7universum.com
UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

UNIVERSUM: ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

Выпуск: 7(76)

Июль 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;

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

Ким Алексей Юрьевич, д-р техн. наук;

Козьминых Владислав Олегович, д-р хим. наук;

Ларионов Максим Викторович, д-р биол. наук;

Манасян Сергей Керопович, д-р техн. наук;

Мартышкин Алексей Иванович, канд. техн. наук;

Серегин Андрей Алексеевич, канд. техн. наук;

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

U55 Universum: технические науки: научный журнал. – № 7(76). Часть 3. М., Изд. «МЦНО», 2020. – 76 с. – Электрон. версия печ. публ. – <http://7universum.com/ru/tech/archive/category/776>

ISSN : 2311-5122

DOI: 10.32743/UniTech.2020.76.7-3

Учредитель и издатель: ООО «МЦНО»

ББК 3

© ООО «МЦНО», 2020 г.

Содержание

Химическая технология	5
РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ КАРБОНАТНО-ГИПСОВОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО Бекбосынова Рысгул Жиёмуратовна Абылова Амина Жанабаевна Даниярова Салтанат Каримбаевна	5
ВЛИЯНИЕ АТОМОВ ZN/NI НА СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНА Бозорова Найима Худойбердиевна Тураев Эркин Рустамович Джалилов Абдулахат Турапович	9
ЗАЯВЛЕНИЕ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЯХ АВТОЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИИ Домуладжанов Ибрагимжон Хаджимухамедович Домуладжанова Шахло Ибрагимовна Латипова Мухайё Ибрагимжановна Турдалиева Махзуама Мухторовна	12
ПОЛУЧЕНИЕ ВСПУЧЕННОГО И ГИДРОФОБИЗИРОВАННОГО ВЕРМИКУЛИТА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ Досанова Гулзар Мауленбергеновна Талипов Нигматулла Хамидович Левицкий Иван Адамович	17
СНИЖЕНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА БЕЗ НАРУШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СТАНДАРТА ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ Сайдалиев Бурхон Якубович	22
ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СТОЙКОГО ФОСФАТА АЛЮМИНИЯ И ДЕРИВАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ Вохидов Эркинжон Алиевич Джалилов Абдулахат Турапович Саидов Сарвар Садриддинович	25
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ Султанова Шахноза Абдувахитовна Сафаров Жасур Эсиргапович	29
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НОВЫХ СИНТЕЗИРОВАННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПОЛУЧЕННОГО ГЕОПОЛИМЕРА Соттикулов Элёр Сотимбоевич Джалилов Абдулахат Турапович Каримов Масъуд Убайдулла угли Тиллаев Абдулхафиз Тошевич	36
ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ И ИК-СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПИРОЛИЗНОГО ДИСТИЛЛЯТА Хайдаров Бекзод Абдумалик углы Муродова Юлдуз Маликжон кизи Ботиров Санжар Хурshed угли Хайитов Руслан Рустамжонович	39
ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОСТАБИЛИЗАЦИИ ПВХ СОЛЯМИ ФТАЛАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ Тогаев Элдор Махманазарович Бекназаров Хасан Сойибназарович Джалилов Абдулахат Турапович	43
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНО-ФУРАНОВЫХ СВЯЗЫВАЮЩИХ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ Турдибоев Илхомжон Хаётжон угли	48
НАДМОЛЕКУЛЯРНАЯ СТРУКТУРА ТОНКО- И СРЕДНЕВОЛОКНИСТЫХ ЛИНТОВ И ЦЕЛЛЮЛОЗ В УЗБЕКИСТАНЕ Турдалиев Умид Мухтаралиевич Кадиров Абдурахмон Умарова Гулчехра Абитовна Абдулхатова Мохларойим Абдулқуддус қизи	53

ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СИНТЕЗИРОВАННОЙ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩЕЙ МЕМБРАНЫ	57
Эшкурбонов Фуркат Бозорович Холмуродова Сабохат Алмахматовна Тоирова Гулшода Хушбок кизи Очилов Асадулло Иззатуллаевич Эшкурбонова Муниса Бозоровна	
ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ТОВАРНЫЕ СВОЙСТВА СИНТЕТИЧЕСКИХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ СЕСКВИКАРБОНАТА НАТРИЯ	61
Эркаева Назокат Актамовна Эркаев Актам Улашевич Каипбергенов Атабек Тулепбергенович Дубовицкая Наталия Сергеевна	
Энергетика	66
НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МАГНИТОМОДУЛЯЦИОННОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ТОКА	66
Амиров Султон Файзуллаевич Атауллаев Нодиржон Одилович Болтаев Отабек Ташмухамматович Нуриддинова Шахноза Фахриддин кизи	
ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОТКАЗОВ И ВОПРОСЫ ДИАГНОСТИКИ КОНТАКТНОЙ СЕТИ	71
Болтаев Отабек Ташмухамматович Ахмедова Фируза Анваровна Нуриддинова Шахноза Фахриддин кизи	

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ КАРБОНАТНО-ГИПСОВОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО ГИПСОВОГО ВЯЖУЩЕГО****Бекбосынова Рысгул Жиемуратовна**

мл. науч. сотр., Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан, Республика Узбекистан, г. Нукус
E-mail: bekbosinova76@mail.ru

Абылова Амина Жанабаевна

д-р техн. наук (PhD), Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан, Республика Узбекистан, г. Нукус
E-mail: amina.abdylova13@mail.ru

Даниярова Салтанат Каримбаевна

науч. сотр., Каракалпакский научно-исследовательский институт естественных наук Каракалпакского отделения Академии наук Республики Узбекистан, Республика Узбекистан, г. Нукус

REGULATION OF THE PROCESSES OF STRUCTURE FORMATION OF CARBONATE-GYPSUM MIXTURE ON THE BASIS OF NATURAL GYPSUM BINDER**Risgul Bekbosinova**

Junior Researcher, Karakalpak Research Institute of Natural Sciences, Karakalpak Branch of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Republic of Uzbekistan, Nukus

Amina Abylova

Doctor of Technical Sciences (PhD), Karakalpak Research Institute of Natural Sciences, Karakalpak Branch of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Republic of Uzbekistan, Nukus

Saltanat Daniyarova

Karakalpak Research Institute of Natural Sciences, Karakalpak Branch of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Republic of Uzbekistan, Nukus

АННОТАЦИЯ

Изучение особенностей структурообразования различных гипсовых вяжущих показало, что, несмотря на образование одной и той же фазы $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ при гидратации различных низкотемпературных вяжущих, они различаются прочностью и кинетикой ее нарастания.

Представлены результаты термогравиметрического и рентгенофазового анализов продуктов гидратации карбонатно-гипсового вяжущего.

ABSTRACT

The article studies the features of the structure formation of various gypsum binders. despite the formation of the Same $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ phase during hydration of various low-temperature binders, they differ in the strength and kinetics of its growth.

The results of thermogravimetric and x-ray phase analysis of hydration products of carbonate-gypsum binder are presented.

Ключевые слова: гипс, карбонат кальция, гидратация, вяжущие, алюминат, силикат, дифрактограмма, структурообразование.

Keywords: gypsum, calcium carbonate, hydration, binders, aluminate, silicate, diffractogram, structureformation.

Взаимодействие глинистого компонента гипса с карбонатом кальция в процессе высокотемпературного обжига может служить источником алюминатов и силикатов кальция, обладающих способностью к образованию гидратационных структур твердения. Однако вследствие низкого содержания карбонатов кальция в исходном гипсе количество гидравлически активных соединений, возникающих при этом, невелико. Между тем с точки зрения получения влагостойких, достаточно прочных структур именно они представляют наибольший интерес. Поэтому мы провели серию опытов с композициями, составленными из природного гипса с добавкой карбоната кальция и обожженными в температурном интервале 500–1100°. Карбонат вводили в смесь в количестве 10 и 20 %. Полученные продукты подвергали рентгенофазовому и химическому анализу и исследовали в виде разбавленных и концентрированных суспензий (паст) [2, с. 47–49; 4, с. 84–87].

Установлено, что начиная с 700° во всех смесях появляется свободная окись кальция, образовавшаяся за счет термического разложения CaCO_3 . С повышением температуры обжига при 30-минутной экспозиции содержание $\text{CaO}_{\text{своб.}}$ возрастает в смесях с

10 % CaCO_3 до 900 °С, с 20 % CaCO_3 – до 1000 °С. С увеличением продолжительности обжига до 2 часов максимум по $\text{CaO}_{\text{своб.}}$ перемещается в сторону более низких температур.

Само наличие максимума по содержанию $\text{CaO}_{\text{своб.}}$ на кривых подтверждает, что выделившаяся в процессе разложения карбоната кальция окись кальция связывается в новообразования, подобно тому, как это имеет место при обжиге природных лессовидных суглинков [5, с. 55–56]. Состав образующихся продуктов изучали с помощью рентгенофазового анализа, степень разложения карбоната кальция определили по термогравиметрическому анализу (табл. 1), который показывает, что разложение карбоната кальция начинается в обеих смесях при температурах, значительно более низких, чем это имеет место в однокомпонентной системе из CaCO_3 .

Введенные в смесь 10 % CaCO_3 полностью разлагаются в результате 2-часового обжига при температуре 800°, 20 % – при 900°. Приближенные расчеты показывают, что за вычетом $\text{CaO}_{\text{своб.}}$ в новые фазы связывается до 6–7 % CaO .

Таблица 1.

Влияние режима обжига смеси на остаточное содержание CaCO_3

Время выдержки	90 % гипс + 10 % CaCO_3			80 % гипс + 20 % CaCO_3		
	Температура обжига, °С	Потери в весе, %	Содержание остаточного CaCO_3 , %	Температура обжига, °С	Потери в весе, %	Содержание остаточного CaCO_3 , %
30 минут	600	5,5	7,60	30 минут	600	12,45
	700	5,5	7,60		700	12,45
	800	2,6	3,83		800	11,03
	900	1,6	2,01		900	5,00
	1000	0	0		1000	0
2 часа	600	5,5	7,60	2 часа	1100	0
	700	5,5	7,60		600	12,45
	800	0	0		700	10,65
	900	0	0		800	5,30
					900	0

Дифрактограммы продуктов обжига смесей 10 и 20 % CaCO_3 подтверждают образование новых фаз за счет взаимодействия карбоната с гипсом при температурах выше 800°. Результатом обжига при более низких температурах (500–700°) в основном является разложение гипсовой, глинистой и карбонатной составляющих. Образующиеся мелкодисперсные продукты представлены безводным сульфатом кальция, ангидритом, очень активной окисью кальция, интенсивно гидратирующей даже в процессе подготовки образца к анализу за счет влаги воздуха и, соответственно, обнаруживаемой на дифрактограммах в виде $\text{Ca}(\text{OH})_2$; дегидратированный каолинит рентгеноаморфен и не определяется рентгенофазовым анализом [1, с. 47–48].

С повышением температуры и времени обжига ангидрит остается практически без заметных изменений, карбонат кальция полностью исчезает в зависимости от его концентрации в смеси при 900° (10 % CaCO_3) или 1000° (20 % CaCO_3) при продолжительности обжига в 30 мин и при 800 и 900° соответственно с повышением экспозиции до 2 часов.

Присутствие двухкальциевого силиката однозначно не устанавливается. Как известно, он является первой фазой, образующейся в карбонатно-кремнеземистых композициях, и с повышением температуры выше 900° превращается в гидравлически неактивный β $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$ [3, с. 162–165] – волластонит. Последний хорошо идентифицируется и в продуктах обжига гипса с 10 и 20 % CaCO_3 при температурах 1000 и

1100° (3,05; 2,95 Å). Из числа алюмосиликатов в продуктах обжига гипса с 10 и 20 % CaCO₃ при температуре 1000° экспозиции 2 часа обнаружен геленит (3,69; 3,07; 2,83 Å) (рис. 1).

Рисунок 1. Дифрактограммы продуктов гидратации карбонато-гипсового вяжущего, полученного при температуре : 600 (а); 800 (б); 1100 (в) через 6 часов (1); 7 сут. (2); и 28 сут. (3) твердения

Измерения кинетики структурообразования концентрированных паст из продуктов обжига карбонатно-гипсовых композиций показало, что в пределах температур 500–1100° образуется целая серия вяжущих с различными свойствами в зависимости от фазового состава исходного продукта, определяемого режимом обжига.

Начиная с 550° во всех случаях паста приобретает заметную прочность только через сутки или позже. Характер кинетических кривых R_m - t , свойственный низкотемпературным гипсовым вяжущим, – лавинный рост прочности в первые сроки – сохраняется частично лишь для продуктов кратковременного обжига при 500°.

С повышением температуры обжига скорость упрочнения пасты падает по большей мере, чем выше температура и время обжига, независимо от содержания CaCO₃ в смеси. Эта закономерность сохраняется до тех пор, пока в системе не появляется свободная окись кальция и продукты ее взаимодействия с глинистым компонентом.

Начиная с 700° в зависимости от содержания CaCO₃ и времени обжига отмечаются рост прочности структур и ускорение их образования. Затем с дальнейшим повышением температуры обжига выше 900° прочность опять падает, что свидетельствует об образовании гидравлически неактивных продуктов

взаимодействия в виде воластонита и алюмосиликатов.

Термогравиметрический и рентгенофазовый (рис. 1) анализы продуктов гидратации в кинетике подтверждают, что образование структуры твердения в продуктах обжига до 600° определяется гидратацией нерастворимого ангидрита и кристаллизацией в конечном счете двухводного гипса.

Медленное протекание этого процесса, находящее отражение в незначительном содержании гидратной воды в продуктах гидратации (за 6 часов, например, оно достигло всего 1,5 %), обусловило и незначительную прочность структуры в первые сроки гидратации. Лишь к 28-м суткам достигается полная гидратация гипсовой части в этих смесях; соответственно, к этому сроку прочность достигает наибольшей величины.

Для продуктов обжига, начиная с 700° и особенно с 800°, гидратация ангидрита протекает в присутствии образовавшейся в процессе разложения карбоната свободной извести. В этом случае воспроизводится композиция высокотемпературного гипсового вяжущего с добавкой Ca(OH)₂, описанная выше.

Возникающая при этом структура образуется как за счет гидратации ангидрита, которая становится заметной только к 7-м суткам, так и за счет участия в реакции свободной гидроксидной окиси кальция, количество которой постепенно убывает со временем, а также за

счет гидратаций силикатов и алюминатов кальция, образовавшихся в процессе обжига.

Таблица 2.

Влияние температуры обжига на кинетику структуры образования (P_m кгс/см²) смеси 80 % гипса + 20 % CaCO_3 , $B/T = 0,38$

Температура обжига, °C	Срок испытаний											
	мин				час				сут.			
	1	5	15	30	1	2	4	6	1	7	14	28
30 минут												
500	0,90	7,0	9,5	9,0	0,6	11,0	13,5	18,6	47,3	144	136	90
550	0,2	0,15	0,12	0,18	–	0,40	0,90	1,4	4,5	5	131	176
600	0,05	0,12	0,3	0,1	0,12	0,21	0,20	0,41	2,5	17	150	239
700	0,13	0,20	0,22	–0,13	0,22	0,24	0,18	0,26	2	60	133	131
800	0,11	0,15	0,10	0,21	0,16	0,17	0,17	0,26	0,63	68	104	16
900	0,15	0,13	0,16	0,23	0,22	0,30	0,33	0,40	0,52	17	309	368
1000	0,12	0,17	0,18	0,15	0,24	0,43	1,8	1,6	2,5	19	303	312
1100	0,10	0,11	0,11		0,16	0,20	0,17	0,36	0,36	10,5	53,1	168
2 часа												
500	0,10	0,15	0,15	0,4	0,21	0,32	0,41	0,43	1,5	15	34,4	161
550	0,12	0,15	0,20	0,20	0,22	0,23	0,41	3,1	6,3	16,3	25,4	33
600	0,10	0,14	0,20	0,31	0,30	0,41	0,53	0,70	7	42	47,0	52
700	0,11	0,20	0,14	0,15	0,15	0,20	0,40	0,32	2,3	60	75,5	81
800	0,10	0,12	0,17	0,19	0,21	0,33	0,40	0,50	0,02	101	132	164
900	0,10	0,10	0,13	0,11	0,10	0,13	0,20	0,23	0,30	94	311	421
1000	0,13	0,15	0,29	0,49	0,58	0,60	2,0	3,3	4,5	27	56	170
1100	0,15	0,18	0,18	0,32	0,33	0,36	13,4	–	–	–	–	–

Наличие последних подтверждается образованием хорошо идентифицируемого рентгенофазовым анализом гидросульфалюмината кальция (9,50; 5,52; 5,02); косвенным подтверждением присутствия двухкальцевого силиката может служить высокая конечная прочность структуры в поздние сроки, возрастающая с повышением степени участия карбоната кальция в процессах образования новых фаз при обжиге.

Дальнейшее повышение температуры обжига до 900° для малокарбонатной смеси и до 1000° для высококарбонатной приводит к еще большему замедлению гидратации гипсовой части, снижению степени участия $\text{Ca}(\text{OH})_2$ в процессах гидратации; гидросульфалюминат кальция не образуется. Резкое падение

конечных значений прочности свидетельствует об уменьшении роли двухкальцевого силиката в структурообразовании [6, с. 17–21; 7, с. 64–68].

Таким образом, в результате высокотемпературного обжига (800–900°) карбонатно-гипсовых смесей может быть получен вяжущий материал, обладающий способностью к гидравлическому твердению. Физико-механические испытания показали достаточную устойчивость его как в воздушных, так и во влажных водных условиях твердения. Следовательно, этот материал может занять промежуточное положение между воздушными гипсовыми вяжущими и гидравлическими вяжущими, твердеющими в воде.

Список литературы:

1. Абылова А.Ж., Хамраев С.С., Вяжущие материалы на основе гипсовых минералов Республики Каракалпакстан // Химическая промышленность. – 2016. – № 2. – С. 47–48.
2. Асаматдинов О., Жиемуратов А., Глекель Ф.Л. Вяжущие на основе ганча Каракалпакии. – Ташкент, 1977. – С. 47–49.
3. Будников П.П. Гипс, его исследование и применение. – М. – Л. : Стройиздат, 1950. – С. 162–165.
4. Волженский А.В., Стамбулко В.И., Ферронская В.И. Гипсоцементно-пуццолановые вяжущие, бетоны и изделия. – М. : Госстройиздат, 1971. – С. 84–87.
5. Михеев В.И. Рентгенометрический определитель минералов. – М. : Гос. научно-техническое изд. лит. по геологии и охране недр, 1957. – С. 55–56.
6. Abylova A.Z., Turemuratov Sh.N., Bekbosynova R.Zh. Development of technology for producing cementitious composites based on minerals in Karakalparstan // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – Vienna, 2019. – № 7–8. – P. 17–21.
7. Turemuratov Sh.N., Abylova A.Zh. Study of the processes of hydration structure formation in lime-belite binders on the basis of marls of the republic of Karakalpakstan // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – Vienna, 2019. – № 7–8. – P. 64–68.

ВЛИЯНИЕ АТОМОВ ZN/NI НА СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНА**Бозорова Найима Худойбердиевна**

мл. научн. сотр., ООО «Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии»,
Республика Узбекистан, Шуробазар
E-mail: nayima_90@mail.ru

Тураев Эркин Рустамович

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

Джалилов Абдулахат Турапович

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

THE EFFECT OF ZN / NI ATOMS ON THE PROPERTIES OF POLYPROPYLENE**Nayima Bozorova**

Junior Researcher, Tashkent Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Shuro Baazar

Erkin Turaev

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

Abdulahat Djalilov

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

АННОТАЦИЯ

Одним из простейших способов улучшения свойств полимеров является их улучшение различными модификаторами. В данном исследовании рассматривается модификация полипропилена с использованием ацетатов цинка и никеля. Модификация полипропилена позволяет улучшить физико-механические свойства базового полипропилена. Ацетаты металлов существенно влияли на устойчивость полипропилена к теплу и ударопрочность.

ABSTRACT

One of the simplest ways to improve the properties of polymers is to modify them with various modifiers. This study describes modification of polypropylene with the use of the acetates of zinc and nickel. Modification of polypropylene allows to improve the physical and mechanical properties of the base polypropylene. Metal acetates significantly affected the resistance of polypropylene to heat and impact resistance.

Ключевые слова: полипропилен, ацетат никеля, ацетат цинка, плотность, ПТР, удлинение.

Keywords: polypropylene, Nickel acetate, zinc acetate, density, PTR, elongation.

Модификация ПП путем введения различных добавок позволяет существенно изменить свойства базового полимера, регулировать его технологические и эксплуатационные свойства. В частности, для направленного улучшения физико-химических свойств ПП в настоящее время широко применяются методы модификации, заключающиеся в создании новых композитных материалов.

Подбор модификатора, его содержание в зависимости от природы полимера является одним из наиболее доступных и дешевых способов получения полимерного материала с изменяющимися в широком диапазоне характеристиками и свойствами.

Химическая модификация полипропилена, т.е. направленное изменение его физических, механических или химических свойств, введением в макромолекулу новых функциональных групп, сшиванием или сополимеризацией, представляет большой интерес с научной и практической точек зрения.

Цинк представляет большой интерес для применения во многих областях техники и медицины в качестве многофункционального материала. Учитывая перспективность применения нано- и микрочастиц цинка, значительный интерес представляет разра-

ботка эффективных методов и их получения для создания новых материалов с заданными эксплуатационными свойствами.

Для этой цели был синтезирован цинк/никель ацетат с различными соотношениями гидроксида цинка/никеля (0–50 %) / уксусной кислоты (0–50 %).

Нами разработан специальный метод введения синтезированного ацетата цинка в полимерной матрице методом смешения в расплаве. Во время компаундирования за счет высокой температуры ~230 °C и трения между шнеками, по нашему мнению, цинка ацетат деструктируется на CO₂, H₂O и нанокристаллический Zn/Ni. Нанокристаллический Zn/Ni является многофункциональным неорганическим материалом, привлекающим все большее внимание в последние годы в связи с его значительной физической и химической стабильностью, высокой каталитической и антибактериальной активностью. Zn принадлежит к классу широкозонных полупроводников,

ширина запрещенной зоны составляет 3,37 эВ, что обеспечивает эффективное поглощение света УФ-диапазона ($\lambda < 370$ нм) [1; 4; 2]. Наноразмерное состояние сопровождается изменением ряда имеющихся и появлением принципиально новых функциональных свойств (существенное изменение фотохимических и теплофизических свойств данного материала). Это закономерно обуславливает значительный интерес, проявляемый в последнее время к наноматериалам на основе Zn. Полимерные композиты с Zn являются многообещающими функциональными материалами с обширной сферой возможных применений в качестве эффективных модификаторов для полимеров.

В настоящей работе с помощью метода деструкции ацетата цинка/никеля непосредственно при компаундировании были получены нанокомпозиты ПП + Zn/Ni равномерной степени дисперсности неорганической фазы. Присутствие наночастиц Zn/Ni в полимерной матрице преобразует свойства базового полимера, как показано в таблицах № 1 и 2.

Таблица 1.

Физико-механические свойства полученных композиционных материалов

Параметры	ПП-ЖМ350	ПП + 1% Zn ацетат	ПП + 3% Zn ацетат	ПП + 5% Zn ацетат
Плотность, г/см ³	0,9	0,95	0,99	1,0
ПТР, г/10 мин	10	12	12	11
Модуль при изгибе, МПа	1100	1150	1400	1450
Удлинение, %	100	200	95	90
Прочность при растяжении, МПа	24	24	26	26
Ударная вязкость по Изоду с/н, при +23 °C, кДж/м ²	6,5	6,5	6,3	6,0
HDT 1,8 МПа, °C	45	48	50	51

Таблица 2.

Физико-механические свойства полученных композиционных материалов

Параметры	ПП-ЖМ350	ПП + 1% Ni ацетат	ПП + 3% Ni ацетат	ПП + 5% Ni ацетат
Плотность, г/см ³	0,9	0,95	0,99	1,0
ПТР, г/10 мин	10	12	12	12
Модуль при изгибе, МПа	1100	1200	1450	1500
Удлинение, %	100	200	95	90
Прочность при растяжении, МПа	25	24	25	26
Ударная вязкость по Изоду с/н, при +23 °C, кДж/м ²	6,5	6,5	6,4	6,2
HDT 1,8 МПа, °C	45	48	51	52

В ходе анализа результатов было выявлено, что введение ацетата цинка/никеля в полимер улучшает комплекс физико-механических свойств полиолефинов. Стоит отметить, что присутствие атомарных частиц цинка/никеля способствует к значительному повышению теплостойкости модуля при изгибе базового полипропилена.

Таким образом, улучшение физико-механических свойств и теплостойкости полимерных композитов на основе полипропилена, наполненного частицами цинка/никеля, максимальный эффект достигается при использовании 3 масс. % ацетата Zn/Ni. По всей видимости, полученный результат можно объяснить препятствиями со стороны Zn/Ni,

обладающими высокой собственной прочностью и жесткостью.

При добавлении модификатора 3% масс. в ПП плотность компаундов увеличивается незначительно, а показатель текучести расплава увеличивается в среднем на 5–9 %. Это связано с присутствием мономеров ацетатов в межслоевом пространстве макромолекул полипропилена.

Модуль упругости композита увеличивается на 15–22 %. Как видно из полученных результатов, при добавлении частиц металлов различной природы наблюдается монотонное увеличение модуля упругости, что объясняется блокирующими эффектами частиц металлов, что препятствует конформациям макромолекул полипропилена.

Относительное удлинение при разрыве и ударная вязкость по Изоду также улучшаются из-за равномерно рассеянных частиц металла, что позволяет равномерно распределять энергию удара по всей полимерной матрице.

Показаны изменения теплостойкости базового полипропилена от содержания частиц металлов различной природы. При добавлении ацетата металлов увеличивается температура изгиба под нагрузкой при 0,45 МПа на 7–12 °С. Данный показатель может

быть результатом того, что частицы металлов служат образователями кристаллизации макромолекулы полипропилена. Отсюда и более высокая теплостойкость модифицированного полипропилена. Следовательно, роль частиц металлов в этом случае сводится к видоизменению надмолекулярной структуры полимерной матрицы.

Выводы

Полученные экспериментальные данные позволяют предположить перспективность данного направления исследований, поскольку разработка новых полимерных компаундов на основе ацетата металлов и полипропилена позволяет расширить область применения базового полипропилена.

Использование неорганических наполнителей позволяет значительно повысить эксплуатационные характеристики полимерных композиционных материалов. Их введение в полимеры приводит к появлению различных взаимодействий на границе раздела «полимер – наполнитель», существенно влияющих на механические, физико-химические, в том числе и термоокислительные свойства композиционного материала. Данное термоаналитическое исследование позволяет установить термоокислительные свойства материала.

