

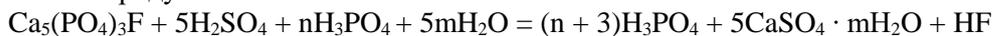
Головин А.С.

*Научный руководитель: к. х. н., доцент Ермолаева В.А.*

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: anton\_golovin\_1997@mail.ru*

### Применение абсорбера при производстве экстракционной фосфорной кислоты

При производстве экстракционной фосфорной кислоты, из экстрактора, во время реакции разложения фосфатов и образования фосфорной кислоты, выделяются газообразные вещества, которые могут принести вред окружающей среде, а также могут использоваться в производстве вторичного продукта.



Для этого в схеме производства нужен абсорбер, который рекуперировывает фтороводород (HF) и тетрафторсилан (SiF<sub>4</sub>) в кремнефтористоводородную кислоту (H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>), тем самым снижая выбросы газа в атмосферу.



Был выбран полый распыливающий абсорбер так как он лучше всех подходит для поглощения хорошо растворимых газов в сравнении с другими абсорберами с помощью более высокой площади распыла абсорбента и простоты в использовании.

При данных условиях: производительность абсорбера 100 тыс. м<sup>3</sup>/ч., состав газовой фазы на входе в абсорбер (% об.): H<sub>2</sub>O (пар) – 98,9; воздух – 0,65; фторгазы – 0,45, степень абсорбции фторгазов 95 %, плотность орошения 3 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup>·ч, скорость газа в абсорбере 1,7 м/с., абсорбент: на входе в абсорбер – 4 % водный раствор H<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>; на выходе из абсорбера – 20 % водный раствор. Был рассчитан материальный баланс абсорбера, в котором невязка незначительна.

Таблица 1. Расчет материального баланса.

Приход	кг	% масс.	Расход	кг	% масс.
1. С газом:			1. С газом:		
SiF <sub>4</sub>	348,22	0,25	SiF <sub>4</sub>	17,41	0,01
HF	133,93	0,10	HF	6,69	0,01
H <sub>2</sub> O (пар)	79473,21	57,39	H <sub>2</sub> O (пар)	118406,09	89,38
Воздух	841,52	0,61	воздух	841,52	0,61
2. С р-ром орошения			2. С 20 %-м р-ром H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>		
H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	2038,25	1,66	H <sub>2</sub> SiF <sub>6</sub>	2496,29	2,00
H <sub>2</sub> O	48918,04	39,99	H <sub>2</sub> O	9985,16	7,99
Итого	131753,17	100	Итого	131753,16	100

Также для более эффективной работы рассчитаны размеры аппарата и его объем: диаметр = 5,07 м, высота = 7,5 м, объем = 191,45 м<sup>3</sup>.

В итоге при получении экстракционной фосфорной кислоты можно значительно уменьшить выбросы фтороводорода в атмосферу, с помощью процесса рекуперации получая кремнефтористоводородную кислоту (20% - 12481,45 кг) в данном рассчитанном полом распыливающим абсорбере объемом 191,45 м<sup>3</sup>. Исходом этих действий является переработка вторичных веществ и производства с помощью него исходного сырья, увеличивающего доходы предприятия.

### Литература

1. Golovin A.S., Ermolaeva V.A. The solution of the ecological safety problem in the production of phosphoric acid by hydrogen fluoride's recuperation in absorber, Modern science № 04,

2018. Vol. I, p. 40-43, Scientific- information publishing center «Strategic Studies Institute»; Moscow, 2018.

2. Ермолаева В.А., Ткачева Д.Р. Материальный и тепловой баланс производства фтористого водорода, Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. - 2017. - № 1(31). - с. 5-11.

3. Ермолаева В.А., Поликарпова Д.М. Анализ технологического процесса производства азотной кислоты, Международный журнал гуманитарных и естественных наук, № 5, том 2, 2018.- с. 73-76

Гоматин Н.А.

*Научный руководитель: канд. техн. наук Кирющенко Н.А.  
Муromский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: nikitagomatin97@mail.ru*

### Гальваническое цинкование деталей из стали

Даны исследования цинкования деталей из стали путем электроосаждения ионов цинка на сталь. Данный метод имеет широкое применение, во многих отраслях производства, как в народном хозяйстве, так и в военной промышленности.

