характеризующие процесс в результате применения математического планирования.

ABSTRACT

The article provides analyzes of the experiments carried out in a well-known apparatus for determining hydraulic resistance, the dependence of hydraulic resistance on the efficiency of cleaning and energy consumption. Based on the analysis results, a new optimized design of the surface-contact element of the apparatus is recommended. In the article, a method is developed for determining the hydraulic resistance and an equation for calculating the resistance of the surface-contact element of the experimental setup is given. In the experiments carried out, the gas velocity, liquid flow rate and the angle of the contact element on the rotor were chosen as variable factors. The experiments were carried out in two operating states of the experimental setup, without irrigation and with irrigation of the apparatus. The empirical formulas that characterize the process as a result of the use of mathematical planning are given.

Ключевые слова: гидравлическое сопротивление, расход жидкости, пленочный слой жидкости, поверхностно-контактный элемент, ротор-фильтр, массообмен, поправочный коэффициент.

Keywords: hydraulic resistance, fluid flow rate, film layer of fluid, surface-contact element, rotor-filter, mass transfer, correction factor.

Введение

Повышение контактной поверхности и обоснование оптимальных параметров гидравлического сопротивления, эффективности очистки и расхода энергии в мокрых пылеуловителях являются актуальными. Поэтому в этой сфере многие ученые работают над увеличением контактной поверхности, разработкой упрощенной конструкции контактного элемента, а также проводят исследования характеристики гидродинамики и массообмена происходящих на поверхности. Известно из ранее выполненных работ, что упрощение контактного элемента обеспечивает малое гидравлическое сопротивление, но приводит к уменьшению эффективности очистки аппарата.

Объект исследования

Известный ротор-фильтрующий аппарат [5] относится к технике мокрой очистки запыленных газов, выделяемых при производстве химических и строительных материалов.

Аппарат состоит из корпуса, диффузора для входа очищаемого газа и конфузора для выхода очищенного газа, цилиндрический ротор которого на поверхности покрыт фильтрующим материалом, штуцера для распыления рабочей жидкости, зонда для равномерного распределения жидкости, сборника шлама и патрубки для отвода шлама.

Аппарат работает следующим образом. Запыленный газ входит в аппарат через диффузор и направляется перпендикулярно на ротор-фильтр. Ударяется о стекающую рабочую жидкость с поверхности ротор-фильтра в виде пленки. В результате удара твердые частицы и газообразные примеси улавливаются пленкой

жидкости. Очищенный газ выходит из аппарата в атмосферу. Смесь жидкости с уловленными примесями стекает вниз в бункер и оттуда отводится в виде шлама на следующий процесс.

В работах [2; 10; 11] исследовано влияние гидравлического сопротивления известного аппарата на эффективность очистки и потребление энергии. В виде контактного элемента использован цилиндрический вращающийся ротор.

Поверхность ротора покрыта фильтрующим материалом поронита [4]. На основе проведенных экспериментов получены математические зависимости и обоснованы оптимальные параметры.

Известно из анализов проведенных экспериментов в ротор-фильтрующем аппарате, что не обследовано гидравлическое сопротивление, эффективность очистки и расхода энергии аппарата на отличающихся контракциях ротора от существующих. Поэтому в этой статье изучены применение новой конструкции поверхностно-контактного элемента и его оптимальные параметры.

Методика исследования

На основе выше отмечанных недостатков существующего аппарата разработана новая конструкция поверхностно-контактного элемента. Разработанная конструкция имеет следующие преимущества, во-первых, интенсивное обновление и увеличение фильтрующей поверхности ротора. Во-вторых, установка фильтрующей сетки на валу ротора под определенным углом обеспечивает полный обход запыленного газа. На рисунках 1 и 2 представлены основные виды мокрого ротор-фильтрующего пылеуловителя и поверхностно-контактного элемента.

Рисунок 1. Схема экспериментальной установки, снабженной поверхностно-контактным элементом:

1 – диффузор; 2 – цилиндрический корпус; 3 – конфузор; 4 – штуцер; 5 – зонд; 6 – поверхностно-контактный элемент; 7 – сборник жидкости; 8 – патрубок для отвода шлама; 9 – уравнительная труба

Рисунок 2. Общий вид поверхностно-контактного элемента:
 1 – вал; 2 – упорный прут; 3 – фильтр; 4 – крепитель коскон

В проведенных опытах изучено влияние гидравлического сопротивления на эффективность очистки и расхода энергии ротор-фильтрующего аппарата в разных значениях активной и пассивной поверхности фильтровального материала [2; 9]. В результате исследования рекомендовано уравнение для определения полного гидравлического сопротивления известной экспериментальной установки, Па:

$$\Delta P_{\text{ум}} = P_{\text{диф}} + P_{\text{ш}} + P_{\text{конф}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{диф}}$ – потеря давления за счет внутреннего трения при подводе газа через диффузор и определяется следующей формулой, Па [7]:

$$P_{\text{диф}} = \xi_{\text{диф}} \frac{\rho_{\text{ар}} \cdot v_{\text{диф}}^2}{2}, \quad (2)$$

где $v_{\text{диф}}$ – скорость потока запыленного газа внутри диффузора, м/с;

$\xi_{\text{диф}}$ – локальный коэффициент сопротивления, влияющий на движение газа в диффузоре, определяется из уравнения Идельчика и Флингера [7]:

$$\xi_{\text{диф}} = \frac{\lambda_{\text{диф}}}{8 \sin \frac{\alpha_{\text{кб}}}{2}} \left(1 - \frac{1}{n_{\text{диф}}^2} \right) + \sin \frac{\alpha_{\text{кб}}}{2} \left(1 - \frac{1}{n_{\text{диф}}} \right)^2, \quad (3)$$

где $n_{\text{диф}}$ – степень расширения диффузора;

$\alpha_{\text{кб}}$ – угол расширения диффузора;

$\lambda_{\text{диф}}$ – коэффициент трения в диффузоре, зависит от $\alpha_{\text{кб}}$, $n_{\text{диф}}$ и числа Рейнольдса Re .

В расчетах принимаются коэффициент трения в диффузоре $0,015 \div 0,025$, угол расширения 6° и степень расширения $2 \div 4$ [8].

Тогда уравнение (1) можно писать в следующем виде, Па:

$$P_{\text{диф}} = \frac{\lambda_{\text{диф}}}{8 \sin \frac{\alpha_{\text{кб}}}{2}} \left(1 - \frac{1}{n_{\text{диф}}^2} \right) + \sin \frac{\alpha_{\text{кб}}}{2} \left(1 - \frac{1}{n_{\text{диф}}} \right)^2 \frac{\rho_{\text{ар}} \cdot v_{\text{диф}}^2}{2}, \quad (4)$$

$P_{\text{конф}}$ – гидравлическое сопротивление в конфузоре пылеуловителя и определяется по следующим формулам, Па:

$$P_{\text{конф}} = \xi_{\text{конф}} \frac{\rho_{\text{ар}} \cdot v_{\text{конф}}^2}{2}, \quad (5)$$

где $v_{\text{конф}}$ – скорость очищенного газа в конфузоре, м/с;

$\xi_{\text{конф}}$ – коэффициент сопротивления конфузора, определяется следующей формулой [7]:

$$\xi_{\text{конф}} = \frac{\lambda_{\text{конф}}}{8 \sin \frac{\alpha_{\text{мб}}}{2}} \left(1 - \frac{1}{n_{\text{конф}}^2} \right), \quad (6)$$

где $\lambda_{\text{конф}}$ – коэффициент трения в конфузоре;

$\alpha_{\text{мб}}$ – угол сокращения конфузора;

$n_{\text{конф}}$ – степень сокращения конфузора.

Подставляя (6) в уравнение (5), получим следующее уравнение, Па:

$$P_{\text{конф}} = \frac{\lambda_{\text{конф}}}{8 \sin \frac{\alpha_{\text{мб}}}{2}} \left(1 - \frac{1}{n_{\text{конф}}^2} \right) \frac{\rho_{\text{ар}} \cdot v_{\text{конф}}^2}{2}, \quad (7)$$

$P_{\text{ш}}$ – гидравлическое сопротивление в рабочих поверхностях аппарата, определяется в следующем виде, Па:

$$P_{\text{ш}} = P_1 + P_2, \quad (8)$$

где P_1 – гидравлическое сопротивление на рабочей поверхности **A** фильтрующего материала, определяется следующим уравнением [7], Па:

$$P_1 = \xi_1 \frac{\rho_{ap} \cdot v_1^2}{2}, \quad (9)$$

где v_1 – скорость запыленного газа, ударяющего на первую рабочую поверхность, м/с;

ξ_1 – гидравлическое сопротивление на первой рабочей поверхности ротор-фильтра, определяется экспериментально;

P_2 – гидравлическое сопротивление на рабочей поверхности **B** фильтрующего материала, определяется следующим уравнением [7], Па:

$$P_2 = \xi_2 \frac{\rho_{ap} \cdot v_2^2}{2}, \quad (10)$$

где v_2 – скорость первичного очищенного газа при переходе через вторую рабочую поверхность, м/с;

ξ_2 – гидравлическое сопротивление на второй рабочей поверхности ротор-фильтра, определяется экспериментально;

ρ_{ap} – плотность смеси пыли и газа, определяется по следующим формулам, кг/м³:

$$\rho_{ap} = \rho_c + (\rho_c \cdot \gamma), \quad (11)$$

где ρ_c – плотность пыли, кг/м³;

ρ_g – плотность газа, кг/м³;

γ – содержание пыли в составе газа, %.

$$\begin{aligned} \square \quad & \frac{\lambda_{диф}}{8 \sin \frac{\alpha_{кб}}{2}} \left(1 - \frac{1}{n_{диф}^2} \right) + \sin \frac{\alpha_{кб}}{2} \left(1 - \frac{1}{n_{диф}} \right)^2 \frac{\rho_{ap} \cdot v_{диф}^2}{2} + \\ & + \xi_1 \frac{\rho_{ap} \cdot v_1^2}{2} + \xi_2 \frac{\rho_{ap} \cdot v_2^2}{2} + \frac{\lambda_{конф}}{8 \sin \frac{\alpha_{мб}}{2}} \left(1 - \frac{1}{n_{конф}^2} \right) \frac{\rho_{ap} \cdot v_{конф}^2}{2} \end{aligned} \quad (12)$$

Определение коэффициентов ξ_1, ξ_2 имеет сложный характер, и требуются отклонения. Поэтому для определения коэффициента сопротивления контактного элемента ротор-фильтрующего аппарата вводим отношения активной поверхности к пассивной.

$$\xi_{ум} = \Delta k \frac{\sum S_{акт}}{\sum S_{пас} \cdot \sin \alpha} \cdot Z, \quad (13)$$

где $S_{акт}$ – поверхность фильтрующего контактного элемента, не имеющая отверстия, м²;

$S_{пас}$ – поверхность фильтрующего контактного элемента, имеющая отверстие, м²;

Z – коэффициент использования фильтрующим контактным элементом, в расчетах принимается 88%;

α – угол расположения фильтрующего контактного элемента на валу ротора, определяется в зависимости от количества элементов;

Δk – поправочный коэффициент, определяется экспериментально.

Тогда уравнение определения полного гидравлического сопротивления рабочих органов аппарата можно выражать в следующем виде:

$$\xi_{ум} = 0,5 + 2,09 \cdot \frac{\Delta k}{\sin \alpha}. \quad (14)$$

Вводя изменения в уравнение (1), получим следующее выражение для расчета полного гидравлического сопротивления аппарата с поверхностью-контактным элементом, Па:

$$\begin{aligned} \Delta P_{ум} = & \frac{\lambda_{диф}}{8 \sin \frac{\alpha_{кб}}{2}} \left(1 - \frac{1}{n_{диф}^2} \right) + \sin \frac{\alpha_{кб}}{2} \left(1 - \frac{1}{n_{диф}} \right)^2 \frac{\rho_{ap} \cdot v_{диф}^2}{2} + \\ & + \Delta k \frac{\sum S_{акт} \cdot Z \cdot \rho_{ap} \cdot v_{кз}^2}{2 \cdot \sum S_{пас} \cdot \sin \alpha} + \frac{\lambda_{конф}}{8 \sin \frac{\alpha_{мб}}{2}} \left(1 - \frac{1}{n_{конф}^2} \right) \frac{\rho_{ap} \cdot v_{конф}^2}{2} \end{aligned} \quad (15)$$

Результаты экспериментов

На основе опытов определены коэффициенты сопротивления рабочих органов экспериментальной установки. В работе [2] найдены коэффициенты сопротивления в диффузоре и конфузоре. Поэтому общее среднее значение сопротивления диффузора и конфузора принято 0,5.

При расчете сопротивления контактного элемента получены следующие предельные значения переменных факторов: диаметр отверстия фильтрующего материала $d_{ф} = 3$ мм, площадь активной поверхности одного контактного элемента $S_{акт} = 0,1258$ м², площадь пассивной поверхности $S_{пас} = 0,0272$ м², выбор угла расположения элемента на валу ротора $\alpha = 30^\circ; 45^\circ; 60^\circ$ зависит от количества контактных элементов 12; 8; 6.

При использовании уравнения (14) и значений переменных факторов экспериментально определено общее гидравлическое сопротивление аппарата. Применяв методы наименьших квадратов на результаты, выбрали среднее значение факторов. Погрешность опытов составила 4%.

При угле $\alpha = 30^\circ$ расположения контактного элемента на роторе, диаметре отверстия $d_{ф} = 3$ мм; при 12 контактных элементах отношение активной поверхности к пассивной $\sum S_{акт} / \sum S_{пас} = 4,625$, общее гидравлическое сопротивление $\xi_{ум} = 3,47$ и поправочный коэффициент $\Delta k = 0,71$.

При угле $\alpha = 45^\circ$ расположения контактного элемента на роторе, диаметре отверстия $d_{ф} = 3$ мм; при 8 контактных элементах отношение активной поверхности к пассивной $\sum S_{акт} / \sum S_{пас} = 4,625$, общее гидравлическое сопротивление $\xi_{ум} = 2,47$ и поправочный коэффициент $\Delta k = 0,67$.

При угле $\alpha = 60^\circ$ расположения контактного элемента на роторе, диаметре отверстия $d_{ф} = 3$ мм; при 6

контактных элементах отношение активной поверхности к пассивной $\Sigma S_{\text{акт}}/\Sigma S_{\text{пас}} = 4,625$, общее гидравлическое сопротивление $\xi_{\text{ум}} = 2,02$ и поправочный коэффициент $\Delta k = 0,63$.

Используя результаты опытов, исследовали гидравлическое сопротивление для разных параметров контактного элемента при без подвода и при подводе рабочей жидкости в аппарат.

Гидравлическое сопротивление при сухом состоянии (без подвода рабочей жидкости) аппарата определено в следующих значениях переменных факторов: диаметр отверстия фильтрующего материала $d_{\text{ф}} = 3$ мм, угол расположения контактного элемента на ротор $\alpha = 30^\circ; 45^\circ; 60^\circ$, количество контактных элементов 12; 8; 6, интервал скорости газа $v_z = 5 \div 25$ м/с с шагом 5 м/с. В опытах выбраны средние значения частоты вращения ротора $n = 25$ об/мин и плотности газа $\rho_z = 1,29$ кг/м³ (для воздуха). В проведении опыта учтено влияние окружающей среды, а также температура для системы «жидкость и газ» получена $20^\circ\text{C} \pm 2$. На основе полученных результатов построен график сравнения зависимости гидравлического сопротивления от скорости газа (см. рис. 3).

Рисунок 3. Зависимость гидравлического сопротивления ΔP от скорости газа v_z :

при 1 – $d_{\text{ф}} = 3$ мм, $\alpha = 30^\circ$, $\xi_{\text{ум}} = 3,47$ и $\Delta k = 0,71$;
 при 2 – $d_{\text{ф}} = 3$ мм, $\alpha = 45^\circ$, $\xi_{\text{ум}} = 2,47$ и $\Delta k = 0,67$; при
 3 – $d_{\text{ф}} = 3$ мм, $\alpha = 60^\circ$, $\xi_{\text{ум}} = 2,02$ и $\Delta k = 0,63$

Известно из представленных зависимостей в рисунке 3, что в интервале скорости $v_z = 5 \div 25$ м/с, с повышением скорости газа с шагом 5 м/с и при угле $\alpha = 30^\circ$ расположения контактного элемента на роторе изменение гидравлического сопротивления происходило от $\Delta P = 56$ Па до $\Delta P = 1419$ Па. Повышение гидравлического сопротивления происходило при $\alpha = 45^\circ$ от $\Delta P = 40,4$ Па до $\Delta P = 1012$ Па и при $\alpha = 60^\circ$ от $\Delta P = 32$ Па до $\Delta P = 822,3$ Па.

Это можно объяснять тем, что при низких скоростях происходит разрежение, а при больших скоростях возникает уплотнение в потоке газа. Этот процесс зависит от количества контактных элементов.

Применив методы наименьших квадратов на результаты, которые представлены на рисунке 3, получили следующие эмпирические уравнения [6; 1]:

$$\text{при } 1 - d_{\text{ф}} = 3 \text{ мм}, \alpha = 30^\circ, \xi_{\text{ум}} = 3,47 \text{ и } \Delta k = 0,71: \\ y = 2,1272x^2 + 3,2936x - 0,032 \quad R^2 = 0,9987$$

$$\text{при } 2 - d_{\text{ф}} = 3 \text{ мм}, \alpha = 45^\circ, \xi_{\text{ум}} = 2,47 \text{ и } \Delta k = 0,67; \\ y = 1,6209x^2 - 0,0517x + 0,22 \quad R^2 = 0,9874$$

$$\text{при } 3 - d_{\text{ф}} = 3 \text{ мм}, \alpha = 60^\circ, \xi_{\text{ум}} = 2,02 \text{ и } \Delta k = 0,63; \\ y = 1,3166x^2 - 0,0291x + 0,2 \quad R^2 = 0,9981$$

Опыты в аппарате с орошением рабочей жидкостью проводились при следующих пределах значений переменных факторов: диаметр штуцера $d_{\text{шт}} = 2$ мм [3], расход жидкости $Q_{\text{сую}} = 0,071 \div 0,272$ м³/ч и диаметр отверстия фильтрующего материала $d_{\text{ф}} = 3$ мм. Угол $\alpha = 30^\circ; 45^\circ; 60^\circ$ расположения контактного элемента выбран в зависимости от его количества 12; 8; 6 штук. Скорость газа увеличилась с шагом 5 м/с до 25 м/с. В опытах получено среднее значение частоты вращения ротора $n = 25$ об/мин и плотность смеси воздух – доломит; для воздуха $\rho_z = 1,29$ кг/м³ и доломита $\rho_z = 1,89$ кг/м³ (при этом в 1 м³ воздуха по требованиям ПДК и ГОСТ-23672–79 содержится 360,3 мг/м³ доломита). А также в экспериментах учтено влияние окружающей среды и температура для системы жидкость – газ принята $20^\circ\text{C} \pm 2$. На основе полученных данных в экспериментах построены графики сравнения зависимости расхода жидкости от гидравлического сопротивления (см. рис. 4, 5, 6).

Рисунок 4. Зависимость гидравлического сопротивления ΔP_c от расхода жидкости $Q_{\text{сую}}$
 (при $\alpha = 30^\circ$ и $\rho_z = 1,29$ кг/м³):

1 – $v_z = 5$ м/с; 2 – $v_z = 10$ м/с; 3 – $v_z = 15$ м/с; 4 – $v_z = 20$ м/с; 5 – $v_z = 25$ м/с

Рисунок 5. Зависимость гидравлического сопротивления ΔP_c от расхода жидкости $Q_{сж}$ (при $\alpha = 45^\circ$ и $\rho_z = 1,29 \text{ кг/м}^3$):

1 – $v_z = 5 \text{ м/с}$; 2 – $v_z = 10 \text{ м/с}$; 3 – $v_z = 15 \text{ м/с}$; 4 – $v_z = 20 \text{ м/с}$; 5 – $v_z = 25 \text{ м/с}$

Рисунок 6. Зависимость гидравлического сопротивления ΔP_c от расхода жидкости $Q_{сж}$ (при $\alpha = 60^\circ$ и $\rho_z = 1,29 \text{ кг/м}^3$):

1 – $v_z = 5 \text{ м/с}$; 2 – $v_z = 10 \text{ м/с}$; 3 – $v_z = 15 \text{ м/с}$; 4 – $v_z = 20 \text{ м/с}$; 5 – $v_z = 25 \text{ м/с}$

Известно из выше приведенных данных, что изменение гидравлического сопротивления аппарата происходило от $\Delta P = 55,3 \text{ Па}$ до $\Delta P_c = 4555 \text{ Па}$, при плотности газа (воздуха) $\rho_z = 1,29 \text{ кг/м}^3$, расходе жидкости $Q_{сж} = 0,071 \div 0,168 \text{ м}^3/\text{ч}$ с шагом $0,060 \text{ м}^3/\text{ч}$, интервале скорости $v_z = 5 \div 25 \text{ м/с}$ и угле расположения $\alpha = 60^\circ$. Также известно, что при угле расположения контактного элемента на ротор $\alpha = 45^\circ$ гидравлическое сопротивление увеличилось от $\Delta P = 64,5 \text{ Па}$ до $\Delta P_c = 4716 \text{ Па}$ и при $\alpha = 30^\circ$ – от $\Delta P = 80 \text{ Па}$ до $\Delta P_c = 5116 \text{ Па}$.

В опыте для газа с плотностью $\rho_z = 1,89 \text{ кг/м}^3$ и при угле расположения контактного элемента на роторе $\alpha = 60^\circ$ гидравлическое сопротивление аппарата увеличилось от $\Delta P = 81 \text{ Па}$ до $\Delta P_c = 6674 \text{ Па}$; увеличилось от $\Delta P = 94,5 \text{ Па}$ до $\Delta P_c = 6910 \text{ Па}$ при угле $\alpha = 45^\circ$ и от $\Delta P = 117 \text{ Па}$ до $\Delta P_c = 7500 \text{ Па}$ при угле $\alpha = 30^\circ$.

Это можно объяснять тем, что с повышением расхода жидкости увеличивается толщина пленочного слоя жидкости на поверхности контактного элемента, и это приводит к увеличению сопротивления поверхностно-контактных элементов. Кроме этого, изменение плотности смеси газа с пылью значительно влияет на гидравлическое сопротивление. Поэтому в исследованиях эффективности аппарата необходимо учесть плотность, физико-химические свойства и требования ПДК смеси запыленных газов.

Применив методы наименьших квадратов на результаты, представленные в рисунках 2, 3, 4, (при плотности очищаемого газа $\rho_z = 1,29 \text{ кг/м}^3$ и расходе жидкости $Q_{сж} = 0,071 \div 0,168 \text{ м}^3/\text{ч}$ с увеличением $0,060 \text{ м}^3/\text{ч}$ шагом), получили следующие эмпирические уравнения [Кобзарь, 2006].

Угол расположения контактного элемента на ротор $\alpha = 30^\circ$ и количество элементов 12 штук:

$$v_z = 5 \text{ м/с}, y = 18805x^2 - 3366,6x + 233,66 \quad R^2 = 0,9560 \quad (19)$$

$$v_z = 10 \text{ м/с}, y = 75390x^2 - 13507x + 936,76 \quad R^2 = 0,9559 \quad (20)$$

$$v_z = 15 \text{ м/с}, y = 169750x^2 - 30417x + 2109 \quad R^2 = 0,9559 \quad (21)$$

$$v_z = 20 \text{ м/с}, y = 301553x^2 - 54016x + 3745,3 \quad R^2 = 0,9559 \quad (22)$$

$$v_z = 25 \text{ м/с}, y = 464987x^2 - 83369x + 5842,5 \quad R^2 = 0,9446 \quad (23)$$

Угол расположения контактного элемента на ротор $\alpha = 45^\circ$ и количество элементов 8 штук:

$$v_z = 5 \text{ м/с}, y = 19680x^2 - 3548,8x + 224,56 \quad R^2 = 0,9734 \quad (24)$$

$$v_z = 10 \text{ м/с}, y = 79085x^2 - 14293x + 903,72 \quad R^2 = 0,9719 \quad (25)$$

$$v_z = 15 \text{ м/с}, y = 177793x^2 - 32120x + 2031,4 \quad R^2 = 0,9719 \quad (26)$$

$$v_z = 20 \text{ м/с}, y = 313574x^2 - 56509x + 3580,8 \quad R^2 = 0,9718 \quad (27)$$

$$v_z = 25 \text{ м/с}, y = 493622x^2 - 89164x + 5639,3 \quad R^2 = 0,9719 \quad (28)$$

Угол расположения контактного элемента на ротор $\alpha = 60^\circ$ и количество элементов 6 штук:

$$v_z = 5 \text{ м/с}, y = 21218x^2 - 3897,3x + 233,32 \quad R^2 = 0,9706 \quad (29)$$

$$v_z = 10 \text{ м/с}, y = 84722x^2 - 15550x + 931,23 \quad R^2 = 0,9707 \quad (30)$$

$$v_z = 15 \text{ м/с}, y = 190553x^2 - 34971x + 2094,1 \quad R^2 = 0,9705 \quad (31)$$

$$v_z = 20 \text{ м/с}, y = 338856x^2 - 62209x + 3726,2 \quad R^2 = 0,9706 \quad (32)$$

$$v_z = 25 \text{ м/с}, y = 529680x^2 - 97253x + 5824,8 \quad R^2 = 0,9706 \quad (33)$$

Вывод

Анализируя проведенные эксперименты на известном ротор-фильтрующем аппарате, получили уравнение для определения общего гидравлического сопротивления аппарата с новым контактным

элементом. Результаты экспериментов по определению гидравлических сопротивлений аппарата использовались при исследовании гидравлических сопротивлений аппарата в сухом и оросительном состоянии для разных параметров контактного элемента. По полученным данным при угле расположения 30° и скорости 25 м/с гидравлическое сопротивление аппарата имеет

наибольшее значение. А также при угле расположения 60° и скорости газа 5 м/с аппарат обретает наименьшее значение гидравлического сопротивления. На основе этих полученных результатов построены графики сравнения зависимости гидравлического сопротивления от расхода жидкости.