Список литературы:

1. Айзинсон И. Химически активные добавки / И. Айзинсон, А. Екимов // Пластике. – 2008. – № 7. – С. 34–39.
2. Дерягин Б.В., Жеребков С.К. Смачивание минеральных наполнителей каучуками общего назначения // Журнал прикладной химии. – № 2. – Т. 1. – С. 122–129.
3. Изучение физико-механических свойств высоконаполненных полиэтиленовых композиций / П.Ж. Тожиев, Б.А. Нормуродов, Х.Х. Тураев, Ф.Н. Нуркулов [и др.] // Universum: Химическая технология: электронный научный журнал. – 2018. – № 2 (47). – С. 62–65.
4. Липатов Ю.С. Межфазные явления в полимерах. – Киев, 1986. – 260 с.
5. Тураев Э.Р., Джалилов А.Т. Микро- и нанокмпозиционные материалы на основе полиолефинов : монография // Fan va texnologiyalar Markazining basmaxonasi. – Ташкент, 2017. – С. 1–90.

ЗАЯВЛЕНИЕ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОСЛЕДСТВИЯХ АВТОЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИИ

Домуладжанов Ибрагимжон Хаджимухамедович

канд. техн. наук, доцент кафедры “Безопасность жизнедеятельности”,
 Ферганский политехнический институт,
 Узбекистан, г. Фергана

E-mail: domuladjanovi@mail.ru, domuladjanov@ferpi.uz

Домуладжанова Шахло Ибрагимовна

ассистент кафедры “Безопасность жизнедеятельности”, Ферганский политехнический институт,
 Узбекистан, г. Фергана

Латинова Мухайё Ибрагимжановна

ассистент, кафедры “Электро - энергетика”, Ферганский политехнический институт,
 Узбекистан, г. Фергана

Турдалиева Махзуама Мухторовна

ассистент кафедры «Безопасность жизнедеятельности», Ферганский политехнический институт,
 Узбекистан, г. Фергана

STATEMENT OF THE ECOLOGICAL CONSEQUENCES OF A FILLING STATION

Ibragimjon X. Domuladjanov

sugar technician sciences, associate professor “Department of Life Safety”,
 Fergana Polytechnic Institute,
 Uzbekistan, Fergana city

Shaxlo Ib. Domuladjanova

Fergana Polytechnic Institute,
 Uzbekistan, Fergana city

Muxayo Ib. Latipova

senior teacher chair “Electro - Energy” Fergana Polytechnic Institute,
 Uzbekistan, Fergana city

Maxzuma M. Turdalieva

Assistant, “Department of Life Safety”, Fergana Polytechnic Institute,
 Uzbekistan, Fergana city

АННОТАЦИЯ

Статья посвящена установлению нормативов по выбросам в атмосферу, воду и почву, то есть водопользованию и водотведению, образованию отходов. Заявление об экологических последствиях разрабатывается на стадии завершения строительства и пуска предприятия в эксплуатацию, в котором предусматривается как раз установление трех нормативов это ПДВ, ПДС и ПДО для Автозаправочной станции.

ABSTRACT

The article is devoted to the establishment of standards for air emissions, water and soil, i.e. water use and water disposal, waste generation. A statement of environmental consequences is developed at the stage of completion / construction and commissioning of the enterprise, which provides for the adoption of three standards: MPE, PDS and PDO for a gas station.

Ключевые слова: автозаправочная станция, атмосфера, загрязнение, нормативы, расчеты, ингредиенты, вредные вещества, отходы, ирригация, арык, водозабор.

Keywords: gas station, atmosphere, pollution, standards, calculations, ingredients, harmful substances, waste, irrigation, irrigation ditch, water intake.

Проект «Заявления об экологических последствиях (ЗЭП) автозаправочной станции (АЗС) частного предпринимателя Карабаева Шахобиддина» разработан в соответствии с «Законом об охране природы» (9 декабря 1992 г. № 754-ХП) и «Законодательством в области проведения государственной экологической экспертизы» (25 мая 2000 г. № 73-П), а также согласно «Постановления Кабинета Министров Республики Узбекистан от 21 января 2014 года за №14 «Об утверждении Положения о порядке разработки и согласования проектов экологических нормативов» (ПДВ, ПДС и ПДО).

Согласно Постановления Кабинета Министров Республики Узбекистан за №949 от 22.11.2018 года. «Об утверждении Положения о государственной экологической экспертизе в Республике Узбекистан». С приложением №1 к Положению «О государственной экологической экспертизе в Республике Узбекистан, регламентирующего проведение процедуры ОВОС (Оценка воздействия на окружающую среду), С приложением №2 от 22.11.2018 года «Перечень видов деятельности, по которым осуществляется государственная экологическая экспертиза, все объекты по воздействию на окружающую среду видам деятельности делятся на IV категории», согласно, Вышеназванного Постановления «Автозаправочные станции» относятся к 3 категории по воздействию на окружающую среду (низкий риск), строящийся объект и относится данной категории [1-10].

Целью работы является оценка экологических последствий для окружающей среды в процессе пуска и эксплуатации объекта.

В проекте рассмотрены особенности состояния природной среды в районе размещения АЗС. Приведены результаты расчетов выбросов и сбросов загрязняющих веществ, от всех предусмотренных проектом источников. Детально рассмотрены все аспекты последствий данного объекта на окружающую природную среду, приведены ряд мероприятий направленных на защиту окружающей природной среды.

Состояние воздушной среды любого региона во многом зависит от климатических условий. Климат района расположения предприятия резко континентальный и характеризуется сухим жарким летом и умеренно холодной, малоснежной зимой.

В целом климатическая ситуация в районе расположения предприятия благоприятствует процессам рассеивания и выведения вредных примесей из атмосферного воздуха.

Кувинский район Ферганской области находится в юго-восточной стороне от города Ферганы, в южной части города Андижан Ферганской долины. Северная часть долины занята Куштепинским горным массивом, а на юге – предгорьем Алайского хребта и граничит с Киргизстаном и Таджикистаном. Территория Ферганской области повышается с севера на юг от 320 м на равнинной части до 500-1000 м адырной и предгорной.

Климат континентальный. Зима мягкая, лето жаркое. Годовое количество осадков колеблется от 100 мм до 170 и 270 мм в предгорье. Осадки выпадают преимущественно весной. Средняя температура января $-3,2^{\circ}\text{C}$, июля -28°C . Минимальная температура в январе -28°C , максимальная в июне $+46^{\circ}\text{C}$. Ветры в январе и феврале имеют восточное, а в апреле – западное и юга – западное направление. Существуют также ветры горно-долинного характера.

Основным метеорологическим показателем, характеризующим интенсивность рассеивания токсичных ингредиентов в атмосфере, является потенциал загрязнения атмосферы (ПЗА), причем высокие его значения способствуют накоплению примесей в атмосфере. Величина ПЗА для объекта (применительно для Кувинского района) в соответствии с КМК (СНиП) 2.01.01.94 составляет 3,8 и в зависимости от количества застойного состояния воздуха, повторяемости приземных и приподнятых инверсий и туманов. Для атмосферы объекта величины этих показателей составляют: средняя повторяемость скорости ветра менее 2 м/с –70%; приземных инверсий –48%; застоя воздуха –19%; туманов –19,4%.

Таким образом, географическое расположение и климатические условия Кувинского района способствуют накоплению примесей в нижних слоях атмосферы от низких неорганизованных и препятствуют осаждению выбросов от высоких источников, за счет рассеивания их в верхних слоях атмосферы и переносу на большие расстояния.

А в Кувинском районе, который является предадырным районом, воздух намного чище и свежее, так как производственных объектов как в городах Фергане, Кувае, Асаке – нет.

Построенная АЗС находится вдоль дороги Фергана–Андижан, на пересечении с дорогой Кува–Навруз.

Район местонахождения АЗС расположен в предгорной равнине на высоте 580 м. над уровнем моря по долине реки Исфайрам-сай, на границе оазиса и адырной зоны.

Площадка расположена, как уже говорилось выше г. Кувы на землях фермерского хозяйства «Олтын хумо». С севера, востока объект граничит с полями фермерского хозяйства, с запада дорогой Кува–Навруз, с юга дорога Фергана–Андижан, далее на расстоянии свыше 75 м находится магазин хозяйственных товаров и жилые дома. Вокруг объекта никаких объектов социально-культурного назначения свыше 100 метров нет [1-10].

В районе расположения площадки определяющим фактором загрязнения будет являться само АЗС и автомобильная магистраль Фергана – Андижан.

Общая площадь занимаемой территории –1,3 Га, В том числе площадь озеленения –200 м², площадь твердых покрытий –600 м², площадь застройки –500 м².

Как уже говорилось данный объект по сфере своей деятельности, относится к 3 категории воздействия на окружающую среду (низкий риск).

АЗС состоит из следующих источников выделений это - три 10 т емкости для ГСМ (одна резервная), 3 автозаправочных колонки – это основное производство, вспомогательного производства нет, если не считать продовольственный магазин. Других источников выделений в атмосферу нет. Источниками выбросов в атмосферу будут дыхательные клапана 2-х емкостей для хранения бензина и дизтоплива, а также неорганизованные выбросы от 3-х автозаправочных колонок.

Расход АЗС по бензину – 500 т/год и дизельного топлива – 250 т/год. Планируемая производительность автозаправочных колонок 50 л/мин.

Воздействие объекта на атмосферу от основного производства углеводороды (пары бензина). Их количество составляет в год - 0,1140003 г/с, и 1,7994096 т/год.

Количество углеводородов, выбрасываемых в атмосферу за год, определяется из норм естественной убыли нефти и нефтепродуктов при приеме, отпуске, хранении и транспортировании.

В таблице 1 дан перечень вредных веществ поступающих атмосферу от АЗС ЧП.

Таблица 1.

П Е Р Е Ч Е Н Ь вредных веществ, поступающих в атмосферу от АЗС

№ Источника	Наименование Ингредиента	ПДК максимальная разовая, мг/м ³	Класс опасности	Выбросы, г/сек	Выбросы, т/год
1	Углеводороды (пары бензина)	5,0	4	0,0133	0,4199
2	Углеводороды (пары бензина)	5,0	4	0,0095	0,2999
3	Углеводороды (пары бензина)	5,0	4	0,0057	0,1799
4	Углеводороды (пары бензина)	5,0	4	0,0285	0,2999
5	Углеводороды (пары бензина)	5,0	4	0,0285	0,2999
6	Углеводороды (пары бензина)	5,0	4	0,0285	0,2999
7	Углеводороды (пары бензина)	5,0	4	0,0000003	0,0000096
	Итого:			0,1140003	1,7994096

Анализ результатов расчета на ПК подтвердил наши предположения о том, что нет превышения нормативов, выбрасываемых в атмосферу веществ. Основная площадка имеет размер 50 х 40 метров, рассеивание вредных веществ, происходит в среднем на расстоянии 16,95 метров, по всем ингредиентам.

Следовательно, по данным веществам нет необходимости разрабатывать мероприятий по достижению нормативов ПДВ, а необходимо соблюдать эти нормативы.

Отходами на данном объекте являются:

- Отходы резервуарного шлама – образуются при очистке емкостей от светлых нефтепродуктов в количестве 5 кг/т в год. Получается 5 х 60 = 300 кг/год = 0,30 т/год.

- Отходы нефтепродуктов в бензомаслоуловителе – образуются от пролива при заправке автомашин и при случайном проливе бензина. В год его может образовываться 6-10 литров/год.

- Твердые бытовые отходы на одного сотрудника (среднегодовой норматив – 50 кг). Получается 7 х 50 = 350 кг/год = 0,35 т/год.

- Отходы от смёта дорожных покрытый (на 1 м² берется 5,5 кг/год) – 600 х 5,5 кг/год = 3300 кг/год = 3,3 т/год.

- Арычный ил (5% от годового накопления смёта) – $3,3 \times 5\% / 100 = 0,165$ т/год. Вышеназванные отходы нетоксичны.

Отходы резервуарного шлама будут складироваться в специальную тару, и вывозиться за пределы на свалку.

Твердые бытовые отходы будут складироваться в специальную тару, и вывозиться за пределы на свалку.

Отходы от смёта дорожных покрытый и арычного ила, будут вывозиться на свалку.

К отходам потребления относятся: незначительные количества коммунальных отходов (бытовых и от уборки помещения).

Воздействие на водные объекты от данной АЗС незначительные.

Водозабор осуществляется с помощью одного насоса ирригационно – арычной системы, т.е. протекающего арыка (вода в арыке постоянно имеется). Арык относящегося к водной системе Южного–Ферганского канала (ЮФК), являющийся основной водной артерией этого района и относящийся к бассейну р. Сырдарьи. ЮФК – искусственный водоток, обеспечивающий оросительной водой сельскохозяйственные угодья района. Вода будет использоваться

для хозяйственно-бытовых нужд. Расход воды на питьевые нужды отсутствуют, поэтому питьевая вода привозная. Хозяйственно-бытовое водоснабжение будет использоваться для подпитки пожарного резервуара, а также как уже было выше сказано для полива зеленых насаждений и полива территории станции.

Водопотребление на хозяйственно – бытовые расходы, пожарное водоснабжение составит - 18,018 м³/сут. или 6,4627 тыс.м³/год воды.

Сточные воды от АЗС, это в основном стоки от промывки и полива территории, отводятся с помощью системы забетонированных канавок, расположенных по периметру АЗС и собираются в бензомаслоуловитель. Сточные воды из бензомаслоуловителя очищаются от нефтепродуктов и условно-чистые воды используются для полива территории.

Количество сточных вод составит - 0,1727 м³/сут или 0,05863 тыс. м³/год, которые будут поступать после отстойника для полива зеленных насаждений.

В связи с тем, что в сточных водах углеводороды удаляются в отстойнике, воздействие АЗС на водные объекты незначительное, то нормативы ПДС не устанавливаются.

Кроме того, на объекте построен экологический туалет, который позволяет использовать человеческую мочевину и фекалии для удобрения на территории, где высажены зеленные насаждения в количестве 400 саженцев, которым уже исполнилось 2 года.

Для предотвращения попадания бензина в почву при любых видах нарушения целостности резервуаров или разливах, под резервуарами выполнен бетонированный поддон, емкостью больше объема резервуаров.

Цистерны с бензином отделены от остального хозяйства АЗС противопожарным разрывом. Кроме своих емкостей вблизи нет помещений складирования горючих материалов. В случае разлива и возгорания бензина шлейф дыма может распространиться на значительное расстояние. При этом зона макси-

мального поражения будет иметь форму овала, вытянутого в направлении к сносу выбросов вредных веществ воздушным потоком, согласно розы ветров, это направление северо-восток.

Для предотвращения аварийных ситуаций необходимо осуществлять:

- при возможных аварийных ситуациях одна из трех емкостей является резервной.
- контроль за состоянием емкостей бензиохранилища и хозяйства пожаротушения.
- строгое соблюдение правил пожарной безопасности и техники безопасности при проведении огневых работ вблизи бензиохранилища.
- курение в строго в отведенных местах.

Предусматривается противопожарный бассейн ёмкостью 100 литров, имеется противопожарный щит, со всеми необходимыми приспособлениями и первичными средствами пожаротушения (Огнетушители ОУ-5-2 шт., лопаты, ведра, багры, ящик с песком, бочка с водой и т.п.)

Оценка экологических последствий на окружающую среду строящегося объекта выявила следующее:

Объемы выбросов вредных веществ в атмосферу можно будет предлагать в качестве предельно – допустимых.

Технология водопотребления является ресурсосберегающей.

На получаемые отходы разработаны паспорта, показаны места складирования их размещение.

Проектом приняты все меры предотвращения возникновения пожаровзрыво - опасных ситуаций.

Социально - экономическая значимость данного строительства очевидна. Налаживание сервисного обслуживания жителей Ферганы и его гостей, обеспечение их топливом. Создание семи рабочих мест.

В результате анализа этих аспектов установлено, что функционирование данного объекта, не окажет существенного влияния на окружающую среду.

Список литературы:

1. Постановления Кабинета Министров Республики Узбекистан за №949 от 22.11.2018 года. «Об утверждении Положения о государственной экологической экспертизе в Республике Узбекистан». С приложением №2 от 22.11.2018 года «Перечень видов деятельности, по которым осуществляется государственная экологическая экспертиза».
2. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. Гидрометеиздат Ленинград, 1986. – 187 с.
3. Справочник эколога – эксперта. Хабиров Р.С., Королева Н.В., Ишмухамедов Т.Р. Ташкент: Госкомэкология, Госэкоэкспертиза, ООО Кони-Нур», 2009, 528 с.
4. Домуладжанов И.Х., Мамиров И.Г., Жалолов И. Состав и состояние грунтов. Инженерия поверхности и ре-новация изделий Посвящается 100-летию со дня рождения академика НАН Беларуси П.И. Ящерицына Материалы 15-й Международной научно-технической конференции (01–05 июня 2015 г., Одесская обл., Затока). АТМ Украины, 2015.- с.106-109.
5. Домуладжанов И.Х., Латипова М.И. Экономический ущерб от загрязнения окружающей среды. Качество, стандартизация, контроль: теория и практика: Материалы 17-й Международной научно-практической конференции, 04–08 сентября 2017 г., г. Одесса.– Киев: АТМ Украины, 2017.– с. 77-84.
6. Домуладжанов И.Х., Домуладжанова Ш.И., Мирзаолимов М.А., Валиев З.А. Состояние почвы Ферганской области. Международная научно-практическая конференция «Проблемы опустынивания: динамика, оценка, решения» 13-14 декабря 2019 года, г. Самарканд. СамГУ, Самарканд, 2019.- с. 55-56.

7. Домуладжанов И.Х., Холмирзаев Ю.М., Домуладжанова Ш.И. Воздействие на окружающую среду автозаправочной станции. Журнал «Univsum: технические науки» № 4(73) 25.04.20, №18, М: 2020. - с.1-4
8. Домуладжанов И.Х., Холмирзаев Ю.М., Тешабаев А.М., Бояринова В.Г. Экология и охрана окружающей среды. Жилая застройка города Кувасая. . Журнал «Univsum: технические науки» № 4(73) 25.04.20, №18, М: 2020. - с. 1-4.
9. Домуладжанов И.Х., Махмудов С.Ю., Домуладжанова Ш.И. Выбор места строительства промышленного объекта с учетом климатических условий города Кувасая. Журнал «Univsum: технические науки» № 4(73) 25.04.20, №6, М: 2020. - с.1-4.
10. Домуладжанов И.Х., Махмудов С.Ю., Домуладжанова Ш.И., Полвонов Х.М. Нормативы предельно – допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу от Кувасайского подсобного предприятия железобетонных изделий. Журнал «Univsum: технические науки» № 4(73) 25.04.20, №6, М: 2020. - с.5-9.

ПОЛУЧЕНИЕ ВСПУЧЕННОГО И ГИДРОФОБИЗИРОВАННОГО ВЕРМИКУЛИТА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Досанова Гулзар Мауленбергеновна

*асс. каф. «Органическая и неорганическая химия», Каракалпакский государственный университет,
Республика Каракалпакстан, г. Нукус
E-mail: gulzar.dosanova.79@mail.ru*

Талипов Нигматулла Хамидович

*д-р техн. наук, зав. лаб. «Технология вяжущих материалов», ГУП «Фан ва тараккиет» ТашГТУ,
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: nitol52@mail.ru*

Левицкий Иван Адамович

*д-р техн. наук, профессор, УО «Белорусский государственный технологический университет»,
Республика Беларусь, г. Минск
E-mail: levitskii@belstu.by*

PRODUCTION OF EXPANDED AND HYDROPHOBIZED VERMICULITE FOR THE PRODUCTION OF THERMAL INSULATION BUILDING MIXES

Gulzar M. Dosanova

*Ass. Department of Organic and Inorganic Chemistry, Karakalpak State University,
Republic of Karakalpakstan, Nukus*

Nigmatula Kh. Talipov

*Doctor of Technical Sciences, head of laboratory «Technology of binders» SUE «Science and Development»
Tashkent State Technical University,
Uzbekistan, Tashkent*

Ivan Ad. Levitsky

*Doctor of Technical Sciences, Belarusian State Technological University,
Republic of Belarus, Minsk*

АННОТАЦИЯ

В работе приведены результаты исследования вермикулитового концентрата и вспученного вермикулита. Применение электронного микроскопа и рентгенофазового анализа позволило определить кристаллические фазы вспученного вермикулита, полученного из вермикулитового концентрата Тебинбулакского месторождения Республики Каракалпакстан.

Применение органоминерального модификатора способствует получению гидрофобизированного вспученного вермикулита для производства теплоизоляционной гипсовермикулитовой смеси. Показано, что коэффициент теплопроводности разработанных композиционных штукатурных составов средней плотности 400 – 600 кг/м³ составляет 0,16 – 0,17 Вт/(м • К).

ABSTRACT

The paper presents the results of a study of vermiculite concentrate and expanded vermiculite. The use of an electron microscope and X-ray phase analysis made it possible to determine the crystalline phases of expanded vermiculite obtained from the vermiculite concentrate of the Tebinbulak deposit of the Republic of Karakalpakstan.

The use of an organomineral modifier promotes the production of hydrophobized expanded vermiculite for the production of heat-insulating gypsum-vermiculite mixture. It is shown that the thermal conductivity coefficient of the developed composite stucco compositions of average density 400 - 600 kg / m³ is 0.16 - 0.17 W / (m • K).

Ключевые слова: вермикулитовый концентрат, пористые заполнители, вспученный вермикулит, органоминеральный гидрофобизатор, теплоизоляционные смеси, физико-химические анализы, водопоглощение, физико-механические характеристики, гипсовермикулитовые растворы, коэффициент теплопроводности.

Keywords: vermiculite concentrate, porous aggregates, expanded vermiculite, organomineral water repellent, heat-insulating mixtures, physicochemical analyzes, water absorption, physicomechanical characteristics, gypsum-vermiculite solutions, thermal conductivity coefficient.

Введение. Развитие современного индустриального строительства связано с применением неорганических пористых заполнителей в производстве теплоизоляционных материалов. При этом наибольший интерес представляют теплоизоляционные материалы на минеральной основе, не подверженные гниению, достаточно огнестойкие и более долговечные, чем материалы из растительного волокна.

В настоящее время номенклатура выпускаемых теплоизоляционных материалов насчитывает более 25 наименований, из них решающее значение имеют изделия и материалы на основе минерального сырья – горных пород, шлаков, стекла и асбеста.

Известно, что все теплоизоляционные материалы обладают высокой пористостью, имеют небольшой объемный вес (не более 1000 кг/м^3) и низкий коэффициент теплопроводности (менее $0,20 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$). В строительстве одной из самых актуальных проблем является утепление зданий. Одним из вариантов успешного решения этой проблемы является использование вспученных неорганических пористых заполнителей [4, 5].

Вермикулит – природный материал из группы гидрослюд. В исходном состоянии вермикулит содержит 8 – 20 % кристаллизационной воды, которая удаляется при нагреве до температуры 500 – 900 °С. В результате частицы минерала расширяются в направлении, перпендикулярном слюдястым слоям. Плотность вермикулита во вспученном состоянии зависит от качества сырья, его фракционного состава и способа нагрева.

Известно, что теплопроводность вспученного вермикулита в зависимости от марки колеблется от 0,064 до 0,075 $\text{Вт/(м} \cdot \text{К)}$ (при температуре 298 К), влажность не более 3% по массе [4, 5].

Объект и методы исследований. Для получения вспученного вермикулита в работе исследовались пробы вермикулитового концентрата Тебинбулакского месторождения республики Каракалпакстан.

Химический состав вермикулитового концентрата усредненной пробы выполнен на волнодисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрометре типа XRF-1800 фирмы Shimadzu (Япония).

Микроскопическое исследование проводилось с помощью микроскопа МБС-10 (Россия) при кратности увеличения 32.

Исследование фазовых переходов в исследуемом вермикулите проводилось методом дифференциальной сканирующей калориметрии со скоростью 10 °С/мин на приборе DSC 404 F3 Pegasus NETZSCH (Германия) в интервале температур 20–1200 °С в инертной среде с погрешностью измерения $\pm 0,1$ °С.

Термогравиметрический анализ проведен с помощью термоаналитической системы TGA/DSC-1/1600 HF фирмы METTLER TOLEDO Instruments (Швейцария) при скорости подъема температуры 10 °С в мин и погрешности $\pm (1-2)$ %.

Рентгенофазовый анализ тонкоизмельченной пробы вермикулита проводился на рентгеновском дифрактометре типа ДРОН-3. Излучение – CuK_α , детектор – сцинтиляционный счетчик. Запись проводилась в диапазоне углов 2Θ –5–70 °С с шагом $0,1^\circ$. Идентификация кристаллических фаз проводилась с применением международной картотеки Joint Comiteon Powder Diffraction Standart, 2003.

При разработке композиционных теплоизоляционных штукатурных составов в качестве пористого наполнителя использован вспученный вермикулит, полученный обжигом вермикулитового концентрата Тебинбулакского месторождения Республики Каракалпакстан, размером от 0,1 до 3,0 мм. Для получения гидрофобного пористого вермикулита был использован органоминеральный модификатор полученный методом механоактивации смеси стеарат кальция и тонкомолотого талькомагнезита. По результатам водопоглощения гидрофобного вспученного вермикулита определяли степень гидрофобности. В качестве вяжущего был использован гипсовый вяжущий марки Г-6.

Композиционные строительные смеси на основе гидрофобизированного вспученного вермикулита получены методом гомогенизации исходных материалов в лабораторном миксере в течение 20 минут [2, 3, 8].

Для улучшения строительно-технических свойств теплоизоляционных композиционных штукатурных смесей использованы химические добавки (водоудерживающие добавки – эфиры целлюлозы, водорастворимые полимерные порошки, суперпластификатор ЖК-02 и замедлители процесса кристаллизации полугидрата сульфата кальция).

Теплопроводность композиционных строительных смесей определяли по ГОСТ 7076-99 «Материалы и изделия строительные». Физико-механические и строительно-технические свойства гипсовермикулитовых теплоизоляционных растворов определяли в соответствии ГОСТ 31376-2008 «Смеси сухие строительные на гипсовом вяжущем».

Результаты и их обсуждение. Проведенное исследование по определению химического состава на электронном микроскопе JEOL JSM-5610 LV (Япония) показало, что вспученный вермикулит имеет следующий химический состав, мас. %: Na_2O - 0,55; MgO - 15,61; Al_2O_3 - 17,48; SiO_2 - 44,2; K_2O - 4,9; CaO - 0,52; TiO_2 - 2,40; $\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ - 14,34.

По визуальному осмотру исследованное минеральное сырье однородное, цвет – темно-серый. Представлено пластинчатыми агрегатами со стеклянным блеском, на плоскостях спайности – с перламутровым. Спайность совершенная в одном направлении. Листочки упругие, не ломкие, иногда собранные в многослойные пакеты.

По результатам микроскопического исследования проб вермикулитового концентрата, установлено преобладание пластинчатых агрегатов (рисунок 1).

Обнаружено наличие примесного кальцита с четко ограниченными кристаллами, образующими зернистые агрегаты, размером 1–3 мм (рисунок 2). При

воздействии на кальцит 10 % HCl наблюдается бурное вскипание.

