



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 Характеристика готового изделия.....	4
2 Характеристика основных и вспомогательных материалов.....	5
3 Описание технологического процесса.....	6
3.1 Описание основных операций стадий процесса.....	6
3.2 Описание вспомогательных операций стадий процесса.....	8
4 Материальный баланс производства.....	12
5 Охрана окружающей среды.....	15
6 Основные правила безопасности.....	16
Заключение.....	19
Список использованных источников.....	20

## Введение

В последние годы полимерный рынок - один из самых быстрорастущих сегментов нефтехимии в России. Потребление пластиков растет в среднем на 20 % в год. Благодаря новейшим технологиям удается добиться увеличение мощности установки, за счет чего ускоренными темпами возрастает импорт полимеров.

В мире синтезировано огромное число полимеров, из которых очень многие освоены промышленностью.

Изделия из полимеров применяются в машиностроении, строительстве, на транспорте, авиации, кабельной промышленности, производстве современных предметов и т.д. Без преувеличения можно сказать, что в настоящее время практически нет ни одной отрасли народного хозяйства, в которой бы не применялись полимеры.

Широкое применение определяется их ценными физическими и химическими свойствами. Среди выпускаемых промышленностью полимерных материалов, большое значение имеет кремнезоль.

## 1 Характеристика готового изделия

Кремнезоль – продукт, который представляет собой опалесцирующий раствор желтоватого или сероватого цвета, смешивается с водой во всех соотношениях, при добавлении кислот коагулирует, нетоксичен, негорюч, невзрывоопасен. Используется в качестве высокотемпературного связующего при изготовлении керамических форм для точного литья, теплоизоляции и др. Кремнезоль замерзает при температуре близкой к нулю и безвозвратно теряет свои свойства, по этой причине хранится при температуре не ниже 5 °С.

## 2 Характеристика основных и вспомогательных материалов

Таблица 2.1 - Характеристика основных и вспомогательных материалов

№	Наименование сырья, материалов	ГОСТ, ТУ, ОСТ, регламент или методика	Показатели обязательные для проверки	Регламентирующие показатели с допустимыми отклонениями
1	2	3	4	5
1.	Жидкое стекло натриевое	ГОСТ 13078-81	Массовая доля двуокси кремния, массовая доля окиси натрия, %	29,5 – 36 10,9 – 13,8
2.	Смола ионообменная КУ 2-8	ГОСТ 20298-74	Размер зерен	0,4-2,0 мм
3.	Кислота серная	ГОСТ 2184-77	Массовая доля остатка после прокаливании, % не более	0,002
4.	Вода обессоленная		Остаток после выпаривания, мг/л не более ед. рН не более	0,5 9
5.	Вода техническая		Содержание примесей	не более 12 мг/л
6.	Бумага индикаторная универсальная	ТУ 6-09-1181-76	Внешний вид, срок годности	н/б 5 лет

### 3 Описание технологического процесса

#### 3.1 Описание основных операций стадий процесса

##### 3.1.1 Получение раствора поликремневой кислоты

Раствор жидкого стекла с плотностью 1,039-1,045 г/см<sup>3</sup> поступает по трубопроводу на ионообменный узел в аппарат с узла приготовления рабочего раствора жидкого стекла из емкости с помощью насоса. С этой целью открываются вентиль, включается насос и в ионообменный аппарат подается жидкое стекло. Скорость подачи рабочего раствора жидкого стекла регулируется с помощью линии байпаса, вентилем. На выходе из ионообменного аппарата постоянно осуществляется контроль за рН раствора поликремневой кислоты с помощью индикаторной бумаги или по прибору. При достижении рН значения 5 скорость подачи жидкого стекла уменьшают и при достижении рН значения 8 насос выключают, вентиль. Из ионообменного аппарата поликремневая кислота подается по трубопроводу на узел стабилизации в емкости.

##### 3.1.2. Стабилизация поликремневой кислоты

В емкость из мерника открытием вентиля по гибкому шлангу подается раствор жидкого стекла с плотностью  $\rho=1,039-1,045$  г/см<sup>3</sup> в количестве 0,8-1,2 м<sup>3</sup>, вентиль закрывается. Открываются вентиль включается насос.

Одновременно по трубопроводу самотеком поступает поликремневая кислота с узла ионного обмена. В емкости насосом производится перемешивание. По мере поступления поликремневой кислоты измеряют рН получаемого золя. При значении рН меньше 8,6 дополнительно из мерника подают жидкое стекло, поддерживая рН золя в пределах значения рН 8,6-9,0.