Гальванические покрытия играют важную роль в промышленности. Цинкование, как способ нанесения защитных покрытий из цинка и его сплавов, в основном применяется для повышения коррозионной стойкости различных деталей, его принято считать защитным.

Актуальность гальванического нанесения цинка невероятна, высока, хотя и существует ряд других методов оцинковки, данный метод занимает лидирующие позиции. Кроме того актуальной проблемой остается коррозия цинковых покрытий, если при выполнении технологического процесса были допущены ошибки, то высока вероятность того, что металл который был подвергнут обработке может быть «заражен» коррозией.

В данной работе рассматривается, технология электролитического цинкования. Провести технологический расчет, рассчитать число одновременно обрабатываемых деталей на примере детали «Пластина», а также экологическую безопасность производства.

Гальваническое покрытие – это тонкая металлическая пленка, наносимая на поверхность металлических изделий путем электролитического осаждения ионов металла.

Гальванические покрытия получают из электролитов, в качестве которых применяются водные растворы солей тех металлов, которыми необходимо покрыть поверхности деталей. При растворении в воде этих солей молекулы диссоциируют на противоположно заряженные частицы: положительные ионы (катионы) металла или водорода, и отрицательные ионы (анионы) кислотных остатков, гидроксидных групп или кислорода. Такие растворы являются проводниками электрического тока [1].

При производстве расчетов были даны размер ванны 2200x1000x1200 мм и размер детали 44x60x1,5 мм. Был произведен расчет площади поверхности покрытия детали цинком и количество деталей вмещающихся в объем ванны. Площадь детали равна 0,56 дм<sup>2</sup>. Расчет вместимости ванны был рассчитан по глубине и ширине ванны, количество вмещающихся деталей составило соответственно 132 шт. и 108 шт. По расчёту определили, что детали на штангу лучше разместить по глубине.

Сточные воды гальванического производства, как известно, включают в себя разбавленные стоки (промывные воды) и концентрированные растворы (моющие, обезжиривающие, травильные, цианосодержащие и хромсодержащие электролиты).

В многостадийной комплексной очистке сточных вод гальванических производств используются традиционные, легко реализуемые, малозатратные методы. Основная цель которых, снижение содержания тяжелых металлов до значений ПДК (предельно допустимая концентрация), позволяющих осуществлять слив очищенной воды в канализацию или возврат очищенной воды в производство.

Технологическое оборудование очистки стоков представляет собой комбинацию общепринятых методов очистки (реагентный, сорбционный, ионнообменный, применение мембранных технологий и вакуумного выпаривания), что позволяет достичь наилучших результатов [2].

### Литература

1. Методы нанесения гальванических покрытий. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://exm.su/spravochnyk/metody-naneseniya-galvanicheskikh-pokrytiy.html>
2. Гальванические линии. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://vskproekt.ru/galvanicheskie-linii/>

Козлова Я.Ю.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: yaroslava.kozlova115@yandex.ru*

### **Технология нанесения анодно-окисного покрытия на детали из алюминия и его сплавов**

Основными задачами данной работы являются изучение технологических основ процесса анодирования алюминия и его сплавов и расчет силы тока для нанесения покрытия на определенное количество деталей, находящихся в гальванической ванне.

Российские алюминиевые сплавы прошли блистательный путь развития. На данный момент трудно себе представить другой конструкционный металл, который смог бы успешно конкурировать с алюминием. Поэтому необходимо особое внимание уделять его обработке, а именно нанесению анодно-окисного покрытия, которое поможет деталям из этого металла и его сплавов быть устойчивыми к коррозии и агрессивному воздействию внешних факторов, а также изменит в лучшую сторону внешний вид металла.

Была рассмотрена структурно-геометрическая теория получения анодного покрытия на алюминии и его сплавах.

Анодирование – это процесс, при котором на поверхности различных металлов образуется оксидная пленка путем анодного окисления. Благодаря электрохимическому способу, пленка получается требуемой толщиной и отлично держится на поверхности материала. Кроме того, эта пленка обладает пористой структурой, что позволяет электролитам лучше в нее проникать [1].

Данный процесс нанесения анодного покрытия сложный, но является доступным и сравнительно дешёвым, также он позволяет придавать требуемые декоративные, коррозионные и физико-механические характеристики для алюминия и его сплавов [2].