Рисунок 1. Вермикулит

Рисунок 2. Кальцит

Рентгенограмма тонкоизмельченного вермикулитового концентрата представлена на рисунке 3.

W – вермикулит, Э – энстатит, F – флаголит, B – биотит

Рисунок 3. Дифрактограмма измельченного вермикулитового концентрата Тебинбулакского месторождения республики Каракалпакстан

Установлено, что основными кристаллическими фазами, присутствующими в вермикулитовом концентрате, является вермикулит. Имеются примеси кальцита, флагопита и в минимальном количестве биотита. Дифракционные максимумы, характерные для минералов, не в полной мере отвечают таковым по интенсивности справочным данным, что свидетельствует о несовершенстве структуры присутствующих в вермикулитовом концентрате минералов [1].

Установлено, что потери массы образцов тонкоизмельченного вермикулита составляют 2,56 % при 96,6 °С, далее при 293,7 °С они составляют 0,23 %, при 634,5 °С – 1,32 %. Эндозэффект при 836,1 °С сопровождается потерей массы образца 1,39 %. Максимальная потеря массы происходит при 971,4 °С и составляет 1,66 %. Общая потеря массы образца составляет 7,19 %.

Проведенные исследования показали, что исследуемый вермикулитовый концентрат характеризу-

ется наличием значительных количеств слабо связанной воды, что обуславливает высокую способность сырья к вспучиванию.

Благодаря легкости и высокой температуростойкости (до 1100 °С) вспученный вермикулит полученный методом термической обработки вермикулитового концентрата применяют в качестве засыпной изоляции, для изготовления теплоизоляционных изделий, а также в качестве заполнителя в акустических штукатурках и легких бетонах. Кроме того, его используют для изоляции оборудования с температурой поверхности от –26 до +900 °С [1].

Полученные результаты. При разработке составов композиционных теплоизоляционных штукатурочных смесей, вспученный вермикулит получен в лабораторных условиях обжигом вермикулитового концентрата Тебинбулакского месторождения Республики Каракалпакстан.

Проведенные исследования показали, что применение органоминерального модификатора для гидрофобизации вспученного вермикулита способствует

снижению количества воды при получении формовочного раствора. В результате улучшаются прочностные показатели и адгезионные свойства [6, 7].

При разработке составов композиционных легких штукатурных смесей в качестве водоудерживающей добавки использовали известь пушонка с тонкостью помола 3500 – 4000 см²/г а в качестве мелкого наполнителя микрокальцит [6, 7].

Строительно-технические характеристики и физико-механические свойства легких теплоизоляционных растворов, полученные на основе гидрофобизированного вспученного вермикулита определяли в соответствии ГОСТ 31376-2008 «Смеси сухие строительные на гипсовом вяжущем».

Результаты исследований показали, что при введении в состав сухих теплоизоляционных смесей водорастворимых модифицированных эфиров целлюлозы в количестве 0,30-0,50 % от веса вяжущего, наблюдается увеличение водоудерживающей способности. При этом, чем выше дисперсность наполнителя, тем больше адсорбционной воды удерживается на поверхности частиц.

Установлено, что введение в состав теплоизоляционных строительных смесей 0,4% эфира целлюлозы и до 5,0 % гашенной извести, водоудерживающая способность достигает 94,5-96,7 %. Водоудерживающая способность растворов не содержащие модифицированных эфиров целлюлозы и гашенной извести составляет 75-85%.

Изучены возможности регулирования сроков (начала и конца) схватывания приготовленных гипсовермикулитовых штукатурных растворов и обрабатываемости нанесенных растворов при подвижности растворной смеси Пк 8-10 см.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что удобоукладываемость зависит от пластичности (подвижности или консистенции), водоудерживающей способности, расслаиваемости растворной смеси и от ее способности сохранять эти свойства во времени. Как правило, если композиционный штукатурный раствор имеет высокую водоудерживающую способность, то он будет иметь и хорошую удобоукладываемость [2, 3, 8].

Результаты исследования показали, что повышение количества гидрофобизатора приводит к снижению водопоглощения вспученного вермикулита. Так же установлено, что процесс гидрофобизации вспученного наполнителя зависит от состава и количества органоминерального модификатора, времени модификации исходных материалов.

В процессе проведения экспериментальных исследований установлено, что коэффициент теплопроводности (λ_0) разработанных легких штукатурных составов средней плотности 400–600 кг/м³ при содержании вспученного и гидрофобизированного вермикулита 25 - 37,5 % равняется 0,16–0,20 Вт/м °С.

Установлено, что легкие строительные растворы с вермикулитовым наполнителем отличаются более высокими значениями, чем при использовании других легких наполнителей (песок перлитовый вспученный, пенополистирол, керамзит и т.д.). Это связано со слоистой структурой и более высокой

упругостью частиц вспученного вермикулита, состоящих из множества гибких слоистых слоев. Способность вспученного вермикулита упругопластически деформироваться даже при незначительных нагрузках, обеспечивает релаксацию напряжений на границе между легким штукатурным раствором и отделываемой поверхностью в отличие от традиционных типов строительных растворов. Благодаря своей слоистой структуре вспученный вермикулит обладает сильным теплоизолирующим эффектом. Количеством характерной теплопроводности является коэффициент теплопроводности [3, 8].

Необходимо отметить особое влияние на коэффициент теплопроводности плотности и влажности затвердевшей растворной смеси. В процессе проведения испытаний установлено, что коэффициент теплопроводности разработанных легких гипсовермикулитовых штукатурных составов зависит от количества и от фракционного наполнителя.

Проведенные исследования по изучению физико-технических и строительно-технических характеристик разработанных композиционных теплоизоляционных составов показали, что по сравнению с обычными (песчаными) строительными растворами гипсовермикулитовые растворы вследствие высокой пористости имеют в 2 – 4 раза меньший объемный вес и в 4 – 6 раз меньший коэффициент теплопроводности и относятся к группе легких растворов. Установлено, что слой из гипсовермикулитовой штукатурки толщиной 2,5 см может заменить слой из цементно-песчаного раствора в 10 – 15 см по теплопроводности. При толщине гипсовермикулитового штукатурного слоя до 3см, толщина кирпичной стены может быть уменьшена на 25%.

Установлено, что применение в составе отделочных смесей тонкодисперсных минеральных наполнителей обеспечивает создание необходимых условий для получения высокотехнологичных и удобоукладываемых растворных смесей [1, 4, 5].

Результаты исследований строительно-технических свойств показали, что теплоизоляционные строительные растворные смеси на мелком (0,6-3,0 мм) и пылевидном (до 0,6 мм) гидрофобизированного вермикулите обладают высокой пластичностью, удобоукладываемостью и затираемостью, гипсовермикулитовые теплоизоляционные штукатурные смеси при высыхании не растрескиваются и не усаживаются.

Изучение теплофизических и строительно-технических свойств вермикулитовых штукатурных растворов показали, что композиционные строительные смеси на основе гипсового вяжущего применяются для внутренней отделки строительных конструкций и могут выполнять не только теплозащитные и звукопоглощающие функции, но и декоративные.

Заключение. На основании физико-химических анализов выявлено, что основными кристаллическими фазами, присутствующими в концентрате, являются вермикулит, примеси кальцита, флогопита и в минимальном количестве биотита.

Результаты исследований показали, что обработка вспученного вермикулита органоминеральным

модификатором способствует снижению водопотребности растворов теплоизоляционных смесей, что позволяет улучшить их строительно-технические характеристики. Уменьшение водопотребности приводит к ускорению технологических процессов штукатурочных работ. При этом улучшаются адгезионные и теплозащитные характеристики раствора.

В процессе проведения экспериментальных исследований установлено, что коэффициент теплопроводности (λ_0) разработанных легких композиционных штукатурных составов зависит от фракционного состава средней плотности смеси.

На основании проведенных исследований установлено, малая теплопроводность обусловлена наличием в структуре затвердевшего материала большого числа пор, заполненных воздухом – плохим проводником теплоты.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о перспективности и эффективности применения вспученного и гидрофобизированного вермикулита, полученного из вермикулитового концентрата Тебинбулакского месторождения Республики Каракалпакстан, в производстве композиционных гипсовермикулитовых теплоизоляционных штукатурных сухих смесей.

Список литературы:

1. Абдигаббаров А., Бердимбетова Г. Характеристики вермикулита Тебинбулакского месторождения РК. Вестник КО АН РУз, 2005. № 3. 21 с.
2. Беседин И. А. Новые теплоизоляционные материалы. Теплоизоляционная штукатурка «УМКА.РУ» // Строительные материалы, оборудования, технологии XXI века, 2011. № 7. 16–17 с.
3. Досанова Г.М., Талипов Н.Х. Теплоизоляционные отделочные материалы на основе вспученного вермикулита. Ж. Композиционные материалы, 2016. № 2. 89–90 с.
4. Зиёев Г.М., Зайтдинов М.Р., Курбанбаев Ш.Э. Получение новых nano структурированных материалов на основе вермикулита // Материалы Республиканской научно-производственной конференции. Карши, 2012. 26–28 с.
5. Крашенников О.Н., Бастрыгина С.В., Журбенко А.Д. Способ получения вермикулита с пониженной температурой вспучивания. Вестник МГТУ, 2006. Т9. № 2. 344–346 с.
6. Мешков П. И., Мокин В. А. Способы оптимизации составов сухих строительных смесей. // Строительные материалы, 2000. № 5. 12–14 с.
7. Talipow N.H., Dosanowa G.M., Tuljaganow A.A., Reimow A.M. Die Anwendung des porösen Füllstoffs bei der Produktion von Wärmedämmstoffen // Internationale Baustofftagung: Tagungsband. – Weimar, 2018. 2-1153–2-1156 с.
8. Талипов Н. Х., Бакиров А. Б., Маткаримов С. Т., Туляганов О. А. Теплоизоляционные композиционные материалы на основе золошлаковых отходов. // Композиционные материалы, 2013. №1.84–85 с.

СНИЖЕНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА БЕЗ НАРУШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО СТАНДАРТА ПЕРВИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

Сайдалиев Бурхон Якубович

*ассистент кафедры «Химическая технология», Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: saydaliev09021967@gmail.com*

REDUCING FUEL CONSUMPTION WITHOUT VIOLATION OF THE TECHNOLOGICAL STANDARD OF PRIMARY OIL REFINING

Burkhon Saydaliyev

*assistant, Ferghana Polytechnic Institute,
Republic of Uzbekistan, Ferghana*

АННОТАЦИЯ

В данной статье дана информация о снижении содержания отработанного природного газа и нефти и увеличении поглощения водяного пара за счет повышения температуры водяного пара в трубчатой печи при переработке нефти. В статье есть 3 таблицы, в которых даны сведения о показателях топлива и водяного пара до и после нововведения.

ABSTRACT

This article provides information on reducing the content of exhaust natural gas and oil and increasing the absorption of water vapor by increasing the temperature of water vapor in a tube furnace during oil refining. The article has 3 tables in which information is given on the indicators of fuel and water vapor before and after the innovation.

Ключевые слова: жидкое топливо, мазут, бензин, газообразное углеводородное сырье, смазочные масла, фракции керосина, газойля и солнечной энергии, парафины, олефины (алкены) и ароматические углеводороды.

Keywords: Liquid fuel, fuel oil, gasoline, gaseous hydrocarbon raw materials, lubricating oils, engines fractions of kerosene, gas oil and solar energy, paraffins, olefins (alkenes) and aromatic hydrocarbons.

В последние годы проводится последовательная работа по всестороннему развитию топливно-энергетического сектора и диверсификации источников энергии, что является важным фактором удовлетворения постоянно растущего спроса на энергоносители.

В то же время неэффективность геологоразведочных работ, реализации инвестиционных проектов и ценообразования привели к неадекватным поставкам энергоресурсов экономике и населению, а также ухудшению финансового положения нефтегазовой отрасли.

Жидкое топливо является наиболее важным продуктом в нефтепереработке. Нефть играет ключевую роль в развитии мирового топливно-энергетического комплекса. Рациональное, комплексное использование нефти с максимальной добычей газообразного углеводородного сырья и светлых чистых продуктов (бензина) для химической промышленности основано на глубокой химической переработке. В настоящее время из-за возросшего спроса на нефтепродукты сырьевая база нефтеперерабатывающей промышленности постоянно расширяется, добыча нефти во всем мире растет.

На нефтеперерабатывающих заводах производятся горючие и смазочные материалы, твердые и полужидкие парафины (парафин, цезин, вазелин), битум, электродный кокс, растворители, а также специфические парафины, олефины (алкены) и ароматические углеводороды. Жидкотопливные нефте-

продукты включают: 1) искровое зажигание и моторное топливо для авиационных и автомобильных поршневых двигателей; топливо для реактивных двигателей; дизельное топливо для поршневых двигателей внутреннего сгорания; 2) котельное топливо для тепловых электростанций, промышленных печей, тепловозов и тепловозов – масло и другие нефтяные остатки. Различные виды авиационного бензина для карбюраторного топлива, автомобильный бензин, топливо для тракторов – лигроины и керосин.

Реактивные топлива представляют собой комбинации керосиновых фракций или бензина с фракциями керосина (авиационный бензин). Топливо внутреннего сгорания – это дизельное топливо, используемое для дизельных двигателей, – фракции керосина, газойля и солнечной энергии.

Смазочные масла – высокотемпературные фракции кипящего масла, которые очищаются от примесей, в зависимости от области применения подразделяются на индустриальные, турбинные, компрессорные, трансмиссионные, инструментальные, моторные, специальные масла.

Первичные – физические методы разделения нефти, основанные на кипячении определенных фракций нефти в различных температурных интервалах. Вторичные – химические методы, основанные на изменениях высокой температуры и давления и использовании катализаторов, основанных на полной

трансформации сырой нефти в результате глубоких структурных изменений в углеводородах.

Все методы переработки нефти и нефтепродуктов основаны на высокотемпературных эндотермических процессах и реакциях. Для этого тепло должно подаваться снаружи. Внешние топочные печи, например для реакции нефти и нефтепродуктов и для химических модификаций, служат в качестве легковоспламеняющихся печей.

Различные типы ректификационных колонн служат основным агрегатом для перекачки нефти и отделения продуктов переработки. Ректификация часто включает столкновения пара и жидкости, что позволяет разделить нефть и нефтепродукты на различные фракции при температуре кипения. Каталитические

деструктивные процессы переработки нефти обычно проводят в каталитических реакторах, которые имеют зону катализатора и зону регенерации потерянного катализатора. Используются каталитические реакторы с непрямым (кипящим) слоем. Помимо основных реакционных блоков, на заводе будет установлено вспомогательное оборудование – теплообменники, аккумуляторы, конденсаторы и другие устройства.

Когда нефть перекачивается, образуются фракции (дистилляты). Температуры экстракции дистиллята и выходы для географического местоположения добычи нефти в отдельных типах нефти показаны в табл. 1.

Таблица 1.

Отток нефтяного дистиллята в двухступенчатых атмосферно-вакуумных устройствах

Нефтепродукт	Температура разделения, °C	Массовая доля выхода %
Бензин	до 170	14,5–20,0
Лигроин	160–200	До 7,5
Керосин	200–250	9,5–18,0
Дизел	240–350	5,0–17,5
Масло	230–370	25,0–25,4
Гудрон	350–370	25,0–30,0

Примечание. Извлечение нефтяных фракций (мазутных фракций) проводят при остаточном давлении 0,008–0,011 МПа.

Поскольку температура водяного пара перед входом в печь составляет 165–170 °C, для первичной переработки нефти в ректификационную колонну подают водяной пар, который необходим для отделения содержания масла от фракций. Подаваемый водяной пар нагревается в трубчатой печи до 350–360 °C. Для улучшения качества нефтепродуктов температура острого водяного пара, выходящего из трубчатой печи, была повышена до 400–420 °C.

Вышесказанное можно изобразить следующей схемой:

Нефть → Н-1 → К-1 → (водяной пар 160–170 °C) Печь-1 (350–360 °C водяной пар) → К-2 → **Нефтепродукты**.

Ниже приведены показатели водяного пара и расход топлива для переработки нефти по этой схеме (табл. 2).

Таблица 2.

Показатели водяного пара и расход топлива для переработки нефти

Расход природного газа, м³/ч Р = 0,05 + 0,1 МПа	Расход мазута, м³/ч Р = 0,3 + 0,5 МПа	Температура водяного пара	Температура острого водяного пара
450	520	165–170 °C	350–360 °C

Для снижения расхода газообразного и жидкого топлива в печи, необходимого для получения требуемой температуры для колонны К-2, было решено добавить дополнительную трубу в печь путем расчета водяного пара. Благодаря этому получена температура 400–420 °C, необходимая для переработки нефти.

В этом случае схема будет иметь вид:

Нефть → Н-1 → К-1 → (водяной пар 165–170 °C) Печь-1 (400–420 °C острый водяной пар) → К-2 → **Нефтепродукты**.

Изменение показателей водяного пара и расхода топлива после нововведения приведены в следующей таблице (табл. 3).

Таблица 3.

Показатели водяного пара и расход топлива для переработки нефти после нововведения

Расход природного газа, м³/ч Р = 0,05 + 0,1 МПа	Расход мазута, м³/ч Р = 0,3 + 0,5 МПа	Температура водяного пара	Температура острого водяного пара
400	490	165–170 °C	400–420 °C

По полученным результатам можно сделать вывод, что в связи с резким повышением температуры водяного пара потребление сжиженного природного газа уменьшилось на 50 м³/ч, а жидкого топлива уменьшилось на 30 м³/ч. В результате чего в

ходе первичной переработки нефти также улучшилось качество продуктов из колонны ректификации К-2, а именно бензина, керосина, дизельного топлива.

Список литературы:

1. Мановян А.К. Технология переработки природных энергоносителей. – М. : Химия, КолосС, 2004. – 456 с.
2. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии / А.И. Скобло, Ю.К. Молоканов, А.И. Владимиров, В.А. Щелкунов. 3-е изд., перераб. И доп. – м. : недра-бизнесцентр, 2000. – 677 с.
3. Сайдалиев Б.Я. Эффективный метод очистки сточных вод от нефти и нефтехимических продуктов при переработке нефти // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. – 2019. – № 11 (68) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/8248> (дата обращения: 24.06.2020).
4. Технология и оборудование процессов переработки нефти и газа : учеб. Пособие / С.А. Ахметов [и др.]; под ред. С.А. Ахметова. – спб. : недра, 2006. – 868 с.

ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО СТОЙКОГО ФОСФАТА АЛЮМИНИЯ И ДЕРИВАТОГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Вохидов Эркинжон Алиевич

мл. науч. сотр., ООО «Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии»,
Республика Узбекистан, Шуробазар
E-mail: erkin.voxidov@bk.ru

Джалилов Абдулахат Турапович

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

Саидов Сарвар Садриддинович

докторант, Институт химии растительных веществ Академии наук Республики Узбекистан,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: sarvar-saidov-1989@bk.ru

OBTAINING A HIGH TEMPERATURE RESISTANT ALUMINUM PHOSPHATE AND DERIVATIVE ANALYSIS

Erkinjon Vohidov

Junior Researcher, Tashkent Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, ShuroBaazar

Abdulahat Djalilov

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

Sarvar Saidov

doctoral student, Institute of chemistry of plant substances, Academy of sciences of the Republic of Uzbekistan,
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Кислые фосфаты алюминия образуются при взаимодействии гидроокиси алюминия или трехзамещенного фосфата алюминия с ортофосфорной кислотой. Их вязкость и вяжущие свойства зависят от соотношения окиси алюминия, окиси фосфора и воды. Изучен синтез алюминофосфата, а также в результате исследований был получен его дериватографический анализ.

ABSTRACT

Acidic aluminum phosphates are formed by the interaction of aluminum hydroxide or trisubstituted aluminum phosphate with phosphoric acid. Their viscosity and astringent properties depend on the ratio of alumina, phosphorus oxide and water. The synthesis of aluminophosphate was studied, and its derivatographic analysis was also obtained as a result of research.

Ключевые слова: клей, фосфат алюминия, связки, ортофосфорная кислота, смесь, термическая обработка, концентрация, отверждение, сушка, водостойкость.

Keywords: glue, aluminum phosphate, binder, orthophosphoric acid, mixture, heat treatment, concentration, curing, drying, water resistance.

Введение

На сегодняшний день с развитием все более новых технологий строительных материалов, с увеличением требуемого качества производимой продукции большой интерес представляют клеи-цементы на основе фосфорной кислоты и ее производных.

Вяжущие свойства фосфорной кислоты известны давно. Впервые фосфорная кислота была использована для получения цинкофосфатных зубных цементов, схватывание которых происходит в течение нескольких минут. Вяжущими свойствами обладают также кислые соли – одно- и двухзамещенные фосфаты. Лучшие свойства имеют кислые фосфаты

алюминия, водные растворы которых принято называть связками [2]. Кислые фосфаты алюминия образуются при взаимодействии гидроокиси алюминия или трехзамещенного фосфата алюминия с ортофосфорной кислотой. Их вязкость и вяжущие свойства зависят от соотношения окиси алюминия, окиси фосфора и воды. Клеи-связки – это концентрированные, обычно пересыщенные растворы [1].

В последние десятилетия в связи с активным развитием металлургической, машиностроительной, авиационной, космической и других видов промышленности все более актуальным становится вопрос о разработке и производстве термостойких материалов, среди которых особое значение уделяется клеям, способным выдерживать воздействие высоких температур.

Кроме того, фосфат алюминия поставляется в нашу страну главным образом из зарубежных стран и имеет высокую стоимость. Целью работы является описание синтеза и установление химического состава фосфата алюминия.

Экспериментальная часть

Результатом исследования стал синтез фосфата алюминия двумя разными способами. В первом способе фосфорную кислоту и гидроксид алюминия добавляли в соотношении 1:1. В предыдущем случае влияние гидроксида алюминия, воды и фосфорной кислоты в наборе является относительным 1:0,9:1. Во втором методе мы использовали аммофос, воду и гидроксид алюминия, в котором соотношение веществ составляет 1:5:1, фосфат алюминия образуется с высоким выходом. Реакции являются экзотермическими.

Уже при комнатной температуре алюмофосфатные клеи становятся твердыми, но, чтобы отверждение произошло полностью, клеевой шов нагревают при температуре 270–300° в течение 2–6 часов (все зависит от толщины шва). После того как клей высохнет при более низких температурах, он начинает поглощать влагу из воздуха, набухая при этом и становясь мягким, после чего теряется его механическая прочность. Повышение температуры во время сушки клея должно осуществляться со скоростью не более 2° в минуту в интервале температур от 10 до 20 и от 200 до 280 °С, а также не более 1,5° в минуту в интервале температур 100–200°. Если температуру в процессе сушки поднимать быстрее, то клеевой шов станет пористым из-за интенсивного испарения воды, прочность снижается.

Клей можно сушить как на воздухе, так и в вакууме, атмосфере азота, водорода. Все зависит от свойств склеиваемых материалов. Таким образом, если металлы легко окисляются и их нужно склеить, сушка клея производится в вакууме или в атмосфере водорода. Если же взять во внимание материалы, которые не окисляются на воздухе (керамика), то склеивание их будет одинаково прочным в любой среде.

Результаты и их обсуждение

Полученная дериватограмма показана на рисунке, который состоит из 4 кривых. Анализ кривой динамического термогравиметрического анализа (DTGA) (кривая 2) показывает, что кривая DTGA встречается в основном в двух диапазонах температур интенсивного разложения. Диапазон разложения 1-го соответствует температуре 63–277 °С, а диапазон 2-го разложения соответствует температуре 280–680 °С.

Рисунок 1. Дериватограмма фосфата алюминия на основе $Al(OH)_3$ и аммофоса:

1 – кривая температуры; 2 – кривая динамического термогравиметрического анализа (DTGA); 3 – производная кривой динамического термогравиметрического анализа (DTGP); 4 – DSK кривая

Анализ показывает, что интенсивный процесс разложения происходит в первом интервале. В течение этого интервала происходит 41,95 % разложения.

Подробный анализ кривой динамического термогравиметрического анализа и кривой DSK приведен в таблице ниже.

Таблица 1.

Анализ кривых DTGA и DSK фосфата алюминия на основе $Al(OH)_3$ и аммофоса

№	Температура, °C	Потерянная масса, мг (60)	Потерянная масса, %	Количество потребляемой энергии ($\mu V \cdot s/mg$)
1	50	58,603	1,802	2,45
2	100	55,309	7,68	1,91
3	200	47,609	19,92	3,09
4	300	44,36	55,65	4,08
5	400	42,896	56,10	5,93
6	500	41,96	59,68	6,07
7	600	40,96	60,01	3,70
8	700	40,42	60,91	3,32
9	800	39,40	62,15	3,37
10	900	38,95	63,75	3,32
11	100	38,45	64,46	3,01

В результате этих дериватографических исследований видно, что основная потеря массы происходит в диапазоне 100–250 °C при первом разложении, при котором теряется 42 % основной массы. Следующее разложение происходит при 260–680 °C, при этом теряется 18 % массы. После 690 °C никаких изменений не наблюдается. Масса остается неизменной.

Полученная дериватограмма показана на рисунке, который состоит из 4 кривых. Анализ кривой динамического термогравиметрического анализа (DTGA) (кривая 2) показывает, что кривая DTGA в основном происходит в двух диапазонах температур интенсивного разложения. Первый диапазон разложения соответствует температуре 50–205 °C, а второй диапазон разложения соответствует температуре 210–320 °C.

Рисунок 2. Продукты фосфорирования алюминия на основе $Al(OH)_3$ и фосфорной кислоты:
 1 – кривая температуры; 2 – кривая динамического термогравиметрического анализа (DTGA); 3 – динамический термогравиметрический анализ оси кривой (DTGP); 4 – DSK кривая

Анализ показывает, что интенсивный процесс разложения происходит в первом интервале. Количество разложения в этом диапазоне составляет 42,65 %, то есть 14,32 мг.

Подробный анализ кривой динамического термогравиметрического анализа и кривой DSK приведен в таблице 2.

Таблица 2.

Анализ результатов кривых DTGA и DSK фосфата алюминия на основе $Al(OH)_3$ и фосфорной кислоты

№	Температура, °C	Потерянная масса, мг (60)	Потерянная масса, %	Количество потребляемой энергии ($\mu V \cdot s / mg$)
1	50	58,603	1,802	2,45
2	100	55,309	7,68	1,91
3	200	47,609	19,92	3,09
4	300	46,36	35,65	4,08
5	400	43,96	36,10	5,93
6	500	43,86	39,68	6,07
7	600	43,66	40,01	3,70
8	700	43,42	41,91	3,32
9	800	43,40	42,15	3,37
10	900	43,09	43,75	3,32
11	100	42,90	44,60	3,01

В результате этих дериватографических исследований видно, что потеря основной массы происходит в диапазоне 100–250 °C при первом разложении, при котором теряется 42,65 % основной массы. После 290 °C никаких изменений не наблюдается. Масса остается неизменной.

С помощью алюмофосфатных клеев можно склеивать стекло, керамику, ситалл, а также такие металлы и сплавы, которые не взаимодействуют с фосфорной кислотой, – вольфрам, молибден, тантал, цирконий, никель, константан, ковар и др.