По окончании поступления раствора поликремневой кислоты перемешивание полученного золя диоксида кремния продолжают в течение 20-30 мин. По окончании перемешивания определяют рН полученного золя диоксида кремния, при значении рН 8,6-9,0 стабилизация полученного золя заканчивается. В случае значения рН меньше 8,6 дополнительно из мерника добавляют раствор жидкого стекла, при значении рН больше 9,0 добавляют дополнительное количество поликремневой кислоты. После чего перемешивание продолжают в течение 10 мин и определяют рН полученного золя диоксида кремния. При получении положительных результатов стабилизированный золь диоксида кремния подается на узел термостабилизации в один из трёх аппаратов. Для этого вентиля открывают, а вентиля закрывают. По окончании перекачивания выключают насос вентиля закрывают.

По окончании концентрирования вентиля закрывают. Полученный продукт самотеком сливают в промежуточную емкость, для этого открывают вентиль. По окончании слива готового продукта вентиль закрывают. Пробу продукта из емкости передают на анализ. При получении данных анализа, соответствующих ТУ 2145-004-12979928-01, полученный продукт скачивают на склад готовой продукции в емкости насосом. Для этого открывают вентиля, и включают насос. После перекачивания готового продукта на склад насос отключают, вентиля закрывают.

Промывку и консервацию ультрафильтров при необходимости проводят в соответствии с «Инструкцией по эксплуатации трубчатых ультрафильтров типа БТУ 05/2 Ф №56 21.00.00.000.ИЗ.

### 3.1.3. Термостабилизация золя диоксида кремния

Стабилизированный золь диоксида кремния в аппарате термостабилизации нагревается до кипения путем подачи пара в рубашку теплообменника. Продукт нагревается до температуры 90-95<sup>0</sup>С и

выдерживается при этой температуре в течении 1 часа. По окончании выдержки термостабилизированный золь охлаждают до температуры 50<sup>0</sup>С и подают на узел концентрирования. Для этого открывают вентиля и термостабилизированный золь подается через холодильник поз Т4 на узел концентрирования в емкость. По окончании подачи термостабилизированного золя вентиля закрывают.

#### 3.1.4. Концентрирование золя диоксида кремния

Концентрирование золя диоксида кремния производят методом ультрафильтрации. С этой целью открывают вентиля. Включают насос, регулируя вентилем байпаса и вентилями на входе в блоки ультрафильтров поддерживают давление в пределах 3-4 атм. Концентрирование ведут до получения плотности готового продукта.

### 3.2 Описание вспомогательных операций стадий процесса

#### 3.2.1 Получение рабочего раствора жидкого стекла

В емкость по трубопроводу самотеком из хранилища концентрированного жидкого стекла подается по мерной рейке расчетное количество жидкого стекла. Для этого открывают вентиля. После слива необходимого количества жидкого стекла вентиля закрывают, открывают вентиля. и закачивают необходимое количество промывных вод из емкости включением насоса. По окончании заполнения необходимого количества промывных вод выключают насос, вентиль закрывают. Открывают вентиль, включают насос для перемешивания. Перемешивание производят в течение 30 мин. По окончании перемешивания насос выключают, вентиля закрывают. Отбирают пробу на плотность. При плотности 1,039-1,045 г/см<sup>3</sup> добавляют добавочное количество концентрированного жидкого стекла. При плотности

большей  $1,045 \text{ г/см}^3$  добавляют дополнительное количество промывных вод из емкости. После добавления добавочного количества концентрированного жидкого стекла или промывных вод производят дополнительное перемешивание насосом в течение 10-20 мин. и определяют плотность полученного раствора. При получении удовлетворительных результатов насос выключают, вентиля закрывают.

### 3.2.2 Получение рабочего раствора серной кислоты

Промывная вода с узла ионного обмена поступает самотеком в емкость, контроль за необходимым количеством промывных вод ведут по мерной рейке. После набора необходимого количества промывных вод с узла ионного обмена подачу прекращают закрытием вентиля. Во время пуска допускается замена промывных вод на обессоленную. Подачу концентрированной серной кислоты производят из хранилища концентрированной серной кислоты. С этой целью открывают вентиля, выключают насос. Количество подаваемой серной кислоты контролируют по мерной рейке. По окончании слива концентрированной серной кислоты насос выключают, вентиля закрывают.