Проанализированы требования входного и выходного контроля качества покрытия, требования к исходной поверхности изделия и поверхности гальванического покрытия. Изучено основное оборудование – гальваническая ванна.

В данной работе рассматривается технологический процесс анодирования на деталь «Панель» - Ан. Окс. нхр. (анодное оксидирование, наполненное в растворе хроматов). Качество анодного покрытия зависит от чистоты обработки поверхности деталей, поэтому надо более тщательно следить за соответствием требований к поверхности покрытия и самого изделия.

После предварительной подготовки детали поступают на основную операцию «Анодирование». В результате на поверхности изделий образуются высокопористые оксидные слои. Этот электрохимический процесс проводят при температуре 15-25°C, напряжении 12-15 В в течение 40-50 минут. Исходным компонентом является кислота серная техническая.

В результате расчетов определили, что для покрытия 75 деталей «Панель» - Ан. Окс. нхр, погружаемых в ванну, с площадью 1,33 дм<sup>2</sup> каждая, необходима сила тока от 100 до 150 А.

После завершения всех операций детали демонтируют с алюминиевой проволоки и проводят контроль. Так как в данной работе рассматривается деталь «Панель» - Ан. Окс. нхр., поэтому цвет покрытия должен быть от светло-зеленого до желто-зеленого.

Проанализированы основные дефекты, получаемые при анодировании. Например, при работе линии необходимо следить за эффективностью промывки, так как может возникнуть промывочная коррозия. Также из-за плохого контакта детали с алюминиевой подвеской могут образоваться «радужные» полосы, которые характерны для очень тонких анодных пленок. Неправильное обращение с деталью на этапе сборки подвески приводит к коррозии в местах прикосновения рук. Поэтому все работы с деталями должны проводиться в чистых перчатках.

При нанесении покрытия также необходимо контролировать не только сам процесс анодирования, но и условия перемещения и хранения алюминиевых изделий на производстве.

Не стоит забывать, что гальваническое производство отрицательно воздействует как на окружающую среду, так и на здоровье рабочих на производстве. Поэтому стоит следить за

соблюдением мер предосторожности и придерживаться правил техники безопасности. Также на любом гальваническом производстве должны быть очистные сооружения, так как сточные воды данного производства являются самыми токсичными и вредными.

#### **Литература**

1. Оксидирование алюминия и его сплавов. Шрейдер А. В. – М.: Metallurgizdat, 1960 г. – 198 с.
2. Оксидирование алюминия и его сплавов. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 120с.

Кузнецова В.В.

*Научный руководитель: канд. хим. наук, доцент Ермолаева В.А.  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: ku2netzovav@yandex.ru*

### Производство стифниновой кислоты

Данная работа посвящена производству стифниновой кислоты.

Тринитрорезорцин (стифниновая кислота) - взрывчатое вещество, используется в промышленности как полупродукт для синтеза ТНРС (тринитрорезорцинат свинца) и в отличие от пикриновой кислоты тринитрорезорцин никогда не использовался в качестве взрывчатого вещества. В аналитической химии стифниновая кислота также нашла применение в качестве индикатора для определения железа, индигокармином при бромометрическом определении йодного числа и для обнаружения аммиака.

Была проведена характеристика целевого продукта - тринитрорезорцина. Исходными материалами являются резорцин, серная кислота, концентрированная азотная кислоты и меланж кислотный.

Тринитрорезорцин - это светло-желтые кристаллы в гексагональной системе. Его удельный вес равен 1,83 г/см<sup>3</sup>. Температура плавления 180 °С, мало растворим в воде. Резорцин представляет собой органическое соединение, двухатомная молекула фенола. Бесцветные кристаллы со специфическим запахом. Отличается только относительным положением гидроксильной группы. Серная кислота имеет историческое название: жирное масло. Серная кислота представляет собой слегка желтоватую или бесцветную вязкую жидкость, растворимую в воде при любой концентрации. Кислота очень агрессивна по отношению к металлам и другим материалам. Характеризуется высокой гигроскопичностью и ярко выраженными свойствами сильного окислителя. Азотная кислота представляет собой жидкость, которая имеет специфический острый запах. Меланж кислотный - смесь концентрированной азотной кислоты и серной кислоты с купоросным маслом; жидкость с желтоватым или коричневым оттенком.