Алюмофосфатные клеи нашли широкое применение в производстве вакуумных приборов для склеивания внутренних деталей. Клеи применяются для крепления проволоки различного диаметра к металлам и диэлектрикам, для склеивания металлических пластин из молибдена, вольфрама, тантала с диэлектриками. Окончательная сушка склеенных узлов в этом случае производится, как правило, в вакууме.

Список литературы:

1. Андреева Т.А. Термодинамика и строение растворов // Межвузовск. сб. – Иваново, 1976. – Вып. 5.
2. Сычев М.М. Неорганические клеи. 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Химия, 1986.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Султанова Шахноза Абдувахитовна

заведующая кафедрой, PhD, доцент, Ташкентского государственного технического университета, Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: sh.sultanova@yahoo.com

Сафаров Жасур Эсирганович

д-р техн. наук, профессор, декан, Ташкентского государственного технического университета, Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: jasursafarov@yahoo.com

RESEARCH OF THERMOPHYSICAL CHARACTERISTICS OF MEDICINAL PLANT RAW MATERIALS

Shakhnoza Sultanova

Head of Department, PhD, Associate Professor, Tashkent State Technical University, Uzbekistan, Tashkent

Jasur Safarov

Dr. Tech. Sci., professor, dean, Tashkent State Technical University, Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

Предложены характеристики изотермы сорбции смоделированная под функцией 3-й степени, и определены активности воды у исследуемых растений. Предложены значения общей теплоты смачивания (кДж/моль сухих лекарственных растений) для интервала содержания влаги (6,5–11,5%). В результате сравнение общей теплоты смачивания в одном и том же интервале влагосодержания для всех видов лекарственных растений, также выше по десорбции, чем по сорбции. Следовательно, затраты энергии, необходимые в листьях крапивы для изменения содержания влаги в процессе сушки, выше, чем у других исследованных видов.

ABSTRACT

The characteristics of the sorption isotherm modeled under the function of the 3rd degree are proposed, and the activity of water in the studied plants is determined. The values of the total heat of wetting (kJ / mol of dry medicinal plants) for the interval of moisture content (6.5–11.5%) are proposed. As a result, the comparison of the total heat of wetting in the same moisture range for all types of medicinal plants is also higher in desorption than by sorption. Therefore, the energy expenditure required in nettle leaves to change the moisture content during drying is higher than that of other species studied.

Ключевые слова: сорбция, десорбция, изотерма, лекарственные растения, влажность, активность воды.

Keywords: sorption, desorption, isotherm, medicinal plants, humidity, water activity.

Изотермы сорбции позволяют предусмотреть темпы сушки, чтобы помочь классифицировать материалы по порядку гигроскопичности, указать распределение и интенсивность соединений воды. Целью проводимой работы является исследование теплофизических характеристик лекарственных растений для проведения качественную сушку. Изотермы сорбции также дают возможность определить важную информацию о процессах сорбции растительного сырья, в частности:

- оптимальное содержание воды, которое необходимо достичь во время сушки, для того чтобы приблизиться к состоянию устойчивого баланса и этим гарантировать лучшее сохранение качества;
- анализ переноса влаги между растительным сырьем и окружающим воздухом, поскольку важность и направление этого обмена определяются по сравнению с состоянием равновесия;
- определённые тепловые и аэро-термические условия, которые необходимо поддерживать при хранении.

Для определения изотерм сорбции и десорбции образца мы прибегаем к методам солевого насыщенного раствора. Приготовили различные насыщенные растворы с известными солями для получения хорошо определенной окружающей влаги.

Полученный диапазон позволяет получить содержание воды во всем гигроскопическом диапазоне. Растворы солей готовят в герметичных банках и выдерживают изотермически в сушильной печи с контролируемой температурой. Таким образом, сохраняется стабилизированная изотермическая и гигроскопическая среда.

Пары, испускаемые раствором, в отличие от воды, не должны взаимодействовать с продуктом. По этой причине раствор следует регулярно перемешивать, чтобы избежать образования градиента концентрации в банке при рабочей температуре выше 20 °C. Необходимо максимально уменьшить объем воздуха и держать растворы и образцы в наилучших условиях близости. Вес образцов контролировали регулярно, пока не получили стабильный вес. При достижении стабильности веса получаем гигроскопическое равновесие. Высушенный образец получают после нагревания в печи при температуре 110°C в течение двадцать четырех часов. Равновесное влагосодержание (РВС) определяется по уравнению ниже:

$$РВС = X_{\text{равн.}} = \frac{M_s - M_d}{M_d} \quad (1)$$

где, M_s -постоянный вес образцов; M_d -высушенный образец.

Математическое описание изотерм сорбции. Несколько эмпирических математических моделей, основанных на физических основаниях, описывают взаимосвязь между равновесным содержанием воды, равновесной относительной влажностью и температурой. Экспериментальные кривые сорбции изучали с использованием трех наиболее подходящих моделей, описывающих изотермы сорбции каждого лекарственного растения, как показано в следующих уравнениях Гугтэнхэм-Андерсон-Бозра (ГАБ), Янниотиса С., Блеховика Ж. и ЛЕСПАМ [1].

$$X_{\text{равн.}} = \frac{ABCa_w}{[1 - Ba_w][1 - Ba_w + BCa_w]} \quad (2)$$

$$X_{\text{равн.}} = \frac{\frac{a_w}{[A + Ba_w]} + \frac{a_w}{[C + BDa_w]}}{\frac{a_w}{[A + Ba_w]} + \frac{a_w}{[C + BDa_w]}} \quad (3)$$

$$X_{\text{равн.}} = A_{\text{экс.}} \frac{a_w}{T} + \left[\frac{Ba_w}{T} + C \right] \quad (4)$$

где A , B , C и D - коэффициенты модели; T - температура, (°C).

Метод нелинейной оптимизации Левенберга – Марквардта с использованием соответствующего программного обеспечения используется для расчета коэффициентов модели и статистических параметров: средней относительной ошибки (СОО) и коэффициента корреляции (r) [2].

Средняя относительная ошибка:

$$СОО = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{X_{\text{равн.},i,\text{экс.}} - X_{\text{равн.},i,\text{прог.}}}{X_{\text{равн.},i,\text{экс.}}} \right| \quad (2.5)$$

Коэффициент корреляции (r):

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (X_{\text{равн.},i,\text{прог.}} - \bar{X}_{\text{равн.},i,\text{прог.}})^2}{\sum_{i=1}^N (X_{\text{равн.},i,\text{экс.}} - \bar{X}_{\text{равн.},i,\text{экс.}})^2} \quad (2.6)$$

где, $X_{\text{равн.},i,\text{экс.}}$ - экспериментальное содержание влаги (% с.в.); $X_{\text{равн.},i,\text{прог.}}$ - прогнозируемое содержание влаги (% с.в.); N -количество точек данных; с.в. - сухой вес.

Распространение давления. В качестве движущей силы, ответственной за диффузию в пористых твердых телах, использовалось растягивающее давление (π) или поверхностный потенциал. Он представляет собой избыточную свободную энергию поверхности и указывает на увеличение поверхностного натяжения участков сорбции без покрытия из-за поглощения молекул. Высокие значения давления распространения указывают на высокое сродство молекул воды к активным участкам. Давление распространения может быть оценено с использованием аналитической процедуры, описанной в литературе.

$$\pi = \frac{K_B T}{A_m} \int_0^{a_w} \frac{\theta}{a_w} da_w \quad (7)$$

где, K_B - постоянная Больцмана ($1,380 \times 10^{-23}$ ДжК⁻¹); A_m -площадь молекулы воды ($1,07 \times 10^{-19}$ м²); отношение влажности определяется температурой $\theta = X_{\text{равн.}}/X_m$, T (К).

На основе формулы модели ГАБ и подстановки θ/a_w интеграл, включенный в (7), может быть проанализирован аналитически, что приведет к математическому определению для π (8):

$$\pi = \frac{K_B T}{A_m} \ln \left[\frac{1 - Ba_w + Ca_w}{1 - Ba_w} \right] \quad (8)$$

где: B и C - это константы модели ГАБ.

Определение чистой изостерической теплоты сорбции и общей теплоты смачивания. Чистая интегральная энтальпия или изостерическая теплота сорбции ($q_{\text{изо.}}$) указывает на состояние поглощенной воды твердым материалом и была определена из изотерм сорбции с использованием уравнения Клаузиуса – Клапейрона, но при постоянном давлении распространения вместо постоянного содержания влаги [3]:

$$\left[\frac{d(\ln a_w)}{d(1/\phi)} \right]_{X_{\text{равн.}}} = \frac{-q_{\text{изо.}}}{R} \quad (9)$$

где, $q_{\text{изо.}}$ - чистая изостерическая теплота сорбции (Дж/моль); a_w - активность воды (безразмерная); T - абсолютная температура (К); R - универсальная газовая постоянная (Дж/(моль К)).

Предполагая, что чистая изостерическая теплота является неизменной с температурой для данной средней относительной ошибки, интегрирование уравнения Клаузиуса – Клапейрона выражается следующим образом [4]:

$$\ln a_w = \frac{-q_{\text{изо}}}{R} \cdot \frac{1}{T} + \frac{\Delta S}{R} \quad (10)$$

где, ΔS - дифференциальная энтропия сорбции (Дж/кмоль).

Построение графика зависимости ($\ln a_w$) от ($1/T$) при постоянном давлении распространения дает чистую интегральную энтальпию от ведущего коэффициента и дифференциальную энтропию от постоянного линейного уравнения.

Исследование системы «вода – лекарственное сырьё» проводилось путем подхода к термодинамическому аспекту взаимодействия молекул воды в продукте, что приводит к изотермам сорбции. Фактически, кривые равновесия связывают при постоянной температуре равновесное содержание влаги в образцах $X_{\text{равн}}$ с их равновесной активностью воды a_w , которая равна относительной влажности окружающей

атмосферы. Определение этих изотерм является необходимой стадией в каждом процессе сушки, потому что оно не только может описывать состояния равновесия между исследуемым воздухом и продуктами, но также определяет микроскопические взаимодействия, которые существуют между водой и сухим веществом этих продуктов и продукты питания [5-7].

Изотермы сорбции. Гигроскопическое равновесие корня девясила проводится в конце 10-го дня для десорбции и в конце 7-го дня для сорбции. Что касается листьев крапивы и имбиря, то они устанавливаются в конце 8 дня для десорбции и сорбции. Равновесное содержание воды в продуктах, изученных в этой работе, сгруппировано (табл. 1) для трех температур 25, 35 и 45 °C. Исследование изотермы лекарственных растений проводилось в Стамбульском техническом университете.

Таблица 1.

Равновесное содержание воды $X_{\text{равн}}$ (% с.в.) в лекарственных растениях при десорбции и сорбции

	Изотермы сорбции при 25 °C				Изотермы сорбции при 35 °C				Изотермы сорбции при 45 °C			
	a_w	Листья крапивы	Корень имбиря	Корень девясила	a_w	Листья крапивы	Корень имбиря	Корень девясила	a_w	Листья крапивы	Корень имбиря	Корень девясила
Десорбция	0,0748	4,76	6,22	3,21	0,0636	3,87	5,21	2,76	0,0582	3,21	4,76	2,32
	0,3248	5,66	6,77	3,88	0,3169	4,53	6,42	3,65	0,3064	3,65	5,52	3,28
	0,4327	7,85	11,53	5,79	0,4240	6,57	9,22	4,71	0,4081	5,43	8,28	3,75
	0,7285	18,89	26,91	10,28	0,7110	15,54	20,55	9,36	0,6914	12,21	17,44	8,51
	0,8372	26,98	44,95	14,24	0,8242	23,77	33,12	12,94	0,8130	19,76	28,22	11,69
	0,8990	33,21	82,71	17,97	0,8920	30,31	72,32	16,97	0,8833	28,21	62,42	16,14
Сорбция	0,0748	3,77	5,138	2,49	0,0636	3,11	5,11	2,33	0,0582	3,11	4,11	2,13
	0,3248	4,81	6,421	2,74	0,3169	3,65	5,89	2,63	0,3064	3,34	4,77	2,51
	0,4327	6,35	10,84	3,76	0,4240	5,32	8,22	3,15	0,4081	4,22	7,78	3,10
	0,7285	14,43	22,35	8,23	0,7110	13,31	19,22	6,57	0,6914	10,76	16,43	5,15
	0,8372	24,21	37,27	13,22	0,8242	20,15	32,53	11,78	0,8130	17,45	27,21	9,76
	0,8990	31,71	68,85	16,48	0,8920	29,36	62,64	15,33	0,8833	26,43	61,66	14,22

Анализ полученных экспериментальных данных представлен следующим образом:

- в интервале исследуемых температур содержание воды в лекарственных растениях при термодинамическом равновесии изменяется в зависимости от активности воды. Гигроскопическое равновесие увеличивается, когда увеличивается активность воды;
- каждая изотерма сорбции представляет собой псевдо стадию, соответствующую оптимальной активности консервирования;
- температура оказывает слабое влияние на равновесное содержание воды. Для данной относи-

тельной влажности содержание воды в трех лекарственных растениях в равновесии обычно уменьшается при повышении температуры;

- изотермы сорбции и десорбции при разных температурах имеют сходные темпы и представляют явление гистерезиса, акцентированное для корня имбиря и незначительное для корня девясила;
- изотермы сорбции принимают форму, соответствующую классу изотерм типа II.

Изотерма сорбции, в частности, может быть смоделирована под функцией 3-й степени. Центральная часть или «тарелка» соответствует зоне лучшей стабильности продуктов. Этот процесс расчета состоит

из полиномиального разложения равновесного содержания воды, для всех экспериментальных результатов, каждого продукта в соответствии с активностью воды. Это позволяет рассчитать значение и

следовательно, определяется оптимальная относительная влажность консервации, как это суммировано в таблице 2.

Таблица 2.

Анализ кривых сорбций по модели 3-й степени

Лекарственные растения	Полиномиальное уравнение	a_w	Уравнение
Листья крапивы	$X_{\text{равн.}} = 1,59 + 30,27 a_w - 96,52 a_w^2 + 110,25 a_w^3$	0,289	(11)
Корень имбиря	$X_{\text{равн.}} = 1,83 + 110,99 a_w - 422,17 a_w^2 + 421,31 a_w^3$	0,344	(12)
Корень девясила	$X_{\text{равн.}} = 1,18 + 19,90 a_w - 58,83 a_w^2 + 62,32 a_w^3$	0,325	(13)

Все полученные экспериментальные кривые представляют псевдо стадию в окрестности одной и той же оптимальной активности консервирования (0,3) с различным равновесным содержанием воды (2,6% сухого вещества для девясила, 5,6% сухого вещества для листьев крапивы и 11% сухого вещества для корня имбиря).

Моделирование изотерм сорбции. Кривые сорбции зависят от природы и гигроскопического состояния продукта, природы связей молекул воды и твердой матрицы продукта, а также от того, каким образом достигается равновесие. Таким образом, моделирование изотерм сорбции является задачей, к которой не всегда легко подходить. Задача моделирования в целом состоит в том, чтобы найти функцию, проверяющую следующее уравнение:

$$X_{\text{равн.}} = f\left(\frac{P_v}{P_{vs}}\right) = f(a_w, T) \quad (14)$$

Модель ГАБ с тремя коэффициентами (A , B , C), опирающимися на физические основы, обычно оптимизирует сглаживание экспериментальных точек для большинства фармацевтических и пищевых продуктов, активность воды в которых колеблется от 0,05 до 0,9. Эта модель рассчитывает на интерпретацию физико-химических явлений поверхности при одновременном обращении к теории многомолекулярной сорбции, которая является локализованной и однородной. Уравнение, выражающее модель ГАБ, определяется как:

$$X_{\text{равн.}} = \frac{ABCa_w}{[1 - Ba_w][1 - Ba_w + BCa_w]} \quad (15)$$

Параметры B и C в уравнении ГАБ могут быть соотнесены с температурой с использованием уравнения Аррениуса:

$$B = B_{0\text{экс.}} \left(\frac{\Delta H_1}{RT} \right) \quad (16)$$

$$C = C_{0\text{экс.}} \left(\frac{\Delta H_2}{RT} \right) \quad (17)$$

где, A -содержание воды, соответствующее насыщению полного потока Брунауэра (% с.в.); B -корректирующий фактор свойств дополнительных слоев сорбции по сравнению с жидкой водой; ΔH_1 -теплота конденсации пара чистой воды (кДж, моль.⁻¹); ΔH_2 -

интегральная теплота сорбции слоев дополнительной воды (кДж, моль.⁻¹); T -абсолютная температура (К); R -постоянная совершенных газов (8,314 Дж моль.⁻¹ К.⁻¹); C_0 , и B_0 -постоянные.

Один из параметров уравнения ГАБ (A) имеет физический смысл. Он представляет собой содержание воды, соответствующее насыщенности монослоя. Это явление указывает на количество воды, сильно сорбированной на определенных участках. Полученные результаты показывают, что влагопоглощение монослоя для каждого продукта принимает значения 5,6%, 11% и 2,5% для листьев крапивы, корня имбиря и девясила соответственно при разных температурах.

Однако экспериментальные данные кривых десорбции и сорбции лекарственных растений были проанализированы с использованием различных моделей, доступных в литературе, для описания изотерм сорбции влаги. Выбор подходящей модели основан на минимальных значениях средней относительной ошибки и максимума коэффициента корреляции (r). Давление растекания (π) листьев крапивы, корня имбиря и корня девясила при различных температурах было определено уравнениями (7) и (8).

Определение чистой изостерической теплоты сорбции и общей теплоты смачивания. Чистая изостерическая теплота сорбции показывает сильную связь с содержанием влаги (рис. 1). Оно уменьшается по мере увеличения равновесной влажности. Максимальная чистая изостерическая теплота сорбции при низком равновесном содержании влаги указывает на то, что связь между молекулами воды и лекарственных растений происходит прежде всего в более активных сорбционных участках, вызывая сильные взаимодействия.

В результате сравнения общей теплоты смачивания в одном и том же интервале влагосодержания (6,5–11,5%) для всех видов также выше по десорбции, чем по сорбции (табл. 3, рис. 2). Это также выше в листьях крапивы и ниже в корнях девясила, что указывает на то, что энергия, вовлеченная в листья крапивы, больше, чем в других видах, вероятно, из-за присутствия большего количества активных центров на единицу объема в листьях крапивы. Следовательно, затраты энергии, необходимые в листьях крапивы для изменения содержания влаги в процессе сушки, выше, чем у других исследованных видов.

Чистая изостерическая теплота изотерм для листьев крапивы (а); корня имбиря (в); корня девясила (д); и дифференциальная энтропия для листьев крапивы (б); корня имбиря (г); корня девясила (е) как функция равновесного содержания влаги.

Рисунок 1. Чистая изостерическая теплота изотерм и дифференциальная энтропия лекарственных растений

Таблица 3.

Значения общей теплоты смачивания (кДж / моль сухих лекарственных растений) для интервала содержания влаги (6,5–11,5%)

Лекарственные растения	Десорбция	Сорбция
Листья крапивы	40,92	20,97
Корень имбиря	30,75	18,21
Корень девясила	17,09	13,65

Общая теплота смачивания у листьев крапивы выше, чем у других изученных видов

а - облученные листья крапивы; б - облученные корни девясила; в - облученные корни имбиря.

Рисунок 2. Изотермы сорбции и десорбции облученных лекарственных растений

Чтобы определить влияние ионизации на активность воды, мы исследовали гигроскопическое поведение обработанных образцов. Равновесное содержание влаги в их облученных образцах лекарственных растений (листья крапивы, корни имбиря и девясила) в каждой банке, имеющей определенную равновесную относительную влажность, оказывается приблизительно таким же, как и в необработанных образцах. На этом же рисунке рис. 2 предоставляет нам интересные данные, которые показывают тот факт, что гигроскопическое поведение связано с формой изотерм сорбции и гистерезисом между сорбцией и десорбцией облученных лекарственных растений имеет, по-видимому, те же характеристики, что и у необработанных лекарственных растений [8].

Кинетика сушки трёх лекарственных растений, предварительно обработанных и необработанных.

На рис. 3. (на примере корня девясила) показывается увядающей варианта, предварительно обработанного и необработанного; как было показано на этих графиках а, б, в, связанных с 25, 35 и 45 °C, содержание воды в отобранных лекарственных растениях, предварительно обработанном, а также необработанном, уменьшается со временем. Кроме того, обе кривые показывают одинаковую форму, но контролируемые мгновенные перепады давления предварительно обработанных кривых лекарственных растений находятся ниже необработанных кривых лекарственных растений. Эти результаты подразумевают, что скорость сушки контролируемого мгновенного падения давления, предварительно обработанного корня девясила выше, чем у необработанного лекарственного растения.

а - 25 °C; б - 35 °C; в - 45 °C

Рисунок 3. Кинетика сушки горячим воздухом, достигнутая на образцах корня девясила, предварительно обработанных и необработанных

Из этих результатов можно предположить, что контролируемый мгновенный перепад давления предварительно обработанного корня девясила улучшает производительность процесса сушки.

Экспериментальные результаты показывают, что изотермы сорбции лекарственных растений (листья крапивы, корни имбиря и девясила) следуют общей

схеме кривых сорбции. Они сигмоидальные типа II, поведение, подобное большинству растительного продуктов. Тем не менее, три продукта отличаются в отношении эффекта гистерезиса. Модель ГАБ оптимизирует сглаживание экспериментальных точек для всех изученных продуктов так же, как и в других важных областях водной деятельности.

Список литературы:

1. Miranda M., Vega-Gálvez A., Sanders M., López J., Lemus-Mondaca R., Martínez E., Di Scala K. Modelling the water sorption isotherms of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.) and determination of sorption heats. *Food-Bioprocess Technol.* 5, 2012. P.1686–1693.
2. Bup D.N., Abi C.F., Tenin D., Kapseu C., Tchiegang C., Mouloungui Z. Effect of cooking on moisture sorption isotherms of shea nut (*Vitellaria paradoxa* Gaertn.) Kernels part II: modelling and properties of sorbed water. *Food Bioprocess Technol.* 6 (11), 2013. P.3273–3283.
3. Sharma N., Goyal S.K., Alam T., Fatma S., Keshavan N. Effect of germination on the functional and moisture sorption properties of high-pressure-processed foxtail millet grain flour. *Food Bioprocess Technol.* 11 (1), 2018. 209–222.
4. Ouertani S., Azzouz S., Hassini L., Koubaa A., Belghith A. Moisture sorption isotherms and thermodynamic properties of Jack pine and palm wood: comparative study. *Ind. Crops Prod.* 56, 2014. P.200–210.
5. Safarov J.E., Sultanova Sh.A., Dadayev G.T., Samandarov D.I. Sorption and desorption of medicinal plants. // *International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering*. Volume-9, Issue-2, December, 2019. P.685–688. DOI: 10.35940/ijitee.B6710.129219
6. Safarov J.E., Sultanova Sh.A., Hudoyberdiev M. Research of the process of sorption and desorption of vapors of water samples of the large powder of plantago major for the choice of the optimal drying and storage mode. LVI International correspondence scientific and practical conference «European research: innovation in science, education and technology». London, United Kingdom, 2019. 18–19 p.
7. Labuza T.P., Kaanane A., Chen J.Y. Effect of temperature on the moisture sorption isotherms and water activity shift of two dehydrated foods. *J. Food Sci.* 50 (2), 1985. P.385–392.
8. Safarov J.E., Sultanova Sh.A. Kinetic regulations of the drying process of drug plants. // *International Journal of Innovations in Engineering Research and Technology*. ISTC-2K20. 2020. P.95–98.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НОВЫХ СИНТЕЗИРОВАННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПОЛУЧЕННОГО ГЕОПОЛИМЕРА

Соттикулов Элёр Сотимбоевич

ст. науч. сотр., ООО «Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии»,
Республика Узбекистан, н/о Ибрат
E-mail: elyor-s88@mail.ru

Джалилов Абдулахат Турапович

директор, академик АНРУз, д-р хим. наук, проф.,
ООО «Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии»,
Республика Узбекистан, н/о Ибрат
E-mail: a.t.djalilov@mail.ru

Каримов Масъуд Убайдулла угли

ведущий науч. сотр., ООО «Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии»,
Республика Узбекистан, н/о Ибрат

Тиллаев Абдулхафиз Тошевич

ведущий науч. сотр., ООО «Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии»,
Республика Узбекистан, н/о Ибрат

STUDY OF THE INFLUENCE OF NEW SYNTHESIZED ORGANIC ADDITIVES ON THE PROPERTIES OF THE RECEIVED GEOPOLYMER

Elyor Sottikulov

Senior Researcher, Tashkent Research Institute of Chemical Technology LLC,
Republic of Uzbekistan, Ibrat

Abdulakhat Djalilov

LLC Tashkent Scientific Research Institute of Chemical Technology,
Director. Academician of the Academy of Sciences of Uzbekistan, doctor of chemical sciences, professor,
Republic of Uzbekistan, Ibrat

Masoud Karimov

Leading Researcher, LLC Tashkent Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Ibrat

Abdulhafiz Tillaev

Leading Researcher, LLC Tashkent Research Institute of Chemical Technology,
Republic of Uzbekistan, Ibrat

АННОТАЦИЯ

В работе исследовано влияние органических добавок на свойства геополимера. Определена оптимальная концентрация новых синтезированных модифицирующих и диспергирующих добавок при получении геополимера. Показано повышение прочности полученного геополимера с новой синтезированной диспергирующей добавкой.

ABSTRACT

The effect of organic additives on the properties of a geopolymer is investigated. The optimal concentration of new synthesized modifying and dispersing additives in the preparation of a geopolymer has been determined. An increase in the strength of the obtained geopolymer with a new synthesized dispersing additive is shown.

Ключевые слова: геополимер, модификатор, золошлак, зола-унос, диспергирующая добавка, плотность, прочность.

Keywords: geopolymer, modifier, ash and slag, fly ash, dispersing additive, density, strength.

Введение

На сегодняшний день в мировом масштабе проводятся научные исследования по расширению производства строительных материалов высокого качества и новых строительных материалов, таких как бесцементные вяжущие. В связи с этим необходимо получить высококонцентрированные, наноструктурные вяжущие, расширить ассортимент используемого для этого сырья, композиций на основе бесцементных вяжущих, создать органические добавки, способные целенаправленно изменять их прочность и другие физико-механические, физико-химические свойства.

По природе основного вяжущего компонента выделяют органические и минеральные вяжущие. В свою очередь, по механизму структурообразования в вяжущих системах следует выделить кристаллизационные (гидратационные) и контактные вяжущие. Данные механизмы характерны только для минеральных вяжущих. Также следует отметить вяжущие конденсационного, конденсационно-полимеризационного и полимеризационного типов структурообразования, встречающиеся как в минеральных, так и в органических вяжущих. С точки зрения условий твердения минеральные вяжущие могут быть гидратационного, автоклавного и воздушного твердения. Органическим вяжущим системам характерно твердение в воздушных условиях.