Открывают вентиль на линии сжатого воздуха и производят смешение путем барботажа воздуха. После 30-40 мин смешения барботаж воздуха прекращают закрытием вентиля. Отбирают пробоотборником пробу и определяют плотность. Барботаж воздуха проводят дополнительно в течение 10 мин. и производят повторное измерение плотности. При равенстве значений замеров плотности полученный раствор считается перемешанным.

При плотности меньшей чем  $1,045 \text{ г/см}^3$  добавляют дополнительное количество концентрированной серной кислоты. При плотности большей, чем  $1,050 \text{ г/см}^3$  добавляют дополнительное количество промывной воды, или обессоленной воды. Производят дополнительное перемешивание и определяют плотности полученного раствора. При плотности в пределах

1,045-1,050 г/см<sup>3</sup> рабочий раствор серной кислоты считается готовым для подачи на ионообменный узел.

### 3.2.3 Регенерация ионообменной смолы

После исчерпания ионной ёмкости катионообменной смолы КУ 2-8 в ионообменном аппарате производят отмывку смолы от остатков жидкого стекла. С этой целью открывают вентиля и открытием вентиля подаю обессоленную (техническую) воду. Подача воды производится до достижения на выходе из ионника рН значения 9, после этого промывку прекращают, вентиль закрывают. Приступают к активации ионообменной смолы.

Активация ионообменной смолы заключается в её обработке раствором серной кислоты. Обработка производится в два этапа. На первом этапе ионообменную смолу обрабатывают возвратной кислотой. С этой целью из ёмкости открытием вентиля по мерной рейке заливают самотеком возвратную кислоту. По окончании заливки вентиля закрывают. Открывают вентиля. Подачу кислоты в ионообменный аппарат осуществляют передавливанием из монжуса открытием вентиля на линии сжатого воздуха. По окончании передавливания кислоты вентиль закрывают. Открывают вентиля на линии подачи первой (свежей) рабочей кислоты из ёмкости в монжус и открывают воздушку вентиль. Заполнение кислотой происходит самотеком, контроль за количеством заполнения ведут по мерной рейке. После заполнения монжуса кислотой, вентиля закрывают. После слива вторичной кислоты из ионообменного аппарата на нейтрализацию вентиль закрывают и открывают вентиль на линии слива вторичной кислоты в ёмкость. Открывают вентиль на линии сжатого воздуха и передавливают первую кислоту на ионообменный узел в аппарат. По окончании передавливания кислоты вентиля на подаче закрывают.

По окончании слива первой кислоты из ионообменного аппарата в сборник вентиль закрывают. Приступают к отмывке ионообменной смолы от

кислоты. С этой целью открывают вентиля на линии подачи кислой промывной воды в ёмкость для приготовления рабочего раствора серной кислоты. Открывают вентиль и подают обессоленную воду на ионообменную смолу. Отмывку смолы ведут до тех пор, пока рН промывной воды на выходе из ионообменного аппарата не достигнет значения 4-5. После чего подачу обессоленной воды прекращают закрытием вентиля. Вентиля на линии слива промывной воды закрывают. Ионообменный аппарат считается готовым к получению поликремневой кислоты.

#### 4 Материальный баланс производства

Таблица 1 – Данные материального баланса

Загружено		Получено	
Операция, сырье, материалы	Масса сырья с учетом потерь, кг	Наименование стадий расхода сырья, материалов	Потери, кг
1	2	3	4
1. Получение разбавленного жидкого стекла			
1.1 Стекло натриевое жидкое, в т.ч.	1050.99	1.1 Разбавленное жидкое стекло, в т.ч.	11240.9
SiO <sub>2</sub>	309.68	SiO <sub>2</sub>	312.32
Na <sub>2</sub> O	119.88	Na <sub>2</sub> O	120.12
H <sub>2</sub> O	621.43	H <sub>2</sub> O	10808.5
1.2 Промывная вода, в т.ч.	3252.82	1.2 Потери, в т.ч. SiO <sub>2</sub>	17.5
SiO <sub>2</sub>	3.12	Na <sub>2</sub> O	0.68
H <sub>2</sub> O	3249.7	H <sub>2</sub> O	0.24
2. Получение поликремневой кислоты			
2.1. Разбавленное жидкое стекло, в т.ч.	11240.9	2.1 Поликремневая кислота в т.ч.	11009.8
SiO <sub>2</sub>	312.32	SiO <sub>2</sub>	309.2
Na <sub>2</sub> O	120.12	H <sub>2</sub> O	10700.6
H <sub>2</sub> O	10808.51		
		2.2 Остаток на смоле, в т.ч.	231.14
		SiO <sub>2</sub>	3.12
		Na <sub>2</sub> O	120.12
		H <sub>2</sub> O	107.9
3. Получение стабилизированного золя			
3.1. Поликремневая кислота в т.ч.	11009.8	3.1. Щелочной золь, в т.ч.	11029.5
SiO <sub>2</sub>	309.2	SiO <sub>2</sub>	308.58
H <sub>2</sub> O	10700.61	Na <sub>2</sub> O	7.87
		H <sub>2</sub> O	10713.1
3.2. Жидкое стекло 5% в т.ч.	300	3.2 .Потери, в т.ч.	293.5