Рассматривается и описывается технологический процесс получения тринитрорезорцина в две стадии. На первой стадии производят сульфирование резорцина, осуществляемое в водной среде с серной кислотой и водного раствора резорцина. На второй стадии производят окислительное нитрование полученного дисульфурезорцина, осуществляемое в водном растворе азотной кислоты, в который порциально дозируют нитропроизводное.

В ходе работы был сделан практический расчет материального баланса. В соответствии со следующими исходными данными: производительность стифниновой кислоты – 30 т; производительность резорцина – 15 т. Конверсия резорцина 43 %; концентрация резорцина 99.2 %; Состав нитрующей смеси : азотная кислота 87% ;серная кислота 6.5%; вода 5.5%;

Массовое соотношение дисульфурезорцин – азотная кислота 1:5. Потери резорцина 3 % масс. Таким образом, приход составляет 8058,375 кг, расход равен 8109,495 кг. Невязка составляет 0,63%.

Была рассчитана экономическая эффективность производства стифниновой кислоты [2].

Таблица 1. Сводная таблица основных технико-экономических показателей

Наименование показателей	Значение показателей по проекту
Производительность продукции:	
А) в год, т.	59280
Б) в месяц, т	5389
Фонд оплаты труда, руб.	188423,92
Прибыль от реализации, руб.	11157,8
Чистая прибыль, руб.	89261,34
Нормируемые оборотные средства, руб.	102535,06

Удельные капиталовложения, руб.	406722,4
Производственные издержки, руб.	9447478
Полная себестоимость продукции, руб.	2202204,706
Оптовая цена продукции, руб.	2940000
Рентабельность:	17,34%
Срок окупаемости проекта, год	3,8

Таким образом, в работе изучен технологический процесс производства стифниновой кислоты, проведена характеристика целевого продукта и исходных веществ, рассчитаны материальный баланс и экономическая эффективность производства.

#### Литература

1. Орлова Е. Ю. Химия и технология бризантных взрывчатых веществ. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://bookre.org/reader?file=469470>
2. Ермолаева В.А., Ларионова М.А. Расчетные характеристики технологии производства хлорбензола, Современные научные исследования и разработки, № 4 (21), том 1, 2018. -с. 215-218.
3. Ермолаева В.А. Алгоритмы расчета и расчетные характеристики химико-технологических процессов, **Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, № 5 2018, стр. 28-33.**
4. Ермолаева В.А., Поликарпова Д.М. Анализ технологического процесса производства азотной кислоты, Международный журнал гуманитарных и естественных наук, № 5, том 2, 2018.- с. 73-76

Лаврова Е.В.

*Научный руководитель: канд. хим. наук, доцент Ермолаева В.А.  
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
 учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
 E-mail: lavrova20111@yandex.ru*

### **Математическое моделирование процесса сушки криолита в барабанной сушильной печи в программе MathCad**

Цель работы заключается в описании математической модели сушки криолита в барабанной сушильной печи.

Для достижения цели и решения задач, связанных с подробным изучением теплообменного процесса, были подробно рассмотрены теоретический материал принципа работы аппарата, виды математических моделей сушки.

В основе любой системы управления лежит математическое описание процесса. Целью метода математического моделирования является исследование процессов на математических моделях для предсказания результатов их протекания в реальных условиях.

Основные значения использования сушки - изменение объема полученного материала, осуществляемое удалением влаги; обеспечение необходимой прочности вещества, позволяющей перенос его на печные вагонетки и подвергать другому виду транспортировки; удаление связки до такого количества, которое не влияет негативно на работу печей и не вызывает дефектов при обжиге.

Самым удобным и практичным сушильным аппаратом для сыпучих веществ принято считать барабанную сушильную печь. Необходимые параметры печи (используемый сушильный агент, его температура при поступлении в рабочую зону, время пребывания материала, объем аппарата, угол наклона) задаются исходя из свойств высушиваемого материала.