Решить проблему получения гидравлических щелочных вяжущих впервые удалось В.Д. Глуховскому, который ввел в них амфотерный оксид и показал, что для обеспечения водостойкости система должна быть минимум трехкомпонентной [2].

Экологический аспект применения бесцементных вяжущих складывается за счет экологической безопасности технологии получения, снижения выбросов в атмосферу, отсутствия токсичных компонентов, а также ресурсосбережения и замены природного сырья на техногенное, утилизации промышленных отходов и локализации их скоплений.

История развития геополимерных материалов связана с именами французского ученого J. Davidovits и японских исследователей Iwahiro, Y. Nakamura, R. Komatsu, K. Ikeda, заложивших основы технологии геополимеров. В трактовке Джозефа Давидовича под геополимером следует понимать материал, обладающий повышенным содержанием SiO_2 и Al_2O_3 , например, микрокремнезем или метокаолин, активированный сильнощелочным раствором. Murauma и другие доказали, что ион OH^- в щелочном растворе влияет на степень растворения Si^{4+} и Al^{3+} , содержащихся в алюмосиликатных материалах [1].

Одна из последних разработок в области бесклкерных вяжущих, так называемое наноструктурированное вяжущее, принадлежит ученым Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. Согласно предложенной формулировке [3], наноструктурированное вя-

жущее представляет собой неорганическую полидисперсную и полиминеральную вяжущую систему, имеющую преимущественно силикатный или алюмосиликатный состав, и обладает высокой концентрацией активной твердой фазы, содержащей нанодисперсный компонент в количестве 3–10 %.

В процессе геополимеризации происходит растворение алюмосиликатного сырья, и в растворе происходит его полимеризация, поэтому правильное перемешивание ингредиентов дает возможность получения высокопрочной структуры получаемого геополимера.

Первым этапом структурообразования геополимеров является растворение алюмосиликатного сырья. По данным Duxson [4], растворение стекловидного алюмосиликата происходит следующим образом: вначале идет обмен ионов H^+ на Ca^{2+} и Na^+ , затем – гидролиз алюмосиликатных соединений, разрушение деполимеризованной стекловидной структуры и расщепление соединений Si и Al на мономерные структуры. Согласно упрощенной модели, предложенной Duxson, процесс геополимеризации начинается с растворения тонкоизмельченного, термически обработанного алюмосиликатного сырья в щелочной среде. При этом на степень растворения алюмосиликатного сырья влияют его дисперсность и реакционная способность алюминия в сырье. Растворение алюмосиликатного сырья путем щелочного гидролиза происходит при достаточном количестве воды и сопровождается разрушением соединений алюминия и кремния, которые переходят в раствор и накапливаются в виде отдельных частиц на поверхности (в мономерной форме). По мере накопления твердых частиц в растворе происходит его полимеризация, так называемая геополимеризация.

Изучено влияние новых синтезированных добавок геополимера, который влияет на перемешивание ингредиентов геополимерной композиции. В процессе перемешивания композиции важную роль играет дисперсность ингредиентов, для этого нами синтезирована новая добавка на основе поливинилового спирта и карбамида. Согласно литературным данным, использование поливинилового спирта, который обладает диспергирующими свойствами, обеспечивает отличную сцепку всех ингредиентов. Но в силикатном растворе уменьшается растворимость поливинилового спирта. Для увеличения растворимости проводились реакции поливинилового спирта с карбамидом. Полученные добавки хорошо влияют на диспергирующие свойства геополимерных композиций, и в результате при их добавлении происходит получение прочного геополимера.

При получении геополимера были использованы пластифицирующие и диспергирующие добавки. В результате проведенной работы было изучено влияние пластифицирующих и диспергирующих добавок на прочностные характеристики полученных геополимеров. В таблице 1 показано влияние диспергирующих добавок на прочностные характеристики полученного геополимера.

Таблица 1.

Влияние диспергирующих добавок на прочность полученных геополимеров

№	Состав бетонной смеси, кг. (ЗШО: песок: щебень)	Пластифицирующие добавки (%)	Диспергирующие добавки (%)	Подвижность, см	Плотность, кг/м ³	Прочность на сжатие, кгс/см ² (без добавления дисп. добавок)	Прочность на сжатие, кгс/см ² (с добавлением дисп. добавок)
1	2,5:4,5:10,03	–	–	2	1910	95	95
2	2,5:4,5:10,03	0,1	0,05	3	1930	95,5	95,5
3	2,5:4,5:10,03	0,2	0,1	4	2000	96	97
4	2,5:4,5:10,03	0,3	0,2	5	2100	96,3	97,6
5	2,5:4,5:10,03	0,4	0,3	6,6	2180	96,7	98
7	2,5:4,5:10,03	0,5	0,4	8,7	2225	97	98,1
8	2,5:4,5:10,03	0,6	0,5	12	2330	97,5	98,9
9	2,5:4,5:10,03	0,7	0,6	14	2330	97,9	99,5
10	2,5:4,5:10,03	0,8	0,7	16,9	2330	98	98,8
11	2,5:4,5:10,03	0,9	1	18,6	2335	9,5	98,2
12	2,5:4,5:10,03	1	1,5	20	2340	99	97

Из таблицы 1 видно, что при добавлении диспергирующих добавок в малом количестве от 0,05 % прочность на сжатие показывает результат 95,5 кгс/см², а при добавлении добавки в количестве 0,6 % прочностная характеристика полученного геополимера показывает самый высокий результат – 99,5 кгс/см². При увеличении количества диспергирующей добавки от 0,7 % наблюдается уменьшение прочности полученного геополимера. В результате можно сказать, что новая синтезированная диспергирующая добавка влияет на прочностные характеристики полученного геополимера. В процессе изучения было доказано, что наилучшим количеством добавления диспергирующей добавки в процессе получения геополимера является 0,6 % от общей массы

добавляемых ингредиентов получаемого геополимера.

Результаты исследования, представленные в данной работе, позволяют сделать следующие **выводы**.

Видно, что новая синтезированная диспергирующая добавка влияет на прочностные характеристики полученного геополимера, и эти добавки можно добавить в процессе получения геополимера в количестве до 0,6 % от общей массы добавляемых ингредиентов. Добавление новой синтезированной диспергирующей добавки приводит к увеличению прочностных характеристик геополимеров при добавлении малого количества пластифицирующих добавок.

Список литературы:

1. Силицовые геополимеры – первые шаги к созданию материалов будущего / В.И. Калашников, В.Ю. Нестеров, Ю.С. Кузнецов, Ю.В. Гаврилова [и др.] // Материалы МНТК «Актуальные вопросы строительства», МГУ. – Саранск, 2004. – С. 160–165.
2. Тулаганов А.А. Основы безобжиговых щелочных вяжущих и бетонов : монография. – Ташкент, 2015. – С. 19.
3. Череватова А.В., Строкова В.В., Жерновский И.В. Минеральные наноструктурированные вяжущие. Природа, технология и перспективы применения : монография. – Белгород, 2010. – 160 с.
4. Duxson P. Geopolymer technology: the current state of the art / P. Duxson, A. Fernández-Jiménez, J.L. Provis, G.C. Lukey [et al.] // J. Mater. Sci. – 2007. – № 42. – P. 2917–2933.

ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЙ И ИК-СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПИРОЛИЗНОГО ДИСТИЛЛЯТА

Хайдаров Бекзод Абдумалик угли

инженер, Бухарский нефтеперерабатывающий завод,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: bekzodjon.haydarov@mail.ru

Муродова Юлдуз Маликжон кизи

студентка, Бухарский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: m.yulduz99@mail.ru

Ботиров Санжар Хуршед угли

магистр, Бухарский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Бухара

Хайитов Руслан Рустамжонович

д-р техн. наук, доцент кафедры «Технология переработки нефти»,
Бухарский инженерно-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: leo-bexa@mail.ru

CHROMATOGRAPHIC AND IR-SPECTRAL ANALYSIS OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF PYROLYSIS DISTILLATE

Bekzodjon Khaydarov

engineer of the Bukhara oil refinery,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

Yulduz Murodova

student of the Bukhara engineering-technological institute,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

Sanjar Botirov

master of the Bukhara engineering-technological institute,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

Ruslan Khayitov

associate Professor of the department "Technology of oil refining" of the Bukhara engineering-technological institute,
doctor of technical sciences,
Republic of Uzbekistan, Bukhara

АННОТАЦИЯ

В статье приводятся результаты исследования по определению химического состава пиролизного дистилята, образца СП ООО «Uz-Kor Gas Chemical». Определен качественный и количественный состав пиролизного дистилята с помощью метода газожидкостной хроматографии, а также ИК-спектральным методом изучены его функциональные группы. Пиролизный дистилят содержит в основном арены и олефины с числом углерода 6–12. Содержание олефинов составляет 23,41%, аренов – 68,89%. Присутствуют также алканы, диены, циклоалканы.

ABSTRACT

The article presents the results of a study to determine the chemical composition of pyrolysis distillate, a sample of JV LLC "Uz-Kor Gas Chemical". The qualitative and quantitative composition of pyrolysis distillate was determined using the gas-liquid chromatography method, and its functional groups were studied by IR spectral meth. Pyrolysis distillate contains mainly arenes and olefins with a carbon number of 6-12. The content of olefins is 23.41%, arenes 68.89%. Alkanes, dienes, and cycloalkanes are also present.

Ключевые слова: пиролиз, пироконденсат, пиролизный дистиллят, хроматография, индивидуальный состав, функциональные группы, алкены, арены, алканы, циклоалканы, диены.

Keywords: pyrolysis, pyrocondensate, pyrolysis distillate, chromatography, individual composition, functional groups, alkenes, arenes, alkanes, cycloalkanes, dienes.

Введение. В последние годы химическая промышленность Узбекистана радикально изменилась: была проведена комплексная реформа, в которой важную роль сыграло производство продуктов с высокой добавленной стоимостью на основе глубокой переработки местного сырья. В связи с этим особое значение приобретает производство новых импортзамещающих химических продуктов на основе переработки существующих в стране углеводородов. Руководство страны уделяет большое внимание созданию новых высокотехнологичных химических объектов, таких как Шуртанский и Устюртский газохимические комплексы, что позволило республике стать одним из лидеров по производству полимерной продукции в Центральной Азии [1].

Совместное предприятие ООО «Uz-Kor Gas Chemical» является одним из крупнейших в Центральной Азии производителей полимерной продукции на основе переработки природного газа в Устюртском регионе. Годовая производственная мощность завода составляет 387 000 тонн полиэтилена и 83 000 тонн полипропилена. При этом образуется более 102 тыс. тонн пиролизного дистиллята, 8 тыс. тонн пиролизного масла (ТПС – тяжелая пиролизная смола) и 10 тыс. тонн смолистых продуктов. Пиролизный дистиллят, пиролизное масло и смолистые продукты в республике не перерабатываются [2].

Согласно договору от 19 мая 2012 года между ООО «Бухарский нефтеперерабатывающий завод» и СП ООО «Uz-Kor Gas Chemical» с октября 2015 года начата поставка пиролизного дистиллята и пиролизного масла с Устюртского газохимического предприятия в ООО «Бухарский нефтеперерабатывающий завод».

Вовлечение пиролизного дистиллята и пиролизного масла в нефтегазоконденсатное сырье в ноябре 2015 года и переработка на действующих технологических установках Бухарского НПЗ резко отразились на качестве авиационного керосина. Так, в выработанном авиационном керосине один из основных показателей качества – термоокислительная стабильность – превысил значение 4 (высота отложений на трубке при 260 °C по калориметрической шкале ASTM), которая согласно нормативным требованиям для авиатоплива Джет А-1 должно быть менее 3 (фактический показатель обычно составляет не более 2). При проведении лабораторных анализов по определению показателя «термоокислительная стабильность» на лабораторном аппарате JFTOT закупорились тестовые трубки, что привело к выходу из строя дорогостоящего аппарата, в связи с содержанием непредельных углеводородов (олефинов, диенов) и высокомолекулярных ароматических углеводородов, которые подвергаются окислительным процессам.

Были проведены исследования по изучению возможности использования пиролизного дистиллята в качестве компонента для приготовления автобензинов в связи с невозможностью переработки в существующих технологических процессах нефтеперерабатывающего завода республики.

Результаты исследований по приготовлению автобензинов при вовлечении пиролизного дистиллята в автобензин марки АИ-80 до 15 % показали несоответствие конечного продукта требованиям класса К-2 стандарту О'zDSt 3031:2015 «Бензины автомобильные. Технические условия» по содержанию бензола и индукционному периоду.

Исходя из невозможности переработки пиролизного дистиллята до полезного продукта, в настоящее время исследование метода и разработка технологии его переработки остаются актуальной задачей перед учеными и специалистами сферы нефтехимии и нефтегазопереработки.

Учитывая вышеизложенного в настоящей работе ставилась цель – исследование химического состава пиролизного дистиллята ИК-спектральным и хроматографическим методом.

Объекты и методы исследования. В качестве объекта исследования использовали пиролизный дистиллят – образец Устюртского ГХК.

В работе использованы современные физико- и коллоидно-химические (ИК-спектроскопия и газожидкостная хроматография) методы исследования, позволяющие определить функциональные группы и индивидуальный углеводородный состав пиролизного дистиллята.

Результаты исследования. В процессе пиролиза, помимо основных продуктов, образуются дополнительные продукты с гораздо более высокой (20–40 %) дополнительной молекулярной массой. Жидкие продукты пиролиза подразделяются на конденсат пиролиза (пиробензол, легкая пиролизная смола) и тяжелую пиролизную смолу. Пироконденсат нагревается до 190–200 °C, а тяжелые смолы – до 190–360 °C [3].

Промышленные процессы включают отделение следующих фракций от пироконденсата: C₅, бензол-толуол-ксилол (БТК) или бензол-толуол (БТ), C₉. Нафталиновый концентрат, фракции алкилнафталина, аценафтена, фтора и антрацена-фенантрена отделяли от тяжелых смол. В Узбекистане преобладающим сырьем для термического пиролиза являются этан, пропан-бутановая фракция и газоконденсат. Учитывая различный состав сырья пиролиза исследован химический состав пиролизного дистиллята. Качественный и количественный состав образца пиролизного дистиллята СП ООО «Uz-Kor Gas Chemical» анализирован на газожидкостном хроматографе Agilent 7890 GC 5977B MS. В составе пиролизного дистиллята определены 149 компонентов,

относящихся к различным углеводородным группам, таким как алканы, циклоалканы, олефины, диены, арены (моно- и бициклические ароматические углеводороды). Поэтому эти компоненты разделяли по

числам углерода и углеводородным группам. Результаты анализа приведены на рисунке 1 и в таблице 1.

Рисунок 1. Хроматограмма пиролизного дистиллята

Таблица 1.

Химический состав пиролизного дистиллята

Число углерода	Алканы	Циклоалканы	Олефины	Диены	Арены	Всего
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0,90	0,67	4,87	0,17	0	6,61
6	0,25	0,38	3,82	0,43	35,57	40,45
7	0,28	0,16	0,81	0,51	10,18	11,94
8	0,15	0,09	0,19	0,46	9,08	9,97
9	0,05	0,11	0,02	0,17	8,41	8,76
10	0,03	0,80	9,12	0,50	5,30	15,75
11	0,80	0,59	2,83	0	0,35	4,57
12	0,02	0,18	1,75	0	0	1,95
Всего	2,48	2,98	23,41	2,24	68,89	100,0

Проводили ИК-спектроскопический анализ пиролизного дистиллята для определения различных функциональных групп в его структуре. Образец

снят на ИК-спектрометре Spectrum 65 в кювете из КВг. На рисунке 2 представлен ИК-спектр пиролизного дистиллята.

Рисунок 2. ИК-спектр пиролизного дистиллята

ИК-спектр показал, что он имеет полосы, характерные для ароматических групп ($3047,53\text{ см}^{-1}$, $1610,56\text{ см}^{-1}$), для алкеновой группы $\text{C}=\text{C}$ ($1253,73\text{ см}^{-1}$; $1440,83\text{ см}^{-1}$), для винильной группы >C=CH_2 ($700,16\text{ см}^{-1}$), для диенов $\text{C}=\text{C}=\text{C}$ ($1980,89\text{ см}^{-1}$), и полосы, характерные для алкина $\text{C}\equiv\text{N}$ ($599,66\text{ см}^{-1}$). Отчетливо проявляется характеристический триплет $725,23$, $754,17$ и $802,39\text{ см}^{-1}$ – признак наличия ароматических структур.

Заключение. Определение химического состава пиролизного дистиллята образца СП ООО «Uz-Kor Gas Chemical» было проведено для решения проблемы рационального использования, т.е. нужно было найти пути его химической переработки с целью получения автомобильного бензина. Результаты анализа показали, что в сравнении с литературными

данными [4], в соответствии с данными таблицы разница составляет от 3 до 10 %, и, таким образом, пиролизный дистиллят может быть использован в качестве сырья с богатым углеводородным составом для дальнейшей химической переработки.

Вопрос подготовки сырья для производства углеводородных материалов имеет важное значение при создании обоснованных составных формул с учетом данных экономического и экологического анализа. Химическая природа пиролизного дистиллята, большой объем производства делают его одним из целевых продуктов при производстве различных видов материалов из отходов, что повышает эффективность производства пиролиза совместного предприятия ООО «Uz-Kor Gas Chemical» за счет производства новых видов химической продукции.

Список литературы:

1. Исследование химического состава пироконденсата пиролизного производства / О.Ш. Кодиров [и др.] // Universum: Технические науки: электрон. научн. журн. – 2018. – № 9 (54) / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://7universum.com/ru/tech/archive/item/6383>.
2. Официальный сайт СП ООО «Uz-Kor Gas Chemical» / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.uzkor.com/index.php/ru/deyatelnost>.
3. Сосновская Л.Б. Интенсификация процессов этиленового производства на примере ОАО «Нижнекамскнефтехим»: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Казань, 2007. – 18 с.
4. Справочник нефтехимика: в 2 т. Т. 1 / под ред. С.К. Огородникова. – Л.: Химия, 1978. – 496 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОСТАБИЛИЗАЦИИ ПВХ СОЛЯМИ ФТАЛАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Тогаев Элдор Махманазарович*преподаватель Каршинского инженерно-экономического института,
Республика Узбекистан, Наманганская область, г. Наманган***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*

RESEARCH OF PHOTO STABILIZATION OF PVC WITH PHTHALAMINIC ACID SALTS

Eldor Togaev*Lecturer, Karshi Engineering and Economics Institute,
Republic of Uzbekistan, Qarshi region, Qarshi***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 данной работе проведен фотостабилизация пленок поливинилхлорида (ПВХ) с использованием ФАК-Ва, ФАК-Сд и ФАК-Са (5 %мас.) в пленках ПВХ. Эти добавки успешно ведут себя как фотостабилизаторы для пленок ПВХ. Установлено, что появление полос при 1770 см^{-1} и 1724 см^{-1} объясняется образованием карбонильных групп.

ABSTRACT

In this work, we photostabilized films of polyvinyl chloride (PVC) using FAK-Ba, FAK-Cd and FAK-Ca (5% wt.) In PVC films. These additives successfully behave as photostabilizers for PVC films. It was established that the appearance of bands at 1770 cm^{-1} and 1724 cm^{-1} is explained by the formation of carbonyl groups.

Ключевые слова: фотостабилизатор, фталаминовая кислота, соли фталаминовой кислоты, поливинилхлорид, стабилизация.

Keywords: photostabilizer, phthalamic acid, salts of phthalamic acid, polyvinyl chloride, stabilization.

Введение. Фталаминовая кислота представляет интересную функциональную группу, содержащих орто- положении амидных групп, а также карбоксильную группу в пара- положении бензольного кольца. Такие соединения легко образует координационные соединения с переходными металлами и могут быть использовано как светостабилизаторы ПВХ. Поливинилхлорид (ПВХ) является одним из наиболее распространенных термопластичных материалов в мире благодаря своим ценным свойствам, широкому применению, высокой химической стойкости, барьерным свойствам и низкой стоимости [1]. Во

время обработки, хранения и утилизации ПВХ как и другие полимерные материалы могут подвергаться воздействию высоких температур, высоких механических напряжений или ультрафиолетового излучения, в присутствии кислорода. Деструкция полимера происходит путем последовательного удаления хлористого водорода (HCl), который называется дегидрохлорированием, с образованием длинных полиенов, которые в результате вызывают изменение цвета, ухудшение механических свойств и снижение химической стойкости [2]. Чтобы обеспечить способность этих материалов к воздействию погодных

условий, ПВХ должен быть смешан и обработан должным образом с использованием подходящих добавок, что приводит к сложному материалу, поведение и свойства которого сильно отличаются от самого ПВХ [3].

Экспериментальная часть. Все используемые химические вещества, кроме ПВХ, были закуплены у "XIMREAKTIVINVEST" ООО и использовались с дальнейшей очисткой. Точки плавления определяли на электротермическом капиллярном аппарате и не корректировали, элементный анализ на углерод, водород и азот проводили с использованием прибора Perkin-Elmer модель 2400 (рис. 1). ИК-спектры твердого образца в методике ATR регистрировали на Shimadzu 8400S.

Поливинилхлорид (ПВХ), использовали поставляемый АО «Навоизот», был освобожден от добавок с помощью повторного осаждения раствора (ПВХ) в этаноле. Очищенный полимер сушили при пониженном давлении и комнатной температуре в течение 24 часов [4].

Ва-, Cd- и Ca-соли фталаминовой кислоты (ФАК-Ва, ФАК-Cd и ФАК-Ca) получали с соответствующей методикой [5]. Фталаминовой кислоты синтезировали на основе фталевого ангидрида и аммиака. При реакции фталевого ангидрида с аммиаком образуется фталимид, полученную фталимид гидролизировали с помощью щелочи до образования фталаминовой кислоты. Выход составляла 93% от исходного фталевого ангидрида.

Рисунок 1. Элементный анализ Ca-соли ФАК

Подготовка пленок. Наиболее подходящим растворителем для ПВХ является тетрагидрофуран (ТГФ). Следовательно, фиксированные концентрации раствора ПВХ (5%) в ТГФ были использованы для приготовления полимерных пленок толщиной 40 мкм методом выпаривания при комнатной температуре в течение 24 часов, полученные координационные соединения (0,5% концентрации по массе) добавляли к раствору пленок, начиная с нулевых концентраций. После растворения полученный раствор наносили на стеклянную рамку и оставляли на ночь.

Фотодеструкция образцов. Измерение скорости фотодеструкции пленок ПВХ проводили с помощью УФ-излучение. После фотодеструкции образцов, изменение пленок ПВХ наблюдали методом ИК-спектроскопии в диапазоне (4000–400) см^{-1} . Поглощение при растяжении карбонильной связи проявляется при (1722 и 1602 см^{-1}) для расчета показателей

карбонила и полиена соответственно. За фотодеструкцией при разных временах облучения наблюдали изменения в карбонильной и полиеновой полосах. Индексы карбонила (I_{Co}) и полиена (I_{Po}) рассчитывали путем сравнения полосы поглощения ИК-спектров при (1722 см^{-1}) и (1602 см^{-1}) с эталонной полосой при (1328 см^{-1}) соответственно. Этот метод называется методом индекса полосы [36], в котором: $I_s = A_s/A_r$, в то время как A_s = поглощение пика при исследовании, A_r = поглощение контрольного пика и I_s = индекс исследуемой группы, разница между оптической плотностью базовой линии и верхней вершиной (пик $A_{\text{верх пик}} - A_{\text{базовый}}$) определяется с использованием метода базовой линии, о котором сообщалось в [6], и он определяется как фактическая оптическая плотность.

Стабилизирующую активность стабилизатора определяли путем измерения массового процента фотодеструкции ПВХ-пленок в отсутствие и в присут-

ствии добавок [7]. Определение потери веса проводилось в зависимости от уравнения: $\text{потеря веса}\% = (W_1 - W_2/W_1)100$, где W_1 - вес исходного образца (до облучения), а W_2 - вес образца после облучения.

Результаты и обсуждения

Фотохимическое исследование пленок ПВХ проводили методом ИК-спектроскопии. Спектры инфракрасной спектроскопии с Фурье-преобразованием как упоминалась выше (FTIR) регистрировали в диапазоне $(4000-400) \text{ см}^{-1}$. Появление полос при 1770 см^{-1} и 1724 см^{-1} объясняется образованием карбониль-

ных групп, связанных с хлоркетонем и алифатическим кетоном. Третья полоса наблюдалась при 1631 см^{-1} , что подразумевало образование двойной связи $\text{C}=\text{C}$, конъюгированной с карбонильной группой. Гидроксильная полоса, которая появилась при 3400 см^{-1} , была описана ОН как гидропероксидной и гидроксильных групп. Поглощение карбонильной, полиеновой и гидроксильной групп использовалось для отслеживания степени разложения полимера во время облучения, на рис. 2 показан ИК-спектр пленок ПВХ с соединением Са-ФАК в качестве добавки до и после облучения.

Рисунок 2. ИК спектр стабилизированного ПВХ с Са-ФАК. А) до излучения; б) после 250 часового излучения

Рисунок 3. Зависимость роста карбонильного индекса от времени облучения для пленок ПВХ (толщиной 40 мкм). Содержание концентрации добавок 0,5% по массе

Рисунок 4 Зависимость роста полиенового индекса от времени облучения для пленок ПВХ (толщиной 40 мкм). Содержание концентрации добавок 0,5% по массе

Как показано на рис. 3, рост карбонильного индекса (I_{co}) со временем облучения ниже, чем у контрольного ПВХ. Таким образом, эти добавки могут рассматриваться как фотостабилизаторы ПВХ, полиеновый индекс (I_{po}) контролировался по времени облучения, а также по наличию и отсутствию этих добавок, результаты показаны на рис. 4, а гидроксильный индекс (I_{ho}) контролировался со временем облучения. С другой стороны, стабилизирующая эффективность этих пленок была определена с использованием метода потери массы, результаты потери веса в процентах как функция облучения.

Посредством полученных общих результатов эффективность соли-ФАК в качестве фотостабилизаторов для пленок ПВХ может быть построена следующим образом в соответствии с изменением концентрации гидроксила, карбонила и полиена в качестве эталона для сравнения.

PVC + Cd-ФАК < PVC + Ca-ФАК < PVC + Ba-ФАК < контроль ПВХ

Фталаминовая кислота имеет два разных атома и разную электроотрицательность (азот и кислород). Полярность этих групп объясняет притяжение между стабилизатором и ПВХ. Этот механизм может привести к заключению, что сшивание может происходить при УФ-облучении, что может быть правильным для всех соединений.

Координационные соединения играют роль в механизме процесса стабилизации, выступая в роли поглотителя ультрафиолета [8]. Поглощение ультрафиолета этими добавками, содержащими амидных групп, рассеивает энергию ультрафиолета до безвредной тепловой энергии [9].