SiO <sub>2</sub>	8.44	SiO <sub>2</sub>	8.35
Na <sub>2</sub> O	3.24	Na <sub>2</sub> O	3.15
H <sub>2</sub> O	288.32	H <sub>2</sub> O	282.0
4. Термостабилизация			
4.1. Щелочной золь, в т.ч.	11029.51	4.1. Термостабили- зированный золь, в т.ч.	12817.5
SiO <sub>2</sub>	308.58	SiO <sub>2</sub>	307.906
Na <sub>2</sub> O	7.87	Na <sub>2</sub> O	7.86
H <sub>2</sub> O	10713.06	H <sub>2</sub> O	12502.622
4.2. Обессоленная вода	1813.82	4.2. Потери, в т.ч.	
		SiO <sub>2</sub>	0.62
		Na <sub>2</sub> O	0.01
		H <sub>2</sub> O	25.2
5. Ультрафильтрация			
5.1. Термостабили- зированный золь, в т.ч.	12817.5	5.1. Кремнезоль, в т.ч.	2537.94
SiO <sub>2</sub>	307.906	SiO <sub>2</sub>	304.55
Na <sub>2</sub> O	7.86	Na <sub>2</sub> O	6.62
H <sub>2</sub> O	12502.622	H <sub>2</sub> O	2227.77
		5.2. Ультрафильтрат в т.ч.	10228.9
		SiO <sub>2</sub>	0.34
		Na <sub>2</sub> O	0.7
		H <sub>2</sub> O	10227.9
		5.3. Потери, в т.ч.	51.16
		SiO <sub>2</sub>	3.07
		Na <sub>2</sub> O	0.54
		H <sub>2</sub> O	47.55
6. Промывка катионита от жидкого стекла и кислого золя кремниевой кислоты			
6.1. Остаток на катионите, в т.ч.	231.14	6.1. Промывная вода, в т.ч.	3252.82
SiO <sub>2</sub>	3.12	SiO <sub>2</sub>	3.12
Na <sub>2</sub> O	120.12	H <sub>2</sub> O	3249.7
H <sub>2</sub> O	107.9		
6.2. Обессоленная вода	3240	6.2. Остаток на катионите, в т.ч.	218.32
		Na <sub>2</sub> O	120.12
		H <sub>2</sub> O	98.2
7. Активация смолы серной кислотой			
7.1. Остаток на катионите, в т.ч.	218.32	7.1. Раствор сульфата натрия, в т.ч.	3004.55
Na <sub>2</sub> O	120.12	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	6.271
H <sub>2</sub> O	98.2	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1.014
		H <sub>2</sub> O	2997.265
7.2. Серная кислота, в т.ч.	3030	7.2. Остаток на	110.45

моногидрат H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O	30.0 3000	катионите, в т.ч. Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O	1.25 0.65 108.55
8. Промывка катионита от кислоты			
8.1. Остаток на катионите, в т.ч. Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O	110.45 1.25 0.65 108.55	8.1. Промывная вода, в т.ч. Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> O	13026 1.25 0.65 13024.1
8.2. Обессоленная вода	12960		

## 5 Охрана окружающей среды

В производстве кремнезоля марки КЗ-ТМ газообразные выбросы отсутствуют.

Процесс получения продукта КЗ-ТМ организован так, что количество сточных вод сведено к минимуму. Кислая промывная вода после активации смолы подается на приготовление рабочего раствора серной кислоты.

Промывные воды после отмывки смолы от жидкого стекла сливаются в сборник промывных вод и используются в приготовлении рабочего раствора жидкого стекла.