Список литературы:

1. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. – М. : Наука, 1972. – 872 с.
2. Исомидинов А.С. Исследование гидравлического сопротивления роторно-фильтрующего аппарата // *Universum*. – М., 2019. – № 10 (67). – С. 54–58.
3. Исомидинов А.С., Каримов И.Т., Тожиев Р.Ж. Ротор филтрли чанг тозалаш курилмасига берилаётган суюклик сарфини тажрибавий аниқлаш // *Замонавий ишлаб чиқаришнинг иш самарадорлиги ва энергоресурс тежамкорлигини ошириш муаммолари. Халқаро илмий-амалий анжуман*. – Андижон, 2018. – Б. 424–428.
4. Исомидинов А.С., Каримов И.Т., Тожиев Р.Ж. Чангли ҳавони тозаловчи ротор-филтрли курилма филтрловчи тўрли материалининг актив ва пассив юзаларини аниқлаш // *Актуальные проблемы внедрения инновационной техники и технологий на предприятиях по производству строительных материалов, химической промышленности и в смежных отраслях: материалы I Международной научно-практической конференции*. – Фергана, 2019. – С. 429–431.
5. Исомидинов А.С., Тожиев Р.Ж., Каримов И.Т. Хўл усулда чангли газларни тозаловчи роторли курилма // *Фарғона политехника институтининг илмий-техник журналі*. – Фарғона, 2018. – № 1. – Б. 195–198.
6. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М. : Физматлит, 2006. – 816 с.
7. Латипов К.Ш. Гидравлика, гидромашиналар ва гидроюритмалар. – Тошкент : Ўқитувчи, 1992. – 405 б.
8. Салимов, З. Кимёвий технологиянинг асосий жараёнлари ва курилмалари. Т. 1. – Тошкент : Ўзбекистон, 1994. – 366 б.
9. Чистякова А.Н., Квашнин И.М. Комбинированный струйно-инерционный мокрый пылеуловитель // *Пылегазоочистка*. – М., 2008. С. 29–32.
10. Application of rotor-filter dusty gas cleaner in industry and identifying its efficiency / A. Isomidinov, A. Axrorov, I. Karimov, R. Tojiyev // *Austrian journal of technical and natural sciences*. – Vienna, 2019. – № 9–10. – P. 24–31.
11. Isomidinov A. Mathematical modeling of the optimal parameters of rotory filter apparatus for wet cleaning of dusty gases // *International journal of advanced research in science, Engineering and technology*. – India, 2019. – № 6–10. – P. 258–264.

СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА НОВОЙ ИОНООБМЕННОЙ СМОЛЫ НА ОСНОВЕ ПОЛИМЕТАКРИЛОИЛКРОТОНИЛИДЕНИМИНА

Мамажонов Баходир Мадаминович

*соискатель Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,
Республика Узбекистан, г. Ташкент*

Бекназаров Хасан Сойибназарович

*д-р техн. наук, ведущий научный сотрудник
Ташкентского научно-исследовательского института химической технологии,
Республика Узбекистан, Ташкентская область, Ташкентский р-н, п/о Шуро-базар
E-mail: hasan74@mail.ru*

Джалилов Абдулахат Турапович

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

SORPTION PROPERTIES OF A NEW ION-EXCHANGE RESIN BASED ON POLYMETACRYLOYLCROTONYLIDENIMINE

Bakhodir Mamazonov

*Researcher, Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology, Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan Tashkent*

Hasan Beknazarov

*Doctor of Technical Sciences Leading Researcher, Tashkent Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Tashkent region,
Tashkent district, p/o Shuro Bazaar*

Abdulahat Djalilov

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

АННОТАЦИЯ

В статье исследованы адсорбционные свойства ионов металлов, таких как Cd(II), Cu(II), Ni(II), Pb(II) и Zn(II) новой ионообменной смолой на основе полиметакрилоилкротонилиденимина. Среди них адсорбционные способности Cd(II) и Cu(II) были выше и составляли около 371 и 149 мг ионов металла на 1 г смолы, соответственно.

ABSTRACT

The article investigates the adsorption properties of metal ions such as Cd(II), Cu(II), Ni(II), Pb(II) and Zn(II) with a new ion exchange resin based on polymethacryloyl crotonylidene imine. Among them, the adsorption capacities of Cd (II) and Cu (II) were higher and amounted to about 371 and 149 mg of metal ions per 1 g of resin, respectively.

Ключевые слова: сорбент, кротонилиденимин, адсорбция полиметилметакрилоилкротонилиденимин, ионообменная смола.

Keywords: sorbent, crotonylidene imine, adsorption, polymethyl methacryloyl crotonylidene imine, ion exchange resin.

Введение. Очищенная вода с помощью процесса сорбции не имеет цвета, запаха и пригодна для повторного использования [1]. Кроме того, благодаря регенерации адсорбента при обратимой сорбции операция является относительно экономичной [2]. Но в процессе ионного обмена современные ионообменные материалы были изготовлены из синтетических полимерных смол, таких как сополимеры стирола и

дивинилбензола, полиакрилаты, меламинформальдегидных смол, полиглицидилметакрилат-иминодиуксусной кислоты (ПГМА-ИДК) и т.д. Следует отметить, что особое значение имеют N и O содержащие функциональные группы, и эти соединения могут быть использованы как идеальные хелатирующие группы, применяемые в ионообменных смолах [3, 4].

В этой статье мы использовали мономер N-метакрилоилкротонилиденимина (МКИ) в процессе

обычной радикальной полимеризации с образованием хелатообразующей смолы. Полученную смолу применяли для поглощения нескольких ионов тяжелых металлов, включая Cu^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Zn^{2+} и Ni^{2+} . Из полученных аналогичных результатов мы пришли к выводу, что эта смола показывает более высокую адсорбционную способность для Cd^{2+} и более высокую селективность для Zn^{2+} и Cd^{2+} .

Экспериментальная часть. Хелатообразующая смола ПМКИ была синтезирована на основе N-метакрилоилкротонилиденимина путем радикальной полимеризации, при 70 °C [5].

Начальная и конечная концентрации ионов металлов были определены с помощью пламенного атомно-адсорбционного спектрометра модели UNICAM 930, оборудованного коррекцией фона дейтериевой лампы, лампы с катодной лампой Hallow и воздушной ацетиленовой горелкой. Элементный анализ для C, H и N был выполнен на элементном анализаторе EA1110-CHNS.

Результаты и обсуждение. Адсорбционную емкость для различных ионов металлов измеряли по времени, чтобы определить оптимальное время для адсорбции. На рис. 1 показано влияние времени реакции на поглощение ионов Cd(II) , Cu(II) , Ni(II) , Pb(II) и Zn(II) на основе ПМКИ. Удаленные ионы металлов увеличивались и достигали равновесия примерно через 30 минут. Как показано на рис. 1, скорость адсорбции была высокой в течение первых 6 минут, что было связано с обменной способностью хелатирующих групп ($-\text{N}=\text{}$) в смоле ПМКИ. Однако, количество адсорбированных ионов металла достигло максимального значения и оставалось постоянным в последующий период, что означало равновесие адсорбции. Было очевидно, что наибольшая емкость была показана при адсорбции Cd(II) . Максимальная адсорбционная способность смолы для каждого иона металла показана в таблице 1. Из значений, перечисленных в таблице 1, было легко сделать вывод, что смола имела гораздо более высокое сродство к Cd(II) , чем любые другие ионы.

Рисунок 1. Влияние времени на сорбцию различных ионов металлов Cd(II) , Cu(II) , Ni(II) , Pb(II) и Zn(II) с использованием ПМКИ (начальная концентрация ионов металла: 3000 мг/л (100 мл), количество смолы: 1 г, температура: 25 ± 1 °C, время перемешивания: 1 ч.)

Таблица 1.

Адсорбционная емкость ПМКИ для ионов металлов

Адсорбционная емкость	Cd(II)	Cu(II)	Ni(II)	Zn(II)	Pb(II)
ммоль/г	3,34	2,28	1,73	1,56	0,76
мг/г	371,2	149,3	101,6	94,7	141,1

Влияние начальной концентрации металла и изотерм адсорбции. Фактически адсорбция ионов металлов сильно зависит от начальной концентрации металла и количества смолы. Поэтому мы изменили начальную концентрацию ионов металлов и сохранили количество смолы постоянным, чтобы изучить условия адсорбционного равновесия. Начальные концентрации ионов металлов составляли 500, 1000, 1500, 2000, 2500 и 3000 мг/л, соответственно (10 мл),

а масса смолы составляла 100 мг во всех растворах. Адсорбционные эксперименты проводились в условиях оптимального значения pH, а время реакции составляло 1 час. Как показано на рис. 2, адсорбционная емкость металла значительно возрастала с увеличением начальной концентрации металла до тех пор, пока она не достигла насыщенной адсорбции адсорбента. Это может быть связано с высокой движущей силой массового переноса. Другими словами,

для того же количества адсорбента, чем выше начальная концентрация, тем быстрее достигается адсорбционное равновесие.

Изотерма адсорбции определяется как отношение между концентрацией адсорбента в объеме и количеством ионов адсорбированного металла на границе раздела. Поэтому нам приходилось

проанализировать изотермы сорбции, чтобы сформировать уравнение, которое может точно представлять результаты и может использоваться для целей проектирования. Экспериментальные данные были оценены на основе двух популярных моделей адсорбции, т.е. модели Ленгмюра и Фрейндлиха.

Рисунок 2: Влияние начальной концентрации на адсорбцию тяжелого металла смолой ПМКИ (количество смолы: 100 мг, температура: 25 ± 1 °C, время перемешивания: 1 ч

Изотермы Ленгмюра является полезным инструментом для описания и сравнения сорбции тяжелых металлов различными адсорбентами. Эти изотермы уточняют связь между количеством поглощенного металла на единицу массы адсорбента q_e и равновесной концентрацией адсорбата в объемной жидкой фазе C_e .

Изотерму Ленгмюра можно представить как

$$\frac{1}{q_e} = \frac{1}{Q^0} + \frac{1}{bQ^0C_e}$$

где q_e - количество растворенного вещества, адсорбированного на поверхности адсорбента (ммоль/г), C_e - равновесная концентрация ионов в растворе (ммоль/л), Q^0 - максимальная поверхностная плотность при покрытии моно слоя, b - Константа адсорбции Ленгмюра (л/ммоль). Графики $1/q_e$ от $1/C_e$ дали прямую линию, и значения Q^0 и b можно рассчитать по пересечению и наклону графиков соответственно. Экспериментальные данные, полученные из влияния начальных концентраций на адсорбцию тяжелых металлов на ПМКИ, также были оценены с помощью этого уравнения, соответствующие константы которых приведены в таблице 2.

Таблица 2.

Константы изотермы Ленгмюра адсорбции различных ионов металлов смолой

Металл	Параметры изотермы Ленгмюра		
	Q^0 (ммоль/г)	b (л/ммоль)	R^2
Cd	0,00334	1,25	0,9856
Cu	0,00228	6,88	0,9723
Ni	0,00173	0,85	0,9722
Zn	0,00156	3,85	0,9812
Pb	0,00076	1,27	0,9827

Влияние количества смолы на ионный обмен. Как упоминалось выше, адсорбция ионов металлов сильно зависит от количества смолы. На рис. 3 показано удаление ионов тяжелых металлов из раствора в

зависимости от количества смолы ПМКИ при их оптимальных значениях pH. Количество смолы варьировалось от 0,0 до 1,2 г, а время реакции составляло

1 час постоянно. Из результатов стало ясно, что поглощение металла увеличивается вместе с увеличением количества смолы при той же начальной концентрации 3000 мг/л. Среди этих ионов Pb (II) показал максимальную адсорбционную емкость (75%) при использовании наименьшего количества смолы. Это явление может быть связано с тем, что Pb является тяжелым металлом, ядро которого имеет более слабую способность к связыванию с атомными электронами, поэтому ионный обмен между Pb и смолой происходит быстрее. Аналогичным образом, способность адсорбции ионов Cd достигала около 48%, что может быть связано с образованием стабильных связей между Cd и смолой, что приводит к адсорбционному равновесию.

Ионы других металлов, такие как Zn^{2+} и Ni^{2+} , демонстрировали сходную скорость адсорбции. Однако, скорость удаления металла замедлилась, когда количество смолы продолжало увеличиваться. Поскольку доля ионов металлов, удаленных из водной фазы, увеличилась с увеличением дозировки сорбента в дозирочном сосуде с фиксированной начальной концентрацией, кривые на рис. 3 приближаются к асимптотическим значениям от 0 до 1,2 г смолы. Требуется меньше времени для достижения равновесной адсорбции, когда количество сорбента увеличивается. Поэтому мы пришли к выводу, что дозировка адсорбента будет увеличивать количество и скорость удаленных ионов металлов, но будет снижать эффективность обмена. Это произошло потому, что ионообменная емкость ПМКИ не была насыщенной.

Рисунок 3. Влияние количества смолы на адсорбционное равновесие в ПМКИ (начальная концентрация: 3000 мг, температура: 25 ± 1 °C, время перемешивания: 1 ч)

Небольшое количество адсорбента, которое связано с более низкой плотностью хелатирования, увеличит эффективность адсорбента. Однако, скорость адсорбции можно снижать, как и ожидалось, для идентичной начальной концентрации ионов металлов уравновешенная концентрация уменьшалась, когда увеличивалась дозировка адсорбента. Причина заключается в том, что повышенный адсорбент обеспечивает большую площадь поверхности или хелатирующий участок для фиксированной концентрации.

Влияние температуры на адсорбцию ионов тяжелых металлов в смоле ПМКИ показано на рис. 4. В типичном эксперименте 10 мл водного раствора, содержащего ионы металлов с начальной концентрацией 3000 мг/л и 100 мг смолы, хранили при оптимальном значении pH. Экспериментальная температура составляет 288, 303, 318 и 333 К соответственно. На этой стадии исследовалось влияние температуры на константу равновесия ионного обмена между металлом и смолой. Из рисунка 4 было

замечено, что адсорбирующая способность ионов металлов незначительно увеличилась вместе с повышением температуры и показала эндотермический характер адсорбции. Это связано с экзотермическими реакциями хелатирования ионов металлов со смолой ПМКИ. Константы равновесия в экспериментах увеличивались с ростом температуры. Карбоновые группы в структуре ПМКИ частично протонируются при всех уровнях температуры, что приводит к незначительному увеличению адсорбционной способности металла при высокой температуре. Здесь участвует только термодинамика ионного обмена; влияние температуры на динамику адсорбции относительно невелико. Процесс хелатирования является основным механизмом удаления ионов металлов из раствора, и основным процессом является по существу конкурентное ионное притяжение для ионного сайта.

Рисунок 4. Влияние температуры на адсорбцию тяжелых металлов с использованием смолы ПМКИ (начальная концентрация: 3000 мг/л (10 мл), количество смолы: 100 мг, время перемешивания: 1 ч)

Закключение. Термический анализ показывает, что он обладает хорошей термостойкостью при температуре около 200 °С. Смола обладает хорошей адсорбционной способностью для пяти видов ионов металлов, таких как Cd(II), Cu(II), Ni(II), Pb(II) и Zn(II). Среди них адсорбционные способности Cd(II) и Cu(II) были выше и составляли около 371 и 149 мг ионов металла на 1 г смолы, соответственно. Взаимодействие ионов металлов с N и O, содержащими

функциональные группы, будет меняться от ковалентной к ионной связи, с увеличением количества хелатирующих групп, содержащихся в смоле. Скорость адсорбции была высокая в первые 6 минут и впоследствии выравнивалась. Исходя из экспериментальных данных, мы полагаем, что хелатообразующая смола ПМКИ может быть использована в качестве недорогого адсорбента для удаления многих видов ионов тяжелых металлов в сточных водах.

Список литературы:

1. Kantipuly C, Katragadda S, Chow A, Gesser HD. Chelating polymers and related supports for separation and pre-concentration of trace metals. *Talanta* 1990;37(5):491–517.
2. Dakiky M, Khamis M, Manassra A. Selective adsorption of chromium(VI) in industrial wastewater using lowcost abundantly available adsorbents. *Adv Environ Res.* 2002;6(4):533–40.
3. Wang CC, Chang CY, Chen CY. Study on metal ion adsorption of bifunctional chelating/ion-exchange resins. *Macromol Chem Phys.* 2001;202(6):882–90.
4. Tabushi I, Kobuke Y, Nishiya T. Extraction of uranium from seawater by polymer-bound macrocyclic hexaketone. *Nature* 1979;208:665–6.
5. Мамажонов Б.М., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Синтез и изучение адсорбционных свойств полиметилметакрилоилкротонилиденимина // *Universum: химия и биология : электрон. научн. журн.* 2020. № 8 (74). –С. 53-57. URL: <https://7universum.com/ru/nature/archive/item/10582>

ПОЛУЧЕНИЕ УСКОРИТЕЛЯ ВУЛКАНИЗАЦИИ КАУЧУКА НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ

Вапаев Муроджон Дусумматович

д-р физ.-техн. наук (PhD), Ургенчский государственный университет РУз,
Республика Узбекистан, г. Ургенч
E-mail: www.vmd.uz@mail.ru

Тешабаева Эльмира Убайдуллаевна

д-р техн. наук, проф., Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: elmira-teshaboeva@mail.ru

Каххаров Боходир Бахромович

заведующий кафедрой, Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта, РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: b.kakhharov@mail.ru

Ибадуллаев Ахмаджон

д-р техн. наук, проф., Ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта РУз,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: ibadullaev1957@bk.ru

OBTAINING AN ACCELERATOR OF VOLCANIZATION OF RUBBER ON THE BASIS OF LOCAL RAW MATERIALS

Murodzhon Vapaev

Doctor of Philosophy in Technical Sciences (PhD) Urgench State University of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Urgench

Elmira Teshabaeva

Doctor of Technical Sciences, Professor, Tashkent Institute of Railway Engineers of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Bokhodir Kakhkharov

Head of the Department Tashkent Institute of Railway Engineers, of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Akhmadjon Ibadullaev

Doctor of Technical Sciences, Professor, Tashkent Institute of Railway Engineers of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В данной статье приведены результаты исследований о возможности использования модифицированного каолина в качестве наполнителя, ускорителя и активатора резиновых смесей на основе бутадиен-стирольных каучуков. Показано его влияние на кинетику процесса вулканизации резиновых смесей, на технологические и технические показатели эластомерных композиций. Установлено оптимальное содержание модификатора и ангреновского каолина в составе резиновых смесей.

ABSTRACT

This article presents the results of studies on the possibility of using modified kaolin as a filler, accelerator and activator of rubber compounds based on styrene butadiene rubbers. It shows its influence on the kinetics of the vulcanization process of rubber compounds on the technological and technical parameters of elastomeric compositions. It has been established that the optimal content of the modifier and Angren kaolin in the composition of rubber compounds.

Ключевые слова: вулканизация, эластомер, алканолламин, активатор, модификация, ускоритель, наполнитель, резиновая смесь, ангренинский каолин.

Keywords: vulcanization, elastomer, alkanolamine, activator, modification, accelerator, filler, rubber compound, angren kaolin.

На основе анализа литературных источников, изучения современного состояния технологического процесса модификации наполнителей и композиционных эластомерных материалов [5] определено, что наиболее перспективным направлением при создании наполненных композиций в настоящее время являются поиск многофункционального наполнителя и разработка технологии получения композиционных эластомерных материалов и изделий на их основе со специфическими свойствами [2; 8].

Для проведения данного исследования был использован СКМС-30АРКМ-15. Резиновые смеси на основе стандартного рецепта [7] готовили на лабора-

торных вальцах при температуре 50–55 °С, вулканизовали на прессе. В качестве ускорителя, активатора и наполнителя использовали модифицированный обогащенный каолин Ангренского месторождения. Технологические свойства резиновых смесей изучали по соответствующим ГОСТам, кинетику вулканизации стандартных резиновых смесей изучали на приборе реометр Monsanto 100-4L.

В качестве вулканизирующего агента выбрано вторичное сырье производства нефти и газа – абсорбент-алканоламин. В Республике Узбекистан [4] для очистки нефти и газа от кислых газов (H_2S , CO_2) применяются следующие алканол амины: моноэтаноламин, диэтаноламин, метилдиэтаноламин (таблица 1).

Таблица 1.

Физико-химические свойства исходных и отработанных алканол аминов

Исходные и отработанные алканол амины	Концентрация		Температура кипения (180 кПа), °С	Температура заморозки, °С	Вязкость 0 °С, 103 Па * с
	кмол/м ³	%			
МЭА	2,5	15	170	–5	1,0
ОМЭА	2,5	65	183	–11	1,6
ДЭА	2	21	280	–5	1,3
ОДЭА	2	71	291	–12	2,0
МДЭА	2	24	248	–6	1,06
ОМДЭА	2	74	266	–14	2,9

*МЭА – моноэтаноламин; ОМЭА – отработанные моноэтаноламины; ДЭА – диэтаноламин; ОДЭА – отработанные диэтаноламины; МДЭА – метилдиэтаноламин; ОМДЭА – отработанные метилдиэтаноламины.

Установлено изменение физико-химических свойств вторичных алканол аминов за счет абсорбции кислых газов из состава природного газа, т.е. увеличилась температура кипения и вязкость, а также понизилась температура заморозки. Исследование их состава показало, что в основном они состоят из абсорбированных кислых газов и их соединений (H_2S , CO_2 , CO и другие). На основании этого мы решились применять вторичные алканол амины в производстве композиционных эластомерных материалов в качестве ускорителя вулканизации каучуков. Для это удалили воду из их состава [1].

Исследования показали, что при введении 3 мас.ч. на 100 мас.ч. каучука вторичных алканол аминов в составе бутадиен-стирольных каучуков начало вулканизационного процесса ускоряется, время вулканизации уменьшается и плотность вулканизационной сетки увеличивается (рис. 1). В этом случае вторичные алканол амины рекомендуются для вулканизации тонкослойных мелких резинотехнических изделий.

Рисунок 1. Влияние ускорителей на кинетику вулканизации резиновых смесей на основе каучука СКМС-30 АРКМ-15:

1 – ДФГ; 2 – ФАЖК; 3 – отработанный алканоламин; 4 – ФАЖК + отработанный алканоламин

В работе [6] исследовано влияние фосфатированных алкиламидов жирных кислот (ФАЖК), полученных из вторичного сырья переработки хлопкового масла – госиполовой смолы, на кинетику вулканизации каучуков. Молекулярная масса фосфатированных алкиламидов жирных кислот равна 1100–1200. Изучение их состава методом инфракрасной спектроскопии показало, что при 900, 1070, 1210, 1310 и 1370 см^{-1} ; 2360, 2930 и 3300 см^{-1} имеются полосы поглощения, которые относятся к следующим функциональным группам: CO , N , $\equiv\text{R} = \text{O}$, O , N-H , которые предопределили возможность использовать их в качестве вулканизирующих ускорителей. Применение фосфатированных алкиламидных жирных кислот в качестве вулканизирующих агентов в композиционных эластомерных материалах показало, что с увеличением их содержания увеличивается время начала вулканизации, это дает возможность получения резинотехнических изделий и шин с большими габаритами и сложными рисунками (рис. 1).

Установлено, что вторичные алканол амины ускоряют начало процесса вулканизации, а фосфатированные алкиламиды жирных кислот замедляют

начало процесса вулканизации каучуков, в связи с чем рекомендуется их смешение в соотношении 1:1 при температуре 318–323 К в течение 30 минут, при котором образуется коллоидная система.

Полученные модифицированные композиции добавляли в состав каучуков и изучали их влияние на процесс вулканизации. При добавлении серных вулканизирующих систем вместо дифенилгуанидин (ДФГ) время вулканизации по сравнению с использованием вторичных алканол аминов уменьшилось, а в случае добавления фосфатированных алкиламидов жирных кислот время вулканизации увеличилось, значит, разработанные модифицированные вторичные алканол амины возможно применять в качестве ускорителя вулканизации (рис. 1).

Известно, что композиты, содержащие металлические оксиды, возможно использовать в качестве активатора вулканизации каучуков. В связи с чем изучали физико-химические свойства ангреного каолина (табл. 2).

Таблица 2.

Химическая свойства ангреного каолина

Показатели	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	FeO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Водорастворимые соли, %	Влажность, %
Количество, %	51,20	43,40	0,60	0,21	0,30	1,2	1,02	0,21	0,01	0,05	0,10	1,7

Из таблицы видно, что модифицированный ангреновый каолин состоит в основном из SiO₂, Al₂O₃, TiO₂, СаО, MgO, Fe₂O₃ и FeO, общая формула которых $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. В составе ангреного каолина имеются оксиды металлов [3], поэтому его можно использовать одновременно в качестве активатора вулканизации и наполнителя в композиционных эластомерных материалах (табл. 3).

Из таблицы видно, что при добавлении ангреного каолина 40 мас.ч. и 5 мас.ч. оксида цинка на 100 мас.ч. каучука вместо еленинского

каолина физико-механические свойства вулканизатов повышаются на 10–15 %, однако тепловое старение (100 °С при 72 часах) составляет 0,4 %, а с еленинским каолином этот показатель составляет 0,6 %. Исследование показало, что без добавления в состав резиновых смесей активаторов можно получать с ангреном каолином резины с высокими физико-механическими свойствами, это объясняется содержащимися оксидами металлов в составе ангреного каолина.

Таблица 3.

Влияние ангреного каолина 40 мас.ч. на физико-механические свойства стандартной резиновой смеси на основе каучука СКМС-30 АРКМ-15

№	Показатели	40 мас.ч. ЕК + 5 мас.ч. ZnO	40 мас.ч. АК + 5 мас.ч. ZnO	40 мас.ч. АК
1.	Прочность при разрыве, МПа	9,6	10,2	9,1
2.	Разрыв на растяжения, мм	340	360	380
3.	Остаточное удлинение, мм	20	20	22
4.	Прочность на раздир, МПа	0,8	0,7	0,7
5.	Коэффициент теплового старения, 100 °С, 72 часа	0,6	0,4	0,2

Для применения ангреного каолина в композиционных эластомерных материалах можно использовать два метода: во-первых, уменьшить металлические оксиды в составе ангреного каолина по требованиям ГОСТа (0,3 %), однако это невозможно, потому что 1,02 % – FeO, который невозможно очистить по существующим технологиям,

в связи с этим мы применили второй метод модификации, его модифицировали 5–10–15 мас.ч. с модифицированными алканол аминами и изучали влияние на кинетику вулканизации резиновых смесей, технологические и физико-механические свойства резин. Из стандартного рецепта удалены ускоритель и активатор вулканизации, а также наполнитель, вместо

них добавляли модифицированный ангренский каолин.