Заключение. В данной работе проведен фотостабилизация пленок поливинилхлорида (ПВХ) с использованием ФАК-Ba, ФАК-Cd и ФАК-Ca (5 %мас.) в пленках ПВХ. Эти добавки успешно ведут себя как

фотостабилизаторы для пленок ПВХ. Фотостабилизаторы принимают следующий порядок в фотостабилизационной активности, в соответствии с их уменьшением карбонила, гидроксила и полиена (I_{co} , I_{oh} и I_{po}), PVC + Cd-ФАК < PVC + Ca-ФАК < PVC + Ba-ФАК < контроль ПВХ, эти добавки стабилизируют ПВХ пленки от УФ-облучения и солнечного света. Установлено, что соединение PVC + Cd-ФАК является наиболее эффективным в процессе фотостабилизации в соответствии с фотостабильностью и механизмом, упомянутым выше. Это позволяет использовать соединение PVC + Cd-ФАК в качестве эффективного стабилизатора для ПВХ.

Список литературы:

1. Hamerton I, Pielichowski J, Pielichowski K (1994) A study of the thermal degradation of poly (vinyl chloride) in the presence of carbazole and potassium carbazole using tga/FTi.r Polymer 35(2): 336–338.
2. Sabaa MW, Mohamed RR (2007) Organic thermal stabilizers for rigid poly(vinyl chloride). Part XIII: Eugenol (4-allyl-2-methoxyphenol) Polym Degrad Stab 92(4):587–595.
3. Martins JDN, Freire E, Hemadipour H (2009) Applications and market of PVC for piping industry Polímeros 19(1):58–62.
4. Rabek J, Canbäck G, Rånby B (1977) Studies on the photooxidation mechanism of polymers. VI. The role of commercial thermostabilizers in the photostability of poly (vinyl chloride) J Appl Polym Sci 21(8):2211–2223.
5. Boussoum, M.O., Atek, D., Belhaneche-Bensemra, N. Interactions between poly(vinyl chloride) stabilized with epoxidized sunflower oil and food stimulants. Polym. Degrad. Stab. 91 (2006) 579.
6. Al-Jibouri MN, Al-Ameri SA, Al-Jibouri WM, Al-Souz MA (2013) Spectroscopic study of the effect of a new metal chelate on the stability of PVC Journal of the Association of Arab Universities for Basic and Applied Sciences 14(1):67–74.
7. Wu M, Xu S, Zhao J, Kang H, Ding H (2010) Preparation and characterization of molecular weight fractions of glycosaminoglycan from sea cucumber Thelenata ananas using free radical depolymerization Carbohydr Res 345(5):649–655.
8. Kramer EJ (1979) Developments in polymer fracture. Appl Sci, London.
9. Cooray B, Scott G (1980) The effect of thermal processing on PVC—VI. The role of hydrogen chloride Eur Polym J 16(2):169–177.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕНОЛФОРМАЛЬДЕГИДНО-ФУРАНОВЫХ СВЯЗЫВАЮЩИХ В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Турдибоев Илхомжон Хаётжон угли

*ассистент, Ферганский политехнический институт,
Республика Узбекистан, г. Фергана*

E-mail: turdiboyevilhomjon92@gmail.com

USE OF PHENOLFORMALDEHYDE-FURAN ADHESIVES IN THE FOUNDRY PRODUCTION

Ilkhomjon Turdiboyev

*Assistant, Ferghana Polytechnic Institute,
the Republic of Uzbekistan, Ferghana*

АННОТАЦИЯ

В работе приведены результаты синтеза и исследования свойств фенолформальдегидно-фурановых связывающих, предназначенных для отечественного стального и титанового литья, применяемых в литейном производстве машиностроения.

Синтезирование и исследование свойств и модифицирование новых фенолформальдегидно-фурановых связывающих типа «фуритол».

Выбор оптимальных типов и количества модификатора и катализатора.

ABSTRACT

The paper presents the results of the synthesis and study of the properties of phenolpharmaldehyde-furan binders intended for domestic steel and titanium casting used in foundry engineering.

Synthesis and study of the properties and modification of new phenol-formaldehyde-furan binders of the “furitoll” type.

Selection of optimal types and amounts of modifier and catalyst.

Ключевые слова: литейные связывающие, сополимеры фурфуролового спирта, токсичность, технологичность, стержневая смесь, формовочная смесь, термостойкость, сополимер фенол, формальдегид, карбамид.

Keywords: foundry binders, furfuryl alcohol copolymers, toxicity, manufacturability, core mixture, molding sand, heat resistance, phenol copolymer, formaldehyde, urea.

В настоящее время в литейном производстве широкое распространение получили методы изготовления стержней и форм в нагреваемой и холодной оснастке, что потребовало разработки и создания производства соответствующих классов синтетических связывающих.

Наиболее широкое применение находят фуранокарбамидные связывающие, содержание фурфуролового спирта в которых не превышает 40 %. Фуранокарбамидные связывающие имеют низкую вязкость, легко распределяются на поверхности кварцевого песка, обеспечивая хорошие технологические свойства смесей, а стержням придают необходимую механическую прочность, достаточную термостойкость связывающего от содержания в нем фурфуролового спирта.

Фурановые связывающие для литейного производства наиболее перспективны по сравнению с другими типами связывающих этого назначения. Они обладают высокой реакционной способностью и

термостойкостью, хорошими технологическими свойствами, стержневые смеси на их основе обладают высокими прочностными характеристиками, точно воспроизводят форму оснастки и легко выбиваются из отливок, отливки имеют чистую гладкую поверхность.

В нашей стране фурановые связывающие с большим содержанием фурфуролового спирта не получили распространения в связи с его острой дефицитностью и дороговизной.

Перспективно создание малотоксичного связывающего, модифицированного различными добавками. Применение аналогичного синтетического связывающего в литейном производстве позволяет улучшить санитарно-гигиенические условия труда и утилизировать отходы производства (кварцевый песок), а также сократить расход связывающего в составе песчано-смоляных смесей (ПСС). При этом

улучшается качество отливок, исключается образование газовых раковин и тем самым увеличивается производительность литейных цехов.

Следует отметить, что создание новых марок литейных связывающих позволяет интенсифицировать процесс их получения, создать безотходные технологические процессы и утилизировать отходы других отраслей промышленности, а также повторно использовать кварцевый песок.

В развитых капиталистических странах в литейном производстве в качестве связывающего применяют аналогичные фенолформальдегидно-фурановые и фуранокарбамидные связывающие, но с большим содержанием фурфуролового спирта (60–90 %) в них.

В отечественном литейном производстве фенолформальдегидно-фурановые связывающие (ФФ-1Ф, ФФ-1СМ) применяются в небольшом количестве.

Важнейшей отраслью промышленности, в которой применяются фенолформальдегидно-фурановые связывающие ФФ-1Ф для химической защиты строительных и металлоконструкций, является производство азотной кислоты и минеральных удобрений. В литейном производстве энергомашиностроения связывающие ФФ-1Ф применяются для особо ответственного стального литья.

Связывающие ФФ-1СМ предназначаются для изготовления литейных стержней 1–2 класса сложности, отверждаемых в нагреваемой оснастке, и стержней 2–3 класса сложности, отверждаемых в нагреваемой оснастке.

Связывающие ФФ-1СМ также успешно применяются при получении стержней горячего отверждения для стального и чугунного литья.

Фенолформальдегидно-фурановые связывающие – это смеси фенолформальдегидных смол с фурфуроловым спиртом либо продукт кислотной конденсации фенолформальдегидного олигомера с фурфуроловым спиртом (ФФ-1Ф, ФФ-1СМ).

В настоящее время в отечественном и зарубежном литейном производстве широко применяют синтетические связывающие на основе фурфуролового спирта и его сополимеров.

Оптимальное сочетание свойств фенолформальдегидных (доступность и дешевизна, достаточная термостойкость) и фурановых (высокая реакционная способность и термостойкость, лучшие санитарно-гигиенические условия труда с ними) смол в одном связывающем является актуальным и перспективным.

Нами совместно с ВНИИТмашем (г. Волгоград) разработано новое синтетическое фенолформальдегидно-фурановое связывающее «Фуритол-30» (ТУ 6-05-211-1365-84 с изм. № 1). Оно предназначено для изготовления стержней и форм из холоднотвердеющих смесей и для горячих ящиков. Необходимость его разработки вызвана развитием на машиностроительных заводах производства высококачественного стального и чугунного литья на высокомеханизированных автоматических линиях.

«Фуритол-30» обладает высокой связывающей способностью и отличается пониженным содержанием вредных летучих компонентов.

Его высокая связывающая способность позволяет уменьшить содержание синтетического связывающего в составе формовочных и стержневых смесей до 1,3 % (по массе) и снизить газовыделение на всех стадиях изготовления форм, стержней и отливок.

Зарубежным аналогом связывающего «Фуритол-30» является связывающее «Кулкат -741».

В аналогичных условиях на основании наших экспериментальных данных установлено, что связывающее «Кулкат-741» через 0,5 ч отверждения не дает необходимой прочности.

Сравнительные характеристики аналогичных фенолформальдегидно-фурановых связывающих, предназначенных для этих целей, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристика фенолформальдегидно-фурановых связывающих

Показатели	Марка связующего					
	«Кулкат-741» (Великобритания)	ФФ-65	«Фуригол-30»	ФФ-1Ф	ФФ-1СМ	«Фуригол-36»
Внешний вид	Однородная жидкость вишневого цвета					
Условная вязкость по вискозиметру ВЗ-246 (диаметр сопла 4 мм) с рН связующего	До 35 7-8,5	17-25 7-9,5	20-50 7-9	90-150 -	30-90 -	12-20 7-9
Содержание свободного формальдегида (не более), %	2	2,5	1	-	1	1
Содержание свободного фенола (не более), %	Не нормируется	Не нормируется	1	Отсутствует	1	1
Содержание азота (не более), %	3	3	1,2	749	0,6	1
Расход фурфуролового спирта, кг/т	600	730	380	6	462	280
Срок хранения, месяц	Сведения отсутствуют	4	6	2-2,5	6	12
Расход связующего в составе ПСС, %	2	1,5	1,2	Не нормируется	3	1,1-1,2
Предел прочности при растяжении образцов, кгс/см ² в течение 0,5 ч	Не нормируется	Не нормируется	3 4 8	Не нормируется	После: 1 ч - 2; 2 ч - 8; 3 ч - 18; 24 ч - 18-20	3 4 8 16
24 ч	Не нормируется	12	16	Не нормируется		

Как видно из приведенных данных в таблице, связывающее «Фуритол-30» по прочностным, технологическим, технико-экономическим и экологическим характеристикам превосходит отечественные (ФФ-65) и зарубежные («Кулкат-741») аналоги и удовлетворяет техническим требованиям заказчика.

В результате наших исследований также можно регулировать начальную и конечную прочность стержневых и формовочных смесей. Для этого необходимо варьировать количество катализатора от 30 до 60 % от массы связывающего «Фуритол-300».

Для регулирования рабочей вязкости связывающего также выбраны растворители-

стабилизаторы, которые позволяют уменьшить расход смолы «Фуритол-30» на 10–20 % в составе песчано-смоляных смесей.

Модификатор вводили на стадии синтеза и подготовки связывающего перед применением стержневых смесей. Экспериментально установлено, что введение модификатора ТФТ приводит к дальнейшему увеличению начальной прочности (прочность через 0,5 ч отверждения) песчано-смоляных смесей и не ухудшает стабильность свойств связывающего «Фуритол-30» при шестимесячном хранении.

Таблица 2.

Прочностные характеристики ПСС на основе связывающего «Фуритол-30» и его модификации

Состав ПСС	Прочность при разрыве (кгс/см ²)			
	0,5	1	4	24
Кварцевый песок – 1,5 кг Катализатор – 10 г Связующее «Фуритол 30» – 30 г (контроль)	3	8,1	12	16
Кварцевый песок – 1,5 кг Катализатор – 10 г Связующее «Фуритол 30» – 30 г Тетрафурфурилтитанат – 0,3 г	5,5	10,8	13	17,2
Кварцевый песок – 1,5 кг Катализатор – 10 г Связующее «Фуритол 30» – 30 г Тетрафурфурилтитанат – 1 г	4	8,1	14	17
Кварцевый песок – 1,5 кг Катализатор – 10 г Связующее «Фуритол 30» – 30 г Тетрафурфурилтитанат – 3 г	4,7	7	13	19,1

Таким образом, показана возможность сокращения расхода связывающего «Фуритол 30» до 1–1,3 % с последующим увеличением начальной и конечной прочности стержней и форм на его основе путем модификации его тетрафурфурилтитанатом в количестве от 0,3 до 3 % от массы связывающего.

Детально интересные результаты были получены при исследовании влияния различных катализаторов на скорость набора прочности ППС на основе связывающего «Фуритол-30».

В связи с переводом технологии изготовления форм и стержней на прогрессивные ХТС расход свежих кварцевых песков возрастает до 5–6 т на 1 т годовых отливок. Этого можно избежать, решив проблему регенерации. Показано, что ХТС на основе

100%-ного терморегенерата по физико-механическим показателям превосходит свежие пески, а по технологическим – аналогичны им. Проведены широкие промышленные испытания связывающего «Фуритол-30» в составе ПСС для ответственного стального и чугунного литья на автоматических линиях ПО «Ташкентский тракторный завод» (ПО ТТЗ). Как показал опыт, связывающее «Фуритол-30» удовлетворяет требованиям технологического процесса изготовления стержней и форм для получения высококачественного ответственного стального и чугунного литья, по своим свойствам превосходит смеси на основе смолы ФФ-65 и импортной смолы «Кулкат-741».

Список литературы:

1. Матякубов Р. Синтез и исследование свойств фенолформальдегидно-фурановых связывающих. – М. : ЦИНТИ и Нефтехиммаш, 1992. – С. 30.
2. Матякубов Р., Мадалиев Э.У. Фурановые соединения: получение, свойства, применение. – ФерПИ; Изд-во «Техника», 2003. – 68 с.
3. Методы снижения слеживаемости аммиачной селитры / М.М. Тожибоев [и др.] // Universum: технические науки. – 2020. – № 1 (70).

4. Получение хинолиновых оснований на основе ароматических аминов реакцией с карбонильными соединениями получения гетероциклов в паровой фазе / Ш.М. Хошимов [и др.] // Universum: технические науки. – 2019. – № 11-3 (68).
5. Таджиев С.М., Тожибоев М.М., Абдуллаева М.А. Производство термостабильной аммиачной селитры с добавкой бентонитов // Universum: технические науки. – 2019. – № 11-2 (68).
6. Хамракулова М.Х., Абдуллаева М.А. Оптимизация процесса отбелки соевого масла // гл. ред.: С.М. Ахметов, д-р техн. наук; зам. гл. ред. Р.М. Ахмеднабиев, канд. техн. наук; члены редакц. коллегии. – 2019. – С. 67.

НАДМОЛЕКУЛЯРНАЯ СТРУКТУРА ТОНКО- И СРЕДНЕВОЛОКНИСТЫХ ЛИНТОВ И ЦЕЛЛЮЛОЗ В УЗБЕКИСТАНЕ

Турдиалиев Умид Мухтаралиевич

*д-р техн. наук, проф., Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: zamdirektor_ionx@mail.ru*

Кадиров Абдурахмон

*канд. техн. наук, доц., Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан*

Умарова Гулчехра Абитовна

*канд. пед. наук, доцент, Андижанский машиностроительный институт,
Республика Узбекистан, г. Андижан
E-mail: gulchehra.u@mail.ru*

Абдулхатова Мохларойим Абдулқуддус қизи

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

SUPRAMOLECULAR STRUCTURE OF THIN AND MEDIUM FIBROUS LINTS AND CELLULOSES IN UZBEKISTAN

Umid Turdialiev

*Doctor of Technical Sciences, Professor, Andijan Machine-Building Institute,
Republic of Uzbekistan, Andijan*

Abdurahmon Kadirov

*Ph.D., Associate Professor, Andijan Machine-Building Institute,
Republic of Uzbekistan, Andijan*

Gulchehra Umarova

*Ph.D., Associate Professor, Andijan Machine-Building Institute,
Republic of Uzbekistan, Andijan*

Mokhlariyom Abdulkhatova

*student, Andijan Machine-Building Institute,
Republic of Uzbekistan, Andijan*

АННОТАЦИЯ

В данной статье представлены исследования изучения некоторых физико-химических характеристик линтов тонко- и средневолокнистых образцов полученных из них целлюлоз.

ABSTRACT

This article presents a study of the study of some physico-chemical characteristics of lints of thin and medium fiber samples of which celluloses.

Ключевые слова: микрокристаллическая целлюлоза, лент, степень полиремизации, хлопок-сырец.

Keywords. Microcrystalline cellulose, lint, degree of polyremization, cottonworm.

Проблема исследования растительных богатств в Республике Узбекистан имеет огромное народно-хозяйственное и экономическое значение.

Производство средневолокнистого хлопка-сырца в последнее время постепенно снижается, а это связано с увеличением производства других

сельскохозяйственных продуктов. Учитывая снижение производства средневолокнистого хлопка-сырца, в свою очередь, постепенно увеличивается производство тонковолокнистого хлопка-сырца. В это количество хлопка входят также наиболее ценные сорта из тонковолокнистого хлопка. В 2000 году

среднегодовой сбор этих сортов по Республике Узбекистан составил около 400 тысяч тонн. При производстве такого количества можно получить 120 тысяч тонн волокна, 200 тысяч тонн семян, около 30 тысяч тонн хлопкового линта и 36 тысяч тонн отходов в виде циклонного пуха, угара, улюка. Эти отходы – линт, циклонный пух, улюк и угар – при последующей химической обработке могут стать ценным сырьем для многих отраслей народного хозяйства.

В связи с этим, по нашему мнению, решение рационального использования отходов хлопкоочистительных производств является важной задачей. Поэтому возникает необходимость поиска интенсивных, инновационных методов переработки этих видов сырья в ценные продукты: хлопковую целлюлозу, ацетаты, нитраты целлюлозы, микрокристаллическую целлюлозу и другие. Следовательно, изучение и получение хлопковой целлюлозы и ее производных из линтов тонковолокнистого хлопка является своевременным и актуальным. Тонковолокнистые хлопковые волокна отличаются от средневолокнистых сортов более высокими физико-механическими показателями (по разрывной прочности, толщине и длине волокна) [1; 3]. Эти различия в показателях, по-видимому, могут быть связаны с особенностями структуры, а также химического состава. В связи с вышеизложенным резонно предположить, что целлюлоза, выделенная из линта, должна обладать некоторыми специфическими свойствами и может значительно дополнить баланс целлюлозы для промышленности. Процесс получения целлюлозы из хлопкового линта включает в себя различные физико-химические обработки, при которых непременно будут иметь место структурные превращения на разных уровнях. Степень структурных изменений целлюлозы, как правило, зависит от вида и типа

хлопкового линта, а также от условий обработки и других факторов.

Процесс получения целлюлозы из хлопкового линта включает в себя различные физико-химические обработки, при которых непременно будут иметь место структурные превращения на разных уровнях. Степень структурных изменений целлюлозы, как правило, зависит от вида и типа хлопкового линта, а также от условий обработки и других факторов [3, с. 149].

В статье приводятся результаты лабораторных исследований, полученные с использованием метода электронной микроскопии, сравнительная оценка характера изменений структуры хлопковых линтов тонковолокнистого селекционного сорта 5595-В и средневолокнистого сорта 108-Ф, а также полученных из них при одних и тех же условиях обработки целлюлоз.

Объектами исследования служили образцы: № 1 – линт хлопкового волокна II типа I сорта селекционного сорта 108-Ф, № 2 – линт хлопкового волокна также II типа I сорта селекционного сорта 5595-В; № 3 – целлюлоза, полученная из образца № 1; № 4 – целлюлоза, полученная из образца № 2. Целлюлозы хлопковых линтов получали согласно [3]. Некоторые физико-химические характеристики линтов тонко- и средневолокнистых образцов и полученных из них целлюлоз приведены в таблице 1, откуда видно, что образцы линта и целлюлозы по своим физико-химическим характеристикам значительно отличаются друг от друга. Плотные участки микрофибрилл (так называемые кристаллы) у образцов линта представляются нитевидными образованиями (рис. 1 д, е). После проведенных обработок у целлюлоз такие элементы имеют форму анизодиаметрических частиц шириной 100А. (рис. 2 л, м).

Таблица 1.

Физико-химические характеристики образцов хлопкового линта и целлюлоз

Физико-химические характеристики	Средневолокнистый		Тонковолокнистый 5595-В	
	линт	целлюлоза	линт	целлюлоза
Средняя длина волокна линта, мм	7,30	1,56	7,70	1,69
Зрелость линта	94,70	–	95,72	–
Зольность линта	1,40	0,03	1,28	0,05–0,06
Зольные компоненты				
Железо, мг/кг	41	3	141	3
Кальций, мг/кг	1315	60	1414	120
Кремний, мг/кг	835	5	845	4
α-целлюлоза, %	94,60	99,3	95,68	99,75
β-целлюлоза, %	0,1	–	1,3	0,015
γ-целлюлоза, %	0,5	–	0,6	–
Содержание жировосковых веществ, %	0,80	0,0011	0,95	0,015
Лигнина	1,57	–	1,26	–
Средняя СП по медно-аммиачному раствору	3000	1150–1350	3300	1420–1600
Содержание низкомолекулярных веществ после фракционирования	–	5,95	–	2,52

Как видно, лент из тонковолокнистого хлопка обладает более высокой зрелостью, меньшим содержанием зольных элементов, преобладающим содержанием α -, β -, γ -целлюлозы, меньшим количеством

жировосковых веществ по сравнению с лентом средневолокнистого хлопка. Аналогичные характеристики можно наблюдать в случае образцов соответствующих целлюлоз [2].

Рисунок 1. Электронные микрофотографии хлопковых линтов:

*а – реплика поверхности линта 108-ф; б – реплика поверхности линта 5595-В;
 в – фрагмент фибриллярной структуры линта 108-Ф; г – фрагмент фибриллярной структуры
 линта 5595-В; д – гидролизированный препарат линта 108-Ф;
 е – гидролизированный препарат линта 5595-В*

Электронно-микроскопические исследования показали, что образцы хлопкового линта, а также полученных из него целлюлоз имеют характерные особенности микроструктуры как на поверхности, так и во внутренних участках фибриллярных уровней. Как видно из рис. 1 (а, б) для линта 108-Ф характерна оптически сравнительно неоднородная структура по-

верхности, а для линта 5595-В – в основном четко выраженная складчатая структура поверхности. Некоторые различия наблюдаются и в форме расположения складок, у линта 5595-В степень ориентации складок вдоль оси волокна выше. У хлопковых целлюлоз картина микроструктуры поверхности заметно выравнивается, что обусловлено облагораживанием образца (рис. 2 ж, е).

Рисунок 2. Электронные микрофотографии хлопковых линтов:
ж – реплика поверхности целлюлозы 108-Ф; з – реплика поверхности целлюлозы 5595-В;
и – фрагмент фибриллярной структуры целлюлозы 108-Ф;
к – то же для 5595-В; л – гидролизированный препарат целлюлозы 108-Ф;
м – то же для 5595-В

После получения хлопковых целлюлоз поверхность образца в обоих случаях, как видно из представленных электронных микрофотографий, в значительной мере освобождается от нецеллюлозных компонентов. Поверхность полученных образцов целлюлозы характеризуется наличием большого количества мелкозернистых образований (рис. 2 а, б), что указывает на разрушение нецеллюлозного внешнего слоя волокон линта при указанных обработках. В обоих случаях в результате получения целлюлоз продукты распада поверхностных слоев волокон сохраняются на исследуемых препаратах. Первичная

стенка волокна остается незатронутой. Необходимо указать, что фибриллярная структура вторичной стенки волокон линта хлопка 108-Ф и 5595-В представляется более плотно упакованной (рис. 1 г, в), чем у соответствующих целлюлоз (рис. 2 и, к). Отсюда следует, что проведенные обработки приведут к выравниванию и набуханию волокон (рис. 2 и, к). Проведенные исследования надмолекулярной структуры тонко- и средневолокнистых линтов и целлюлоз показывают, что структура волокна линта 108-Ф рыхлая и 5595-В целлюлоза плотная.

Список литературы:

1. Исследование долговечности хлопковых волокон в зависимости от формирования структуры / А. Мухамадиева, Б. Нарзуллаев, А. Рахматов, А. Ястребинский // Изв. АН Тадж. ССР отд. Физ.-мат. геол. и хим. наук. – 1970. – № 4 (38). – С. 24–27.
2. Ульмасова Б.Т. Физико-химические аспекты переработки низкосортных волокнистых отходов тонковолокнистого хлопка: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Душанбе : Институт химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан, 1998. – С. 26.
3. Усманов Х.У., Никанович Г.В. Надмолекулярная структура гидратцеллюлозных волокон. – Ташкент : Фан, 1974. – С. 213–300.
4. Шарплес А. Деструкция целлюлозы и ее производных волокон // Целлюлоза и ее производные / под ред. Н. Байклза, Л. Сегала. – М. : Мир, 1974. – Т. 2. – С. 304–317.

ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СИНТЕЗИРОВАННОЙ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩЕЙ МЕМБРАНЫ

Эшкурбонов Фуркат Бозорович

*д-р хим. наук, заведующий кафедрой промышленных технологий, Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: furqat-8484@mail.ru*

Холмуродова Сабохат Алмахматовна

*преподаватель, Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: sabokhat@mail.ru*

Тоирова Гулшода Хушбок кизи

*базовый докторант, Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: sabokhat@mail.ru*

Очилов Асадулло Иззатуллаевич

*ст. преподаватель, кафедра точных и естественных наук,
Термезский филиал, Ташкентский государственный аграрный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: asadullo@mail.ru*

Эшкурбонова Муниса Бозоровна

*студент, Термезский государственный университет,
Республика Узбекистан, г. Термез
E-mail: munisa.eshqurbonova@inbox.ru*

STUDY OF THERMAL STABILITY OF SYNTHESIZED COMPLEX-FORMING MEMBRANE

Furkat Eshkurbonov

*Doctor of Chemistry, Head of the Department of Industrial Technologists, Termez State University,
Republic of Uzbekistan, Termez*

Sabohat Kholmurodova

*Lecturer at Termez State University,
Republic of Uzbekistan, Termez*

Gulshoda Toirova

*Basic doctoral student at Termez State University,
Republic of Uzbekistan, Termez*

Asadullo Ochilov

*Senior Lecturer, Department of Exact and Natural Sciences, Termez Branch, Tashkent State Agrarian University.
Republic of Uzbekistan, Termez*

Munisa Eshkurbonova

*student, Termez State University,
Republic of Uzbekistan, Termez*

АННОТАЦИЯ

В статье описан процесс получения и проверки устойчивости синтезированных комплексообразующих мембран к термическим воздействиям. Сорбционная кинетика мембраны некоторых драгоценных и редких металлов показала, что иониты стойки к разным химическим воздействиям и для ионов Ag^+ являются сорбционно-селективными.

ABSTRACT

The paper presents the process of obtaining synthetic chelating ion exchangers. Tested its resistance to chemical attack. Sorption kinetics of ion exchangers designed some of precious and rare metals. The results showed that different resins resistant to chemical attack and Ag⁺ ion is selective sorption.