Твердые отходы, образующиеся в процессе производства, представляют собой двуокись кремния, собираются в тару и направляются в отвал.

## 6 Основные правила безопасности

Установка получения кремнезоля, по свойствам применяемого сырья (силикат натрия, разбавленные растворы кислот и щелочей, раствор кремнезоля) относится к слаботоксичным и невзрывоопасным производствам с химически активной средой.

В соответствии со СНиП II 90-81 вышеуказанный процесс относится к категории Д.

По санитарной характеристике производственных процессов получение кремнезоля относится к группе производственных процессов IIIа по СНиП II 92-76.

По токсическим свойствам производство относится ко 2-му классу опасности СНиП II 92-76.

В помещениях по производству и применению кремнезоля должен быть организован производственный контроль параметров вредных факторов производственной сферы (шум, вибрация, вредные вещества, параметры микроклимата и др.).

Работающие, занятые в производстве, должны подвергаться предварительным и периодическим медицинским осмотрам в установленном Минздравсоцразвития России порядке, обучены правилам оказания первой медицинской помощи.

Производство должно соответствовать требованиям СП 2.2.2.1327-03 «Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту».

Производственные помещения должны быть оборудованы системами приточно-вытяжной и местной вытяжной вентиляции, обеспечивающие содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны в пределах ниже ПДК.

Производственные помещения должны быть оборудованы освещением в соответствии с нормами СП:

- на рабочем месте 300 лк,
- зона обслуживания 75 лк.

Безопасное ведение технологического процесса.

Все работы проводить в соответствии с регламентом и рабочими инструкциями.

Весь обслуживающий персонал должен быть одет в соответствующую спецодежду:

- халат или костюм хлопчатобумажный, при работе с кислотами – кислотостойкий;
- резиновые перчатки;
- резиновые сапоги или ботинки на резиновой подошве;
- фартук прорезиненный;
- шлем суконный;
- рукавицы комбинированные;

Работать в производственном помещении допускается только при действующей приточно-вытяжной вентиляции, обеспечивающей кратность воздухообмена 4.

Технология аппаратов и трубопроводов должна быть выполнена так, чтобы температура наружных поверхностей не превышала 45°C.

Материал технологических аппаратов и трубопроводов принят с учетом агрессивности сред.

При необходимости использования переносной лампы применять напряжение 12 вольт во взрывоопасном исполнении аккумуляторные светильники.

Аппараты и трубопроводы, подлежащие заземлению, должны быть заземлены в соответствии с “Правилами защиты от статического электричества в производственной химической промышленности” 1973г.

На маховиках вентилей должны быть стрелки и надписи: “откр” - “закр”.

Открывать паровые вентили и отбирать горячие растворы из аппаратов необходимо в брезентовых рукавицах.

Розлив кислоты из бутылей производить с помощью сифона согласно правилам работы с концентрированными кислотами. При разведении приливать кислоту в воду.

## Заключение

Производственная практика с 24.06.2019 г. по 21.07.2019 г. проходил в цеху ПАО “Казаньоргсинтез”.

В результате прохождения практики в качестве инженера-технолога ознакомился с организационно-правовой структурой цеха, и предприятия в целом, кругом работ, которые выполняют сотрудники предприятия, а также принял участие в производственной деятельности цеха ПАО “Казаньоргсинтез”.

В ходе практики собраны данные и информация для написания дипломного проекта. За время прохождения практики я расширил и закрепил теоретические знания, полученные во время обучения в вузе, сформировал профессиональные навыки, а также овладел навыками самостоятельного выполнения функций, возлагаемых на сотрудников предприятия.

## Список использованных источников

- 1 Р.Айлер. Химия кремнезема // МИР. – Москва. – 1982г. – 416 с.
- 2 Потапов В.В., Горев Д.С. Физико- химические характеристики нанокремнезема (золь, нанопорошок) и микрокремнезема // Фундаментальные исследования. – 2018. – № 6. – С. 23-29;URL: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=42160> (дата обращения: 14.06.2020).
- 3 Колосов А. Д., Немаров А. А., Небогин С. А. Технология получения и применения нанокремнезема при производстве новых материалов для машиностроения // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2017. №3 (55). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-polucheniya-i-primeneniya-nanokremnezema-pri-proizvodstve-novyh-materialov-dlya-mashinostroeniya> (дата обращения: 05.06.2020).
- 4 Н. А. Шабанова П. Д. Саркисов: “Основы золь-гель технологии нанодисперсного кремнезема”.