Рисунок 2. Влияние ингредиентов на кинетику вулканизации резиновой смеси на основе СКМС-30 АРКМ-15:

1 – стандартный рецепт; 2 – 40 мас.ч. АК; 3 – 40 мас.ч. МАК

При добавлении в состав СКМС-30АРКМ-15 40 мас.ч. на 100 мас.ч. каучука вначале конец и плотность вулканизационной сетки соответствуют стандартному рецепту (рис. 2). Определены результаты

исследования технологических и физико-механических свойств и показано, что теплостарение соответствует стандартным требованиям (табл. 4).

Таблица 4.

Влияние модифицированного ангренского каолина на физико-механические свойства резины на основе каучука СКМС-30 АРКМ-15

№	Показатели	Стандартный рецепт	40 мас.ч. АК	40 мас.ч. МАК
1.	Прочность при разрыве, МПа	9,6	9,1	11,4
2.	Разрыв на растяжение, мм	340	380	320
3.	Остаточное удлинение, мм	20	22	18
4.	Коэффициент теплового старения, 373 К, 72 часа	0,4	0,2	0,8

Таким образом, применение модифицированного ангренского каолина с 10 мас.ч. модифицированным вторичным алканоломином образует комплекс с оксидами железа, которые не влияют на тепловое ста-

рение вулканизаторов, при этом наполнение резиновых смесей с модифицированным ангренским каолином позволяет сократить в рецептуре количество активатора и ускорителя вулканизации, а также минерального наполнителя.

Список литературы:

- Ахмаджонов С., Вапаев М.Д., Тешабаева Э.У. Органические ускорители вулканизации для каучуков // Всероссийская школа-конференция молодых ученых «Фундаментальные науки – специалисту нового века» с международным участием (20–24 апреля 2020 г.). – Иваново. – 230 с.
- Гоффман В. Вулканизация и вулканизующие агенты. – Л.: Химия, 1988. – 465 с.
- Ибадуллаев А., Тешабаева Э.У., Таджибаева Г.С. Модификация вторичного ангренского каолина и его влияние на свойства резин // Научно-технический и производственный журнал «Горный вестник Узбекистана». – Ташкент, 2008. – № 1. – С. 34–35.
- Кахаров Б.Б., Нигматова Д.И., Тешабаева Э.У. Вторичное сырье производства нефти и газа. Адсорбент-алканолмины как ускорители вулканизации каучуков // International conference «Innovations in the oil and gas industry, modern power engineering and actual problems». May 26, 2020. – Tashkent. – P. 679–680.
- Корнев А.Е., Буканов А.М., Шевердяев О.Н. Технология эластомерных материалов. – М.: НППА Истек, 2009. – 524 с.
- Тешабаева Э.У., Сейдабдуллаев Я., Ибадуллаев А.С. Исследование влияния фосфотированных алкиламидов жирных кислот на формирование структуры вулканизационной сетки и свойств композитов // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences Austria. – 2016. – № 3–4. – С. 92–96.

7. Ibodullaev A., Teshabaeva E. Rezina qorishmalarini ishlab chiqarish texnologiyasi. – Toshkent : Tafakkur bostoni, 2014. – 160 b.
8. Investigation of modified angren caoline as filling and activator of vulcanization of some elastomeric compositions / M.D. Vapaev, S.A. Akhmadzhonov, E.U. Teshabaeva, A. Ibadullayev // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences Austria. – 2018. – № 9–10. – P. 29–33.

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КУЛЬТУРЫ ТКАНЕЙ МЕТОДОМ IN VITRO

Камалов Акмалхон Вохидович

ассистент, Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган
E-mail: akmalxon7005@gmail.com

Эргашев Ойбек Каримович

д-р хим. наук, проректор по научной работе и инновациям,
Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган
E-mail: oybek_0701@bk.ru

Исакова Ойгул Мадаминжановна

ассистент, Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган
E-mail: oygulisakova1983@mail.ru

Хайдарова Маржона Орифжоновна

студентка, Наманганский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Наманган

TECHNOLOGY OF CULTIVATION OF POTATOES USING TISSUE CROPS BY THE IN VITRO METHOD

Akmalkhon Kamalov

Assistant, Namangan Engineering and Technological Institute
Republic of Uzbekistan, Namangan

Oybek Ergashev

Doctor of Chemical Sciences, Vice-Rector for Research and Innovation
Namangan Engineering and Technological Institute
Republic of Uzbekistan, Namangan

Oygul Isakova

Assistant, Namangan Engineering and Technological Institute
Republic of Uzbekistan, Namangan

Marjona Khaidarova

Student, Namangan Engineering and Technological Institute
Republic of Uzbekistan, Namangan

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются результаты теоретических и практических работ, таких как выращивание растений картофеля, свободных от различных заболеваний, с использованием культуры тканей, сохранением гена элитного поколения картофеля. Было высказано предположение, что метод размножения растений in vitro имеет ряд преимуществ и может отличаться от других методов.

ABSTRACT

The article discusses the results of theoretical and practical work, such as growing potato plants free from various diseases using tissue culture, preserving the gene of the elite generation of potatoes. It has been suggested that in vitro plant propagation has several advantages and may differ from other methods.

Ключевые слова: биотехнология, клетка, ткань, ген, селекция, питательная среда, ингибитор, ауксин, цитокин, in vitro, вирус, бактерии, грибы, зрелое растение.

Keywords: Biotechnology, cell, tissue, gene, selection, nutrient medium, inhibitor, auxin, cytokine, in vitro, virus, bacteria, fungi, mature plant.

С помощью методов культивирования тканей картофеля были достигнуты защита генов, предотвращение заболеваний, быстрое размножение и использование размножения в широком масштабе.

Генные ресурсы могут быть защищены при замедлении роста растения в среде культуры. Этот процесс может быть достигнут путем добавления в окружающую среду веществ, которые вызывают рост, а также изменения питательных веществ или температуры окружающей среды. Кроме того, генное происхождение может быть обеспечено быстрым или постепенным замораживанием культуры.

Заболевания (особенно вирусы), грибковые бактерии, вызывающие большие проблемы с растением картофеля, могут быть уничтожены из растения путем культивирования растительных тканей.

Быстрое размножение растения без вирусов или с чистой тканевой культурой отличается тем, что из 1 ткани можно получить более 1000 растений.

Кроме того, культура тканей используется при размножении мутаций, селекции, выносливости и гибридизации.

Несмотря на изучение культуры тканей, методов производства, начатое в конце XIX и начале XX веков, пока не было обнаружена подходящая питательная среда, процесс развития не был показан. После изучения среды искусственного питания исследования привели к новым изменениям и нашли практическое применение в настоящее время во многих растениях.

В развитых и развивающихся странах при производстве картофеля используется культура тканей для защиты генов, устранения заболеваний и быстрого размножения.

Чтобы обеспечить постоянство генотипа в картофеле, ткани, кроме культур, необходимо ежегодно производить в полевых условиях. В этих условиях есть некоторые преимущества сохранения постоянства генотипов с тканевой культурой по сравнению с производством:

а) производство генотипа глины в полевых условиях является сложным и дорогостоящим по сравнению с культурой тканей;

б) в полевых условиях существует экологическая и патогенная опасность;

в) не теряя свойства дикого генотипа, используемого для племенного материала, его можно хранить и производить только в регионах, где находится источник гена. Однако тысячи копий с тканевой культурой можно сделать без потери каких-либо признаков;

г) легко и дешево распространять воспроизводимые генотипы с культурой тканей на международном уровне;

д) генотип может быть изготовлен в больших количествах за короткий промежуток времени, когда требуется культура тканей;

е) культивирование тканей возможно в любое время года без климатической зависимости.

Благодаря вышеперечисленным преимуществам для сохранения генных источников в картофеле ис-

пользовалась культура тканей. Хранение генных ресурсов в тканевой культуре осуществляется в основном в 2 этапа:

1 – замедление роста рассады в культурной среде;

2 – осуществляется путем замораживания растительных тканей в среде культуры.

Процесс замедления роста растений в культурной среде осуществляется 3 различными способами:

А). Использование в среде *in vitro* химически-биологически активных веществ, предотвращающих рост, снижает темпы роста саженцев, продлевая срок их пребывания в окружающей среде. Он отличается реакцией на соединения граната и растительных материалов. Некоторые ингибиторы роста, используемые в культуре тканей, используются следующим образом: малеиновый гидразид (МН) задерживает развитие семени при добавлении 10 мг/л среду культуры.

Диаминозид (В 995), используемый в качестве опрыскивателя листьев в азалиях и хризантемах, замедляет рост семян при опрыскивании до 100 мг/л среду культуры.

Абсорбционная кислота (АБА) контролирует сон при добавлении в среду культуры ее 15 мг/л раствора, а также замедляет рост. Она использовалась в качестве ингибиторов роста в фенольных соединениях, таких как транс-корковая кислота (ТСА).

Б). Увеличение осмотического давления среды. Второй способ ограничить рост – это уменьшить содержание воды, благоприятной для культуры роста, повышая осмотическое давление окружающей среды. Используется для осмотического сахара (маннитол и сорбитол и др.). Для этой цели подходит добавление 6 % маннитола в окружающую среду. Кроме того, рост рассады замедляется за счет изменения концентрации сахарозы в окружающей среде. При добавлении 250 мл сахарозы в среднecультурную или каждые 60 мл емкости по 20 мл скорость роста семян меняется. Действие сахарозы питательное или осмотическое.

С). Регулировка температуры инкубации у растений, как и у многих живых организмов, происходит при определенных температурах ферментной активности. Были выявлены биохимически оптимальные температуры этих ферментов. Соответственно, определяются оптимальные температуры для растений. В витражной среде рост ограничен, если растения хранятся при оптимальной температуре выше или ниже оптимальной. Растение не должно подвергаться чрезмерному стрессу во время этого процесса. Стресс наблюдается, когда растения держатся ниже -3°C и выше 28°C . Если температура держится в этих пределах, растение выживает и продолжает расти. Рост картофельного растения происходит при температурах не менее $6-22^{\circ}\text{C}$. Процесс роста минимизируется, если растения выдерживают при температуре 2°C в течение 16 часов днем и 6°C в течение 8 часов ночью.

Для минимального роста чаще используют фитогормоны и меристемную культуру, потому что они генетически более устойчивы к культуре мозолей и

клеток. Кроме того, в инкубационный период она должна содержать 1 мг/л 6-бензеламинапурина при 22 °С, или 0,5 мг/л 3-индоловую уксусную кислоту в течение двух дней, или 0,2 мг/л сибирскую кислоту при 27 °С. Эта культура создает минимальную среду роста.

Это делается путем замораживания растительных тканей в среде культуры. Замороженные растительные ткани культуры можно хранить долго, замораживая при такой низкой температуре как –196 °С. Потому что при низких температурах все обменные явления прекращаются, а генетических изменений не происходит. Кончик губка, меристема, соматическая клетка, протопласт, зародыш, муравейник и пыльцевые культуры используются для замораживания. Способность замораживания определенной ткани зависит от того, как предотвращают или минимизируют повреждение кристаллов льда в каждой клетке ткани. Диметилсульфоксид, этиленгликоль, диэтиленгликоль, пропиленгликоль, рекомителен, тетрамин, диметилацетамид, поливинил пирролидон и различные виды сахара используются для защиты культуры от холода, хранения, замораживания.

В настоящее время два подхода помогают защитить ткани от замерзания:

1 – очень быстро замерзающие кристаллы льда, образующиеся в 1-й ячейке, становятся микробными при быстром замерзании. Они не разрушают клеточные мембраны и внутренние органеллы. Кроме того, чтобы избежать кристаллизации, процесс плавления должен проводиться достаточно быстро. Этот метод является успешным методом замораживания концов побегов;

2 – постепенное замораживание происходит медленно и постепенно, процесс замораживания относится ко многим тканевым культурам. Повреждение клетки зависит от замораживания внешних частей. По мере того как клетки остывают, жидкость вокруг них постепенно замерзает из-за ледяных центров.

Тем временем внутриклеточная жидкость еще не замерзает. Давление водяного пара, которое происходит с образованием льда снаружи, притягивает внутриклеточную воду. В результате точка замерзания клетки расплавляется. Таким образом, защита генов в картофеле более генетически вредна. Но такая защита дороже других способов, так как требуются частные объекты. Для избавления растений от вирусных заболеваний используют 2 методики:

1) при таком способе растения хранят при определенной температуре и уничтожают вирусы. В условиях высокой температуры репликация вирусов не допускается. В исследованиях, проведенных в Соединенных Штатах, вирусы PVYCV были устранены, когда растение хранилось в течение 56 дней при 35 °С или 39 °С в нескольких сортах картофеля.

Некоторые исследователи рекомендовали различные виды температурных применений при термической обработке. В исследовании, проведенном в Индии, было установлено, что растение было свободным от вирусов PVYCV, когда оно хранилось в течение 32 месяцев при 2 °С, а затем 4 месяца при 29 °С. Из-за ухудшения всходов, образования мутантных линий, обесцвечивания, а иногда и отсутствия всходов не считается подходящим методом термической обработки;

2) лучший способ избавиться от вирусов – использовать вирус в протопластах, в клеточных культурах, в связи с чем культура верхушечной меристемы дает наилучшие результаты. Несмотря на то что меристемская культура перечисляет все особенности хозяина растения, она может быть изменена мутациями в других культурах.

В заключение следует отметить, что, используя культуру тканей, мы можем контролировать процессы роста растений, сортировать те поколения, которые нам нужны, и получать большое количество растений.

Список литературы:

1. Артикова Р., Муродова С. Сельскохозяйственная биотехнология : учеб. пособие. – Ташкент : Наука и технология, 2011. – 288 с.
2. Давронов К., Худжамшукуров Н. Общая и техническая микробиология : учеб. пособие. – ТашГАУ, 2004. – 280 с.
3. Лабораторно-практические занятия по сельскохозяйственной биотехнологии : методические указания / Г.М. Артамонова, С.И. Герасимова [и др.]. – М. : Издательство МСХА, 1991. – 165 с.
4. Лабораторные занятия по микробиологии : учеб. пособие / М.А. Зупаров [и др.]. – ТашГАУ, 2014. – 113 с.
5. Мустакимов Г. Основы физиологии растений и микробиологии : учеб. пособие / преподавательский состав. 1995. – 359 с.
6. Сельскохозяйственная биотехнология : учеб. пособие для проведения лабораторных занятий / М.А. Зупаров [и др.]. – ТашГАУ, 2016. – 104 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЦЕТИЛИРУЕМОСТИ ХЛОПКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ПОСЛЕ ПОВЫШЕНИЯ ЕЁ РЕАКЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ

Сайфутдинов Рамизитдин

*д-р техн. наук, профессор кафедры «Промышленная экология»
Ташкентский химико-технологический институт,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: say-ram@mail.ru*

Рахманбердиев Гаппар

*д-р хим. наук, профессор кафедры «Технология целлюлозы и деревообработки»
Ташкентский химико-технологический институт,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: graxmanberdiyev@mail.ru*

Мухитдинов Умид Давранович

*старший преподаватель кафедры «Технология целлюлозы и деревообработки»
Ташкентский химико-технологический институт,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: muxitdinovu@mail.ru*

STUDY OF ACETYLABILITY OF COTTON CELLULOSE AFTER INCREASING ITS REACTIVITY

Ramizitdin Sayfutdinov

*Doctor of Technical Sciences, professor Department of Industrial Ecology
Tashkent Institute of Chemical Technology,
Uzbekistan, Tashkent*

Gappar Rakhmanberdiyev

*Doctor of chemical Sciences, professor Department of Technology of cellulose and woodworking Tashkent Institute of
Chemical Technology,
Uzbekistan, Tashkent*

Umid D. Mukhitdinov

*Independent researcher, senior lecturer Department of Technology of pulp and woodworking
Tashkent Institute of Chemical Technology,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В данной работе приведены результаты исследования возможности замены древесной массы, импортируемой из зарубежных стран, на отечественную хлопковую целлюлозу путем повышения реакционной способности хлопковой целлюлозы для химической переработки, улучшения качества получаемого продукта и повышения скорости реакции этирификации.

ABSTRACT

This paper presents the results of a study of the possibility of replacing wood pulp imported from foreign countries with domestic cotton cellulose by increasing the reactivity of cotton cellulose for chemical processing, improving the quality of the resulting product, and increasing the rate of the etirification reaction.

Ключевые слова: Хлопковая целлюлоза, электрообработка, реакционная способность, триацетат целлюлозы (ТАЦ).

Keywords: Cotton cellulose, electrical treatment, reactivity, cellulose triacetate (TAC).

Введение. Для осуществления химической реакции в цепях хлопковой целлюлозы важную роль иг-

рают её морфологические и надмолекулярные структуры. Следовательно, в определении свойств химической перерабатываемой хлопковой целлюлозы

необходимо изучить структурные изменения, происходящие в процессе её получения с применением новейших физических методов исследования [1].

В процессе кислородно-щелочной варки, также как и при других способах варки, наряду с облагораживанием природной целлюлозы, происходят и ее структурные изменения.

Необходимо проведение исследований по выявлению изменений макро- и микроструктуры целлюлозного источника в зависимости от условий варки и выбора оптимального режима [2].

Объекты и методы исследования. Нами были проведены исследования по активации хлопковой целлюлозы электрическим зарядом, с целью уменьшения кристаллических участков, которые способствуют снижению реакционной способности хлопковой целлюлозы [3-6].

Целью данной работы было исследование ацетилируемости хлопковой целлюлозы после обработки электрическим зарядом.

Для исследований подготовлены следующие образцы хлопковой целлюлозы: без активации – контрольный образец (1), увлажненная (2) целлюлоза (рН=7) и целлюлоза увлажненная раствором электролита (3). В качестве электролита были выбраны различные водорастворимые соли.

Путем воздействия электрического заряда на увлажненную электролитом хлопковую целлюлозу можно снизить содержание кристаллических участков, при котором целлюлоза аморфизуется до значительных единиц;

Снижение кристаллических участков позволило увеличить реакционную способность хлопковой целлюлозы к этерификации, в том числе к ацетилированию [3-6].

В дальнейших исследованиях были изучены перерабатываемости образцов хлопковой целлюлозы, полученные при различных условиях на триацетат-целлюлозу.

Ацетилирование осуществляли следующим образом: к 1 части целлюлозы с влажностью 7-8 % добавляли 2,4 части ледяной уксусной кислоты и перемешивали в течение одного часа при температуре 38 °С. Затем был добавлен раствор, состоящий из 4 частей серной кислот ($\alpha=1,84$). Перемешивание продолжали при той же температуре еще 45 мин. После этого смесь охлаждали примерно до 18°С. При этой температуре добавляли еще 2,7 части 98 % уксусного ангидрида и 6,12 % от массы исходной целлюлозы серной кислоты. Температуру медленно, в течение 2,0-2,5 часов поднимали до 32-35 °С, одновременно продолжая перемешивание. К концу обработки реакционная масса превращалась в вязкий и прозрачный сироп, свободный от волокон. К полученному таким образом сиропу были добавлена смесь одной части воды с двумя частями уксусной кислоты. Смесь добавляли осторожно по каплям в течение 1 часа, так как при этой операции за счет гидратации избытка уксусного ангидрида, выделяется значительное количество тепла [7].

В табл.1 представлены физические характеристики полученных сиропов триацетатов целлюлоз (ТАЦ).

Таблица 1.

Физические характеристики сиропов ТАЦ

№	Условия активации с добавками	Характеристики сиропа			
		Прозрачность, %	Фильтруемость, см ³ /70 мин	Вязкость, ПаС	ПК
1	Без добавок	52,3	295	31,1	9,2
2	Увлажненная хлопковая целлюлоза	70,2	334	35,3	11,8
3	Хлопковая целлюлоза увлажненная электролитом	77,3	535	27,5	14,9

Как следует из табл. 1, наивысший показатель качества (ПК) наблюдался у хлопковой целлюлозы увлажненной электролитом и обработанной электрическим зарядом (образец 3). Относительно низкие показатели качества в случае целлюлозы, увлажненной чистой водой (образец 2)

Для оценки физико-механических свойств полученного триацетатцеллюлозы были отлиты пленки. С этой целью готовили 5 %-ный раствор

ТАЦ в смеси с метиленхлоридметанолом при соотношении 9:1. Полученный раствор выливали на стеклянную поверхность. После сушки и снятия внутренних напряжений из пленок вырубались образцы и подвергались анализу.

В таблице 2 представлены физико-механические свойства пленок полученных триацетатов целлюлозы.

Таблица 2.

Физико-механические свойства пленок триацетатов целлюлозы

ПК сиропа	η	Разрывная прочность, кгс/см ²	Разрывное удлинение, %	Число двойных изгибов, цикл.
9,2	1,85	693	6,7	115
11,8	2,43	755	9,3	161
14,9	2,14	839	8,5	275

Далее полученные ацетатные сиропы перерабатывались на волокна. Перед подачей на формование волокна сироп подвергался трехкратной фильтрации с применением фильтров с диаметром отверстий 70 микрон. В качестве остудительной ванны использовались водные растворы уксусной кислоты. Волокна

принимались на отжимные вальцы и подвергались пластификационной вытяжке.

В табл. 3 приведены физико-механические показатели полученного штапельного волокна.

Таблица 3.

Физико-механические свойства ацетатного волокна

ПК сиропа	Физико-механические показатели		
	Прочность на разрыв, км	Разрывное удлинение, %	Число двойных изгибов
9,2	12,7	25,6	2850
11,8	15,9	27,7	3070
14,9	13,4	36,1	3180

Из данных, приведенных в таблице 3, следует, что ацетатное волокно, полученное на основе целлюлозы (опыт 3), имело сравнительно высокие физико-механические свойства.

Вывод. На основании проведенных исследований можно сделать следующие:

1. Путем воздействия электрического заряда на увлажненную электролитом хлопковую целлюлозу достигнута снижение кристаллических участков;
2. Снижение кристаллических участков хлопковой целлюлозы позволило равномерный доступ химическим реагентам к недоступным кристаллическим

участкам хлопковой целлюлозы и вступать в химические реакции с гидроксильными звеньями целлюлозы.

3. Снижение кристаллических участков позволило увеличить реакционную способность хлопковой целлюлозы к ацетилованию;

4. Равномерное протекание реакции этерификации по всему объему обеспечил высокое качество готового продукта.

5. Достижение равномерного, стабильного проведения реакции этерификации, наряду с хорошим качеством продукта, обеспечивает устранение нестабильной работы технологической линии, что приводит к увеличению производительности продукта.

Список литературы:

1. Миркамилов Т.М. Технология хлопковой целлюлозы. -Ташкент: Фан, 1996. – с.272.
2. Сайфутдинов Р.С. Разработка химической технологии использования отходов хлопководства для производства древесно-стружечных плит и целлюлозы: Автореферат докт.тех.наук. -Ташкент, 1998. -с.49.
3. R.S. Sayfutdinov, U.D. Muxitdinov, N.M. Eshpulatov. // Technical science and innovation // №1/2020. Т., 35-42 бетлар.
4. Р.С. Сайфутдинов, У.Д. Мухитдинов, Н.М. Эшпулатов. // Разработка технологии получения хлопковой целлюлозы с высокой реакционной способностью к химической переработке // Ўзбекистон кимё журнали. -№1. -2020. -Т. - с.55-62.
5. R.S. Sayfutdinov, U.D. Muxitdinov, N.M. Eshpulatov. // Increasing reactivity cotton cellulose intended for acetylation // International Journal of Research. -2020. -Ind. - p.854-860.
6. R.S. Sayfutdinov, U.D. Muxitdinov, N.M. Eshpulatov. // Increasing reactivity of cotton celluloses for chemical processing // "Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering" (CONMECHYDRO-2020). -Т. -p.56-62.
7. Бозоров О.Н. Технология переработки низкосортного линта для получения эфиров целлюлозы: Автореферат канд.техн.наук. -Ташкент, 2005. -с.22.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ АЗОТНО-СЕРНОГО ЖИДКОГО УДОБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ

Назирова Рахнамохон Мухтаровна

доктор техн. наук (PhD), преподаватель кафедры “Технология хранения и первичной переработки сельскохозяйственной продукции”, Ферганский политехнический институт, Республика Узбекистан, г. Фергана

Мирзаолимов Акмал Набиевич

преподаватель кафедры “Химическая технология”, Ферганский политехнический институт, Республика Узбекистан, г. Фергана

Таджиев Сайфидин Мухиддинович

д-р техн. наук, профессор, заведующий лабораторией, лаборатория “Комплексных удобрений”, Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан, Республика Узбекистан, г. Ташкент

Мирсалимова Саодат Рахматжановна

*кандидат химических наук, доцент кафедры “Химической технологии”, Ферганский политехнический институт, Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: axnamoxon@mail.ru*

DEVELOPMENT OF NITROGEN-SULFUR LIQUID FERTILIZER TECHNOLOGY BASED ON LOCAL RAW MATERIALS

Rakhnamokhon M. Nazirova

Doctor of Technical Sciences (PhD), Lecturer at the Department of Storage Technology and Primary Processing of Agricultural Products, Fergana Polytechnic Institute, Republic of Uzbekistan, Fergana

Akmal N. Mirzaolimov

Lecturer of the Department of Chemical Technology, Fergana Polytechnic Institute, Republic of Uzbekistan, Fergana

Sayfidin M. Tadjiev

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Laboratory, Laboratory "Complex Fertilizers", Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Republic of Uzbekistan, Tashkent

Saodat R. Mirsalimova

Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemical Technology, Fergana Polytechnic Institute, Republic of Uzbekistan, Fergana

АННОТАЦИЯ

Известно, что жидкие комплексные удобрения (ЖКУ) являются более перспективными и экономичными. Они не пылятся, не слеживаются, легко текучи, из-за отсутствия энергоемких стадий (упаривания, гранулирования, сушки, затаривания) процесс их производства менее сложен. Кроме того, с ЖКУ можно одновременно вводить в почву микроэлементы, ростовые вещества, гербициды и инсектофунгициды. При использовании ЖКУ обеспечивается их высокая равномерность распределения в почве.

В статье приведены результаты по разработке новых видов серосодержащих удобрений на основе местного сырья. Определено, что новый вид азотно-серного удобрения с содержанием серы 2,4 % можно получить без добавления воды. Дальнейшее повышение серы в жидком удобрении приводит к неполному растворению сульфата аммония. Определены реологические свойства полученных азотно-серных удобрений в зависимости от температуры. Установлено, что с повышением температуры снижается вязкость и плотность жидких азотно-серных

удобрений. Приведены расходные коэффициенты и материальный баланс для получения 1 т азотно-серного удобрения.