Высушиваемый материал – криолит;

Аппарат – контактная барабанная сушильная печь;

Начальное влагосодержание материала,  $\varphi_{нач} = 28 \%$ ;

Конечное влагосодержание материала,  $\varphi_{кон} = 2 \%$ ;

Диаметр частиц высушиваемого материал,  $d_p > 2 \text{ мм}$ ;

Начальная температура сушильного агента (на входе в барабан),  $t_{нач} = 500 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Начальное влагосодержание воздуха,  $x_0 = 12,5 \text{ г/кг}$ ;

Принимаем следующие значения незадаанных параметров:

Конечная температура сушильного агента (на выходе из барабана),  $t_{кон} = 250 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Температура топлива,  $t_f = 30 \text{ }^\circ\text{C}$ ; Температуру воздуха,  $t_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

Относительная влажность воздуха,  $\varphi_{окр} = 72 \%$ .

В качестве топлива используется природный газ следующего состава (в объемных процентах):  $\text{CH}_4 - 97,0 \%$ ;  $\text{N}_2 - 2\%$ ;  $\text{H}_2 - 0,5\%$ ;  $\text{CO} - 0,4\%$ ;

Расход сухого газа,  $L_{с.г.} = 3,03 \text{ кг/с}$ ; Расход тепла на сушку,  $G_c = 593,27 \text{ кВт}$ ;

Расход топлива на сушку,  $G_f = 0,03 \text{ кг/с}$ ;

Общий объем сушильного барабана,  $V_b = 28 \text{ м}^3$ ;

Ориентировочный диаметр сушильного барабана,  $d = 2,7 \text{ м}$ ;

Длина барабана,  $l = 5,02 \text{ м}$ ; Угол наклона барабана,  $\alpha = 2,18^\circ$ .

Таким образом, в ходе исследовательской работы были проведены:

1. Расчет математической модели зависимости производительности сушилки от необходимой конечной влажности материала и построение зависимости в соответствии с найденными значениями в виде графиков в программе MathCad;

2. Расчет математической модели зависимости производительности сушилки от входной температуры сушильного агента и построение зависимости в соответствии с найденными значениями в виде графиков в программе MathCad;

3. Расчет математической модели кинетики сушки и построение зависимости в соответствии с найденными значениями в виде графиков в программе MathCad;
4. Особенности массо- и теплообмена в процессе сушки;
5. Принцип действия конвективной барабанной сушильной печи.

Изученный материал позволит более глубоко понять принцип описания математических моделей процессов на примере процесса сушки криолита.

#### **Литература**

1. Гумеров А.М. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учеб. пособие – 2-е изд. – СПб.: Лань, 2014. – 176с.
2. Ефремов Г.И. Моделирование химико-технологических процессов: учеб.пособие. - М.: Инфра-М, 2016. – 255 с.
3. Захарова А. А. Процессы и аппараты химической технологии., - М.: Издательский центр «Академия», 2016. – 528 с.
4. Ермолаева В.А. Алгоритмы расчета и расчетные характеристики химико-технологических процессов, **Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, № 5 2018, стр. 28-33.**
5. Ермолаева В.А., Синявская Д.С. Технологические параметры производства карбамида, Наука без границ, № 5 (22), 2018. - с.85-89.

Ларионова М.А.

*Научный руководитель: к. х. н., доцент Ермолаева В.А.*

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: larionovamargarita@rambler.ru*

### **Организация производства хлорбензола**

Промышленность основного органического синтеза является одной из важнейших отраслей химического производства, т.к. имеет преимущества, заключающиеся в высокой энергоёмкости, большой единичной мощности, механизации и автоматизации всех процессов. Хлорбензол – это важный органический растворитель, данный продукт применяется в органическом синтезе, является составляющей в производстве дихлорбензолов и анилиновых красителей, используется как промежуточный продукт для получения фенола, салициловых препаратов. В настоящее время производство хлорбензола полностью автоматизировано. Автоматизация проводится при помощи контрольно-измерительных и регулирующих приборов.

Дана характеристика процесса и организации производства хлорбензола. Был охарактеризован готовый продукт, его физические и химические свойства, применение, методы получения и показатель потребления. Также описана оценка качества хлорбензола и существующие виды анализа. Таким образом, можно сделать вывод, что хлорбензол играет достаточно большую роль в химической промышленности и в настоящее время производство хлорбензола имеет большую актуальность.