Ключевые слова: физико-химические свойства, комплексообразующие мембраны, коэффициент диффузии, кинетика, процесс сорбции, поглощение ионов.

Keywords: physicochemical properties; complexing membranes; diffusion coefficient; kinetics; sorption process; ion absorption.

Сегодня во всем мире мембранные методы очистки сточных вод уже не вызывают сомнений в своей эффективности и конкурентоспособности. Множество зарубежных компаний производят самые различные мембраны, мембранные модули и установки очистки природной и сточной воды на их основе. В нашей стране развитие мембранных технологий, особенно в области очистки сточных вод, сдерживается недостатком практических и теоретических исследований и малой информированностью.

Мембранные методы разделения смесей уже завоевали признание в качестве инструментов, позволяющих снижать энергозатраты в современной химической индустрии – одной из самых энергоемких отраслей промышленности [4].

Широкое использование мембранных методов во многих промышленных процессах возможно благодаря тому, что свойства мембран могут быть адаптированы к техническим требованиям, удовлетворение которых необходимо для успешного проведения этих процессов [5; 3; 2].

Химическую стойкость исследуемых мембран определяли по изменению обменной емкости, отно-

сительной потере механической прочности и набухаемости после обработки нормальными растворами NaOH и H₂SO₄.

Перевод мембраны в ОН-форму осуществляют следующим образом: ионит обрабатывают насыщенным раствором хлористого натрия (4 часа), промывают водой, заливают 5 %-ным раствором соляной кислоты (модуль 1:15), спустя 2 часа заменяют 10 %-ным раствором соляной кислоты, затем промывают дистиллированной водой до нейтральной реакции и обрабатывают 5 %-ным раствором едкого натрия (2 часа) и несколько раз 10 %-ным раствором едкого натрия (модуль 1:15), потом промывают дистиллированной водой и сушат до постоянного веса.

Нами были исследованы термическая устойчивость и механическая прочность синтезированной мембраны. Термостойкость мембраны определяли методом дифференциально-термического анализа в присутствии водяного и горячего воздуха, набухаемости, относительных потерь механической прочности и массы. Образцы мембраны подвергали термообработке и действию водяного пара при температуре 140 °С в течение 10 часов. Результаты опытов представлены в таблице.

Таблица 1.

Термическая устойчивость мембраны, обработанной водяным паром (температура нагрева – 140 °С в течение 10 часов)

Мембраны на основе	СОЕ (мг-экв/г) по 0,1 н.				Удельный объем набухшей мембраны	
	до термообработки		после термообработки		до термообработки	после термообработки
	NaOH	HCl	NaOH	HCl		
ДГТ + ПЭПА	8	5,5–6	7,8	5,0–5,5	1,73	1,73
ДГТ + М	8,5–9	6,5	8,2–8,5	6,2	2,4	2,6
ДГТ + ГИПАН	9–9,5	5,6	9,2	5,5	2,1	1,9
МГТ + ОФК	7,5	4,5–5	7	4–4,2	2,2	2,0
ДМТ + ПЭПА	7,5–8	5–5,5	7,0–7,2	5,0–5,5	1,73	1,73
ДМТ + М	7,5–8	6–6,5	7	6,2	2,4	2,2
ДМТ + ГИПАН	8,5–9	5,5–6	8,5	5,5	2,1	1,9
ММТ + ОФК	7–7,5	5	7,1	4,5	2,0	1,8

Таким образом, при взаимодействии ДГТ и меламина были синтезированы и исследованы новые комплексообразующие мембраны, которые могут найти применение в процессах сорбции ценных металлов из растворов.

Поэтому также представляло интерес сравнительное изучение термической устойчивости полученной мембраны ДГТ + ПЭПА и промышленной мембраны АН-2Ф. мембраны были использованы в

ОН-форме. Термическую устойчивость характеризовали по изменению обменной емкости, массы, удельного объема мембраны.

Термостойкость мембраны в воде. Устойчивость мембраны к термогидролизу определяли следующим образом: навеску мембраны помещали в ампулы, заливали дистиллированной водой, ампулы запаивали и выдерживали при температуре 100 °С в течение 48 часов. После термообработки ампулы вскрывали,

мембраны отделяли от водяной вытяжки, сушили до воздушно-сухого состояния, взвешивали и определяли обменную емкость, удельный объем и насыпной вес (табл. 2).

Таблица 2.

Исследование термической устойчивости мембраны в воде

Мембраны в ОН-форме	До термообработки			После термообработки в течение 48 часов		
	СОЕ по 0,1 н раствору HCl, мг-экв/г	Насыпной вес, г/мл	Удельный объем набухшей мембраны, мл/г	СОЕ по 0,1 н раствору HCl, %	Насыпной вес, г/мл	Удельный объем набухшей мембраны, мл/г
ДГТ + ПЭПА	6,2	0,65	3,8	93	0,55	2,7
АН-2Ф	6,2	0,5	3,1	76	0,28	2,2

Данные таблицы 2 показывают, что при температуре кипения воды свойства испытуемых мембран изменяются с увеличением длительности термообработки. При нагревании мембраны в воде уменьшение обменной емкости связано с процессом термического дезаминирования, который представляет собой реакцию гидролиза, в результате которой в водную фазу

переходят аминокислоты. Поэтому об устойчивости мембраны к термическому гидролизу судили также по изменению pH водной вытяжки.

С этой целью водные вытяжки мембраны после термообработки соединяли с промывными водами, определяли pH, а также содержание аминокислот по методике [1]. Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Исследование водных вытяжек мембраны после термообработки

Мембраны	Водные вытяжки после термообработки в течение 48 часов		
	pH водной вытяжки	Содержание аминокислот в водной вытяжке, мг-экв/г	Потеря веса, %
ДГТ + ПЭПА	8,5	0,84	3,8
АН-2Ф	9,4	1,6	10,9

Из данных таблицы 3 видно, что после термообработки в течение 48 часов у мембраны ДГТ + ПЭПА обменная емкость уменьшилась всего на 5 %, что соответствует количеству аминокислот, найденных в водной вытяжке анионита – 0,78 мг-экв/г, тогда как у мембраны АН-2Ф обменная емкость после термообработки в течение 48 часов уменьшалась на 24 %, а водные вытяжки содержали 1,6 мг-экв/г на аминокислоты. Таким образом, предварительные исследования термической устойчивости полученных мембран в воде позволяют сделать вывод о достаточно высокой термостойкости этих мембран, что, по-видимому, обусловлено наличием в их структуре примесей, которые предотвращают ионогенные группы от термического воздействия со стороны внешней среды. Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования мембраны ДГТ + ПЭПА в процессах сорбции различных ионов не только при нормальной, но и при повышенной температуре.

Низкая механическая прочность мембран ограничивает применение их в некоторых областях промышленности. Для исследования механической

прочности полученных мембран зерна мембраны подвергали взаимному истиранию как в сухом состоянии, так и в воде.

Сравнительную оценку механической прочности проводили сопоставлением гранулометрического состава до и после испытания на вибрационной установке в течение 10 часов. Механическую стойкость оценивали в процентах после просеивания образовавшейся пылевидной фракции. Полученные данные показали, что гранулометрический состав мембраны ДГТ + ПЭПА не изменился после 10-часового встряхивания как в воде, так и в сухом состоянии. Это свидетельствует о высокой механической прочности испытуемой мембраны, которая обусловлена структурой анионита.

Синтезированный ионит хорошо сорбирует ионы переходных и благородных металлов и может найти применение при сорбции металлов из растворов. Исследованные ионы по степени сорбции ионитом можно расположить в следующий ряд: Ag > Cu > Co.

Список литературы:

1. Мясоедова Г.В. Комплексообразующие сорбенты: синтез, свойства и применение в неорганическом анализе : дис. ... д-ра хим. наук. – М. : ГЕОХИ РАН, 1988. – 244 с.
2. Эшкурбонов Ф.Б. Получение ионитов на основе реакции взаимодействия тиомочевина, эпихлоргидрина и различных аминов // Узб. хим. журн. – 2013. – № 5. – С. 27–30.

3. Орлов А.А., Долматова Т.Е., Кошелев А.В., Скиданов Е.В. МЕМБРАННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В СЕЛЬСКИХ УСЛОВИЯХ // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 4-5. – С. 1084-1088;
4. Palladium coated ceramic hollow fibre membranes for hydrogen separation / M. Kilgus, V. Gepert, N. Dinges, C. Merten [et al.] // Desalination. – 2006. – P. 95–96.
5. Tverskoj V.A. Membrannye processy razdelenija. Polimernye membrany. – МИТХТ им. М.В.Ломоносова, 2008. – 59 р.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ И ТОВАРНЫЕ СВОЙСТВА СИНТЕТИЧЕСКИХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ СЕСКВИКАРБОНАТА НАТРИЯ**Эркаева Назокат Актамовна**

докторант, Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: kafedranmkt@mail.ru

Эркаев Актам Улашевич

проф., Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Каипбергенов Атабек Тулепбергенович

д-р техн. наук, доц., НГПИ,
Республика Узбекистан, г. Нукус
E-mail: atabek2004@mail.ru

Дубовицкая Наталия Сергеевна

ст. преподаватель, Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент

PHYSICAL-CHEMICAL AND PRODUCT PROPERTIES OF SYNTHETIC WASHING PRODUCTS BASED ON SODIUM ON THE BASIS OF SODIUM SESQUICARBONATE**Nazokat Erkaeva**

doctoral student of Tashkent Chemical Technology Institute
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Erkayev Aktam Ulashevich

professor of Tashkent Chemical Technology Institute
Republic of Uzbekistan, Tashkent

Atabek Kaipbergenov

doctor of technical sciences, associate professor of NSPI,
Republic of Uzbekistan, Nukus

Duboviskaya Nataliya Sergeevna

lekturer of Tashkent Chemical Technology Institute
Republic of Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В работе изучено влияние технологических параметров на функциональные показатели, физико-химические и товарные свойства синтетических моющих средств, полученных на основе сесквикарбоната натрия.

ABSTRACT

The influence of technological parameters on the functional indicators, physico-chemical and commercial properties of synthetic detergents based on sodium sesquicarbonate was studied.

Ключевые слова: система, технология, диаграмма, сесквикарбонат натрия, перкарбонат натрия.

Keywords: system, technology, diagram, sodium sesquicarbonate, sodium percarbonate.

Синтетические моющие средства (СМС) представляют собой сложные смеси органических и неорганических веществ. Они состоят из органических поверхностно-активных веществ (ПАВ) – основного моющего компонента; триполифосфата натрия, спо-

собствующего умягчению воды, связывающей нерастворимые соли в растворимые комплексы; метасиликата натрия, повышающего моющую способность и сыпучесть готового порошка, сульфата натрия, повышающего моющую способность СМС, а также комплексообразователя многовалентных ионов металлов

и стабилизаторов пероксидных отбеливателей, карбоната и гидрокарбоната натрия, регулирующих pH раствора [4, с. 116; 1, с. 34–38].

До настоящего времени одной из основных активных добавок СМС являются кальцинированная сода и бикарбонат натрия. В последнее десятилетие большое внимание уделялось сесквикарбонату натрия. Поэтому в данной работе изучено влияние содопродуктов и их соотношения (СП):ПАВ на функциональные показатели СМС. В качестве содопродуктов использовали кальцинированную соду и бикарбонат натрия ООО «Кунградский содовый завод» и полученный на их основе твердофазным и жидкофазным методами сесквикарбонат натрия [2, с. 13–16, 5, с. 16–22; 3, с. 6–9], персоль и фосфатные добавки, а также неионогенные ПАВ.

Основными параметрами, влияющими на работу оборудования, являются вязкость и текучесть композиции. При проведении исследований в лабораторных условиях использовалась методика ВНИИхим-проекта.

Приготовление композиции СМС производили в стеклянном цилиндрическом сосуде с лопастной мешалкой, помещенной в термостат.

Показатель «динамическая вязкость» определяли на вискозиметре, а текучесть – с помощью термостабируемой воронки. С целью максимального приближения к заводским условиям выдерживались очередность и время загрузки компонентов. Свойства СМС «Устюрт» сильно зависят от порядка загрузки сырья. Приготовление композиции по схемам К-3 и К-6 является оптимальным и не требует в дальнейшем дозревания перед распылительной сушкой. Выводы, полученные для СМС «Устюрт», оказались верными и для приготовления композиций других СМС.

К наиболее важным технологическим параметрам в производстве порошкообразных СМС методом распылительной сушки, оказывающим влияние на технологический процесс и качественные показатели композиции и готового продукта, относятся температура, время приготовления композиции, содержание воды в композиции, давление распыливания композиции, температура газов на входе и выходе из сушильной башни, количество сушильного агента и др.

Рецептура СМС

Номер образцов №	Наименование компонентов							
	ПАВ	Хозяйственное мыло	Сесквикарбонат натрия	Фосфат	Перкарбонат натрия	Жидкое стекло	Крахмал	КМЦ
1.	30	–	67	–	1	5	1	1
2.	–	30	67	20	1	–	1	1

Приготовление композиции осуществляется путем смешивания сыпучих и жидких компонентов сырья в реакторах непрерывного действия, оснащенных перемешивающими устройствами различной конструкции в зависимости от объема реактора, способа

приготовления композиции и компоновки реакторов. Время приготовления композиции колеблется в пределах 10–30 мин.

Таблица 1.

Зависимость качественных показателей СМС от технологических параметров

Композиция	Содержание воды в композиции	Температура приготовления	Время приготовления	Реологические свойства		Качественные свойства	
				Вязкость	Плотность, кг/м ³	Моющая способность	Пенообразование
1	Сухой	40	20	–	–	85,24	3,19
		60		–	–	85,69	3,22
		80		–	–	86,15	3,24
	35	40	20	–	–	87,07	3,25
		60		–	–	89,74	3,29
		80		–	–	88,79	3,32
	50	40	10	2477,63	374,58	89,26	3,32
		60		2184,23	376,83	89,74	3,36
		80		1882,68	378,57	90,47	3,39
	50	40	20	1964,18	377,96	90,70	3,46
		60		1198,07	381,64	93,56	4,12
		80		888,36	383,08	95,47	4,20

2	50	40	30	1328,47	379,90	96,25	4,29
		60		709,06	380,93	100,67	4,47
		80		334,15	384,00	101,38	4,56
	Сухой	40	20	—	—	83,54	3,27
		60		—	—	83,98	3,30
		80		—	—	84,43	3,32
	35	40	20	—	—	85,33	3,33
		60		—	—	87,95	3,37
		80		—	—	87,01	3,40
	50	40	10	3042,17	383,57	87,47	3,40
		60		2681,91	385,87	87,95	3,44
		80		2311,65	387,66	88,66	3,47
	50	40	20	2411,72	387,03	88,89	3,54
		60		1471,05	390,80	91,69	4,22
		80		1090,78	392,27	93,56	4,30
	50	40	30	1631,16	389,02	94,33	4,39
		60		870,62	390,07	98,66	4,58
		80		410,29	393,22	99,35	4,67

Экспериментальные данные (табл. 1) показывают, что с повышением температуры и уменьшением времени приготовления композиции ее вязкость понижается. С увеличением количества твердой фазы в композиции вязкость возрастает.

Кроме того, ужесточение технологических параметров приготовления композиции (повышение температуры, длительности процесса и др.) не оказывает заметного влияния на ухудшение таких потребительских свойств СМС, как моющая и комплексообразующая способности. Это дает возможность в производственных условиях повысить температуру

приготовления композиции, снизить вязкость, увеличить содержание твердой фазы в композиции и повысить производительность сушильной башни по готовому порошку.

Исследование влияния температуры сушки на количественные показатели СМС (табл. 2) показало, что с повышением температуры сушильного агента наблюдаются уменьшение pH и снижение комплексообразующей способности готового продукта, что связано с образованием более кислых продуктов.

Таблица 2.

Влияние температуры сушки на качественные показатели СМС

№	Композиция	Содержание воды в композиции	Температура сушки, °C	Продолжительность сушки, мин	Влажность, %	Насыпная плотность, кг/м³	pH 1%-ного раствора	Моющая способность
1.	23	35	100	30	21,70	562,41	8,20	74,19
2.			200	30	26,24	622,67	8,42	65,18
3.			300	30	26,74	652,80	8,49	56,40
4.		50	100	30	44,29	572,45	7,20	73,42
5.			200	30	50,81	642,75	7,27	67,27
6.			300	30	52,70	662,84	7,61	60,67
7.	30	35	100	30	23,81	622,67	8,34	64,68
8.			200	30	28,79	663,24	8,56	58,64
9.			300	30	29,33	582,49	8,62	54,76
10.		50	100	30	48,57	642,75	7,32	58,64
11.			200	30	55,76	682,92	7,39	54,66
12.			300	30	57,80	592,54	7,73	50,98

Одним из важных показателей порошкообразных СМС является насыпная плотность. На стабильность насыпной плотности готового продукта влияют точность дозирования исходных компонентов сырья, эффективное и равномерное их смешение в реакторе, стабилизация технологических параметров приготовления и сушки композиции. Поэтому для каждой

рецептуры СМС, отличающейся составом и количеством сырья, необходим индивидуальный оптимальный технологический режим.

Получение порошкообразных СМС с высокой и стабильной насыпной плотностью является первоочередной задачей, которая может быть решена путем усовершенствования технологии, модернизации

оборудования и обработки оптимальных технологических режимов для каждой рецептуры СМС.

Склонность СМС поглощать атмосферную влагу влияет на условия производства, качество продукта при хранении и транспортировке. При значительной гигроскопичности СМС слеживаются, ухудшаются их сыпучесть и рассеиваемость.

Гигроскопическую точку образцов СМС определяли для гранул с диаметром 2–3 мм эксикаторным методом при температуре 25 °С. Как свидетельствуют данные таблицы 3, гигроскопические точки готовых моющих средств (образцы № 1 и № 2) составляют 72,0 и 70,5 % соответственно, а образцов СМС на основе сесквикарбоната натрия с разными добавками колеблются от 76,10 до 77,10 %. Гигроскопические точки СМС на основе сесквикарбоната

натрия по сравнению с существующими моющими средствами значительно выше. Это объясняется наличием в составах исследуемых образцов менее гигроскопического вещества – сесквикарбоната натрия.

Высокая скорость растворения гранул СМС – одно из благоприятных товарных и физико-химических свойств этого порошка. Увеличение скорости растворения гранул – важная задача при создании высокоэффективных СМС. Поэтому нами были проведены исследования по определению скоростей растворения гранул СМС, полученных в результате добавления разных видов добавок при их различных соотношениях.

Таблица 3.

Химический состав и гигроскопическая точка синтетических моющих средств, полученных при введении фосфатной добавки и метасиликата натрия

№ образцов	Сесквикарбонат натрия	ПАВ	Моноаммоний фосфат	Перкарбонат натрия	Жидкое стекло	Крахмал	КМЦ	Гигрос. точка, %
1	Стиральный порошок «МИФ»							72,00
2	Стиральный порошок «Пемос»							70,50
3	65	30	20	1	–	1	1	77,10
4	65	30	30	1	–	1	1	76,80
5	65	30	40	1	–	1	1	76,30
6	65	30	–	1	5	1	1	76,90
7	65	30	–	1	10	1	1	76,65
8	65	30	–	1	20	1	1	76,10

Исследования проводились по методике, которая состояла в визуальном наблюдении и фиксации времени полного растворения гранул СМС, опущенных

в дистиллированную воду с температурой 25 °С, залитую в химический стаканчик емкостью 100 мл.

Таблица 4.

Скорость растворения в воде гранул СМС

Массовое соотношение	Моноаммоний фосфат	Метасиликат натрия	Время полного растворения гранул, с			
			1	2	3	Среднее значение
80:20	20	–	24,83	25,19	25,09	25,04
70:30	30	–	25,42	25,40	25,34	25,39
60:40	40	–	26,46	26,45	26,39	26,43
95:5	–	5	24,47	24,51	24,41	24,46
90:10	–	10	24,85	25,13	25,08	25,02
80:20	–	20	25,37	25,57	25,56	25,50

Результаты исследований (табл. 4) свидетельствуют, что при введении фосфатной добавки или метасиликата натрия скорость растворения гранул СМС увеличивается по сравнению с существующими СМС «Миф» и «Пемос» (40,18 и 44,53 с). При увеличении массовой доли фосфатной добавки от 20 до 40 % и метасиликата натрия от 5 до 20 % в полученных образцах СМС время полного растворения гранул возрастает от 25,04 до 26,43 с и от 24,46 до

25,50, т.е. в 1,7 раза по сравнению с СМС «Миф» и «Пемос».

На основе результатов проведенных лабораторных исследований разработана принципиальная технологическая схема процесса получения моющих средств бытового назначения на основе местных сырьевых ресурсов. Составлен материальный баланс производства одной тонны СМС, полученного из пероксикарбоната и сесквикарбоната натрия.

Список литературы:

1. Ермолаева В.А. Химическая структура основных компонентов синтетических моющих средств // Современные наукоемкие технологии. – 2007. – № 10 – С. 34–38.
2. Исследование процесса получения сесквикарбоната натрия / А.У. Эркаев, А.Т. Каипбергенов, А.К. Рамбергенов, С.С. Оспанова [и др.] // Химия и химическая технология. – Ташкент, 2011. – № 2. – С. 13–16.
3. Исследование процесса получения сесквикарбоната натрия жидкофазным способом / А.У. Эркаев, А.Т. Каипбергенов, Б.Х. Кучаров, З.К. Тоиров // Химия и химическая технология. – Ташкент, 2015. – № 3. – С. 6–9.
4. Николаев П.В. Основы химии и технологии производства моющих средств : учеб. пособие / П.В. Николаев, Н.А. Козлов, С.Н. Петрова. – Иваново : Иван. гос. хим.-технол. ун-т, 2007. – 116 с.
5. Физико-химические основы получения троны из карбоната и бикарбоната натрия / А.У. Эркаев, А.Т. Каипбергенов, Р.Я. Якубов, А.К. Рамбергенов [и др.] // Химическая технология. Контроль и управление. – Ташкент, 2011. – № 6. – С. 16–22.

ЭНЕРГЕТИКА**НЕЛИНЕЙНАЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МАГНИТОМОДУЛЯЦИОННОГО
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ТОКА****Амиров Султон Файзуллаевич**

*д-р техн. наук, профессор, Ташкентский государственный транспортный университет,
Ўзбекистан, г. Ташкент
E-mail: sulton.amirov@bk.ru*

Атауллаев Нодиржон Одилович

*канд. техн. наук, доцент, Ташкентский государственный транспортный университет,
Ўзбекистан, г. Ташкент
E-mail: nodir_82@bk.ru*

Болтаев Отабек Таимухамматович

*канд. техн. наук, доцент, Ташкентский государственный транспортный университет,
Ўзбекистан, г. Ташкент
E-mail: otash_be@mail.ru*

Нуриддинова Шахноза Фахриддин кизи

*студент магистратуры, Ташкентский государственный транспортный университет,
Ўзбекистан, Ташкент
E-mail: epsona0077@gmail.com*

NONLINEAR DYNAMIC MODEL OF MAGNETIC MODULATING CURRENT CONVERTER**Sulton Amirov**

*DSc, professor Tashkent State Transport University,
Uzbekistan, Tashkent*

Nodirjon Ataulloyev

*PhD, docent, Tashkent State Transport University,
Uzbekistan, Navoi*

Otabek Boltayev

*PhD, docent, Tashkent State Transport University,
Uzbekistan, Tashkent*

Shakhnoza Nuriddinova

*master's degree student, Tashkent State Transport University,
Uzbekistan, Tashkent*

АННОТАЦИЯ

В этой статье произведем уточненный расчет переходного процесса в магнитомодуляционном преобразователе тока, не производя при этом замену широтно-импульсный модулятор на амплитудно-импульсной модуляции. Показано, что при больших постоянных времени фильтра низких частот целесообразно является представление магнитомодуляционного преобразователя тока в структурной схеме системы автоматического управления в виде линейного импульсного звена с амплитудно-импульсной модуляцией.

ABSTRACT

In this article, we will make a more precise calculation of the transient process in the magnetomodulating current transducer without changing the pulse-width modulator to pulse-amplitude modulation. It is shown that for large time constants of the low-pass filter, it is advisable to present the magnetomodulating current transducer in the block diagram of the automatic control system in the form of a linear pulse link with amplitude-pulse modulation.

Ключевые слова: Широтно-импульсный модулятор, магнитомодуляционный преобразователь тока, фильтра низких частот, амплитудно-импульсной модуляция.

Keywords: Pulse-width modulator, magnetomodulating current converter, low-pass filter, pulse-amplitude modulation.

В настоящее время имеется ряд методов исследования нелинейных дискретных систем [1-2]. Системы с модуляцией ширины импульса наиболее точно описываются методом пространства состояний [3]. Он является наиболее общим и довольно простым. Точное решение при анализе системы с получением в виде рекуррентного состояния, позволяющего найти искомые величины с помощью пошаговых вычислений. Другие методы, позволяющие найти решение в аналитическом виде, либо приближены, либо слишком сложны.

Управление состоянием дискретной системы записывается в матричной форме [1]:

$$\frac{dV(x)}{dx} = AV(x), \quad (1)$$

где $x = t - nT$; T – период импульса; $V(x)$ – вектор – столбец, представляющий одновременно выходные переменные и переменные состояния; A – квадратная матрица коэффициентов.

Решение уравнения (1) имеет следующий вид [4]:

$$V(x) = \Phi_0(x)V(0^+)$$

где $\Phi_0(x)$ – расширенная матрица перехода системы для интервала $0 < x \leq \tau_u$; τ_u – длительность импульса; $V(0^+)$ – начальные условия в момент $x = 0^+$, т.е. справа.

Для интервала $\tau_u \leq x \leq T$ решение уравнения (1) имеет вид:

$$V(x) = \Phi_1(x)V(\tau_u^+)$$

где $\Phi_1(x)$ – расширенная матрица перехода для данного интервала; $V(\tau_u^+)$ – начальные условия в момент $x(\tau_u^+)$

Для составления уравнений состояния магнитомодуляционного преобразователя тока (ММПТ) с широтно-импульсным модулятором (ШИМ) следует предварительно составить структурную схему датчика для метода пространства состояний постоянную из интеграторов и сумматоров.

В качестве примера расчета переходного процесса возьмем ММПТ с усилителем-ограничителем

при воздействии на него единственного скачка измеряемого тока I_x . Для составления структурной схемы ММПТ преобразуем передаточную функцию выходной цепи следующим образом:

$$W_{\text{вх}}(p) = \frac{I_{\text{вх}}(p)}{I_x(p)} = \frac{1}{1+p\tau_{\text{вх}}} = \frac{p^{-1}}{p^{-1}+\tau_{\text{вх}}},$$

где $\tau_{\text{вх}}$ – постоянная времени выходной цепи. Отсюда ток, подмагничивающий сердечника, будет равен:

$$I_{\text{вх}}(p) = I_x(p) \frac{p^{-1}}{p^{-1}+\tau_{\text{вх}}} \quad (2)$$

Обозначим $E_1 = 1/(p^{-1} + \tau_{\text{вх}})$ и после несложных преобразований получаем:

$$E_1(p) = \frac{1}{\tau_{\text{вх}}} - \frac{E_1(p)}{\tau_{\text{вх}}} p^{-1} \quad (3)$$

Аналогичным образом преобразуем передаточную функцию фильтра низких частот (ФНЧ)

$$U_{\text{ввых}}(p) = U_M(p)p^{-1}E_2p^{-1}$$

где $E_2(p) = \frac{1}{\tau_{\phi}} - \frac{E_2(p)}{\tau_{\phi}} p^{-1}$

$U_M(p)$ – напряжение на выходе широтно-импульсного модулятора являющееся выходным для ФНЧ; E_1 и E_2 – сигналы на входах соответствующих интеграторов в структурной схеме ММПТ.