ABSTRACT

It is known that liquid complex fertilizers (LCF) are more promising and economical. They do not gather dust, do not cake, easily flow, due to the absence of energy-intensive stages (evaporation, granulation, drying, packing), their production process is less complicated. In addition, microelements, growth substances, herbicides and insectofungicides can be simultaneously introduced into the soil with LCF. When using ZhKU, their high uniformity of distribution in the soil is ensured.

The article presents the results of the development of new types of sulfur-containing fertilizers based on local raw materials. It was determined that a new type of nitrogen-sulfur fertilizer with a sulfur content of 2.4% can be obtained without adding water. A further increase in sulfur in liquid fertilizer leads to incomplete dissolution of ammonium sulfate. The rheological properties of the obtained nitrogen-sulfur fertilizers were determined depending on the temperature. It was found that with an increase in temperature, the viscosity and density of liquid nitrogen-sulfur fertilizers decrease. Consumption coefficients and material balance for obtaining 1 ton of nitrogen-sulfur fertilizer are given.

Ключевые слова: сложное удобрение, питательные вещества, листовой аппарат, внекорневое питание, сера, КАС-28, сульфат аммония.

Keywords: compound fertilizer, nutrients, leaf apparatus, foliar nutrition, sulfur, UAN-28, ammonium sulfate.

Введение: Как известно, растения способны усваивать некоторую часть питательных веществ непосредственно через листовой аппарат. Внекорневое питание позволяет в течение всего вегетационного периода целенаправленно снабжать растения питательными веществами в нужное время, стимулирует повышение потребления питательных веществ корнями растений дать растению недостающие элементы в требуемых количествах и соотношениях. При этом коэффициент усвоения растениями питательных веществ намного выше, чем при внесении в почву. Такое стимулирование потребления питательных веществ корнями растений позволяет снизить гектарную норму вносимых минеральных удобрений на 10-20 %.

Жидкие комплексные удобрения по сравнению с твердыми туками отличаются простотой производства, и полностью удовлетворяет требования сельскохозяйственного производства. При его производстве исключаются из технологического процесса энергоемкие стадии – упаривание, сушка, грануляция, классификация и другие, сокращаются пылегазовые выбросы в атмосферу.

За последние годы в мировой практике наблюдается увеличение объемов производства и применения жидких удобрений. Наибольший объем производства жидких удобрений среди развитых стран достигнут в США, Англии, Франции. По прогнозам специалистов, объем производства ЖКУ и их потребление в сельском хозяйстве в ближайшие 5-10 лет в развитых странах увеличивается в 2-4 раза.

Известно, что жидкие комплексные удобрения (ЖКУ) являются более перспективными и экономичными. Они не пылятся, не слеживаются, легко текут, из-за отсутствия энергоемких стадий (упаривания, гранулирования, сушки, затаривания) процесс их производства менее сложен. Кроме того, с ЖКУ можно одновременно вводить в почву микроэлементы, ростовые вещества, гербициды и инсектофунгициды. При использовании ЖКУ обеспечивается их высокая равномерность распределения в почве. ЖКУ можно вносить при вспашке, культивации, посеве и

уходе за посевом, а также вместе с поливной водой при орошении. Результаты статистических исследований в области производства и потребления жидких удобрений свидетельствуют о все возрастающей их роли в сельском хозяйстве. Это объясняется тем, что ЖКУ имеют ряд преимуществ перед твердыми удобрениями. ЖКУ не пылят, не слеживаются, отличаются свободной текучестью, а неблагоприятные климатические условия не оказывают существенного влияния на их качественные показатели. Оборудование и технология ЖКУ весьма просты. Их производство не требует строительства цехов по выпарке, гранулированию, сушке и затирке продукта. В процессе получения ЖКУ отсутствует проблема улавливания пыли и паров, которые всегда выделяются при гранулировании твердых удобрений. Насосы и трубопроводы, используемые для транспортирования жидких удобрений, значительно дешевле, чем транспортные средства для твердых удобрений, как по капитальным, так и эксплуатационным затратам. Простота аппаратного оформления и исключение из технологического процесса вспомогательных операций (сушка, гранулирование и др.) почти в 3 раза снижает удельные капитальные затраты, а также снижает стоимость переработки сырья в расчете на 1 т удобрений в натуре. Благодаря простоте технологической схемы и возможности полной механизации и автоматизации процесса в 3-4 раза сокращается численность обслуживающего персонала. Стоимость операций по хранению, внесению в почву и по загрузке при транспортировании ЖКУ значительно ниже, чем твердых удобрений. В отличие от процессов получения гранулированных удобрений, для достижения высоких экономических показателей производства ЖКУ не требуется создания агрегатов большой мощности.

Но в настоящее время в Республике практически отсутствуют технологии получения сложных препаратов универсального действия, как для корневой, так и для внекорневой подкормки, являющихся эффективными удобрениями.

В связи с этим возникает настоятельная необходимость по разработке и организации в опытно-промышленном масштабе производства новых видов жидких комплексных удобрений, обладающих высокой агрохимической эффективностью. Создание такого типа комплекснодействующих химических удобрительных средств является новым актуальным направлением в области химизации сельского хозяйства.

Исследованиями доказано, что применение комплексных препаратов, содержащих наряду с основными элементами питания (азот, фосфор, калий, кальций, магний и серу), физиологически активные вещества и средства защиты растений позволяет улучшить рост и развитие, увеличить урожайность растений, повысить их устойчивость к заболеваниям, позволяет полнее использовать основные элементы минерального питания и освобождает от лишних затрат на их индивидуальное внесение под культуру.

В смеси с ЖКУ возможно эффективное применение микроэлементов, гербицидов и инсектицидов, которые вводятся непосредственно в жидкие удобрения. Если результаты почвенно-растительной диагностики свидетельствуют о недостатке серы, применяются серосодержащие удобрения. Существует большое количество хороших серосодержащих удобрений, которые используются для удовлетворения потребностей растений в сере.

Серосодержащие удобрения – удобрительные вещества, содержащие химический элемент серу (S) в виде различных химических соединений. Применяются в основном и припосевное внесение, а также для корневых и внекорневых подкормок в течение вегетационного периода. Практически все сельскохозяйственные культуры хорошо отзываются на серу при фоне, достаточно удобренном другими макроэлементами, и при систематическом внесении в севооборот азотно-фосфорно-калийных удобрений. При применении серосодержащих удобрений не только увеличивается урожайность, но и повышается качество растительной продукции: значительно повышается содержание белковых веществ, сухого вещества, крахмалистых соединений в клубнях картофеля, возрастает доля товарной продукции.

Использование серосодержащих удобрений позволяет оптимизировать азотное питание и повысить отзывчивость сельскохозяйственных культур на высокие нормы азотных удобрений, предостерегает вылегание зерновых-колосовых, повышает коэффициент использования азота из удобрений, локально повышает доступность фосфора, кальция, магния и микроэлементов из почвы и внесённых под основное внесение минеральных удобрений. Научно доказана высокая потребность в сере (SO_4^{2-}) растений для которых высокое содержание серы в клетках растений является физиологически необходимой потребностью. Использование серосодержащих удобрений позволяет оптимизировать азотное питание и повысить отзывчивость сельскохозяйственных культур на высокие нормы азотных удобрений, предостерегает вылегание зерновых колосовых при повышенных

нормах азота. Серосодержащие удобрения непосредственно влияют на повышение коэффициента использования азота из удобрений, локально повышают доступность фосфора из труднорастворимых трикальцийфосфатов и улучшают качество продукции растениеводства. Использование серосодержащих азотных удобрений положительно влияет на качество горчицы, рапса, кукурузы, зерновых культур, овощной продукции (томатов и всех видов капусты). Так, например, на формирование 1 т кондиционных семян рапса, в среднем, потребляет 50 кг/га азота, 24 кг/га фосфора, 60 кг/га калия и до 20 кг/га серы в форме сульфата-иона (SO_4^{2-}). Т.е. по выносу на единицу продукции элементов питания, сера приближается к выносу фосфора и является важным макроэлементом питания данной культуры, непосредственно влияет на рост и развитие, а также формирование урожая и качество продукции. Это позволяет вывести роль серы из определения как мезо- и микроэлемента в ранг важного макроэлемента – неотъемлемой основы формирования полноценного урожая.

До недавнего времени при разработке системы удобрений вопросам питания растений серой особого значения не придавали, поскольку в применяемых удобрениях сера содержалась в достаточном количестве в качестве сопутствующего элемента. Однако переход сельского хозяйства на комплексные удобрения, не содержащие серу, и увеличение выноса питательных элементов из почвы в связи с ростом урожайности, а также некоторые другие причины поставили вопрос о внесении в почву серосодержащих удобрений.

К серосодержащим удобрениям относятся, как правило, комплексные удобрения, содержащие серу в виде иона SO_4^{2-} .

К минеральным серосодержащим удобрениям относят - простой суперфосфат, сульфат аммония, сульфат аммония-натрия, сульфат калия, калимагния, сульфат магния, азотосульфат, сульфоаммофос и другие.

Объекты и методы исследования: Для получения новых видов серосодержащих жидких удобрений использованы следующие компоненты:

- сульфат аммония (ГОСТ 9097-82) содержит не менее 21 % азота и не менее 24 % серы. Он взрыво- и пожаробезопасен. Вызывает раздражение верхних дыхательных путей, раздражает слизистую оболочку верхних дыхательных путей. Класс опасности по ГОСТ 12.1.005-88 – 3. ПДК в воздухе рабочей зоны 6 мг/м³;

- раствор КАС - жидкое азотное удобрение. Он не является пожароопасным и термически устойчив. КАС получается на основе смешивания 68-71,2 %-ного раствора карбамида и 89-91 %-ного раствора аммиачной селитры, нетоксичная жидкость, но при длительном воздействии может вызвать раздражение кожи. ПДК смеси паров и аэрозоля КАС в воздухе рабочей зоны производственных помещений – 25 мг/м³. По степени воздействия на организм КАС относится к веществам 4-го класса опасности по ГОСТ 12.1.007.

Результаты и их исследование: Для синтеза в лабораторной модельной установке нового вида жидкого удобрения использовали жидкое удобрение КАС-28 (АО «Farg'onaazot»), содержащее 40,20 % NH_4NO_3 , 30,00 % $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ и 29,80 % H_2O и сульфат аммония. Азотно-серное удобрение (таблицы 1,2) получено путем растворения кристаллического сульфата аммония в растворе КАС. Установлено, что из раствора КАС-28 можно получить без добавления воды новое жидкое удобрение с содержанием 2,4 % серы. При дальнейшем повышении содержания серы в жидком удобрении наблюдается неполное растворение сульфата аммония. Азотно-серное удобрение, полученное из 95 % КАС и 5 % сульфата аммония,

содержит 27,70 % общего азота, из них находится 47,98 % в амидной, 24,12 % в нитратной, а 27,91 % в аммиачной форме, 1,20 % серы в виде сульфата-иона и 28,31 % воды. Для получения азотно-серного удобрения с повышенным содержанием серы при растворении сульфата аммония в раствор КАС добавили минимальное количество воды. Например, жидкое удобрение, содержащее 22,80 % азота и 3,60 % серы, состоит в основном из 70 % раствора КАС (28,14 % NH_4NO_3 , 21,00 % $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ и 20,86 % H_2O), 15 % сульфата аммония и 44,80 % воды, из них 15 % воды израсходована для полного растворения сульфата аммония.

Таблица 1.

Химический состав жидкого азотно-серного удобрения на основе КАС, сульфата аммония и воды, %

№	КАС	СА	H_2O	N				S	H_2O
				общ.	амид.	нитр.	аммиач.		
1	95	5	-	27,70	13,29	6,68	7,73	1,20	28,31
2	90	10	-	27,36	12,58	6,34	8,44	2,40	26,80
3	85	10	5	25,94	11,88	5,98	8,08	2,40	30,33
4	80	10	10	24,54	11,18	5,63	7,73	2,40	39,80
5	70	15	15	22,80	9,79	4,93	8,08	3,60	44,80
6	60	20	20	21,03	8,39	4,22	8,42	4,80	49,80
7	50	25	25	19,28	6,99	3,52	8,77	6,00	54,80

Примечание СА - $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

Таблица 2.

Солевой состав жидкого азотно-серного удобрения на основе КАС, сульфата аммония и воды, %

№	КАС			$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	H_2O
	NH_4NO_3	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	H_2O		
1	38,19	28,50	28,31	5,00	-
2	36,18	27,00	26,80	10,00	-
3	34,17	25,50	25,33	10,00	5
4	32,16	24,00	23,80	10,00	10
5	28,14	21,00	20,86	15,00	15
6	24,12	18,00	17,80	20,00	20
7	20,10	15,00	14,90	25,00	25

Определены реологические свойства (таблица 3) полученных азотно-серных удобрений в зависимости

от температуры (20 – 30 °C). Установлено, что с повышением температуры снижается вязкость и плотность жидких азотно-серных удобрений.

Таблица 3.

Реологические свойства жидкого азотно-серного удобрения на основе КАС, сульфата аммония и воды

№	Температура, °C					
	20		30		40	
	μ	ρ	μ	ρ	μ	ρ
1	2,85	1,29	2,71	1,26	2,63	1,25
2	2,96	1,31	2,92	1,30	2,86	1,29
3	2,80	1,28	2,76	1,28	2,71	1,27
4	2,73	1,26	2,65	1,23	2,54	1,22
5	2,71	1,18	2,62	1,16	2,51	1,14
6	2,63	1,16	2,54	1,14	2,49	1,11
7	2,53	1,12	2,46	1,08	2,40	1,06

В таблице 4 и на рисунке 1 приведены расходные коэффициенты и материальный баланс при получении 1 т азотно-серного удобрения, содержащего

19,28-27,70 % N и 1,2-6,0 % S, на основе раствора КАС и сульфата аммония

Таблица 4.

Расходные коэффициенты при получении жидкого азотно-серного удобрения, кг

Наименование	Образцы жидкого азотно-серного удобрения						
	1	2	3	4	5	6	7
1.КАС, в т.ч.	950	900	850	800	700	600	500
NH ₄ NO ₃	381,9	361,8	341,7	321,6	281,4	241,2	201,0
CO(NH ₂) ₂	285	270	255	240	210	180	150
H ₂ O	283,1	268,2	253,3	238,4	208,6	178,8	149
2.(NH ₄) ₂ SO ₄	50	100	100	100	150	200	250
3.H ₂ O	-	-	50	100	150	200	25

Рисунок 1. Материальный баланс производства жидкого сложного азотно-серного удобрения на основе КАС

Заключение: Для разработки рекомендации по организации опытно-промышленного производства жидких удобрений на модельной лабораторной установке синтезированы новые виды препаратов - жидкие азотно-серные удобрения.

Изучены химические и солевые составы, а также определены реологические свойства жидких азотно-серных удобрений на основе раствора КАС и сульфата аммония. Жидкие удобрения в зависимости от соотношения компонентов содержат 19,28 % азота в аммиачной, нитратной и амидной формах, и 1,2 - 6,0 % серы в виде сульфат-иона.

Список литературы:

1. Кочетков В.Н. Производство жидких комплексных удобрений. М.: Изд-во «Химия», 1978. – 240 с.
2. Патент RU 2114092. C05 C9/00, C05 C13/00, опубл. 27.06.1998 г. Способ получения жидкого азотного удобрения с пониженным содержанием аммиака / Шафрановский А.В., Старшинов М.С.

Совместно со специалистами АО «Farg'onaazot» проведены технологические испытания получения новых видов жидких комплексных удобрений, установлены оптимальные технологические параметры, рассчитан материальный баланс, разработаны технологическая схема и проекты НТД (технологический регламент, технические условия и др.). Разработка будет внедрена после установления агрономической эффективности и определения маркетинговых исследований потребности рынка.

3. Патент СССР N 217661, С 05 С 9/00, 1/00 Способ получения жидкого азотного удобрения.
4. Набиев М.Н., Ибрагимова У.И., Ильясов А.И. и др. Жидкие сложные удобрения на основе азотнокислотной переработки фосфатов. –Ташкент.: Наука, 1965. - 404 с.
5. Набиев М.Н., Глаголева А.Ф. Жидкие сложные удобрения на основе азотнокислотного разложения фосфатов // Узб. хим. ж., 1960.- № 4.
6. Беглов В.М., Набиев М.Н. Изучение фильтрации в процессе получения жидких сложных удобрений СУМ-УЖ из фосфоритов Каратау на опытной установке // Минеральные и органоминеральные удобрения, структурообразователи почв и гербициды: В. сб. – Ташкент: ФАН, 1967. – 135-147 с.
7. Круглова Е.К., Киселев А.В., Алиев А.Т. и др. О применении сложных жидких удобрений на сероземах под хлопчатник, овощные и зерновые культуры // Химия и технология минеральных удобрений: В. сб. – Ташкент.: Фан, 1971. – 204-218 с.
8. Roziqova D.A., Sobirov M.M., Nazirova R.M., Hamdamova Sh.SH.// Obtaining Nitrogen-Phosphoric-Potassium Fertilizers Based on Waste Thermal Concentrate, Ammonium Nitrate and Potassium Chloride// International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 7, Issue 7, July 2020. page 14501-14504.
9. Назирова Р.М., Таджиев., Мирсалимова С.Р., Кодирова М.Р.//Сложные удобрения на основе азотнокислотной переработки небогащённой фосфоритной муки в присутствии нитрата аммония// Universum: технические науки: научный журнал. – № 6(75). Часть 3. М., Изд. «МЦНО», 2020. – стр 18-22. – Электрон. версия печ. публ.-<http://7universum.com/ru/tech/archive/category/675>.
10. Nazirova R.M., Khoshimov A.A., Tadjiyev S.M., Mirsalimova S.R. //Investigation of solubility kinetics and interaction of stabilizing additive in production of complex fertilizers based on granular nitrate and stabilizing additives//Academicia an international multidisciplinary research journal. 2020. vol 10.issue 5,may page 657-664.
11. Назирова Р.М., Таджиев С.М., Хошимов А.А., Мирсалимова С.Р.// Изучение физико-химических свойств добавок при производстве новых видов сложных стабилизированных удобрений// Universum: технические науки: научный журнал. – № 5(74). Часть 2. М., Изд. «МЦНО», 2020. – стр 69-73. – Электрон. версия печ. публ.-<http://7universum.com/ru/tech/archive/category/574>.
12. Назирова Р.М., Таджиев С.М., Мирсалимова С.Р., Хамдамова З.// Интенсификация процесса получения комплексных удобрений на основе местного сырья//Научно-методический журнал "Наука, техника и образование" - 2019-№9 (62) с.8-12.
13. Собиров М.М., Икрамов М.Х., Таджиев С.М.// Суспендированное сложное NPK-удобрение на основе местного сырья// Universum: Химия и биология : электрон. научн. журн. 2019. № 1(55). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/6779>
14. Собиров М.М., Икрамов М.Х., Таджиев С.М.// Суспендированное сложное NPK-удобрение на основе кальцийсодержащего шлама// Universum: Химия и биология : электрон. научн. журн. 2019. № 1(55). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/6739>

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ДОНАКСИНА ИЗ РАСТЕНИЯ *ARUNDO DONAX.L* И СИНТЕЗ ЕГО ПРОИЗВОДНЫХ НА ОСНОВЕ ДОНАКСИНА

Нумонов Мухаммадражаб Адхамжон угли

ассистент, Ферганский политехнический институт,
Узбекистан, г. Фергана

E-mail: qalampir2017@gmail.com

Содиқов Усмонали Худоберганович

ассистент, Ферганский политехнический институт,
Узбекистан, г. Фергана

E-mail: qalampir2017@gmail.com

EXTRACTION OF DONAXIN FROM *ARUNDO DONAX.L* PLANT AND SYNTHESIS OF ITS DERIVATIVES BASED ON DONAXIN

Mukhamadrajab Numonov

assistant, Ferghana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Ferghana

Sodiqov Usmonali

assistant, Ferghana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Ferghana

АННОТАЦИЯ

На основании экспериментов описаны методы анализа алкалоидов, биологическая классификация растения *ARUNDO DONAX.L*, выделение алкалоида донаксин из *ARUNDO DONAX.L*, синтез его производных на основе алкалоида донаксин.

ABSTRACT

Based on the experiments, methods for the analysis of alkaloids, the biological classification of the *ARUNDO DONAX.L* plant, the isolation of the donaxine alkaloid from *ARUNDO DONAX.L*, and the synthesis of its derivatives based on the donaxine alkaloid are described.

Ключевые слова: алкалоид, *Arundo donax.L*, спиртовая экстракция, фурфурол, древесная щепка, хлороформидный экстракт, прослизиновой кислоты.

Keywords: alkaloid, *Arundo donax.L*, alcohol extraction, furfural, wood chips, chloroformid extract of proslysic acid.

Растение *Arundo donax.L* богато алкалоидами, что побудило нас к его исследованию. Исследования проводились над растением *Arundo donax.L*, который растет в Учкуприкском районе Ферганской области. Были собраны верхушки растения *Arundo donax.L* и высушены в прохладном проветриваемом месте. Работу продолжили в лаборатории для отделения алкалоида донаксина от сырья: 2 кг измельченного растительного материала размером 2–5 мм 6 раз экстрагировали 80% -ным раствором этилового спирта.

Для первой экстракции использовано 4 л экстрагента. Время выдержки 10 часов, в результате которого экстрагируют 2 л экстракта. Для второй экстракции использовано 2 л экстрагента. Точно так же экстракты алкалоидов с третьего по шестой экстрагируют путем выдержки в течение 8, 8, 6 и 6 часов.

Экстракты объединяют и концентрируют в вакууме при 50–60 °С до 10% от их предыдущего объема. Остаток отфильтровывают, подщелачивают 7% -ным раствором гидроксида натрия до pH 10–12, алкалоиды 4 раза экстрагируют хлороформом.

Алкалоиды из экстракта с хлороформом 4 раза экстрагируют 5% -ным раствором серной кислоты. Раствор алкалоидов с серной кислотой дважды промывают хлороформом и подщелачивают 7% -ным раствором гидроксида натрия до pH 10–12, алкалоиды 3 раза экстрагируют хлороформом, концентрируют и затем сушат.

Осадок алкалоида обрабатывают 20 мл этилового спирта, насыщенного хлористым водородом, чтобы осадить алкалоид донаксина. Выпавший в осадок гидрохлорид донаксина отфильтровывают. Донаксин

гидрохлорид, восстановленный до основания, был растворён в хлороформе.

Из полученной смеси отделили донаксин путём удаления растворителя. После были проведены работы по получению производных этого вещества.

Алкалоид донаксин является основным компонентом растения Арундо донакс. В течение определенного вегетационного периода его содержание в воздухе достигает 0,14% от массы высушенных растений.

Доступность веществ на основе донаксина даёт нам возможность получать вещества, которые проявляют фармакологическую активность в той или иной степени.

В 10 мл метилового спирта добавляют кусок натрия и хорошенько насыщают. Затем добавляют 0,5 г донаксина, хорошо перемешивается и оставляется на одни сутки в покое. Через определённое время отделяется осажённый N-натрий донаксин.

Извлечение фурфурола из древесной части растения

Фурфурол - это один из основных продуктов, используемых в органическом синтезе. По технологии, сельскохозяйственные отходы, богатые пентозой, подвергаются кислотному гидролизу.

В лабораторных условиях его получают следующим образом. 250 граммов древесной щепы смешивают с поваренной солью в 2-литровой круглодонной колбе и вливают 1 литр 10% -ной серной кислоты. Круглодонная колба соединена резиновым шлангом с другой круглодонной колбой, заполненной 500 мл воды. Колба соединена с холодильником Либиха через более толстую трубку, которая, в свою очередь, соединена с колбой Вьюрца на 100 мл, взятой в качестве сборника. Сборник предварительно заполняют

Из научной литературы известно, что алкалоиды, которые являются производными индолального алкалоида, являются биологически активными веществами, используемыми в широком спектре веществ, которые ингибируют рост опухолей стекловидного тела. Кроме того, некоторые продукты являются растительными биостимуляторами, которые оказывают положительное влияние на их рост и развитие.

В связи с этим было предпринято несколько попыток синтезировать его производные на основе донаксина, основного алкалоида растения Arundo donax. Ознакомимся с этими синтезами ниже.

Получение N- натрий донаксина

25 мл хлороформа и небольшим количеством 10% -ной серной кислоты. Реакционную колбу оборачивают в асбест и нагревают на песчаной бане до тех пор, пока смесь хорошо не закипит. Полученный фурфурол отгоняют вместе с водяным паром и растворяют в хлороформе в сборнике. Конденсированный водяной пар возвращается в реакционную колбу через резиновый шланг. Реакция продолжается до тех пор, пока конденсат, выходящий из холодильника, не окрасит фильтровальную бумагу, пропитанную раствором ацетата анилина.

Раствор хлороформа отделяют от водной части с помощью делительной воронки, сначала промывают содой, затем водой и сушат сульфатом натрия.

Хлороформ закачивают в колбу Клейзена для удаления остатка (температура ванны не должна превышать 130 ° C) и песка, и получается фракция, которая кипит при постоянной температуре. Количество составляет около 5-10%. Температура кипения чистого фурфурола при нормальных условиях составляет 161-162 ° C, а в вакууме выше 25 мм рт. ст. она достигает 70-72 ° C. Свежеполученный фурфурол представляет собой желтую маслянистую жидкость, которая пахнет свежеспеченным хлебом.

Получение пироксилиновой кислоты путем окисления фурфурола

Раствор 20 г гидроксида натрия в 200 мл воды наливают в стеклянную колбу, снабженную мешалкой, термометром и капельной воронкой, и добавляют 10 г свежеперегнанного фурфурола при перемешивании. Затем 13,6 г раствора перманганата калия в 250 мл воды медленно наливают и перемешивают с

помощью капельной воронки. Во время этого процесса в смесь периодически добавляют кубики льда, чтобы температура не превышала 10-15 ° C. После заливки раствора перманганата калия процесс перемешивания продолжается еще 5 минут, затем из парогенератора подается пар, и смесь нагревается до

кипения. Отфильтруйте оксид марганца (IV), добавьте к фильтрату соляную кислоту до образования нейтральной или слабощелочной среды и испарите в газовом пламени через сито в первой фарфоровой чашке, пока раствор не достигнет 200 мл. Затем раствор медленно выпаривают на водяной бане до объема 100 мл. Затем раствор охлаждают до 0 °С и осторожно добавляют холодную концентрированную соляную кислоту, пока она не станет кислой. Осадок

отфильтровывают и перекристаллизовывают из небольшого количества воды. Сушат на воздухе. Выход продукта 8 г (70%). Пиросилизис (2-фуранкарбоновая) кислота кристаллизуется в бесцветной игольчатой форме, плохо растворим в воде (0 °С, 2,7%, 100 °С, 25%), растворим в спиртовом растворе, эфире. Температура ликвидуса составляет 133 °С.