Охарактеризовано исходное сырье. Исходным сырьем является хлор и бензол.

Подробно описан технологический процесс производства хлорбензола прямым хлорированием бензола и проведен подбор основного технологического оборудования для обеспечения производства. Проведенный анализ технологии производства хлорбензола, его технического обеспечения, позволяет сделать вывод, что производство хлорбензола представляет собой достаточно сложный технологический процесс, который включает в себя разнообразное оборудование, различающееся по назначению и стоимости.

Предложен структурный состав производства, кадровое и коммунальное обеспечение. Рассмотрены необходимые требования к месту расположения здания:

1. Размер здания ориентировочно 1000 м<sup>2</sup> (административно-лабораторная часть, производственная и складская часть);
2. На промплощадке организации производства должны размещаться с учетом исключения вредного воздействия на работников, а также на здоровье и санитарно-бытовые условия жизни населения прилегающей к организации селитебной территории;
3. На промплощадке организации, выделяющей вредные вещества в атмосферу, не допускаются древесно-кустарниковые насаждения в виде плотных групп и полос, вызывающих скопление вредностей;
4. Размещение наружных сетей с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями и газами под зданиями и сооружениями запрещается. При подземном размещении тепловых сетей допускается их пересечение с производственными и вспомогательными зданиями и сооружениями;
5. Воздействие на водные объекты будет минимизироваться за счет использования существующей системы канализации.

Проведена оценка экономической эффективности проекта. Производительность производства 3 т/ч; производительность в год: 3 т · 247 дн. · 8 ч/дн. = 5 928 т/г; производительность в месяц: 5 928/11 = 538,9 т/мес. Срок окупаемости составил 2,5 года.

Проведена оценка рисков проекта и рекомендуемые меры по их снижению. Результаты свидетельствуют о достаточной устойчивости проекта к неблагоприятному изменению факторов.

Изучена охрана труда и необходимые требования в производстве хлорбензола. Производственный персонал должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты. Оборудование и коммуникации должны быть герметизированы. Производственные помещения, где проводят работы с хлорбензолом, должны быть оборудованы местной приточно-вытяжной вентиляцией. Вентиляционные выбросы из производственных помещений от местных вытяжных систем, содержание хлористый водород, хлорбензол должны перед выпуском в атмосферу предварительно очищаться.

Рынки хлорбензола являются сегодня достаточно развитыми. Производство хлорбензола как промежуточного продукта и растворителя распространено и имеет широкое применение. На протяжении последних трех лет в России наблюдается подъем производства хлорбензола. В 2017 году в России было произведено 1 359 083 тонн хлорбензола, что на 7,6% выше объема производства предыдущего года. Хлорбензол входит в число наиболее крупнотоннажных продуктов органического синтеза и является товаром, поставляемым на экспорт в другие страны, а также производится импорт данного продукта на территорию России.

### Литература

1. Соколов Р.С. Химическая технология: учебное пособие для студентов ВУЗов. — М.: Гуманит. изд. центр Владос, 2000. — 368 с.
2. Сухотин А.М., Лабутин А.Л. Коррозия и защита химической аппаратуры. Том VII. Производство хлорорганических соединений. Справочное руководство. — Л.: Химия, 1972. — 440 с.
3. Семочкина К.Ю., Ермолаева В.А. Расчет технологических характеристик трубчатой печи, *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*, № 10, том 1, 2018. — с.220-222.
4. Ермолаева В.А. Алгоритмы расчета и расчетные характеристики химико-технологических процессов, ***Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований***, № 5 2018, стр. 28-33.
5. Ермолаева В. А., Семочкина К. Ю. Материальный и тепловой баланс производства аммиака из азотоводородной смеси // *Наука без границ*. 2018. № 4 (21). С. 94-97.

Николаева Д.М.

*Научный руководитель: к. х. н., доцент Ермолаева В.А.**Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: dasha309808171998@mail.ru*

### **Производство циклогексанона и математическое моделирование разделения смеси**

Циклогексанон (алициклический кетон); формула  $C_6H_{10}O$ . Легковоспламеняющаяся бесцветная маслянистая жидкость, имеющая резкий запах ацетона и мяты. Дана характеристика процесса производства циклогексанона путем дегидрирования циклогексанола, который в конечном итоге получил широкое применение в производстве капролактама. Охарактеризовано исходное сырье: циклогексанол, вода, водород.