Используя соотношения (2) – (5) строим структурную схему ММПТ для анализа его методом пространственного состояний (рис.1.). Переменными здесь являются токи I_x , $I_{\text{вх}}$ и напряжения U_M и $U_{\text{ввых}}$.

Широтно-импульсный модулятор на структурной схеме показан в виде ключа К, формирующего δ – импульсы с методом T и амплитудой $I_{\text{вх}}(nT)$ и нелинейного формирователя Ф, формирующего положительные прямоугольные импульсы амплитудой U_M на отрезке $0 < x \leq T_1$ и отрицательные импульсы с той же амплитудой на отрезке $T_1 < x \leq T$.

Рисунок 1. Структурная схема ММПТ для анализа методом пространства состояний

Уравнения состояния ММПТ составим из анализа его структурной схемы. Имя являются дифференциальные уравнения первого порядка для переменных $I_x, I_{вх}, U_x, U_{вхх}$:

$$\begin{cases} \frac{dI_x}{dx} = 0, \\ \frac{dU_x}{dx} = 0 \\ \frac{dI_{вх}}{dx} = \frac{I_x}{\tau_{вх}} - \frac{I_{вх}}{\tau_{вх}}, \\ \frac{dU_{вхх}}{dx} = \frac{U_M}{\tau_{\phi}} - \frac{U_{вхх}}{\tau_{\phi}}, \end{cases} \quad (6)$$

Записывая систему уравнений (6) в матричной форме, получим матриц переменных и коэффициентов:

$$V(x) = \begin{bmatrix} I_x \\ I_{вх} \\ U_M \\ U_{вхх} \end{bmatrix}, A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ \frac{1}{\tau_{вх}} & -\frac{1}{\tau_{вх}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\tau_{\phi}} & -\frac{1}{\tau_{\phi}} \end{bmatrix}$$

Уравнения, характеризующие состояние системы в момент переключений записываются следующим образом:

$$\begin{cases} I_x(nT^+) = I_x(nT) \\ I_{вх}(nT^+) = I_{вх}(nT) \\ U_M(nT^+) = -U_M(nT) \\ U_{вхх}(nT^+) = U_{вхх}(nT) \end{cases} \quad (7)$$

Как видно из (7), в моменты переключений изменяет знак только выходной сигнал широтно-импульсного модулятора. Для систему уравнений (7) запишем матрицу переключений:

$$B = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Основной задачей при анализе систем методом пространства состояний является нахождение переходной матрицы. Известно [3], что переходная матрица равна:

$$\Phi(t) = L^{-1}\{[pI - A]^{-1}\},$$

где I - единичная матрица.

В нашем случае матрица $[pI - A]$ равна:

$$[pI - A] = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\frac{1}{\tau_{вх}} & p + \frac{1}{\tau_{вх}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -\frac{1}{\tau_{\phi}} & p + \frac{1}{\tau_{\phi}} \end{bmatrix}$$

Запишем изображение по Лапласу матрицы перехода:

$$\Phi(p) = [pI - A]^{-1} = \frac{1}{\det[pI - A]} \begin{bmatrix} A_{11} & A_{21} & A_{31} & A_{41} \\ A_{12} & A_{22} & A_{32} & A_{42} \\ A_{13} & A_{23} & A_{33} & A_{43} \\ A_{14} & A_{24} & A_{34} & A_{44} \end{bmatrix}$$

где $\det[pI - A] = p^2 \left(p + \frac{1}{\tau_{вх}}\right) \left(p + \frac{1}{\tau_{\phi}}\right)$ определитель матрицы $[pI - A]$;

$$\begin{aligned} A_{11} &= p \left(p + \frac{1}{\tau_{вх}}\right) \left(p + \frac{1}{\tau_{\phi}}\right); A_{21} = 0; A_{31} = 0; A_{41} = 0; A_{12} = \frac{p}{\tau_{вх}} \left(p + \frac{1}{\tau_{\phi}}\right); \\ A_{22} &= p^2 \left(p + \frac{1}{\tau_{\phi}}\right); A_{32} = 0; A_{42} = 0; A_{13} = 0; A_{23} = 0; A_{33} = p \left(p + \frac{1}{\tau_{вх}}\right) \left(p + \frac{1}{\tau_{\phi}}\right); \end{aligned}$$

$$A_{43} = 0; A_{14} = 0; A_{24} = 0; A_{34} = \frac{p}{\tau_{\text{вх}}} \left(p + \frac{1}{\tau_{\Phi}} \right); A_{44} = p^2 \left(p + \frac{1}{\tau_{\Phi}} \right);$$

Произведя обратное преобразование Лапласа каждого элемента матрицы $\Phi(p)$, и подставляя в него вместо x значения T_1 и T_2 , получаем оригиналы матрицы перехода для соответствующих интервалов времени. Для интервала времени $0 < x \leq T_1$

$$\Phi(T_1) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ (1 - e^{-\frac{T_1}{\tau_{\text{вх}}}}) & e^{-\frac{T_1}{\tau_{\text{вх}}}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & (1 - e^{-\frac{T_1}{\tau_{\text{вх}}}}) & e^{-\frac{T_1}{\tau_{\text{вх}}}} \end{bmatrix}$$

Для интервала $T_1 < x \leq T$

$$\Phi(T_2) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ (1 - e^{-\frac{T_2}{\tau_{\text{вх}}}}) & e^{-\frac{T_2}{\tau_{\text{вх}}}} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & (1 - e^{-\frac{T_2}{\tau_{\text{вх}}}}) & e^{-\frac{T_2}{\tau_{\text{вх}}}} \end{bmatrix}$$

Решение уравнения состояния (1) согласно [4] имеет следующий вид:

$$V(x) = \Phi(x)BV(0)$$

Здесь начальные условия не нужно определять при каждом шаге вычислений, так как матрица B учитывает изменение состояний переменных в моменты переключения.

Обозначим

$$(T_1) = \Phi(T_1)B \text{ и } (T_2) = \Phi(T_2)B.$$

Вектор начальных условий в нулевой момент времени имеет вид:

$$E = 20 \text{ В}; R = 200 \text{ Ом}; R_6 = 300 \text{ Ом}; W_k = 150; W_k = 50; W_\theta = 4; r_0 = 0,0169 \text{ Ом}.$$

Постоянная времени ФНЧ менялась с шагом 0,5 мс от 1 мс до 5 мс.

На рис.2. приведены расчетные графики переходных процессов ММППТ для среднего за период напряжения на выходе при $\tau_\Phi = 3 \text{ мс}$ и $\tau_\Phi = 5 \text{ мс}$. Там же для сравнения приведены огибающие осциллограммы, а также кривые, построенных по линейной модели, полученные в [5-10].

Сравнительный анализ кривых переходных процессов показывает, что нелинейная модель описывает переходные процессы в ММППТ точнее, однако, при увеличении τ_Φ ошибка, получающаяся при за-

$$V = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ U_M \\ \Delta U_n \end{bmatrix}$$

где ΔU_n - амплитуда пульсаций выходного напряжения.

Для ММППТ с усилителем-ограничителем сигналом U_M является напряжение на выходе усилителя-ограничителя. При использовании в качестве усилителя-ограничителя интегрального ОУ, имеющего напряжение питания $\pm 12 \text{ В}$, амплитуда выходного напряжения будет около 10 В . Амплитуда пульсаций находится с помощью одного из классического метода анализа линейных цепей. Задав начальные условия, получаем решение матричного уравнения (1) в виде:

$$\begin{cases} V_n(T + T_1) = H(T_1)V_n(T), \\ V_{n+1}(T) = H(T_2)V_n(T + T_1). \end{cases}$$

Значения T_1 и T_2 , в зависимости от тока $I_{\text{вх}}$ в соответствующие моменты времени находятся по выражениям, полученным в [6], если подставить в них вместо величины $I_{\text{вх}}/W_k$.

В качестве примера были рассчитаны переходные характеристики выходное напряжения ММППТ и среднее значение этого напряжения за период по полученной нелинейной модели ММППТ с усилителем-ограничителем для следующих параметров:

мене ШИМ на АИМ, уменьшается. За ошибку линейной модели целесообразно принять разность длительностей переходного процесса в линейной и нелинейной моделях, измеряемых при $U_{\text{вх}} = 0,9 U_{\text{вх.уст.}}$

$$\delta = \frac{T_n - T_l}{T_n} \cdot 100\%,$$

где T_n, T_l - расчетные длительности переходного процесса соответственно в нелинейной и линейной моделях.

Рисунок 2. Графики переходные процесса при разных значения τ_ϕ и зависимости ошибки при расчете длительности переходного процесса в ММПТ при помощи линейной модели от величины τ_ϕ/T : сплошные – по линейной модели; штрихпунктирные – по нелинейной модели; пунктирные – эксперимент

На рис.2 приведена зависимость $\delta = f(\frac{\tau_\phi}{T})$. Из графика видно, что уже при $\tau_\phi/T = 16$ $\delta < 2\%$, что вполне достаточно для анализа динамики ММПТ с помощью линейной модели, тем более, что для эффективного подавления пульсаций выходного напряжения приходится выбирать значительно большие величины τ_ϕ .

Таким образом, в данной статье разработана нелинейная динамическая модель ММПТ. Показано, что при больших постоянных времени ФНЧ ($(\tau_\phi/T) \geq 16$) целесообразным является представление ММПТ в структурной схеме системы автоматического управления в виде линейного импульсного звена с АИМ.

Список литературы:

1. Амиров С.Ф., Атауллаев Н.О., Рустамов Д.Ш. Статические характеристики магнитомодуляционных датчиков тока Химические процессы. Контроль и управления. Ташкент, 2011г, №5 –
2. Святочевский А.А. Устройства контроля постоянного тока на магнитно – транзисторных мультивибраторах с широтно – импульсный модуляцией. Томск, 1987 г.
3. Беседин В.М., Ягодкина Т.В. Анализ линейных импульсных систем автоматического управления. Москва, 2000 г – 50с.
4. Бородавкин В.А., Петрова М.А. Дискретные системы. Балтийский ГТУ, 2005 г.
5. Бобцов А.А., Болтунов Г.И. Управление непрерывными и дискретными процессами. Санкт – Петербург, 2011 г – 176 с.
6. Болтаев О.Т. Структурные методы расчета магнитных цепей с подвижными электромагнитными экранами// X Международный молодежный конференция по научных работ «Молодежь в науке: новые аргументы». 1 март 2019. – Липецк, Россия, 2019. – С. 21-24.
7. Amirov S.F., Boltayev O.T. The study of dynamic modes of converters with movable electromagnetic screens and distributed parameters // Chemical Technology. Control and Management. - 2019. - № 6. - pp. 19-25.
8. Амиров С.Ф., Болтаев О.Т., Жураева К.К. Исследование магнитных цепей новых преобразователей усилий // Автоматизация. Современные технологии. Москва, 2020. – №1. С. 24-26
9. Amirov S.F., Boltayev O.T., Axmedova F.A. New created mathematical models of movable screens and a scatter parameters converters // Jour of Adv Research in Dynamical & Control Systems, Vol. 12, Special Issue-02, 2020. pp. 122-126
10. Merganov A. M. Model of search for the placement of warehouses of ternet-and-string cargo depending on the cargo //Journal of TIRE. – 2018. – Т. 14. – №. 2. – С. 129-133. <https://uzjournals.edu.uz/tashiit/vol14/iss2/10/>

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОТКАЗОВ И ВОПРОСЫ ДИАГНОСТИКИ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

Болтаев Отабек Ташимухамматович

канд. техн. наук, доцент, Ташкентский государственный транспортный университет,
 Ўзбекистан, г. Ташкент
 E-mail: otash_be@mail.ru

Ахмедова Фируза Анваровна

канд. техн. наук, доцент, Ташкентский государственный транспортный университет,
 Ўзбекистан, г. Ташкент
 E-mail: firuzaxmedova.83@mail.ru

Нуриддинова Шахноза Фахриддин кизи

студент магистратуры, Ташкентский государственный транспортный университет,
 Ўзбекистан, г. Ташкент
 E-mail: epsona0077@gmail.com

FAILURE REGULATIONS AND CONTACT NETWORK DIAGNOSTIC QUESTIONS

Otabek Boltayev

PhD, docent, Tashkent State Transport University,
 Uzbekistan, Tashkent

Firuz Akhmedova

PhD, docent, Tashkent State Transport University,
 Uzbekistan, Tashkent

Shakhnoza Nuriddinova

master's degree student, Tashkent State Transport University,
 Uzbekistan, Tashkent

АННОТАЦИЯ

В статье разрабатываются вопросы диагностики и закономерностей отказов контактной сети скоростных линий с целью оценки ее параметров, характеризующие объем работоспособности по параметрам надежности, технологического прогнозирования а также определения частоты и объёма технического обслуживания.

ABSTRACT

The article elaborated the issues of diagnosis and patterns of failures catenary high-speed lines to assess its parameters, characterizing the amount of uptime on the parameters of reliability, technological forecasting and determining the frequency and depth of maintenance.

Ключевые слова: контактная подвеска, рекристаллизация материала, деградация, интенсивность отказов, силы нажатия токоприемника.

Keywords: contact suspension, material recrystallization, degradation, failure rate, pressing force of the current collector.

Дальнейшее повышение высокоскоростного движения зависит от того, насколько разрешена проблема обеспечения надежности сложных технических систем электроснабжения, например контактной подвески (КП). Опыт подтверждает, что надежность контактной подвески определяется токовой нагрузкой проводов по условиям нагрева, технического уровня монтажа и эксплуатации, внедрением средств технической диагностики, механической прочностью, критического

электрического и механического износа, состояния изоляции и обрыва контактных проводов.

Вследствии электрического и механического износа место контактного провода может нагреваться до температуры рекристаллизации материала, из которого они изготовлены. Например для меди марки М1 температура рекристаллизации равна 180⁰–230⁰ С, вследствие которого происходит изменение механических характеристик проводов, в основном временного сопротивления разрыву σ_b (кг/мм²), а также резко уменьшается тяговый ток [1].

Температура нагрева контактных проводов (t , °C) зависит от величины тяговых токов, температуры окружающего воздуха ($t_{\max}$) а также от скорости воздушного потока который обдувает провод [2].

При допустимом перегреве проводов 60°C токовая нагрузка для провода МФ-85 составляет 540А, а для проводов МФ-150-750А.

Дальнейшее повышение скоростей магистралей требует решения актуального вопроса. Заключающего периодической или непрерывной диагностики КП с последующей автоматизированной системы сбора и обработки информации для оценки её технического состояния.

Контактная подвеска как и другие сложные технические системы характеризуется с точки зрения надежности интенсивностью отказов в различные периоды наработки (рис.1). Первый участок наработки это так называемый участок “обкатки”. Интенсивность отказов на этом участке связана с несоблюдением технологии сборочных, монтажных и наладочных работ – отклонениями от “Правил устройства и технической эксплуатации контактной сети” [3]. Второй участок – нормальная работа, третий участок – деградация. Если нагрузка превышает расчетные значения происходит отказ.

Участок II является основным и самым продолжительным этапом при соблюдении правил эксплуатации, с целью повышения надежности путем повышения запаса прочности КП [4]. Необходимо указать, что на этом участке может наблюдаться небольшие повышения приведенной интенсивности $\lambda(t)_{\text{пр}}$, которые устраняются техническим обслуживанием, регулировкой и ремонтом изолирующих сопряжений анкерных участков, контрольных вставок, замены дефектных и разбитых изоляторов а также очистки, предусмотренных Правилами устройства и технической эксплуатации контактной сети [3].

Рисунок 1. Характеристика контактной подвески с точки зрения надежности интенсивностью отказов в различные периоды наработки

На участке III кривой интенсивности наблюдаются процессы деградации контактной системы, обусловленные постепенными отказами, т.е необратимым старением и износом элементов, раз регулировкой и пр. На этом временном интервале производится капитальный ремонт, направленный на восстановление рабочих характеристик и стабилизацию уровня интенсивности повреждений период нормальной работы.

Момент времени, в который начинается III-й период наработки, контактного провода конкретного участка, можно определить при помощи предлагаемой поэлементной математической модели надежности.

Развитая методика и технические средства диагностики контактной системы дают возможность получать информацию о реальном состоянии основных элементов и узлов объекта и прогнозировать периодичность их текущих ремонтов.

По данным службы Электроснабжения АО «Узбекистон темир йуллари» контактная подвеска на участке Хаваст-Зарбдор имеет наработку между отказами и времени восстановления соответственно $\lambda_0=0,0001$ ч и $\lambda_b=1,0$ ч.

Математическое ожидание наработки между отказами определяется по формуле:

$$\mu_{\text{кпо}} = \frac{1}{\lambda_0} = \frac{1}{0,0001} = 10000 \text{ час.}$$

Математическое ожидание времени восстановления

$$\mu_{\text{кпв}} = \frac{1}{\lambda_b} = \frac{1}{1} = 1 \text{ час.}$$

Математическое ожидание времени между очередными событиями потока

$$\mu_{\text{кпс}} = \mu_{\text{кпо}} + \mu_{\text{кпв}} = 10000 + 1 = 10001 \text{ час}$$

Параметр потока восстановлений

$$\omega = \frac{1}{\mu_{\text{кпс}}} = \frac{1}{10001} = 0,000099$$

Функция готовности контактной подвески для $t=100$ часов можно определить из известного имеющейся экспоненциального распределения времени между отказами и временем восстановления:

$$\begin{aligned} \Gamma(t) &= \frac{\lambda_b}{\lambda_0 + \lambda_b} + \frac{\lambda_0}{\lambda_0 + \lambda_b} \exp[-(\lambda_b + \lambda_0)t] = \\ &= \frac{1}{0,0001 + 1} + \frac{0,0001}{0,0001 + 1} \exp[-(1 + 0,0001)100] = 0,9998 \quad (1) \end{aligned}$$

Далее определяется коэффициент готовности в произвольный момент времени

$$K_r = \frac{\lambda_b}{(\lambda_0 + \lambda_b)} = \frac{1,0}{0,0001 + 1} = 0,99990 \quad (2)$$

Как видно из (1) функция готовности убывает с увеличением времени эксплуатации и стремится к значению коэффициента готовности.

Анализ (1) и (2) показывает, вероятность того, что КП в начальный момент времени работоспособна

и равна единице, но уже после нескольких часов она становится меньше, а в течении следующих часов работы незначительно уменьшается. Такое поэлементное моделирование КП выявляет его слабые узлы и дает возможность прогнозировать техническое состояние.

Известно, что простым для теоретических исследований и достаточным для практического использования является рассмотрение детерминированных процессов, износа КП т.е минимизация его среднего квадратичного отклонения (рис.2) [2, 5-9].

Рисунок 2. График интенсивности износа контактного проводника, зависящая от силы нажатия токоъемника, полученная при статистической обработке опытных данных

Применением метода наименьших квадратов этот график аппроксимирован нами уравнением, адекватно выражающим зону оптимальных нажатий, при которых износ контактирующих элементов минимальный, т.е. при слабом нажатии происходит электрический, а при сильном механический – износ:

$$j = 9,86 \cdot 10^{-5} P_K - 1,839 \cdot 10^{-2} P_K + 0,993$$

Измерение износа контактного провода в системе АО «Узбекистон темир йуллари» в настоящее время производится ручным способом путем измерения высоты провода или ширина изношенной полосы с погрешностью не более 0,1 мм с последующим применением таблиц [3, 5, 10, 11].

Нами предлагается автоматизированная система износа контактного провода с измерением высоты или ширины изношенной полосы с помощью программируемого микрокалькулятора. Получены следующие формулы износа сечения на основании простых планиметрических расчетов (рис. 3).

В этой формуле не учтено изменение высоты сечения, обусловленной деформацией контактного провода вследствие нажатия токоприемника. Такое допущение не приводит к заметным погрешностям, поскольку изменение сечения в этом случае не превышает 0,05%.

При измерении высоты провода, изношенное сечение контактного провода определяется как $S_{\text{изн},h}$:

$$S_{segACBF} = \pi R^2 \cdot \frac{90^\circ - \arcsin \frac{R-\Delta h}{R}}{180^\circ} - (R - \Delta h) \cdot \sqrt{2R\Delta h - \Delta h^2};$$

а при измерении ширины полосы износа.

$$S_{segment} = \frac{\pi R^2 \arcsin \frac{a}{R}}{180^\circ} - a\sqrt{R^2 - a^2}$$

Рисунок 3. Простые планиметрические расчеты

Процент соответствующего износа производится по формуле:

$$\frac{S_{\text{изн.н}}}{S_{\text{ном}}} \cdot 100\% \text{Т или } \frac{S_{\text{изн.а}}}{S_{\text{ном}}} \cdot 100\%$$

Это позволит определять износ сечения контактного провода с применением автоматизированного способа с помощью программируемого микрокалькулятора, сравнить показатели износа с нормативами районов, дистанций, разработать рациональные меры по увеличению срока службы провода, предупреждению обрывов, обусловленных уменьшением его сечения, своевременным снижением натяжения и установкой вставок в зонах местного износа, а также замены провода.

Профилактическое обслуживание КП включает в себя периодические осмотры с объездом, верховые осмотры с площадки автотомотрисы, диагностические испытания и измерения главных путей, визуальный контроль и выборочные измерения износа контактного провода при износе 25% и более, испытание контактной сети главных путей при статическом нажатии 200-230 Н и т.д. [ПуТЭКС].

Определим, для примера, оптимальную периодичность текущего ремонта КП для его технико-экономического обоснования, для которой рост параметра потока отказов вследствие электрического и механического износа можно аппроксимировать функцией потока отказов в виде

$$\omega(t) = 0,5 \cdot 10^{-2} \exp(0,1t) \quad (3)$$

Условие оптимальности запишется в виде

$$0,5 \cdot 10^{-2} \int_0^{T_{\text{пл}}} \exp(0,1t) dt - \frac{\sum C_{\text{пл}}}{\sum C_{\text{аб}}} = 0,5 \cdot 10^{-2} T_{\text{пл}} \exp(0,1T_{\text{пл}}) \quad (4)$$

где $\sum C_{пл}$ – стоимость планового текущего ремонта; $\sum C_{ав} = y \cdot N \tau_{ав}$ – стоимость аварийного ремонта; y – удельный ущерб (штраф) от недоставки груза вовремя сум/т·час; τ – среднее время аварийного простоя электроподвижного состава.

$$\frac{0,5 \cdot 10^{-2}}{0,1} [\exp(0,1 T_{пл}) - 1] + \frac{\sum C_{пл}}{\sum C_{ав}} = 0,5 \cdot 10^{-2} T_{пл} \exp(0,1 T_{пл}) \quad (5)$$

Из (5) имеем

$$\frac{\sum C_{пл}}{\sum C_{ав}} = 0,05 - (0,05 - 0,5 \cdot 10^{-2} T_{пл}) \exp(0,1 T_{пл}) = \varphi(T_{пл}) \quad (6)$$

Для определения $T_{пл.опт}$, строим вспомогательную функцию $\varphi(T_{пл})$ на основе (6) учитывая оцениваются стоимость убытков $\sum C_{ав}$, а также стоимость текущего ремонта для контактного участка КП. Рассчитывается соотношение $\frac{\sum C_{пл}}{\sum C_{ав}}$, можно по графику $\varphi(T_{опт})$ найти оптимальную периодичность ремонта (рис.4).

Рисунок 4. График оптимальной периодичности ремонта

Предварительные расчеты показывают, что оптимальная периодичность текущего ремонта контактной подвески составляет 1,5 – 2,5 года.

Моделирование работы КП высокоскоростного магистрали поэлементно дает возможность выявления слабых мест система, которые нуждаются в модернизации. По времени наработки между отказами и восстановлениями можно прогнозировать техническое состояние в конкретный момент времени. Существует оптимальное статическое нажатие токоприёмника на контактный провод, при котором интенсивность износа будет минимальный, которое зависит от токов нагрузки, длины пролета, количества стыковых зажимов скорости и числа проходов смазки и ряда других факторов.

Список литературы:

1. Ли В.Н. Диагностика состояния контактного провода по его механическим характеристикам. Вопросы повышения эффективности и надежности систем электроснабжения. Меж.вузов. ДВГУПС, 1999г., стр. 22-25.
2. И.А.Беляев, В.А.Вологин. Взаимодействие токоприемников и контактной сети. Москва «Транспорт» 1983 г.
3. Правила устройства и технической эксплуатации контактной сети. АЖ «Ўзбекистон темир йўллари». Тошкент- 2004, 114-с.
4. Ефимов А.В. Надежность и диагностика устройств электроснабжения железных дорог. Москва: УМК, 2000 г., с.512.
5. Э.В.Тер-Оранов, А.А.Пышкин Электроснабжение железных дорог. Екатеринбург – УрГУПС, 2014г. – 432 с
6. Kiesling F., Pushman R., Schmieder A. «Contact lines for electric railways planning design implementation». Berlin and Munich: Siemens, 2009, 994 p.
7. Скоростной и высокоскоростной железнодорожный транспорт. В прошлом, настоящем и будущем. К 150-летию железнодорожной магистрали Санкт- Петербург- Москва Т1-СПб, 2001.-320 с, Т2. – СПб.:2003. -448с.
8. Баянов И.Н., Хамидов А.Н. Расчет электрического поля в зоне стыка лыжи пантографа электровоза с проводом контактной сети // Республиканская научно-техническая конференция с участием зарубежных ученых, 2-3 декабря 2009, часть 2, Ташкент – 2009. – 89 с.
9. Bedritskiy I.M., Ibragimov R.I., Boltaev O.T. Multipurpose parametrical voltage stabilizer of a direct current with the integrated magnetic system// European Science and Technology: Materials of the international research and practice conference. Wiesbaden, Germany. January 31st, 2012. – Wiesbaden, Germany, 2012. – pp. 177-180.
10. Bayanov I.N., Badretidinov T.N. Calculation of lengths of spans of the contact network without taking into account the impact of wind// International Journal of Advanced Research in Science Engineering and Technology, India: 2019, Vol.6, Issue 4, April – pp. 8950-8953.
11. Мерганов А.М., Курбанов Ф.М. Математическая модель оценки экономической эффективности солнечных панелей //Экономика и менеджмент инновационных технологий. – 2017. – №. 7. – С. 9-9.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Научный журнал

**UNIVERSUM:
ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

№ 7(76)
Июль 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+