Синтез хлоргидрида пиросилиловой кислоты

Готовят 10 мл спиртового раствора 2 г пиросилиловой кислоты в круглодонной колбе, добавляют 1 г хлорида фосфора (III), слегка нагревают и хорошо перемешивают. Через 15 минут к реакционной смеси добавляют хлороформ для отделения хлоргидрида пиросилиловой кислоты. Используя делительную воронку, отделили раствор хлороформа и поместили его

на водяную баню. После отгонки 3 мл хлоргидрида пиросилиловой кислоты экстрагировали.

Синтез 1- (фуран-2-метокси), 3- (N, N-диметиламинометил) индола и 1,2-ди (фуран-2-метокси), 3- (N, N-диметиламинометил) индола

1,5 г хлорида алюминия и 1 г донаксина N-натрия в 60 мл тетрахлорида выливают в колбу, помещенную на водяную баню. Затем, встряхивая смесь в колбе, медленно вылейте 2 мл хлоргидрида пиролизной кислоты из капельной воронки, чтобы реакция не протекала бурно. Затем трубку нагревают на водяной бане при 50 °С (термометр устанавливается в ванне) (обычно 2-3 часа). После охлаждения смеси добавляют небольшое количество концентрированной соляной кислоты, чтобы растворить воду и основную соль алюминия в 30 мл кубиков льда, осторожно перемешивая, чтобы разрушить комплексное соединение, образованное хлоридом алюминия. Водяной пар

затем удаляется в течение 20 минут. Остаток удаляется из приводной трубки в делительную воронку и экстрагируется хлороформом. Хлороформный экстракт промывают 5% -ным раствором гидроксида натрия, сушат хлоридом кальция и хлороформ в нем отгоняют на водяной бане. В этом случае индольное вещество 1- (фуран-2-метокси), 3- (N, N-диметиламинометил) сжижается при 155-156 °С. Имеет специфический запах, белое блестящее кристаллическое вещество, нерастворимое в воде, растворимое в хлороформе. Если реакцию проводили при 60 °С, синтезировали 1,2-ди (фуран-2-метокси), 3- (N, N-диметиламинометил) индол. Это желтое вещество, которое плавится при 167-169 °С.

1- (фуран-2-метокси), 1,2-ди (фуран-2-метокси), 3-(N, N-диметиламинометил) индол 3- (N, N-диметиламинометил) индол

Выводы:

1. Планируется изучить динамику алкалоидов растения *Arundo donax* L (разные периоды роста, разные зоны роста, количество алкалоидов в органах растений) и выделение из него нескольких новых биологически активных веществ.

2. Чтобы изучить процесс экстракции *Arundo donax* L, необходимо использовать 2-5 мм измельченного сырья, 80% этиловый спирт в качестве экстракционного растворителя и провести процесс экстракции при комнатной температуре в течение 6 часов,

чтобы отделить алкалоид донаксин. Был сделан вывод, что реализация программы позволит повысить производительность продукта в шесть раз.

3. Из донаксин алкалоида были получены такие производные как 1- (фуран-2-метокси), 3- (N, N-диметиламинометил) индол, 1,2-ди (фуран-2-метокси), 3- (N, N-диметиламинометил) индол, 1- (фуран-2-карбокси, 5-илметил), 3- (N, N-диметиламинометил) индол, 1,2-ди (фуран-2-карбокси, 5-илметил), 3- (N-диметил аминометил) индол, 5-гидроксидонаксин и 5-метоксидонаксин. Структура синтетических продуктов определялась физико-химическими методами.

Список литературы:

1. Хужаев В.У., Арипова С.Ф. Алкалоиды *Arundo donax* // Химия природ.соедин. -1998. -№ 1. -С. 134-135.
2. Жалолов И.Ж., Хужаев В.У., Арипова С.Ф., Абдуллаев У.А. Масс-спектрометрическая фрагментация алкалоида арундинина // Химия природ, соедин. -1999. -№ 2. -С. 247-249.
3. Жалолов И.Ж., Хужаев В.У., Левкович М.Г., Арипова С.Ф. Алкалоиды *A. donax*L., VIII. 3-алкилпроизводные индола в *A. donax*L. // Химия природ, соедин. -2000. -№ 5. -С. 419-420.
4. Жумабоев А.Г., Содиков У.Х. Технологический процесс получения углеводород-ных фракций из возобновляемых сырьевых материалов // Universum: Технические науки : электрон. научн. журн. 2020. № 1(70). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/8736>
5. Содиков У.Х., Жумабоев А.Г. Получение оксигенатно-углеводородной смеси целевым назначением // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. 2019. № 11(68). URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/8281>

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ФОСФОР, АЗОТ, БОР И МЕТАЛЛ СОДЕРЖАЩИХ АНТИПИРЕНОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ

Нуркулов Элдор Нурмунинович

докторант, ООО «Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии»,
Узбекистан, Ташкентская область, Ташкентский р-н, Шуробазар
E-mail: neldor@mail.ru

Бекназаров Хасан Сойибназарович

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

Джалилов Абдулахат Турапович

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

Набиев Дилмурод Абдуалиевич

докторант, Термезский государственный университет,
Узбекистан, г. Термез

RESEARCH AND APPLICATION OF PHOSPHORUS, NITROGEN, BORON AND METALS CONTAINING ANTIPYRENE TO INCREASE THE FIRE RESISTANCE OF THE PROPERTIES OF WOOD

Eldor Nurkulov

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

Khasan Beknazarov

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

Abdulhat Djalilov

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

Nabiev Dilmurod

doctoral student, Termez State University
Uzbekistan, Termez

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрено применение синтезированного фосфор, азот, бор и металлсодержащего олигомерного антипирена марки 17-А, к древесным материалам, и определена огнезащитная эффективность синтезированного антипирена. Было установлено, что синтезированный олигомерный антипирен марки 17-А, как средство защиты древесины, относится к I группе огнезащитной эффективности.

ABSTRACT

The article discusses the use of synthesized phosphorus, nitrogen, boron and a metal-containing oligomeric fire retardant grade 17-A, to wood materials, and determined the fire retardant efficiency of the synthesized fire retardant. It was found that the synthesized oligomeric fire retardant grade 17-A as a means of wood protection belongs to I group of fire retardant efficiency.

Ключевые слова: антипирены, фосфор, азот, бор, огнезащитная эффективность.

Keywords: fire retardants, phosphorus, nitrogen, boron, fire retardant efficiency.

Введение. В настоящее время распространено использование древесины в качестве строительного материала. Но, как правило, такой материал имеет свои недостатки, и одним из них считается его высокая пожароопасность. Поэтому нужно думать о мерах защиты конструкции во время строительства деревянных сооружений. И одним из наиболее оптимальных вариантов является обработка древесины антипиреновой пропиткой [1].

Водорастворимые пропитки – наиболее оптимальный вариант для обработки древесины. Но они эффективны там, где деревянные конструкции не подвергаются длительному воздействию влаги. В основном используют для жилых комплексов, хозяйственных построек [2-3].

Экспериментальная часть. Целью данного исследования является определение огнезащитной эффективности синтезированного фосфор, азот, бор и металлсодержащего антипирена марки 17-А. Для этого рассмотрены огнестойкие характеристики и свойства древесины пропитанной синтезированным антипиреном.

Результаты и их обсуждение. В качестве способа обработки древесины антипиреном был выбран метод пропитки. Для экспериментов были подобраны различные концентрации водного раствора фосфор, азот, бор и металлсодержащего олигомерного антипирена марки 17-А.

Образцы древесины были пропитаны в течении 2-х часов, затем высушены в сушильном шкафу при температуре 40 - 45 °С до постоянного веса.

Рисунок 1. Внешний вид древесины после пропитки антипиреном и сушки:
 а) образец древесины, пропитанный 15%-ным раствором антипирена,
 б) образец древесины, пропитанный 20%-ным раствором антипирена.

Экспериментальные образцы древесины из сосны и их огнестойкость определены по ГОСТу 16363-98. В следующей таблице рассматриваются ог-

нестойкие свойства образцов древесины без пропитки и с пропиткой олигомерным антипиреном марки 17-А.

Таблица 1.

Определение огнестойкости древесных материалов, обработанных олигомерными антипиренами

Номер Образ-ца	Концентрация огнезащитного раствора	Масса образца, г			Привес сухого состава	Потеря массы образца		Средняя потеря массы образца	
		До обработки	Перед сжиганием	После сжигания	Общее поглощение кг/м ³	г	%	г	%
0*	0	135,2	-	42,07	-	93,13	68		
1	17-А 15%	132,79	134,58	121,33	1,79	13,25	9,8	14,7	11
2		130,5	132,43	119,19	1,93	13,24	10		
3		128,12	130,81	115,12	2,69	15,69	12,1		
4		133,52	135,81	121,55	2,29	14,26	10,5		
5		135,21	138,12	123,07	2,91	15,05	10,9		
6		130,15	132,54	119,42	2,39	13,12	9,9		
7		135,16	137,75	121,22	2,59	16,53	12,0		

8		127,91	129,82	126,45	1,91	13,37	10,3		
9		130,56	132,81	117,28	2,25	15,53	11,7		
10		129,32	132,10	114,8	2,78	17,30	13,1		
11	17-А 20%	134,15	139,08	128,82	4,93	10,26	7,3	9,9	7,14
12		132,46	137,24	127,64	4,78	9,6	7,0		
13		135,17	139,69	128,24	4,52	11,45	8,2		
14		133,56	138,7	129,27	5,14	9,43	6,8		
15		136,12	140,66	130,54	4,54	10,12	7,2		
16		133,52	138,47	129,47	4,95	9	6,5		
17		132,54	136,89	126,35	4,35	10,54	7,7		
18		137,41	142,65	132,53	5,24	10,12	7,1		
19		130,58	135,43	126,5	4,85	8,93	6,6		
20		135,27	139,96	130,17	4,69	9,79	7,0		

0* прим. –древесина необработанная антипиреном

Образец древесины, пропитанный 20 %-ным огнезащитным раствором, может быть добавлен в I группу огнезащитной эффективности, учитывая, что потеря массы после пожара составляет 7,14%.

В ходе исследований на поверхности образцов, пропитанных антипиреном марки 17-А, была образована защитная кокс оболочка, которая привела к снижению теплопроводности (рис. 2).

а)

б)

в)

Рисунок 2. Состояние древесины после сжигания
а) образец древесины, не пропитанный антипиреном,
б) образец древесины, пропитанный 15%-ным раствором антипирена,
в) образец древесины, пропитанный 20%-ным раствором антипирена.

Закключение. Таким образом, исследования показали, что 20 %-ный водный раствор антипирена марки 17-А очень эффективен для защиты древесины от огня. Использование антипирена марки 17-А на

основе соединений азот, фосфора и оксидов металлов имеет преимущества в увеличении огнестойкости древесных материалов и может быть использовано в защите древесных материалов от огня.

Список литературы:

1. Нуркулов Э.Н., Бекназаров Х.С., Джалилов А.Т. Антипирен для защиты древесины от горения // UNIVERSUM: технические науки. – 2020. - №1(70). – С. 71.
2. Леонович А.А., Шалун Г.Б. Огнезащита древесных плит и слоистых пластиков. М.: Лесная промышленность, 1974.
3. Дружинина Т.В., Мухин Б. Термо-, жаростойкие и негорючие волокна. М., 1978.

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УЗБЕКИСТАНА

Сабиров Бахтиёр Тохтаевич

канд. техн. наук, Институт общей и неорганической химии
Академии наук Республики Узбекистан,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: bentosb@rambler.ru

Намазов Шафоат Саттарович

д-р техн. наук, проф. акад. Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: diana-ye@yandex.com

Пулатов Хайрулла Лутпуллаевич

д-р хим. наук, Ташкентский химико-технологический институт,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: hayrulla007@mail.ru

Таиров Садамир Саидмаликович

мл. науч. сотр., Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
Узбекистан, г. Ташкент,
E-mail: Saidamir0232@yandex.ru

Мадатов Тоймас Абсаломович

Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: mega.marosha@mail.ru

Пардаев Санжар Тимирович

Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан,
Узбекистан, г. Ташкент,
E-mail: bentosb@rambler.ru

COMPREHENSIVE RESEARCH OF BENTONITE CLAYS OF PROSPECTIVE DEPOSITS OF UZBEKISTAN

Bakhtiyor T. Sabirov

Cand. tech. Sci., Institute of General and Inorganic Chemistry
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Shafokat S. Namazov

doct. tech. sciences, prof. acad. Institute of General and Inorganic Chemistry
Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Khairulla L. Pulatov

doct. chem. Sciences, Tashkent Institute of Chemical Technology,
Uzbekistan, Tashkent,

Saidamir S. Tairov

Junior Research Fellow, Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences
of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent

Toymas A. Madatov*Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent***Sanzhar T. Pardaev***Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В данной научной работе приводятся результаты сравнительного исследования проб бентонитовых глин некоторых перспективных месторождений Узбекистана. Изложены результаты работ по определению химико-минералогического состава, структуры исследуемых бентонитовых глин с сравнительными характеристиками с общепризнанного высококачественного бентонита Вайомингского месторождения. Приведены данные по особенностям сопутствующих примесей, таких как кварца, соединений железа и гипса. С целью расширения сфер применения бентонитовых глин в качестве товарного сырья предлагается разработка и применение эффективных способов их обогащения от примесей.

ABSTRACT

This scientific work presents the results of a comparative study of bentonite clay samples of some promising deposits in Uzbekistan. The results of the work on determining the chemical and mineralogical composition and structure of the studied bentonite clays with comparative characteristics from the generally recognized high-quality bentonite of the Wyoming deposit are presented. The data on the characteristics of related impurities, such as quartz, iron and gypsum compounds, are presented. In order to expand the scope of application of bentonite clays as commodity raw materials, the development and application of effective methods for their enrichment from impurities is proposed.

Ключевые слова: бентонит, монтмориллонит, бейделлит, иллит, кварц, примеси, химический анализ, Вайомингский бентонит, структура, минерал, микроснимки. Дифференциально-термический анализ.

Keywords: bentonite, montmorillonite, beidellite, illite, quartz, impurities, chemical analysis, Wyoming bentonite, structure, mineral, micrographs. Differential thermal analysis.

Введение. Своевременные реформы, проведенные правительством Узбекистана, направленные на разгосударствление и модернизацию существующих предприятий, разработка и реализация стратегических мероприятий по созданию и развитию частного бизнеса, созданные реальные условия для широкого привлечения иностранных инвестиций в виде современных технологических мощностей способствовала за относительно короткое время существенно перестроить и переориентировать промышленность Узбекистана на местное доступное сырьё.

Следует отметить, что на фоне этих масштабных реформ, помимо общеизвестных и существующих источников минерального сырья Узбекистана и различных видов крупнотоннажных техногенных отходов, накопленных в отвалах предприятий республики, появилась тенденция особого интереса во вновь обнаруженных месторождениях и проявлениях доступного минерального глинистого сырья, обнаруженных геологами республики за последнее время.

По данным Государственного баланса полезных ископаемых Республики Узбекистан (по состоянию на 01.01.2014 г.) на территории Узбекистана открыто 1764 месторождений, в том числе 648-строительных материалов различного назначения. Из них 877, в том числе 267 месторождений открыто в годы Независимости [5].

Очень важным и своевременным стратегическим шагом в развитии экономики Узбекистана является создание свободных индустриальных экономических зон (СИЭЗ) и специальных индустриальных зон

(СИЗ), На их базе в сконцентрированной форме организуются несколько десятков или сотен высокотехнологичных современных промышленных мощностей, обеспечивающих производство конкурентоспособной продукции с высокой добавленной стоимостью, где важными приоритетными критериями являются эффективное применение минерально-сырьевых ресурсов с использованием экологически чистых инновационных технологий

Среди минерального сырья особое место занимают глинистые материалы, это в основном каолины, бентониты и бентонитоподобные глины, общие запасы которых исчисляются миллиардами тонн. До начала нашего столетия минерально-сырьевая база бентонитовых и бентонитоподобных глин Узбекистана была известна как источник доступного сырья в основном для получения бентонитовых глинопопорошков для буровых растворов, формовочных смесей в литейном производстве, в производстве керамзита, частично пластифицирующей добавки в керамические массы.

Несмотря на имеющиеся разработки и технологические решения, предложенные в свое время в результате целенаправленных исследований отечественных ученых и научных школ по широкому использованию этого вида сырья в различных отраслях промышленности, к огромному сожалению не нашли применение на практике. Этому явлению способствовало и установленная бывшая союзная централизованная система обеспечения сырьём промышленных предприятий республики.

В настоящее время основными направлениями потребления бентонитовых глин в Узбекистане являются производство строительных материалов, добыча нефти и газа, литейное производство, производство комбикормов, строительная индустрия.

Методы и материалы. Объектами исследования являются геологические образцы бентонитовых глин различных месторождений. Для получения электронно-микроскопических снимков использован электронный микроскоп «Tesla-242E» и растровый электронный микроскоп РЕМ-200. Испытуемые пробы предварительно подвергались напылению в вакуумной установке ВУП-4К с использованием графитового стержня и платиновой проволоки. Рентгенографический анализ выполнен по методу порошка на установке ДРОН-4,0 на $\text{CuK}\alpha$ – и $\text{CoK}\alpha$ излучении, Ni – фильтром. Термическое исследование изучаемых проб бентонитовых глин проводили на венгерском дериватографе системы Ф. Паулик- И.Паулик-Л.Эрдей.

Результаты и обсуждение. Для исследований нами были отобраны представительные пробы проявлений бентонитовых глин, расположенных в различных вилоях Узбекистана таких, как Логонское, Каттакурганское, Шафирканское и Бештюбе, а также для сравнения пробы действующих карьеров Азкамарского и Навбахорского – месторождения (Навоийский вил.)

Навбахорское месторождение считается единственным месторождением в республике, где обнаружены вместе три разновидности бентонитовой глины: щелочная, щелочноземельная и палыгорскитовая [7].

Отобранные пробы бентонитовых глин усредняли по существующим методикам и подвергали комплексному исследованию их физико-химических

и технологических свойств. Результаты химического анализа показывают, что по химическому составу и содержанию основных элементов пробы бентонитов отличаются друг от друга. Для сравнения приведен анализ проб бентонитовых глин месторождения Северный Вайоминг (США) и Азкамарского месторождения Навоийской области Узбекистана. Из таблицы видно, что по содержанию кремнезема все исследуемые пробы близки и оно колеблется от 43,72% до 59,24. Пробы из проявлений Каттакурган показывают наиболее высокое содержание кремнезема (SiO_2) вследствие их запесоченности. При механическом обогащении проб содержание кремнезема значительно уменьшается. Содержание Al_2O_3 колеблется от 12,87% до 18,08%, за исключением проб проявлений Навбахор, которых по химико-минералогическому составу можно отнести к полигарскитовым глинам. Количество содержания CaO также имеет значение при оценке бентонитовых глин, его высокое содержание также отрицательно влияет на качество бентонитовой глины. Из таблицы 1 видно, что содержание CaO во всех исследуемых пробах колеблется от 3,08% до 0,84%, за исключением проб Кынгыртау и Навбахор, где его содержание составляет 7,29% и 15,10% соответственно. В эталонной пробе Вайоминг (США) содержание CaO 0,49%. Особое значение для бентонитовых глин имеет количество содержания K_2O и Na_2O . из литературы известно, что самым лучшим по своим свойствам является натриевый бентонит. Содержание Na_2O в изучаемых пробах также различен, так в пробах бентонитов проявлений Логон, Каттакурган, Азкамар его содержание доходит от 1,06% до 2,84%, в пробах из Бештюбе Каракалпакстан от 1,80 до 2,24. Содержание Na_2O в пробе бентонита Вайоминг (США) в пределах 2,76%, а в Азкамарском 2,84%.

Таблица 1.

Химический состав проб бентонитовых глин из различных месторождений на территории Узбекистана

Наименование месторождения	Содержание в %, на воздушно-сухое вещество										
	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	SO_3	ппп	сумма
Логон	55,05	0,71	16,67	5,60	1,71	2,52	1,74	4,28	0,31	10,86	99,45
Каттакурган	57,62	0,78	16,63	5,63	2,32	1,4	1,06	4,05	0,36	9,76	99,61
Шафиркан	57,65	0,87	13,69	5,77	1,81	3,08	1,12	1,72	2,59	11,21	99,51
Азкамар	58,62	0,78	15,92	5,20	2,72	0,84	2,84	2,08	0,17	10,82	99,99
Навбахор	45,73	0,36	7,24	3,30	3,42	15,1	0,93	0,92	0,49	21,85	99,34
Бештюбе	62,54	0,82	17,06	5,00	2,02	0,98	1,80	1,80	0,32	7,1	99,44
Вайоминг (США)* (для сравнения)	55,44	-	20,14	3,67	2,49	0,49	2,76	0,60	-	13,5	99,09

*Данные по хим. составу Вайомингского бентонита получены из сайта <http://gnbtehn.ru/bentonit>

В работе [3] подробно изложены результаты исследования бентонитовой глины Логонского месторождения.

Результаты химического анализа проб бентонитовых глин Бештюбинского месторождения показывают, что они в основном состоят из щелочных алюмосиликатов с незначительным содержанием марганца и кальция. При этом следует отметить, что общее содержание $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ колеблется от 4,25 до

5,0%, а содержание щелочей Na_2O и K_2O находится в среднем 2,03 и 2,72 соответственно.

Результаты химического анализа проб бентонитовых глин из различных проявлений и месторождений Узбекистана показывают (табл. № 1), что по своему химическому и вещественному составу большинства из них близки к эталонным бентонитам, которые успешно используются в различных отраслях промышленности.

Из табл.1 видно, что по содержанию кремнезема все исследуемые пробы близки и оно колеблется от 43,72% до 59,24. Пробы из проявлений Каттакурганское и Шафиркан-3 и Шафиркан-4 показывают наиболее высокое содержание кремнезема (SiO_2) вследствие их запесоченности. При механическом обогащении проб содержание кремнезема значительно уменьшается. Содержание Al_2O_3 колеблется от 12,87% до 18,08%, за исключением пробы месторождения Навбахор, которая по химико-минералогическому составу можно отнести к палыгарскитовым глинам. Количество содержания CaO также имеет значение при оценке бентонитовых глин, его высокое содержание также отрицательно влияет на качество бентонитовой глины.

Из таблицы 1 видно, что содержание CaO во всех исследуемых пробах колеблется от 3,08% до 0,84%, за исключением проб Шафиркан-2 и Навбахор, где его содержание составляет 7,29 и 15,10 % соответственно. В эталонной пробе Вайоминг (США) содержание CaO 0,49%. Особое значение для бентонитовых глин имеет количество содержания K_2O и Na_2O . из литературы известно, что самым лучшим по своим свойствам является натриевый бентонит. Содержание Na_2O в изучаемых пробах также различен, так в пробах бентонитов проявлений Логон, Каттакурган, Шафиркан - 1-2%, Шафиркан и Азкамар его содержание доходит от 1,06% до 2,84%, в пробах из Бештюбе от 1,80 до 2,24. Содержание Na_2O в пробе бентонита Вайоминг (США) в пределах 2,76%, а в Азкамарском 2,84%.

Результаты химического анализа проб бентонитовых глин Бештюбинского месторождения показывают, что они в основном состоят из щелочных алюмосиликатов с незначительным содержанием магния и кальция. При этом следует отметить, что общее содержание $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeO}$ колеблется от 4,25 до 5,0%, а содержание щелочей Na_2O и K_2O находится в среднем 2,03 и 2,72 соответственно.

Результаты химического анализа проб бентонитовых глин из различных проявлений и месторождений Узбекистана показывают, что по своему химическому и вещественному составу большинства из них близки к эталонным бентонитам, которые успешно используются в различных отраслях промышленности. Также следует отметить, что бентонитовые глины, имеющие некоторое отличие по различным оксидам от общепризнанных составов, при подборе необходимых способов обогащения и модификации можно довести до требуемой кондиции.

Для исследования структуры проб бентонитовых глин использовали электронный микроскоп «Tesla-242E» и растровый электронный микроскоп РЕМ-200. Испытуемые пробы предварительно подвергались напылению в вакуумной установке ВУП-4К с использованием графитового стержня и платиновой проволоки.

Например, на рис.1. приведены электронно-микроскопические снимки пробы № 1 Бештюбинского бентонита (рис.1), где наглядно видны межслоевые поры, равномерно распределенные по всему объему образца и следовательно это подтверждает возможность отнесения их к бентонитовым глинам.

проба № 1 x500mkm

проба № 1 x750mkm

Рисунок 1. Электронные микроснимки скола пробы № 1 Бештюбинского бентонита

Фазовый состав исследуемых проб бентонитовых глин из проявлений расположенных в различных областях Узбекистан определяли рентгенографическим методом анализа. Дифракционные картины были получены по методу порошка на установке ДРОН-4,0 на $\text{CuK}\alpha$ - и $\text{CoK}\alpha$ излучении, Ni – фильтром [6, 8-10].

Кроме того приводятся данные рентгеновского исследования бентонитовой глины месторождения Северный Вайоминг (США), с высоким содержанием натриевого монтмориллонита, из общедоступных литературных источников [7-12] в основном состоит из монтмориллонита до 85%, кварца до 5,0%, до 5,0% полевого шпата, до 2% иллита, а также до 1,0% кальция и гипса.

Фазовый состав бентонитовой глины Азкамарского месторождения по рентгенограмме (рис.2.) в основном представлен монтмориллонитом $d = 0,44$; $0,32$; $0,256$; $0,246$; $0,167$; $0,149$ нм.