Рассмотрен и описан технологический процесс получения циклогексанона дегидрированием циклогексанола. Циклогексанол – ректификат под давлением азота нагнетается через фильтр в подогреватель типа "труба в трубе", где нагревается до 100 °С. Далее в испарительно-подогревательной системе, состоящей из трубчатых аппаратов, происходит испарение циклогексанола и перегрев его паров до 430 °С. Перегретые пары поступают в трубы контактного аппарата, заполненные цинк-железным катализатором. Содержание в катализаторе 10% железа позволяет достичь максимальную степень конверсии циклогексанола, равную 93%. Процесс протекает при 410 °С и объемной скорости подачи спирта. По выходе из контактного аппарата продукты реакции поступают в конденсатор и далее в сепаратор, где конденсат (циклогексанон-сырец) отделяется от водорода.

Для обогрева контактной системы в нижней части топки сжигают топливный газ (метан). Для поддержания температуры топочного газа, равной 500 °С, его смешивают с возвратным топочным газом из борова. Газ, имеющий такую температуру, проходит в межтрубном пространстве контактного аппарата прямоотком к парам циклогексанола, движущимся по трубкам с катализатором. Топочные газы, выходящие из контактного аппарата при 480 °С, используются для обогрева испарительно-перегревательной системы. Далее часть топочных газов, имеющих температуру 300 °С, выпускают в атмосферу, а остальной газ с помощью ротационной газодувки подают на смешение с продуктами сгорания топливного газа в верхнюю часть топки.

Основным аппаратом для получения циклогексанона является сепаратор. Сепаратор – аппарат, производящий разделение продукта на фракции с разными характеристиками. В процессе работы любого сепаратора не происходит изменения химического состава разделяемых веществ. Также был произведен механический расчет сепаратора для получения точных основных размеров аппарата, конструкции корпуса и внутренних устройств. В результате полученных был сделан вывод о том, что прочность сепаратора обеспечена. Данный аппарат очень легок в использовании, с помощью него проще удалять из аппарата механические примеси. В нем легче осуществляется регулирование уровня жидкости. Такие сепараторы занимают меньшую площадь, обеспечивают более высокую точность замеров расхода жидкости в широком диапазоне нагрузок.

В ходе работы произвели практический расчет материального баланса. При расчете материального баланса использовалось много различных формул, благодаря которым был рассчитан приход и расход компонентов. После составления сводной таблицы посчитали невязку баланса, равную 0,003%.

Сделан расчет теплового баланса производства. При расчете теплового баланса были использованы различные формулы, благодаря которым так же был рассчитан приход и расход тепла компонентов. Был рассмотрен материал по технологической схеме получения циклогексанона. Произведен механический расчет основного оборудования технологического процесса. В ходе выполнения работы был освоен материал по ведению материальных и тепловых расчетов, составлению балансов.

Ректификация – один из способов, который применяют в промышленности, чтобы разделить смешанные между собой жидкости. Математическое моделирование дает возможность для исследования наиболее важные свойства объекта, абстрагируясь от несущественных его характеристик. Построение модели и формализация связей между ее элементами позволяет устранить проблемы в знаниях об объекте и выявить новые качественные проблемы, которые изначально не могли быть предусмотрены.

Циклогексанон получают совместно с циклогексанолом каталитическим гидрированием фенола:



Образующуюся смесь циклогексанона, циклогексанола и непрореагировавшего фенола разделяют ректификацией.

Рассмотрена классификация ректификационных колонн. Разработаны и описаны объекты моделирования – ректификация многокомпонентной смеси с помощью двухколонной установки. Согласно математической модели разработана программа расчета процесса управления ректификационной колонной для разделения многокомпонентной смеси, исследование процесса ректификации при синусоидальном изменении питания, а также построения графиков по рассчитанным результатам в среде математического моделирования MathCad. Затем было произведено построение графиков по рассчитанным результатам в среде математического моделирования MathCad и сделаны выводы по графикам.

В данной работе было проделано математическое моделирование многокомпонентной смеси. В теоретической части были рассмотрены основные методы ректификации многокомпонентной смеси и рассмотрена классификация колонн.