На рентгенограммах также наблюдаются линии палыгарскита $d=1,26$; $1,05$ нм, а также линии кварца $d=0,427$; $0,335$; $0,199$ и $0,182$, что указывает запесоченность бентонитовой глины. На рентгенограммах

Азкамарского бентонита также наблюдаются линии высокоглиноземистой формы монтмориллонита соответствующий байделиту- $d=0,725$ и $0,169$ нм. Из результатов химического состава Азкамарского бентонита (табл.3.1) видно, что в нем содержится до 15% глинозема.

Рисунок 2. Рентгенограмма пробы белого бентонита Азкамарского месторождения

Рентгенофазовое исследование бентонитовых глин Логонского месторождения Ферганской обл. показал наличие линий, соответствующих монтморил-

лону $d=0,448$; $0,325$; $0,258$; $0,199$ и $0,167$ нм высокоглиноземистой формы монтмориллонита - байделиту $d=0,725$; $0,363$ и $0,229$ нм, а также характерные линии кварца $d=0,427$; $0,335$ и $0,181$ нм [11].

Рисунок 3. Рентгенограмма пробы бентонита Шафирканского Месторождения

В пробе Шафирканского бентонита, как и в других, наблюдаются примеси кварца, выраженные его характерными линиями $d=0,427$; $0,335$; $0,181$ и др. (рис.3).

Рентгенофазовое исследование проб бентонитов проявлений Каттакурган, и Навбахор (рис.4-5) также показывают наличие характерных линий соответствующие монтмориллониту $d=1,52$; $0,714$;

$0,448$; $0,412$; $0,249$ нм и др. В пробах их проявления Болгали такж проявляются линии, соответствующие иллиту $d=0,384$; $0,308$; $0,288$ нм и др. Рентгенограмма проб бентонита из проявления Навбахор кроме линий, соответствующих монтмориллониту также присутствуют линии $d=0,304$; $0,227$ и $0,151$ нм что показывает об их близости к палыгорскитовым глинам.

Рисунок 4. Рентгенограмма пробы бентонита Каттакурганского Месторождения

Рисунок 5. Рентгенограмма пробы палыгорскита Навбахорского Месторождения

На рентгенограммах проб Бештюбинского бентонита (рис.6) наблюдаются линии $d=0,443$; $0,329$; $0,311$; $0,293$; $0,275$; $0,289$; $0,262$; $0,241$; $0,223$; $0,219$;

$0,194$ нм, соответствующие монтмориллониту и линии $d=0,431$; $0,417$; $0,436$; $0,356$; $0,325$; $0,314$; $0,243$; $0,166$ нм, соответствующие илиту (гидроилиту).

Рисунок 6. Рентгенограмма различных проб бентонитов Бештюбинского месторождения

Кроме того наблюдаются линии кварца $d=0,429$; $0,181$; и $0,155-0,151$ нм, накладываются в некоторых случаях с линиями монтмориллонита и иллита $d=0,436 - 1,429$ нм; $0,181-0,166$ нм и др. Результаты рентгенофазового анализа показывают, что фазовый состав бентонитов Бештюбинского месторождения представлены в основном из монтмориллонита и иллита с незначительным включением кварца. При этом следует отметить, что монтмориллонит в основном представлен в виде кальциевого соединения.

Термическое исследование изучаемых проб бентонитовых глин проводили на венгерском дериватографе системы Ф. Паулик- И.Паулик- Л.Эрдей, на котором одновременно осуществлялась синхронная запись дифференциальной кривой с кривыми изменениями линейных размеров (усадки) и потери веса.

Чувствительности гальванометра, ДТА – $1/15$, ДТГ – $1/10$, скорости нагрева 10 град./мин в платиновых тиглях крышечек.

Дифференциальную и температурную запись осуществляли дифференциальной Pt-Pt-Ro термопарой. Кривые нагревания снимались при величине навески в среднем 2 г. Одновременно на других образцах из исследуемого материала записывается изменение линейных размеров с использованием крутильных весов, также с зеркальным отсчетом. Анализ полученных результатов проводили с использованием фундаментальных работ по термическому анализу [7-8].

Дифференциально-термический анализ бентонитовой глины Каттакурганского месторождения (рис.7) показывает два эндотермических эффекта один при $130-160^{\circ}\text{C}$ и второй при $550-600^{\circ}\text{C}$.

Рисунок 7. Кривые ДТА бентонита Каттакурганского месторождения

Первый при $30-120^{\circ}\text{C}$ соответствующий удалению воды из межслоевой структуры бентонита. Второй эндотермический эффект соответствующий $500-550^{\circ}\text{C}$ показывает разложение структурных гидроксильных групп и переход их в безводное состояние. Плавный экзотермический эффект при температуре $250-350^{\circ}\text{C}$ показывает выгорание органических включений. Экзоэффекты при $580-620^{\circ}\text{C}$ и $800-840^{\circ}\text{C}$ показывают на перекристаллизации аморфных соединений, имеющих в составе глины. Экзоэффект при $650-680^{\circ}\text{C}$ указывает на перекристаллизацию аморфных продуктов разложения.

Кривые ДТА проб бентонитовых глин Шафирканского проявления (рис.8) в начальной стадии

нагревания на кривых ДТА при 100-140°C наблюдается первый эндоэффект соответствующий потери гигроскопической и межслоевой воды.

Рисунок 8. Кривые ДТА пробы № 7 бентонита Шафирканского месторождения

Также наблюдается второй и третий эндоэффект при температурах 500-540°C и 660-740°C. Эндоэффект при 500-540°C можно отнести процессу разложения гидроксильных групп, находящихся в структуре бентонитовой глины Шафирканского проявления.

Кривые ДТА Азкамарского месторождения (рис.9) также имеют три эндотермический эффект первый при 100-110°C, второй при 480-520°C и третий при 520-710°C.

Рисунок 9. Кривые ДТА пробы белого бентонита Азкамарского месторождения

Первый эндоэффект при 100-110°C соответствует удалению гигроскопической и межпакетной воды. Второй эндоэффект при 480-520°C обусловлен удалением гидроксильной воды кристаллической решетки, а третий эндоэффект при 520-710°C можно отнести затрате энергии при разрушении кристаллической решетки и завершению процесса дегидратации [2].

Таким образом, проведенные исследования проб бентонитовых глин из проявлений, расположенных в различных вилоятах Узбекистана, с использованием химического, оптического, электронно-микроскопического, рентгенофазового и дифференциально-термического методов анализа показал наличие в их составе в значительном количестве минералов группы смектита - монтмориллонита, бейделита, иллита и др. разновидностей монтмориллонита, что убедительно показывает о возможности введения их к классу бентонитовых глин. При подборе необходимых способов обогащения и модификации их можно довести качественных показателей до требуемой кондиций [1].

В составе всех исследуемых пробах бентонитовых глин различных месторождений Узбекистана имеются примеси кварца, оксидов железа и гипса, что требует внедрения современных технологий по обогащению и комплексной переработки сырья. Применение селективного способа при добыче бентонитового сырья существенно облегчило бы проведения дальнейшую их переработку [3].

Следует особо подчеркнуть, что имеются очень ограниченное количество мировых запасов высококачественных щелочных натриевых бентонитов, способных конкурировать по своим качественным характеристикам с бентонитами Вайомингского месторождения [4]. Поэтому во многих странах мира находят свое применение в больших объемах щелочноземельные бентониты со средне статическим качественным показателями, после их комплексной переработки. Основные характеристики бентонитовых глин Узбекистана по результатам исследований геологов и разработчиков-технологов приравняются именно к таким бентонитам, которые легко подвергаются обогащению, активации и модифицированию. Проведенные исследования показывают реальную возможность широкого использования бентонитов Узбекистана в различных отраслях промышленности.

Список литературы:

1. Global Bentonite Market Outlook 2019-2025 : Amcol(US), Bentonite Performance Minerals LLC(US), Wyo-Ben Inc(US), Black Hills Bentonite(US). By index market research Posted on July 11, 2019. <https://www.indexmarketsresearch.com/report/global-bentonite-market-6/156244/#requestforsample>.
2. <http://gnbtehn.ru/bentonit>.
3. John W. Hosterman, Sam H. Patterson. U.S. Bentonite and Fuller's Earth Resources of the United States. United States Government Printing Office, Washington: 1992. – С.50.
4. Murray H. Industrial Clays Case Study. MMSD project, Assurance Group or Sponsors Group, those of IED or WBCSD. March 2002, №64. – P. 3-6.
5. Гиллер Л.Я. Таблицы межплоскостных расстояний. М., Недра. 1966, Т.2. - 264 с.
6. Мирзаев А.У., Чиникулов Х. Новое месторождение бентонитовых глин Навбахор. Геология и минеральные ресурсы, Т.:, 1999, № 5. - С.27-31.
7. Миркин Л.И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. М.: Физ.мат.литературы, 1961. – 640 с.
8. Михеев В.Н. Рентгенометрический определитель минералов. М., Госгеолтехиздат. 1957. – 868 с.
9. Савостьянов А.П., Бакун В.Г., Собчинский А.И., Кононенко С.А., Таранушич В.А. Рентгенографические и термогравиметрические исследования модифицированных бентонитов Тарасовского месторождения; Новочерк. гос. техн. ун-т.– Новочеркасск, 1996.– 10 с.– Деп. в ВИНТИ 26.02.97, №599-B97.
10. Савостьянов А.П. Боев Н.И., Филимонова В.И., Кононенко С.А., Таранушич В.А., Герасимова О.Т., Бакун В.Г., Зареченский В.П.; Пат. 2101258 Российская Федерация, МПК6 C04B33/04. Способ получения порошкообразного бентонита заявитель и патентообладатель Новочерк. гос. техн. ун-т. – №94039997; заявл. 26.10.94; опубл. 10.01.98.
11. Холиков А.Б. Минерально-сырьевая база Республики Узбекистан и перспективы её развития. В сборнике «Инвестиционный потенциал твердых полезных ископаемых Узбекистана», Ташкент, 2014г. Государственный геологический информационный центр. – С.1-24.
12. Сабиров Т.Т., Таиров С.С., Кадырова З.Р., Эминов А.М. Разработка составов масс для керамических плиток с использованием Логонской бентонитовой глины в качестве пластифицирующего компонента//Узбекский химический журнал, № 3, 2019. - С.42-49.

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ И ИК-СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ФИТАЛОЦИАНИНА МЕДИ

Файзиев Жаҳонгир Баҳромович

*мл. науч. сотр., ООО «Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии»,
Узбекистан, Ташкентская область, Ташкентский р-н, Шуробазар
E-mail: jahongirfayziyev1981@gmail.com*

Бекназаров Хасан Сойибназарович

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

Джалилов Абдулахат Турапович

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

STUDY OF ELECTRONIC MICROSCOPY AND IR-SPECTRAL ANALYSIS OF PHYTALOCYANINE HONEY.

Jahongir Fayziev

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

Khasan Beknazarov

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

Abdulahat Djalilov

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

АННОТАЦИЯ

Молекулярную структуру фталоцианинов металлов изучали с помощью сканирующей электронной микроскопии MIRA 2 LMU, оснащенной энергодисперсионной системой микроанализа INCA Energy 350 фталоцианина меди, и анализировали ИК-спектральный анализ.

ABSTRACT

The molecular structure of metal phthalocyanines was studied using MIRA 2 LMU scanning electron microscopy equipped with an energy dispersive microanalysis system INCA Energy 350 copper phthalocyanine, and IR spectral analysis was analyzed.

Ключевые слова: Медь, пигмент, дисперсия энергии, микроанализ, растровый электронный микроскоп, молярная абсорбционная способность, мочевины, фталевый ангидрид, катализатор, температура.

Keywords: Copper, pigment, energy dispersion, microanalysis, scanning electron microscope, molar absorption capacity, urea, phthalic anhydride, catalyst, temperature.

Введение. Красители широко использовались в различных областях с древних времен. В настоящее время объем работ в строительной отрасли в мире и в нашей стране стремительно растет, что в свою очередь приводит к резкому увеличению спроса на лакокрасочные материалы. В настоящее время в мире используются органические красители, полученные из «красящих растений», небольшое количество животных организмов, а также минеральные красители, в основном, для окрашивания текстиля, кожи, меха, бумаги, дерева и других предметов. В настоящее

время цена красителей, особенно органических красителей, очень высока. Поэтому создание новых типов фталоцианиновых красителей является одной из важных научно-технических задач, так как в последние годы нехватка сырья привела к сокращению производства лакокрасочных материалов на ряде предприятий. Соединения, чьи уникальные физико-химические свойства были изучены, заняли многие отрасли современной науки. Свойство пигмента и красителя обусловлено его очень большой молярной

поглощающей способностью, даже небольшое ее количество дает очень насыщенные цвета. Сегодня органические красители не производятся в нашей стране и, в основном, импортируются из других стран. В то же время организация производства этих красителей в стране позволит, во-первых, сократить импорт красителей, а во-вторых, повысить и улучшить свойства органических красителей, наиболее подходящих для окрашивания хлопковой целлюлозы, полиакрилонитрила, шелка и шерсти. В мире краски имеют большое значение в различных областях с древних времен.

Фталоцианиновые красители вызвали интерес у людей благодаря их яркости, блеску, высокой интенсивности и образованию различных оттенков цвета. Было обнаружено, что фталоцианиновые красители используются в различных областях благодаря ряду полезных свойств.

Успех фталоцианиновых красителей в современной рыночной экономике зависит от трех факторов. Во-первых, способность придавать красивый глянцевый цвет варьируется от синего до зеленого. Во-вторых, необычайная химическая стабильность (например, присутствие фталоцианина меди, не разлагаемый сублимат при 580°C и способность плавиться без разложения в концентрированной серной кислоте). В-третьих, устойчивость к свету. Сочетание таких преимуществ практически отсутствует в других типах красок [1-2].

Молекулы фталоцианина реагируют с брикетами разных металлов с образованием устойчивых комплексов разного цвета. Комплексы, полученные в результате реакции, широко используются в качестве

красителей и пигментов. Этот тип наиболее популярен среди сложных красок. Фталоцианиновый синий пигментный комплекс металлов фталоцианаты являются продуктами этого основного промышленного синтеза.

Стабильный цвет и высокая прочность характерны для синтетических фталоцианинов. При синтезе синтетических фталоцианиновых красителей процесс реакции следует проводить с осторожностью, так как они незначительно меняются в ходе реакции, состояние частичного воздействия наблюдается в боковых цепях. Молекулы фталоцианина образуют ароматическую систему, стабилизированную резонансом многих структур во всех случаях благодаря сильным кольцам [3-4]. Производство этого типа новых фталоцианиновых пигментов в Узбекистане на основе местного сырья является одним из наиболее актуальных вопросов для лакокрасочной промышленности и экономики страны. Пигменты красителя, содержащие фталоцианин, который мы синтезируем, основаны на фталеовом ангидриде, мочеvine, соли меди, и реакция проводится в присутствии катализатора. Синтезированные красящие пигменты отличаются от других пигментов своими различными свойствами. Эти пигменты обладают высокой термостойкостью, устойчивостью к солнечному свету, а также чрезвычайно высокой интенсивностью свойств, что расширяет область их применения.

Синтез пигментов проводился в основном с использованием энергосберегающих методов в процессе синтеза.

Рисунок 1. Голубой пигмент фталоцианина меди увеличивается в 200 раз на сканирующем электронном микроскопе

Рисунок 2. Голубой пигмент фталоцианина меди увеличивается в 500 раз на сканирующем электронном микроскопе

Синтезированные свежие пигменты фталоцианиновой меди были исследованы с помощью сканирующей электронной микроскопии MIRA 2 LMU, оснащенной системой энергодисперсионного микроанализа INCA Energy 350. Емкость микроскопа составляет 1 нм, чувствительность детектора энергии INCA - 133 эВ / 10 мм², что позволяет проводить анализ элементов от бериллия до плутония.

Анализы на сканирующем электронном микроскопе проводились в высоком вакууме. Микроанализ

химических элементов пигментов проводился в том же устройстве и изучался в областях с ускоряющим напряжением 20 кэВ и током 1 нА. В этом исследовании изображения электронного сканера были получены при увеличении в 500 и 200 раз с ускорением 30 кэВ, а также при 0,66 и 1,663 мкм видимого поля.

Когда мы изучили ИК-спектр полученного фталоцианина меди, мы увидели следующий результат.

Рисунок 3. ИК-спектр фталоцианина меди

Были сделаны ИК-спектральные анализы полученных красителей. Присутствие ароматической группы бензольного кольца обнаруживается по полосам поглощения 3047 и 1600-1500 см^{-1} . Характер замещения -C=N групп определяется по сильному поглощению в области ниже 900 см^{-1} . Бензольное кольцо определяется при полосах поглощения 1400-

1600 см^{-1} , а иногда встречается и при полосах поглощения 2000-1600 см^{-1} . Полосы в области 1225-950 см^{-1} имеют второстепенное значение. На рис. 3 видны сильные полосы неплоских деформационных колебаний для =CH- групп. Полосы в области 770-722 см^{-1} характеризуют ортобензольное кольцо и -C=N группы в полосах поглощения в области 1690-1640 см^{-1} до 880 см^{-1} .

Список литературы:

1. Гордон П., Грегори П. Органическая химия красителей: пер. с англ. М.: Мир, 1987. 344 с.
2. Степанов Б.И. Введение в химию и технологию красителей. М.: Химия, 1984. 590 с.
3. Шапошников Г.П., Кулинич В.П., Майзлиш В.Е. Модифицированные фталоцианины и их структурные аналоги / под ред. О.И. Койфмана. М.: КРАСАНД, 2012. 480 с.
4. Зуев К. В., Смрчек В. А., Федосеева М. С., Колдаева Т. Ю., Перевалов В.П. Влияние химической модификации поверхности фталоцианинового пигмента на его свойства // Химическая промышленность сегодня. 2015.
5. Файзиев.Ж.Б, Джалилов.А.Т, Тиллаев. А.Т. Таркибида металл тутган янги фталоцианин пигментини тадқиқ қилиш.2019.
6. Файзиев.Ж.Б, Бекназаров.Х.С,Джалилов.А.Т. Синтез и свойства фталоцианина меди. Москва 2020.

ПОЛУЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА СУПЕРАБСОРБИРУЮЩЕГО ПОЛИМЕРА ПРИВИВОЧНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИЕЙ КРАХМАЛА

Холназаров Баходир Азамович

*доктор философии (PhD) по техническим наукам, Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: Baxodir.Xolnazarov@rambler.ru*

Тураев Хайит Худайназарович

*д-р хим. наук, профессор, Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: hhturaev@rambler.ru*

PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF SUPERABSORBENT POLYMER BY GRAFT POLYMERIZATION OF STARCH

Bakhodir Kholnazarov

*Senior researcher, Termez State University,
Republic of Uzbekistan, Termez*

Hayit Turaev

*Doctor of Chemical Sciences, Professor, Termez State University,
Republic of Uzbekistan, Termez*

АННОТАЦИЯ

В этой статье исследуется синтез высоконабухающего суперабсорбентного гидрогеля на основе крахмала, акриламида и каолина. Изучена зависимость влияния каолина, инициатора и концентрация сшивающего агента на набухание суперабсорбентного гидрогеля. Состав и структура, полученного суперабсорбента, охарактеризованы методами ИК-спектроскопии и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК).

ABSTRACT

This article explores the synthesis of a highly swellable superabsorbent hydrogel based on starch, acrylamide and kaolin. The dependence of the effect of kaolin, an initiator, and the concentration of a crosslinking agent on the swelling of a superabsorbent hydrogel was studied. The composition and structure of the obtained superabsorbent were characterized by IR spectroscopy and differential scanning calorimetry (DSC).

Ключевые слова: Крахмал, акриламид, гидрогель, связующий реагент, каолин, инициатор, раствор сополимеризации, реакция омыления.

Keywords: Starch, acrylamide, hydrogel, crosslinking, kaolin, initiator, polymerization of solution, saponification reaction.

ВВЕДЕНИЕ

Гидрофильные полимеры с большими объемами поглощения и хранения воды известны как гидрогель или суперабсорбенты [1]. Гидрогель является трехмерно сшитым и набухшим полимером в воде, и он не растворяется в нем. Влагоудерживающая способность гидрогелей обусловлена наличием гидрофильных групп вдоль полимерной цепи, таких как OH, -CONH, -CONH₂, -COOH [2]. Биоразнообразие гидрогелей имеет важное значение. Многие природные материалы поглощают воду, но их способность набухания и удерживать влагу слабее, чем у синтетических гидрогелей. Однако гидрогели, на основе синтетических материалов, вызывают экологические проблемы. Поэтому, исследования по производству новых продуктов на основе модификации

возобновляемых биоматериалов ускоряются. Исследования основаны на сополимеризации природных полимеров, таких как крахмал, целлюлоза и имеют огромные перспективы [3]. Крахмал можно легко получить из различных природных источников, таких как картофель, кукуруза, пшеница. Сополимеризаций крахмала с виниловыми мономерами можно получить гидрогели высокого набухания. Например, было обнаружено, что на основе крахмала и акриламида с различными инициаторами и связующими агентами были получены потенциально эффективные и высоконабухаемые гидрогели [4]. Можно производить биологически разлагаемый, нетоксичный, дешевый гидрогель на основе крахмала. Гидрогели на основе акриламида широко используются в медицине, сельском хозяйстве, промышленности и других

отраслях промышленности. Полиакриламид (ПАА) прореагируется крахмалом по схеме свободнорадикальной полимеризации. В процессе гидролиза в основных условиях амидная группа превращается в гидрофильную карбоновую группу. [5]. Использование бентонита в гидрогеле на основе крахмала и сополимера акриламида, увеличивает теплостойкость

гидрогеля, а также повышает устойчивость к тепловым и механическим воздействиям, а также снижает стоимость гидрогеля.

Объекты и методы исследования

Исследования являются синтезированные полимерные гидрогели на основе крахмала, акриламида, калий персульфат (КПС), N,N метиленбисакриламида) и использовали Ангренского каолина (Узбекистан), состав которой приведен в таблице 1.

Таблица 1.

Химический состав Ангренского каолина после термообработки

Хим. состав тонкой фракции	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	П.П.П.
Содержание, мас. %	52,62	44,81	0,63	0,31	0,40	0,31	0,02

В четырёхгорлой круглодонной колбе, снабженной механической мешалкой, обратным холодильником, термометром и линией азота 16,2 г кукурузного крахмала диспергировали в 100 мл дистиллированной воды в атмосфере азота. Раствор крахмала нагрели до 90°C на водяной бане в течение 30 минут при перемешивании с образованием суспензии крахмала. Инициатор - калий персульфат – добавили в количестве 0,3 г к крахмальной суспензии и продолжали реакцию при 60°C в течение 10 минут. Когда суспензия крахмала изменила свой цвет с оранжевого на желтый, добавили 14,2 г раствора акриламида, 0,24 г метиленбисакриламида, 1,2 г минерального порошка каолина. и реакционную смесь далее перемешивали ещё в течение 3-х часов при 70°C для обеспечения завершения привитой полимеризации. Атмосфера азота поддерживалась в

течение всего периода реакции. Привитой сополимер перенесли в 1000 мл 4%-ный раствор гидроксида натрия и оставили для реакции омыления при 90°C в течение 3 часов.

Омыленный продукт отфильтровали и несколько раз промыли водой для удаления непрореагировавшего исходного вещества, мономера, и промывание продолжали до тех пор, пока основность pH раствора не стала равной 7. Образец сушили при 60°C. Выход продукта 93,8% от теоретического.

Результаты и их обсуждение

Методом ИК-спектроскопии изучена структура и функциональные группы полученного продукта реакции. На рис. 1 показаны ИК-спектры продукта реакции крахмала, акриламида и каолина.

Рисунок 1. ИК-спектр композиционного гидрогеля ППА/Крахмал/бентонит

Как видно на ИК-спектре (рис. 2), полосы поглощения в области 3200.87 см⁻¹ показывают, что в структуре сырья имеются функциональные группы -ОН и -CONH₂. Полосы поглощения в области 1548,84-1403,21 см⁻¹ объясняют наличие -COO-

групп. ИК-спектр содержит полосу поглощения в области 1660,71 см⁻¹, соответствующую -NH- группам и полосы поглощения в областях 1035.77 см⁻¹, соответствующие валентным колебаниям Si-O групп. По-

лосы поглощения в областях $2933,73 \text{ см}^{-1}$ соответствуют асимметричному и симметричному растяжению групп $-\text{CH}_2$.

Вышеуказанные результаты показали, что характерный пик поглощения для ОН-групп на бентоните, крахмале и группе $-\text{CONH}_2$ изменился после реакции сополимеризации.

На рисунке 2 приведены изображения гидрогелей на основе крахмала/акриламида/каолина, полученные на сканирующем электронном микроскопе.

Данные показывают, что непрореагировавшие компоненты минерал в полимерной матрице распределены равномерно.

Рисунок 2. СЭМ. Снимок композита Кр/АМ/К (а), и (б) данные элементного анализа Кр/АА/К

Непрореагировавшие компоненты каолина в полимерной матрице распределены равномерно. Как видно на рисунках 2 (а) и (б), синтезированные сорбенты имеют гелевую структуру, которая на поверхности содержит микропоры. Часть минералов, содержащие полярные атомы кислорода, участвующие в адсорбционной реакции с полимером, и остальная часть минералов, не

участвующая в реакции, равномерно распределяются по полимеру, образуя мелкие поры. В результате улучшаются водоотнимающие и механические свойства гидрогелей и свойства возврата воды в необходимое время для растений.

Термические свойства полученного гидрогеля изучали с помощью ДСК.

Рисунок 3. Дифференциально-термогравиметрические анализы гидрогеля на основе АА/крахмала/каолина

Отсутствие резкой потери массы гидрогеля на основе крахмала, акриламида и каолина доказано калориметрическим анализом дифференциального сканирования. Потеря массы начинается при температуре выше 70°C в три стадии. Первая стадия

происходит при температуре 70°C - 250°C со скоростью $11.07\%/\text{мин}$, вторая стадия 250°C - 320°C со скоростью $8.28\%/\text{мин}$ и третья 320°C - 350°C со скоростью $3.71\%/\text{мин}$ с разложением. Испытаниями доказано, что потеря массы при температуре выше 70°C

°C протекает за счет малого содержания влаги в составе гидрогеля. А при температуре выше 250°C - в результате разложения amino групп в составе полимера. Видно, что две потери массы, первая из

которых протекает при температуре 70-220°C со скоростью 12,11% /мин и вторая стадия протекает при температуре 220 – 330°C со скоростью 9,7%/мин с разложением.

Рисунок 4. Влияние концентрации сшивающего на степень набухания гидрогелей

На рисунках 4 и 5 видно, что набухаемость гидрогелей наблюдается на самом высоком уровне при связывающем агенте равном 0,8 мас.%, а при концентрации инициатора к общей массе мономера при содержании его 1 % приведет к снижению набухаемости гидрогеля. Снижение или повышение концентрации каолина, инициатора и связывающего агента приведет к снижению набухаемости гидрогеля.

Заключение

Рисунок 5. Влияние концентрации инициатора на степень набухания гидрогелей

Был синтезирован сверхпоглощающий композит, синтезированный путем реакции привитой сополимеризации акриламида и картофельного крахмала в соотношении 2:1, на основе крахмала, акриламида, каолина. Скорость набухания гидрогеля была определена и показано, что влагопоглощение гидрогеля достигает 860 г. Такой подход к получению суперabsorbрующих композитов с использованием природных ресурсов, таких как крахмал, каолин, безусловно, уменьшает стоимость производства, а также сделает материал экологически чистым.

Список литературы:

1. D. C. Hwang, S. Damodaran, "Synthesis and Properties of Fish Protein-Based Hydrogel," Journal of the American Oil Chemists' Society, Vol. 74, No. 9, 1997, pp. 1165-1171.
2. D. W. Lim, H. S. Whang and K. J. Yoon, "Synthesis and Absorbency of a Superabsorbent from Sodium Starch Sulfate-g-Polyacrylonitrile," Journal of Applied Polymer Science, Vol. 79, No. 8, 2001.
3. Cadar, O., Paul, M., Roman, C., Miclean, M., Majdik, C. (2012). Biodegradation of poly(lactic acid) and (lactic acid-ethylene-malonic or succinic acid) copolymers under controlled composting conditions in a laboratory system. Polym. Degrad. Stab., 97, 354–357.
4. Pourjavadi, A.; Barzegar, S.; Mahdavinia, G.R. Mba-crosslinked na-alg/cmc as a smart full-polysaccharide superabsorbent hydrogels. Carbohydr. Polym. 2006, 66, 386–395. [CrossRef]
5. Холназаров Б.А., Тўраев Х.Х., Джалилов А.Т., Ширинов Ш.Д. "Исследование нового гидрогеля, синтезированного на основе крахмала, акриламида и бентонит". Научный журнал «Universum: технические науки» Москва № 4/61 Апрель 2019., С. 52-55.
6. Холназаров Б.А., Тўраев Х.Х., Ширинов Ш.Д., Джалилов А.Т. "Синтез суперabsorbентного гидрогеля на основе крахмала, акриловой кислоты и монтмориллонита". Научный журнал «Universum: технические науки» Москва № 8/65 Август 2019., С. 11-16.

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ГЕКСАФТОРСИЛИКАТА НАТРИЯ ИЗ ОТХОДЯЩИХ ГАЗОВ ПРОИЗВОДСТВА ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ (ОБЗОР)

Юлдашев Хаёт Хурматович

ассистент, Ферганский политехнический институт, кафедра «Химическая технология»,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: h.yuldashev@ferpi.uz

Жураев Абдулазиз Илхомжон угли

магистрант, Ферганский политехнический институт, кафедра «Химическая технология»,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: abdulazizjurayev8209@gmail.com

Рахмонов Ортик Комилович

канд. техн. наук, Ферганский политехнический институт, кафедра «Химическая технология»,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: o.rakhmonov@ferpi.uz

METHODS FOR OBTAINING SODIUM HEXAFLUOROSILICATE FROM WASTE GASES FROM THE PRODUCTION OF POSPHORIC FERTILIZERS (A REVIEW)

Khaet Yuldashev

assistant, Ferghana Polytechnic Institute, department of "Chemical technology",
Republic of Uzbekistan, Ferghana

Abdulaziz Juraev

Master student, Ferghana Polytechnic Institute, department of "Chemical technology",
Republic of Uzbekistan, Ferghana

Ortik Rakhmonov

Condodate of Technical Sciences, Fergana Polytechnic Institute, department of "Chemical technology",
Republic of Uzbekistan, Fergana

АННОТАЦИЯ

При производстве простого суперфосфата или ЭФК образуются отходящие газы, такие как HF и SiF₄ или фторсодержащие сточные воды, которые свою очередь загрязняют окружающую среду. В данной работе рассматриваются методы утилизации этих отходов, а также получения продукта Na₂SiF₆ из абсорбционного раствора фторкремниевой кислоты, путем нейтрализации его содой или конверсией раствором солей натрия. Основной целью данной работы является нахождение оптимальных методов по очистке переработке отходящих газов от фтора с получением ценного продукта – фторсиликата натрия, для внедрения этих методов на предприятиях Республики Узбекистан, которые выпускают фосфорные удобрения из фосфоритов Центральных Кызылкумов.

ABSTRACT

The production of simple superphosphate or EPA generates waste gases such as HF and SiF₄ or fluorinated wastewater, which in turn pollute the environment. This paper discusses methods for the disposal of these wastes, as well as for obtaining the product Na₂SiF₆ from an absorption solution of fluorosilicic acid, by neutralizing it with soda or by conversion with a solution of sodium salts. The main goal of this work is to find optimal methods for cleaning and processing waste gases from fluorine to obtain a valuable product - sodium fluorosilicate, for the implementation of these methods at enterprises of the Republic of Uzbekistan that produce phosphoric fertilizers from phosphorites of the Central Kyzyl Kum.

Ключевые слова: кремнефтористоводородная кислота, фосфатное сырье, фторсиликат натрия, кремнефторид натрия, серная кислота, суперфосфат, экстракционная фосфорная кислота.

Keywords: hydrofluorosilicic acid, phosphate raw materials, sodium fluorosilicate, sodium silicofluoride, sulfuric acid, superphosphate, extraction phosphoric acid.

Введение. В настоящее время переработка отходов производства химической промышленности с точки зрения экономики и экологии является актуальным и особо важным аспектом.

В Узбекистане имеются ряд предприятий, АО «Аммофос-Максам», АО «Кокандский суперфосфатный завод» и АО «Самаркандкимё», которые выпускают такие фосфорсодержащие удобрения, как аммофос, простой аммонизированный суперфосфат, нитрокальцийфосфат и др. Для производства этих удобрений основным сырьем служит фосконцентра- тиз ООО «Кызылкумский фосфоритовый комплекс», в котором имеются соединения фтора в следующих количествах (вес. %): в мытом обожженном -1,91; в мытом сущенном - 2,29; в фосфоритном муке - 2,00 [8,26].

В соответствии с новыми реформами в стране приняты ряд решений [5,25] по увеличению действующих мощностей в 2019-2024 годах: на базе АО «Аммофос-Максам» увеличится производство фосфорных удобрений не менее чем на 100 тыс. тонн в год в пересчете на P_2O_5 ; производство фосфорных удобрений, серной кислоты, переработка фосфоритной руды в Навоийской области до 274 тыс. тонн в год фосфорных удобрений в пересчете на P_2O_5 ; расширение производственных мощностей АО «Кокандский суперфосфатный завод» с увеличением мощности производства суперфосфата до 63 тыс. тонн в год в пересчете на P_2O_5 . В связи с этим необходимо отметить, что вредные выбросы в атмосферу соответственно увеличатся и возникнет вопрос об утилизации этих выбросов.

Теоретическая часть. Улавливание фтор содержащих соединений из технологических газов является важной составной частью любого технологического процесса, связанного с переработкой фосфатного сырья [2]. Санитарные нормы по содержанию фтористых соединений в атмосфере для производственных помещений составляют $0,5 \text{ мг/м}^3$, а для населенных пунктов $0,005 \text{ мг/м}^3$ [6,23].

Процесс получения экстракционной фосфорной кислоты разложением фосфатов схематично может быть представлен следующим образом [2,6,7,22]:

В зависимости от количества молекул воды, участвующих в реакции, различают дигидратный ($n=2$), полугидратный ($n = 0,5$) и ангидридный ($n = 0$) способы.

В производстве экстракционной фосфорной кислоты, из апатитового концентрата, в газовой фазе содержится $0,5\text{-}2,5 \text{ г/м}^3$ фтора, а в производстве простого суперфосфата, $15\text{-}30 \text{ \% г/м}^3$ [2].

Очистка фторсодержащих отходящих газов можно подразделить на следующие стадии:

- абсорбция фторсодержащего газаводой с получением раствора кремнефтористоводородной кислоты;
- получение фторсиликата натрия (ФСН) путем осаждения Na_2SiF_6 водными растворами солей

натрия NaCl , Na_2SO_4 , Na_2CO_3 , NaHCO_3 , или каустической содой NaOH .

Также очистка от фтора может быть произведена осаждением H_2SiF_6 солями калия, бария, кальция или аммиаком.

Рассмотрим подробно вышеперечисленные стадии получения ФСН очисткой фторсодержащих газов.

Получение кремнефтористоводородной кислоты (КФВК). Фтористый водород, выделяющийся при получении фосфорной кислоты и суперфосфата, взаимодействует с кремнийсодержащими соединениями, присутствующими в сырье, с образованием SiF_4 следующим образом [2,6,22]:

или

Для улавливания SiF_4 применяют метод абсорбции водой. SiF_4 хорошо растворяется в воде, при этом идет процесс гидролиза с образованием H_2SiF_6 и H_2SiO_3 :

До абсорберов в газосоудах при охлаждении возможна конденсация водяных паров, что приводит к оседанию на стенках кремнегеля [2,22]:

или

Процесс гидролиза SiF_4 идет столь интенсивно, что ему не препятствует присутствие в растворе других кислот (например, до 50% H_2SO_4) [22].

В производстве суперфосфата при взаимодействии SiF_4 с водой образуется 8–12%-ная КФВК и кремнегель. При этом наблюдается образование стойкого тумана, содержащего фтористые соединения. Средний диаметр частиц тумана составляет $0,4\text{--}0,75 \text{ мкм}$, что затрудняет их улавливание [2].

Система водной абсорбции фтористых газов как правило производится в две ступени. Для абсорбции могут использоваться абсорберы разных конструкций, как механические абсорберы с разбрызгивающими вальками, двухвалковые абсорбционные камеры, скрубберы Вентури, абсорберы с плавающей насадкой, мокрые циклоны различного типа, полые скрубберы, пенные аппараты со взвешенной насадкой и др.

Как отмечилось, что при поглощении SiF_4 водой выделяется также кремнегель, поэтому КФВК поступает на дальнейшую переработку вместе с частью шлама SiO_2 . Остальная часть шлама SiO_2 накапливается в абсорберах, которую периодически удаляют.

Получение кремнефторида натрия. Полученную в абсорберах КФВК, содержащую 8–10% H_2SiF_6 , вместе с шламом кремневой кислоты перекачивают насосами (со специальными антикоррозионными по-

крытиями или изготовленных из специальных нержавеющих сталей) в накопительную ёмкость (с многослойным перхлорвиниловым покрытием или лаком ФЛ-4), из которого она поступает на дальнейшую переработку [22].

Для получения ФСН из H_2SiF_6 используют разные натриевые соли или соду. В качестве сырья могут использоваться хлорид натрия, сульфат натрия, карбонат (или бикарбонат) натрия и гидроксид натрия. Процесс взаимодействия выше перечисленных веществ с кремнефтористоводородной кислотой с образованием осадка Na_2SiF_6 протекает по следующим реакциям:

Хлоридный метод. Процесс согласно (7) реакции осаждение Na_2SiF_6 производят концентрированным (25%-ным) раствором NaCl при 15–20°C в стальных реакторах с мешалками, защищенных от коррозии, как было указано выше. Растворимость Na_2SiF_6 значительно понижается в присутствии избытка NaCl в растворе. Для более полного осаждения Na_2SiF_6 в твердую фазу NaCl необходимо вводить в избытке от стехиометрического количества. Согласно данным [2,3,22,23] NaCl берут в избытке до 25 %, при этом плохо растворимый ФСН выделяется в осадок в форме шестигранных кристаллов. ФСН, применяемый в качестве инсектицида или для дефолиации, должен быть дисперсным, для его опрыскивания. Степень его дисперсности зависит от условий кристаллизации. При неизменной концентрации H_2SiF_6 можно получить кристаллы Na_2SiF_6 разной величины от 10 – 60 мк и больше, регулируя изменением продолжительности подачи реагентов от 30 до 360 сек [22]. Как отмечалось что, наибольшая степень пересыщения раствора ФСН достигается при кристаллизации в избытке ионов Na^+ , наименьшая – в избытке ионов SiF_6^{2-} . Поэтому для получения мелкокристаллического осадка необходимо приливать КФВК к раствору NaCl , а не наоборот, или быстро и одновременно сливать оба раствора [22,23].

После смешивания КФВК и NaCl кристаллы кремнефторида в течение 30 мин осаждаются на дно реактора, гель кремневой кислоты остается в маточном растворе во взвешенном состоянии. Такое разделение твердых фаз возможно вследствие большого различия скоростей их осаждения, так как, Na_2SiF_6 осаждается со скоростью около 3 м/ч, а кремнегель – со скоростью 0,25–0,3 м/ч [23]. Из реактора маточный раствор сливают в отстойник, где дополнительно осаждается кремнефторид натрия. Сгущенная пульпа из отстойника возвращается в реактор, маточный раствор вместе с взвесью кремнегеля передается на нейтрализацию соляной кислоты и осаждение остатков фтора путем обработки раствора измельченным известняком или известью. Далее сгущенную пульпу из реактора отделяют от остаточного раствора

центрифугированием или фильтрованием, в данной стадии кристаллы Na_2SiF_6 промывают водой для снижения его гигроскопичности после сушки. На производство 1 т Na_2SiF_6 расходуют: 0,725 т H_2SiF_6 , 1,09 т технической поваренной соли, 380 м³ воды, 175 кВт • ч электроэнергии и 0,066 т условного топлива [22,23].

Отходом производства ФСН в данном методе является слабый раствор соляной кислоты, содержащий 3–4% HCl , 2–2,5% NaCl и около 0,1–0,2% Na_2SiF_6 [22,1]. Использование такого раствора затруднительно; обычно его нейтрализуют известью и спускают в канализацию. Для получения более концентрированной соляной кислоты (10–16% HCl) ее можно укреплять путем возврата части кислоты, остающейся после осаждения Na_2SiF_6 поваренной солью, обратно в абсорбционную систему.

Отбросный раствор может быть нейтрализован и одновременно обезфторен обработкой нефелином. Весь фтор при этом переходит в осадок, который может быть использован в производстве стекла, эмалей, цемента, кислотостойких замазок, антисептической пасты для защиты древесины от гниения и огня или для получения фтористых солей [22].

Сульфатный метод. Согласно реакции (8), при осаждении сульфатом натрия, готовят насыщенный раствор Na_2SO_4 при 35–45°C и вводят его в КФВК с перемешиванием. Na_2SO_4 берется в избытке до 10–20 % от стехиометрического количества [1]. Для приготовления раствора сульфата натрия используется промывные воды из стадии центрифугирования или абсорбционную жидкость. После смешения реагентов суспензия ФСН отстаивается в течение 25–30 мин. Отделение кристаллов Na_2SiF_6 от маточного раствора и кремнегеля, как и в хлоридном методе, основано на различной скорости осаждения кристаллов (3 м/ч) и кремнегеля (0,25–0,3 м/ч) [23]. Процесс отстаивания и отделения кристаллов Na_2SiF_6 от маточного раствора и кремнегеля отличается от хлоридного метода описанный ранее. В отличие, что при этом в маточном растворе образуется 4–5% серная кислота. Осадок Na_2SiF_6 в реакторе промывают водой для удаления свободной кислоты и кремнегеля. После промывки вновь дают раствору отстояться в течение 10–15 мин и сливают промывные воды. Промывные воды используются для приготовления раствора Na_2SO_4 [1,24].

Процесс осаждения проводят в металлических реакторах, футерованных изнутри диабазовыми плитками. Реактор снабжен механической мешалкой, вращающейся со скоростью 25–30 об/мин. В стенке реактора имеются два отверстия: верхнее для слива маточного раствора и промывочных вод и нижнее для спуска пульпы по желобу в центрифугу, в которой кристаллический кремнефтористый натрий отжимают от жидкости [1]. Отходами данного метода являются маточный раствор следующего состава: H_2SO_4 – 6–12%; Na_2SO_4 1–2,6%; Na_2SiF_6 0,7–1,5%. Данный маточный раствор можно использовать для разбавления концентрированной серной кислоты в производстве суперфосфата [2,24,1].

Согласно работам авторов [4] процесс получения Na_2SiF_6 производят концентрированным (27%-ным)

раствором Na_2SO_4 при 30-60°C. Сульфат натрия берут в избытке до 10-20 % от стехиометрического количества. Процесс вводится в течение 20-40 минут. Полученную суспензию, содержащую в твердой фазе КФН и кремнегель, а в жидкой H_2SO_4 и Na_2SO_4 , подвергают разделению с помощью гидроциклона под давлением 1,5-2,5 атм. Сливную фракцию, содержащую кремнезем ФЧН, H_2SO_4 и Na_2SO_4 , нейтрализуют сухим карбонатом натрия, после чего при перемешивании добавляют КФВК с взвесью SiO_2 в количестве 85-95% от стехиометрического количества для взаимодействия с образовавшимся сульфатом натрия. Суспензию разделяют.

Содовый метод. В отличие от предыдущих способов, в данном методе для осаждения ФЧН используется карбонат натрия. Данный метод в настоящее время является самым из распространенных способов в предприятиях по производству фосфорных удобрений [21,25].

Согласно данным [21] ФЧН получают при осаждении кристаллов Na_2SiF_6 нейтрализацией КФВК с концентрацией не менее 8% содовым раствором с концентрацией не менее 15% согласно реакции (9). В реактор сначала подается раствор КФВК, затем добавляется раствор Na_2CO_3 . Процесс вводят при pH = 2,5-6,0. В отличие от других реакторов, которые используется вышеперечисленных методов, в верхней части реактора установлен брызгоотбойник, предназначенный для предотвращения выплескивания пены из реактора, так как реакция идет с выделением CO_2 . Затем полученную суспензию сгущают в радиальных сгустителях до $T:Ж$ не более 3÷1, сгущенную суспензию направляют на сушку в аппарат кипящего слоя с подслоем из кварца. Готовый продукт улавливают в циклонах, и затаривают. Маточные растворы направляют на станцию нейтрализации.

Согласно способу [5] ФЧН получают взаимодействием 18 %- ной КФВК с Na_2CO_3 . Процесс взаимодействия реагентов осуществляют в две стадии, в первой стадии к КФВК при 35-45°C с перемешиванием добавляют кальцинированную соду, что составляет на 25-37,5% больше от стехиометрического соотношения, при этом образуется фторид натрия и диоксид кремния. Процесс ведут в течение 20-30 мин. На второй стадии добавляют остальное количество кислоты и скрубберную жидкость содержащий 69-72% Na_2SiF_6 . Далее образовавшуюся суспензию обезвоживают в аппарате кипящего слоя с полным выносом продукта. Готовый продукт улавливается в системах сухой и мокрой очистки газов. Степень сухой очистки составляет 95,6-96,2%. Образовавшийся

на мокрой очистке скрубберный раствор Na_2SiF_6 возвращают в цикл.

Согласно авторам [1] ФЧН получают взаимодействием КФВК с Na_2CO_3 в многоступенчатом цикле с последующим отстаиванием суспензии и сухой продуктом. На первую ступень многоступенчатого цикла для предварительного смешения подают 12%-ную КФВК и суспензии кремнефтористого натрия (КФН) с последней ступени. Объемное соотношение потоков поддерживают равным 1,0:0,5-4,0. Время пребывания смеси на первой ступени 15-30 мин. На вторую, третью и четвертую ступень подают раствор Na_2CO_3 с концентрацией 18%, где осуществляется взаимодействие реагентов с получением КФН. Общее количество карбоната натрия по отношению к стехиометрической норме составляет 100%. Время пребывания реакционной массы на каждой ступени составляет 13-25 мин. Часть суспензии возвращают на первую ступень, а оставшуюся суспензию отстаивают и сушат в аппарате кипящего слоя. Содержание основного вещества в продукте находится в пределах 98,6-99,6%.

Имеются еще много работ по получению ФЧН, которые имеют незначительные отличия от выше описанных методов [6,10,11,12,13,14,15].

Заключение. Таким образом, как показал обзорный анализ научной литературы, имеются разные способы получения КФН из растворов КФВК. Все эти методы свою очередь требуют коррозионностойкого оборудования и имеют громоздкость оборудования с очистными устройствами.

Из рассмотренных методов все виды приемлемы на предприятиях Узбекистана по производству фосфорных минеральных удобрений, так как в настоящее время в Узбекистане имеются местные сырьевые ресурсы, такие как хлорид натрия, мирабилит и кальцинированная сода. Для АО «Кокандский суперфосфатный завод» и АО «Аммофос-Максам» можно использовать получение КФН сульфатным способом, так как при этом образуется слабый раствор серной кислоты, которую можно использовать в начале производства для разбавления концентрированной серной кислоты. Имеются еще альтернативные методы, например в АО «Ферганаазот» выпускает суперфосфат (с мощностью 50 тн/год в пересчете на P_2O_5) и пищевую соду (бикарбонат натрия). В свою очередь в производстве пищевой соды образуются сточные воды с содержащими в себе Na_2CO_3 , NaHCO_3 и NaCl , которую можно использовать в производстве суперфосфата для получения КФН.

Список литературы:

1. А.с. 1204562 СССР, С01В 33/10. Способ получения кремнефторида натрия / А.М.Загудаев, Г.А. Лопаткина, Л.Г. Ширинкин, В.В. Бабкин и В.В. Коряков; – №3649546/23-26; заяв.10.10.83; опубл.15.01.86, Бюл. №2. – 3 с.
2. А.с. 1028597 СССР, МПК С 01 В 33/10. Способ получения кремнефтористого натрия / А.С.Коробицын, Л.И. Голяков, Л.Г. Ширинкин [др.]; – № 3327456/23-26; заяв. 02.06.81; опубл. 15.07.83, Бюл. № 26. – 4 с.
3. А.с. 1030311 СССР, МПК С 01 В 33/10. Способ получения кремнефторида натрия / А.М. Загудаев, А.С. Коробицын, Л.И. Голяков, О.А. Пальянова; – № 3291471/23-26; заяв.25.03.81; опубл. 23.07.83. Бюл. №27. – 3 с.
4. А.с. 1659358 СССР, МПК С 01 В 33/10. Способ получения кремнефторида натрия / Л.И. Голяков, В.В. Бабкин, А.М. Загудаев, Л.Г. Ширинкин, и Ф.Д. Пушкарев; – № 4725158/02; заяв.17.07.89; опубл. 30.06.91. Бюл. №24. – 3 с.
5. А.с. 1428694 СССР, С 01В33/10. Способ получения кремнефторида натрия / А.С. Коробицын, Л.И. Голяков, А.М. Загудаев, И.И. Шишко; – № 4029229/23-26; заяв. 26.02.86; опубл. 07.10.88, Бюл. №37. – 2с.
6. А.с. 859293 СССР, С01В 33/10. Способ получения кремнефторида натрия / Д.В. Бантов, Н.С. Богданова, В.А. Тарасов, Б.Е. Рухман и Т.С. Палешева; – №2801660 /23-26; заяв.18.07.79; опубл.30.08.81, Бюл. №32. – 3 с.
7. Инженерно-экологический справочник / А.С. Тимонин. – Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2003. – Т. 1. – С. 917.
8. Комплексная переработка фосфоритов Центральных Кызылкумов / З.К. Дехканов, А.Р. Сейтназаров, Ш.С. Намазов, А.М. Реймов, Р.К. Курбаниязов // Химический журнал Казахстана. – 2014. – № 4. С. 19-30.
9. Очистка газов в производстве фосфора и фосфорных удобрений / Э.Я. Тарат, О.Г. Воробьев, О.С. Балабеков и др. – Л.: Химия. 1979. – С. 288.
10. Патент РФ №2356835, С01В 33/10. Способ получения кремнефторида натрия / А.Г. Мустафин и Т.В. Шарипов; №2007123556/15; заяв.05.06.2007; опубл.27.05.2009, Бюл. №15. – 5 с.
11. Патент CN (Китай) №102849744В, С01В 33/10, С01В 17/69. Технология получения фторсиликата натрия / Авторы: 徐魁, 穆劲, 陈彬, 廖吉星, 朱飞武, 戴凌云, 石秀明, 潘礼富, 彭宝林; – №201210287774.8; заяв. 13.08.2012; опубл. 06.08.2014. – 7 с.
12. Патент JP (Япония) №Н08157207А, С02F1/58, В09В 3/00, С01В 33/10. Production of sodium silicofluoride / Kouji Morikiyo, Kazuya Shimura, Takeki Shinozaki; заяв. 06.12.1994; опубл. 16.06.1996. URL: <https://patents.google.com/patent/JPH08157207A/en?q=sodium+silicofluoride&oq=sodium+silicofluoride>.
13. Патент CN (Китай) №102923713А, С 01В 33/10. Method for sanitary production of sodium fluosilicate / Лю Хай; – №201210446052.2; заяв. 09.11.2012; опубл. 13.02.2013. – 4 с.
14. Патент РФ №2604236С1, С01В 33/10. Способ получения кремнефторида натрия / Т.В. Шарипов, А.Г. Мустафин, Г.С. Кинзябулатова и Э.Р. Сафарьянова; № 2015136833/05; заяв.28.08.2015; опубл.10.12.2016, Бюл. №34. – 7 с.
15. Патент JP (Япония) № 2015224162А, С 01В 33/10, С 02F 1/58, С 02F 1/60. Production method of sodium silicofluoride, and waste liquid treatment system / Takeshi Fujiwara, Yuto Shimizu, Takao Nakaseko, Masato Morita, Kenichi Sakurai, Masaru Yamazaki; – №20141110234 (P2014-110234) заяв. 28.05.2014; опубл. 14.12.2015. – 8 с. URL: <https://patents.google.com/patent/JP2015224162A/en?q=sodium+silicofluoride&oq=sodium+silicofluoride>
16. Переработка фосфоритов Каратау в гексафторосиликат натрия / Т.В. Шарипов, диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Казань, 2014. – С. 184.
17. Постановление Президента Республики Узбекистан от 3 апреля 2019 г., № ПП-4265 «О мерах по дальнейшему реформированию и повышению инвестиционной привлекательности химической промышленности».
18. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 4 марта 2020 г., № 120 «О дополнительных мерах повышения производства фосфорных удобрений в республике».
19. Производства неорганических ядохимикатов, 2-ое изд., перераб. / М.Г. Габриелова, М.А. Морозова. – М.: Химия, 1964. – С. 328.
20. Производство фтористых соединений при переработке фосфатного сырья / В.А. Зайцев, А.А. Новиков, В.И. Родин. – М.: Химия, 1982. – С. 248.
21. Справочник по наилучшим доступным технологиям, ИТС 19-2016 / Производство твердых и других неорганических химических веществ // – М.: Бюро НДТ, 2016. – С. 314.
22. Технология минеральных солей (удобрений, пестицидов, промышленных солей, окислов и кислот), 4-е изд., испр. / М.Е. Позин и др. – Л.: «Химия», 1974. – Ч. II. – С. 768.
23. Технология минеральных удобрений / А.А. Соколовский. – М.: Химия, 1966. – С. 304.
24. Технологический процесс получения кремнефтористого натрия на Константиновском химическом заводе / В.И. Недилько, Л.Е. Круглова, Л.И. Бондаренко // Труды НИУИФ. – Вып.261. – 1991. – С. 147-149.
25. Утилизация отхода производства каустической соды с получением фторсиликата натрия / Т.В. Шарипов, А.И. Дельмухаметова и Г.С. Кинзябулатова // «Молодой ученый». – 2013. – №1 (48). – С. 58-61.
26. Экстракционная фосфорная кислота из мытого обожженного фосконцентрата Центральных Кызылкумов. содержащего 26% Р₂О₅ / Ш.С. Намазов, КС. Садыков, Н.В. Волинскова, А.Р. Сейтназаров, Р.Д. Исаев, Б.М. Беглов // Химическая промышленность. – 2014. – Т. 91. – №5. – С. 225-236.

ЭНЕРГЕТИКА

АНАЛИЗ ВОПРОСОВ ПРИМЕНЕНИЯ УСТРОЙСТВ РЕГУЛИРОВАНИЯ СИЛОВЫХ
ТРАНСФОРМАТОРОВ*Турсунов Дониёр Абдусалимович.**ассистент кафедры электроэнергетики, Ферганский политехнический институт,
Узбекистан, г. Фергана**Исмоилов Иброхимжон Келдибоевич**стажер исследователь, Ферганский политехнический институт,
Узбекистан, г. Фергана**E-mail: ismoilovi2774@mail.ru*

ON THE USE OF CONTROL DEVICES OF POWER TRANSFORMERS

*Doniyer Tursunov**Assistant of Electrical Power Engineering Chair, Ferghana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Ferghana**Ibrokhimjon Ismoilov**Intern Researcher, Ferghana Polytechnic Institute,
Uzbekistan, Ferghana*

АННОТАЦИЯ

В статье проведен анализ различных переключателей, трансформатор с тремя обмотками со схемой соединения треугольник и звезда. Приведены общие сведения переключателей РПН с реакторным и резисторным ограничением тока и с барабанным и рамочным возбуждением (ПБВ). Более детально описан трёх фазный РПН подключенный на обмотку нагрузки со схемой соединения звезда (РПН типа SDV) и треугольник (РПН серии РС).

ABSTRACT

This report analyzes various switches, a three-winding transformer with delta and star connections. The general information on OLTC switches with reactor and resistor current limitation and with drum and frame excitation (SWE) is given. A three-phase on-load tap-changer connected to the load winding with a star connection (SDV-type on-load tap-changer) and delta (RS-series on-load tap-changer) is described in more detail.

Ключевые слова: переключатели, осциллография, токоограничивающие реакторы, регулирования нагрузки под напряжением, переключения без возбуждения, гашение дуги, строение контакта, токоограничивающий реактор, токоограничивающий резистор, вакуумный контактор.

Keywords: switches, oscillography, current limiting reactors, voltage load regulation, switching without excitation, arc extinguishing, contact structure, current limiting reactor, current limiting resistor, vacuum contactor.

Виды переключателей силовых трансформаторов и их осциллография. Виды и строение выключателей. Выключатели силовых трансформаторов предназначены для регулирования напряжения изменяя количество витков в обмотке нагрузки и разделяются на несколько видов по следующим признакам [1, 7, 2].

Классификация выключателей приведена в виде таблицы на рис. 1.

Выключатели отличаются друг от друга по строению, принципу действия, техническим параметрам, а также, многими характеристиками.

По количеству фаз устройство РПН и ПБВ [1] изготавливаются много фазными и однофазными. В свою очередь однофазные и трёх фазные устройства ПБВ изготавливаются барабанными и реечными. Контакты ПБВ барабанного типа бывают, кольцевые, сегментные или ламельные, а в реечном типе, только ламельные.

В таблице 1 приведены буквенные обозначения устройств ПБВ [8, 9, 10]. В таблице 1, 2 приведены буквенные обозначения по ГОСТу 24126-80 всех отечественных РПН (кроме электрических параметров).

Таблица 1.

Буквенные обозначения переключающих устройств ПБВ

Международное обозначение	Количество фаз	Вид устройства преобразования	Строение контакта
П	1	Барабанный	Кольцевой
ПТ	3	Барабанный	Кольцевой
ПС	1	Барабанный	Сегментный
ПСТ	3	Барабанный	Сегментный
ПЛ	1	Барабанный	Пластинчатый
ПЛТ	3	Барабанный	Пластинчатый
ПР	1	Реечный	Пластинчатый
ПРТ	3	Р Реечный	Пластинчатый

Таблица 2.

Буквенные обозначения РПН отечественного производства

Международное обозначение		Количество фаз	Токоограничивающий элемент
РНО		1	-
РНТ		3	-
РНОР		3	Индуктивный (Реакторный)
РНТР		3	Индуктивный (Реакторный)
РНОА		1	Активный (Резисторный)
РНТА		3	Активный (Резисторный)
РНТР-У		3	Активный (Резисторный)
РНТА-У		3	Активный (Резисторный)

Например, РНО – регулирует однофазное напряжение при помощи токоограничивающего реактора или РНТ(Р) - регулирует трёхфазное напряжение при помощи токоограничивающего реактора.

В добавок к вышесказанному в буквенные обозначения РПН показанных в таблицах 1, 2 можно внести некоторые изменения в следствии возникновения и гашения электрической дуги.

А-гашение дуги в воздухе;

В-гашение дуги в вакууме;

Г-гашение дуги в газовой среде;

П-преобразования без дуги с помощью полупроводникового прибора;

ПП-прямое регулирование высокого уровня;

Если в названии конструкции нет буквенного изменения, значит гашение дуги производится в масле.

В дальнейшем мы рассмотрим более детально методы гашения электрической дуги в РПН:

Гашение дуги, система переключения контактов производится двумя методами:

- Масляная дугогасящая камера (МДК)
- Вакуумная дугогасящая камера (ВДК)

Токоограничивающие РПН изготавливаются с масляной дугогасящей камерой. Основные недостатки такой конструкции громоздкость. В таком случае трансформатор с токоограничивающим реактором РПН заменяется на другие дугогасящие конструкции. Самые распространенные переключающие устройства оптимальной конструкции изготавливаются в Германии и Болгарии. Типы РПН широко применяемые в Германии SAV, SCV и SDV, Болгарии

РПН с РС. Буквенные обозначения маркировок представлены ниже.

Например, типы РПН SDV1-630-41/41-W19-N применяемые, в Германии обозначаются следующим образом:

S – устройство переключения

D – трехфазный «треугольник» (А-однофазный, С-трехфазный «звезда»)

V – тяжелый вариант

1 – серия переключающего устройства

630 - номинал ток (А)

41 – класс изоляции РПН (кВ)

41 – класс изоляции обмоток трансформатора (кВ)

W – с возвратом (О-селективный, G-грубой ступени)

19 – цифра состояния

N – умеренный климат (F-холодный, T-тропический климат)

В дальнейшем рассмотрим своеобразные свойства выше перечисленных типов РПН.

Регулирование напряжения под нагрузкой с помощью токоограничивающего реактора. В таблицах 1 и 2 приведены разные виды устройств регулирования с помощью токоограничивающего реактора:

Например, РНО – регулирует однофазное напряжение при помощи токоограничивающего реактора или РНТ(Р) - регулирует трёхфазное напряжение при помощи токоограничивающего реактора.

В серии РПН с ток ограничением разделяются на виды дополнительно цифирными обозначениями [5,6,8,9]:

Например, однофазный – РНО-9, РНО-17, РНО-18, РНО-20, РНО-21, РНО-22, РНО-23 и РНО-24, трехфазный – РНТ-9, РНТ-17, РНТ-18, РНТ-20, РНТ-21, РНТ-22, РНТ-23 и РНТ-24.

В таблице 3 приведены сведения ряда серий РПН с токоограничивающим реактором. На рисунке 1

приведена схема РПН с токоограничивающим реактором.

Переход напряжения от одной ступени на другую осуществляется по схеме (а-ж) показанный на рис.1.

Рисунок 1. Схема последовательности работы контактов контактора РПН с токоограничивающим реактором:

а) состояние переключения на 3 ступени; б) контакт на правой стороне K_2 открыт; в) Π_2 переключается с 3 ступени на 4; г) контакт на правой стороне K_2 закрыт, секции 3-4 реактора закрыты; д) контакт в левой стороне K_1 открыт; е) Π_1 переключается с 3 ступени на 4; ж) контакт в левой стороне K_1 закрыт; Π_1, Π_2 – контакты переключателя; K_1, K_2 – контакты контактора; P – реактор; I – ток нагрузки

Рассмотрим режим переключения переключающего устройства от 3 к 4 ступени. Первым открывается правый контакт K_2 , затем, Π_2 переключается с 3 ступени на 4. В это время ток нагрузки потечет по контакту контактора. Затем, контакт K_2 закрывается и ток нагрузки течет по мостовой схеме. Тем временем, ток нагрузки равномерно течет как в нормальном режиме, по двум сторонам реактора, переключающего устройство. В таком случае, появляется токи вихря, который ограничивает токоограничивающий реактор.

Также, контакт K_1 открывается с левой стороны. Π_1 переключается с 3 ступени на 4. Левый контакт K_1 закрывается и регулирование перенапряжения завершается.

Следующие виды переключающих устройств считаются самыми распространёнными: РНТ-9, РНТ-13, РНТ-18, РНТ-20 и РНТ-24, самое краткое название РНТ-9 [6]. Рассмотрим конструкцию РНТ-9 (см. рис.2).

Таблица 3.

Переключающие устройства РПН с токоограничивающим реактором

Вид переключающего устройства	Количество состояний	Номинальный рабочий ток (А)	Класс напряжения на обмотках (кВ)	Вид переключающего устройства	Количество состояний	Номинальный рабочий ток (А)	Класс напряжения на обмотках (кВ)
Однофазный				Трехфазный			
РНО-9-150/10(Т)	9	150	10	РНТ-9-150/10(Т)	9	150	10
РНО-13-625/10	9.17	625	10	РНТ-9-150/35	9	150	35
РНО-13-1200/10	9	1200	10	РНТ-13-625/35	9	300	35
РНО-17-625/35	49	625	35		9.17	625	35
РНО-20А-625/35	23	625	35	РНТ-13-625/35/110	9	300	110 *
РНО-21-625/35	23	625	35	РНТ-13А-625/35/110	9	625	110 *
РНО-22-625/35	22	625	35	РНТР-17-625/35	49	625	35
РНО-23-625/10	17	625	10	РНТ-18-1200/35	22	1200	35
РНО-24-625/35	23	625	35	РНТ-19-625/35**	23	625	35
Трехфазный				Трехфазный			
РНТ-20-625/35	23	625	35	РНТ-21-625/35	23	300	35
РНТ-20А-625/35	23	625	35	РНТ-23-625/35	17	709	35
РНТ-20Б-625/35	23	625	35	РНТ-23-625/35/110	9	625	110 *
РНТ-20В-625/35	23	625	35	РНТ-23-1200/35	9	1200	35
РНТ-20Г-625/35	23	625	35	РНТ-24-625/35	23	625	35

Примечание: - * ПУ, 110 кВ обмотка с нейтралью

- ** новые конструкции не принимаются

Рисунок 2. Конструкция трехфазного селективного контактора устройства РПН типа РНТ – 9 – 150/10

- 1) дополнительная муфта; 2) верхний фланец; 3) бумажно-бакелитовая изоляция цилиндра;
 4) неподвижный контакт; 5) подвижный контакт разделения; 6) рукоятка подвижного контакта;
 7) шайба контакта; 8) изоляционная втулка, прикрепленная к валу; 9) контакт выхода; 10) нижний диск

РНТ-9 работает при невысоких токах и не имеет отдельного контакта, мощность обрыва малая. Это переключающее устройство имеет устройство селективности, установленный на баке, который заполнен

диэлектрической жидкостью. Корпус РНТ-9 изготавливаются из бакелитовой бумаги. Внутри него имеются 9 пар контактных поверхностей на каждой фазе неподвижного контакта. Неподвижные контакты А₇,

В₇ и С₇ имеют выходные клеммы, которые, соответствуют выходному регулированию. Кроме того, выходные клеммы имеют 2 нулевые клеммы для каждой фазы А₁₂, А₁₃. Эти клеммы связаны друг с другом и нулевой точкой обмотки трансформатора.

Выходной контакт 9 проходит через нулевую клемму. Выходные контакты прикреплены латунной шайбой. Бумажно-бакелитовый цилиндр закреплен стальным фланцем с двух сторон (верхний и нижний). Нижний фланец закрепляется шайбой, а верхний, шайбой с конусообразным срезом. Приводной вал изготавливается из бумажно-бакелитовой или стальной трубки и изолируется с двух сторон изоляционной втулкой. Подвижный контакт прикрепляется над валом специальной рукояткой. ПУ серии РНТ имеют одинаковый вид, который был описан выше.

Регулирование напряжения под нагрузкой с помощью токоограничивающего резистора. Принцип действия резисторного РПН похож на принцип действия ПУ реакторного типа. Специфические особенности этого устройства в том, что, в РПН резисторного типа ток нагрузки при нормальных режимах не проходит через шунтирующий резистор. Трансформаторы являются основной частью системы. При за-

мене таких устройств контакты контакторов срабатывают под действием механического воздействия пружины. При этом во время коммутации ток нагрузки протекает через токоограничивающий реактор. Резисторы не предназначены для постоянного через них тока. Резистор предназначен для моментального ограничить протекающий ток по цепи контактов. Управление РПН резисторного типа производится приводным механизмом. Приводной механизм устроен таким образом, что, при неправильной работе контакты РПН не выходит из строя.

На сегодняшний день РПН серии РС (производство Болгария) и серии SAV, SCV, SDV (производство Германия) являются самыми высокоскоростными. В таблице 4 приведены общие типы РПН с однофазным и трехфазным токоограничивающим резистором. Время срабатывания контактов РПН серии РС не превышает 50 мс, а это намного больше времени срабатывания РПН реакторного типа. Переход на ступенях напряжения составляет от 1 до 3 секунд.

Рассмотрим процесс переключения контактов контактора РПН с токоограничивающим резистором, например, ПУ серии РС. На рис.3 приведена схема последовательной работы контактов контактора. Эта схема самая распространенная.

Таблица 4.

Переключающие устройства РПН с токоограничивающими резисторами

Вид переключающего устройства	Количество состояний	Номинальный рабочий ток (А)	Класс напряжения на обмотках (кВ)	Вид переключающего устройства	Количество состояний	Номинальный рабочий ток (А)	Класс напряжения на обмотках (кВ)
Однофазный (Зарубежное производство)				Трехфазный (Зарубежное производство)			
РНОА-35/1000	40	1000	630	РС-3-35/400	До 27	400	800
РНОА-110/1000	12	1000	1500	РС-3-110/400	До 27	400	960
ЗРНОА-110/1000	12	1200	1920	РС-3-110/630	До 27	630	1185
РНОА-220/2000	12 и 16	2000	2100		До 27	400	1350
РНОА-220/3000	16	3000	1950	РС-3-150/400	До 27	400	1370
РНОА-330/2000	12 и 16	2000	1950	РС-3-220/400	До 27	120	1400
SAV-110/1600	17	1600	2100	РС-3-330/120	До 27	200	2325
SAV-220/1600	17	1600	2920	РС-4-35/200	До 27	200	3000
Трехфазный (Зарубежное производство)				РС-4-110/400	До 27	400	2750
РНТА-1-10/63	12	63	100	РС-4-110/630	До 27	630	2500
РНТА-1-35/20	12	20	100	РС-4-220/630	До 27	630	2500
РНТА-2-10/400	16	400	200	РС-9-35/200	До 27	200	3000
РНТА-2-35/630	16	630	550	РС-9-110/400	До 27	400	2750
РНТА-2-35/1250	16	1250	550	РС-9-110/630	До 27	630	2500
РНТА-2-35/320	12	320	550	РС-9-220/630	До 27	630	2500
РНТА-4-35/1000	16	1000	1500	SCV-35/1100	17	1100	2000
РНТА-10/400 В	10, 19	400	170	SDV-35/630	17	630	600
РНТА-35/1000 В	10, 19	1000	550	SDV-35/1250	17	1250	2000
РНТА-110/1250В	12	1250	1500

Рисунок 3. Схема последовательной работы контактов контактора РПН с токоограничивающим резистором

K_{11} , K_{12} , K_{21} , K_{22} – контакты контактора; Π_1 , Π_2 – переключатель; R_1 , R_2 – токоограничивающие резисторы; 2, 3, 4 – ответвления регулировочной обмотки; I_n – ток нагрузки; $I_{\text{ц}}$ – циркулирующий ток

а) При нормальном рабочем режиме основные и вспомогательные контакты K_{11} и K_{12} закрыты; б) При этом ток нагрузки не протекает через Tr . Затем Π_2 переключается от 2 ступени на 4; в) После переключения Π_2 открывается контакт в левом плече системы K_{12} и ток нагрузки протекает через резистор R_1 ; г) Затем контакт K_{21} замыкается. После того как замкнется контакт K_{21} в мостовой схеме электрической цепи контактной системы потечет циркуляционный ток. Затем открывается контакт K_{11} и в это время через правое плечо контактной системы потечет ток нагрузки через резистор R_2 (рис.3, д). е) При замыкании контакта K_{22} ток нагрузки потечет через его цепь и это означает то что, завершился процесс переключения из одной ступени на другую.

Такое направление показывает, что, конструкция резисторного ПУ более сложнее РПН с токоограничивающим реактором. Сопротивление резистора должно включаться к требованиям по качеству и надежности резисторных ПУ.

Например, для РПН типа РС-3 номинальный ток составляет 400 А, сопротивление резистора 12 Ом.

Для надежной и быстрой работы подвижных частей, устойчивости к механическим воздействиям контактов контактора предъявляются требования к пружинным приводам конструкции ПУ.

Регулирование напряжения под нагрузкой вакуумным контактором. Многие зарубежные изготовители производят РПН с МДК. Это масло предназначено для гашения дуги в подвижных и неподвижных частях РПН и служит изоляцией, но РПН с МДК не отвечают требованиям пожаробезопасности в сухих силовых трансформаторах. Поэтому для сухих силовых трансформаторов начали изготавливать РПН с ВДК.

В последнее десятилетие резко увеличилось производство РПН с ВДК. Такие устройства применяются в специальных силовых трансформаторах и для различных целей, например, для питания печей, электролиза и др. В 4 таблице приведены 3 вида трехфазных РПН для гашения дуги РНТА-10/400 В, РНТА-35/1000 В и РНТА-110/1250 В. Первый вид ПУ применяется для специальных силовых трансформаторов, остальные два типа для в виде электролизных устройств и питания электрических печей.

Полная конструкция устройства состоит из подборных, основных и вспомогательных контактов контактора. Переключатели устанавливаются внутри бака силового трансформатора, а основные и вспомогательные контакты в отдельном вакуумном баке для того чтобы получать осциллографию.

На рис.4 показана электрическая схема РПН с ВДК типа РНТА-35/1000 В.

Рисунок 4. Электрическая схема РПН с ВДК типа РНТА-35/1000 В

ВК – вакуумная камера; K_1 , K_2 , K_3 , K_4 , K_5 , K_6 , K_7 – контакты контактора; 3 – замыкатель; Π_1 , Π_2 – контакты переключателя; ПИ – подобранный; R – токоограничивающий резистор; C – защитный конденсатор.

Контактор К (на схеме показана штрихпунктирной линией) представляет собой, вспомогательные контакты K_6 и K_7 с основными контактами K_1 и K_5 и отделительные контакты с ВДК K_2 , K_3 , K_4 . Основные контакты K_1 и K_5 (замыкатель) предназначены для пропуска тока нагрузки при переключения циклов в рабочем режиме трансформатора.

Контакты K_2 , K_3 , K_4 могут замыкать и открывать цепь при дополнительном переключении обмоток, а для подготовки к очередному переключению цикла срабатывают вспомогательные контакты K_6 и K_7 . Контакты ВДК предназначены для кратковременного переключения рабочего (номинального) тока силового трансформатора, и для этого устанавливаются шунтирующие замыкатели. Открытые замыкатели всегда происходит перед работой контактов ВДК, которые, устанавливаются дополнительно. При замыкании контактов дугогасительной камеры K_2 , K_3 и K_4 всегда замыкают последних. Контакты K_6 и K_7 не имеют возможности гашения дуги, только контакты ВДК K_2 , K_3 и K_4 могут производить это действие. Эти контакты различаются высокой низкой индукцией и низким сопротивлением.

Контакты ВДК K_2 , K_3 и K_4 работают следующим образом. В процессе переключения открывается один из контактов K_3 , K_2 или K_4 . При этом закрываются контакты K_2 и K_4 и ток шунтируется через основные контакты K_1 или K_5 .

Когда в цепи нет тока, открываются и закрываются дополнительные контакты K_6 и K_7 , при этом открыт контакт K_3 ВДК. Для подключения резистора R , приводятся в действие параллельные контакты ВДК K_2 или K_4 , которые, подготавливают переключатели Π_1 и Π_2 к переключению. Защитные конденсаторы служат для защиты контакторов цепи от внутренних и внешних перенапряжений. Если внешнее перенапряжение происходит из-за внешних воздействий, то внутреннее перенапряжение происходит из-за соединения контактов.

Управление РПН с вакуумной камерой так же можно производить через приводной механизм. Переключение контактов ВДК производится крутящимся кулачково-барабанным механизмом. Принцип работы барабана приведена [11, 12]. Барабан подключен к конусообразному передаточному приводу и крутится с помощью внутреннего горизонтального вала. Поэтому, управление ВДК и соединительных контактов производится под воздействием рычажной системы.

Одним из производителей РПН с ВДК является Болгария компания *Hyundai Heavy Industries*. Эта компания является производителем РПН с ВДК серии РСВ с 1998 года [3, 4]. В таблице 5 приведены технические характеристики некоторых переключающих устройств с ВДК серии РС.

Таблица 5.

Переключающие устройства серии РС с ВДК

Таблица 1.5 – Переключающие устройства серии РС с ВДК Тип переключателя	Количество фаз	Номинальное напряжение кВ	Номинальный рабочий ток, А	Ступени напряжения	Количество состояний	Схема соединения
РСВ-5.3-1250	3	36	1250	1200	9-27	Треугольник
РСВ-6.3-III-1250	3	41,5-245	1250	2500	9-27	Звезда
РСВ-7.3-1200	1	41,5-245	400-1200	До 2500	До 107	Все виды соединения
РСВ-9.3-I-1200	1	72,5-245	1200	3000	9-35	Все виды соединения
РСВ-9.3-III-700	3	72,5-245	400-700	До 3500	9-35	Звезда

Список литературы:

1. Алексенко, Г. В. Испытание мощных трансформаторов и реакторов / Г. В. Алексенко, А. К. Ашрятов, Е. А. Веремей, Е. С. Фрид. – 2-е изд., перераб. – М. : Энергия, 1978. – 520 с., ил. – (Трансформаторы; Вып. 32)
2. Каландаров, Х. У. Применение переключающих устройств в электроэнергетике / Х. У. Каландаров, Г. М. Михеев, Л. Г. Ефремов // Региональная энергетика и электротехника: проблемы и решения : сб. научн. тр. Вып. 11. – Чебоксары : Изд-во Чуваш. ун-та, 2015. – С. 129-138
3. Переключающие устройства: Брошюра. – София Болгария : ННИ – В, 2011, – 8 с
4. Переключающие устройства: Основные характеристики и технические данные. ЕА-740. – София Болгария : ННИ – В, 2011, – 56 с.
5. Порудоминский, В. В. Трансформаторы с переключением под нагрузкой / В. В. Порудоминский. М. – Л. : Энергия, 1965. – 264 с. с черт. – (серия «Трансформаторы», вып. 15).
6. Порудоминский, В. В. Устройства переключения трансформаторов под нагрузкой / В. В. Порудоминский. – 2-е изд., перераб. и испр. – М. : Энергия, 1974. – 288 с. с ил. – (Трансформаторы; Вып. 25)

7. Сапожников, А. В. Конструирование трансформаторов / А. В. Сапожников. М. – Л. : Госэнергоиздат, 1959. – 360 с
8. Фарбман, С. А. Ремонт и модернизация трансформаторов / С. А. Фарбман, А. Ю. Бун, И. М. Райхлин. – 3-е. изд., перераб. и доп. – М. : Энергия, 1976. – 616 с. с ил. – (Трансформаторы; Вып. 29).
9. Фарбман, С. А. Ремонт мощных силовых трансформаторов : Учеб. пособие для повышения квалификации рабочих на производстве / С. А. Фарбман, З. И. Худяков, Г. В. Антонов. – М. : Высшая школа, 1972. – 232 с
10. Филиппишин, В. Я. Монтаж силовых трансформаторов / В.Я. Филиппишин, А. С. Туткевич. – М. : Энергоиздат, 1981. – 432 с., ил. – (Трансформаторы ; Вып. 38)
11. Якобсон, И. Я. Наладка быстродействующих переключающих устройств силовых трансформаторов / И. Я. Якобсон. – М. : Энергия, 1976. – 96 с. с ил. – (Б-ка электромонтера. Вып. 433)
12. Якобсон, И. А. Наладка и эксплуатация переключающих устройств силовых трансформаторов / И. А. Якобсон. – М. : Энергоатомиздат, 1985. – 120 с., ил.– (Б-ка электромонтера ; Вып. 573).

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 8(77)
Август 2020

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+