В практической части, данной работы, представлены массообменные, динамические модели ректификации и произведен расчет ректификационной колонны.

Получены статические характеристики температуры при изменении расхода питания. Анализ результатов моделирования подтверждает соответствие качественного поведения модели основным характеристикам изучаемого технологического процесса.

### Литература

1. Гартман Т.Н., Клушин Д.В. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов. – М.: Академкнига, 2007. – 416 с.
2. Ушева Н.В. и др. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие. - Томск.: Издательство Томского политехнического института, 2014. – 135 с.
3. Ермолаева В.А., Ткачева Д.Р. Материальный и тепловой баланс производства фтористого водорода, Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. - 2017. - № 1(31). - с. 5-11.
4. Ермолаева В.А. Алгоритмы расчета и расчетные характеристики химико-технологических процессов, **Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований**, № 5, 2018, стр. 28-33.

Поликарпова Д.М.  
Старший преподаватель: Калининко М.В.  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: dashuta.polikarpova.95@mail.ru

### **Осаждение сплава олово – висмут**

Данная работа посвящена изучению осаждения сплава олово – висмут.

Дана характеристика процесса осаждения сплава олово – висмут.

Потребность в гальванических покрытиях возникает, когда поверхность детали нуждается в специальных свойствах, но не всегда гальванические покрытия чистым металлом могут удовлетворить эти требования. Покрытие сплавом олово – висмут – это разновидность гальванической обработки, при помощи которой поверхностям подлежащим пайке придаются особые прочностные и антикоррозионные свойства.

Данное покрытие обеспечивает длительный срок хранения деталей и сохраняет все свои свойства, в том числе и отличное паяние в течении года. Условием совместного осаждения металлов олова и висмута является их равенство потенциалов осаждения, сближение которых необходимо осуществить подбирая состав электролита и режим осаждения.

Благодаря покрытию сплавом олово - висмут, материал получает защиту от кислотной среды, ржавчины и прочих вредных процессов. Чаще всего оно применяется в электротехнике, для получения защиты от воздействия воздуха, и используется в электронной промышленной отрасли.

Произведена характеристика целевого продукта: сплав олово - висмут – покрытие, которое обладает превосходными противокоррозионными свойствами и предотвращает разрушение материала в агрессивных средах. Охарактеризовано исходное сырье. Исходными компонентами являются: сульфат олова, нитрат висмута, серная кислота и хлорид натрия.

Олово – в свободном состоянии это серебристо-белый мягкий металл. Кроме обычного белого олова, существует другое видоизменение олова - серое олово имеющее меньшую плотность.

Висмут – это металл серебристо-белого цвета. Висмут окисляется на воздухе, образуя пленку черного цвета, не растворяется в разбавленных соляной и серной кислотах, в азотной кислоте растворяется легко.

Серная кислота - это тяжелая токсичная жидкость маслянистой консистенции, которая не имеет запаха и цвета.

Хлорид натрия – это натриевая соль соляной кислоты. Он известен в быту под названием поваренной соли, основным компонентом которой и является. Хлорид натрия в значительном количестве содержится в морской воде, придавая ей солёный вкус.

Предъявляемые требования к поверхности металла: поверхность изделия, подлежащая подготовке перед нанесением сплава олово – висмут не должна иметь: заусенцев, острых кромок (радиусом менее 0,3 мм). Наличие заусенцев, острых кромок, сварочных брызг и наплывов пайки и их расположение на поверхности не видовых деталей допускается, если это установлено конструкторской документацией на изделие.

Рассмотрен и описан технологический процесс осаждения сплава олово - висмут состоящий из: обезжиривание, промывка в горячей и холодной воде, травление, снятие травильного шлама и нанесение сплава олово – висмут.

К подготовительным операциям, проводимым перед нанесением сплава олово - висмут относятся: обезжиривание, снятие травильного шлама, активирование.

Механическая и последующая химическая обработка деталей устраняют видимые дефекты поверхности, снижают ее шероховатость и создают однородность состава и структуры поверхностного слоя, что способствует повышению защитных свойств получаемых покрытий.

Поверхность деталей также может содержать загрязнения, которые негативно влияют на процесс нанесения сплава олово - висмут и ухудшают свойства покрытия, поэтому перед нанесением покрытия деталей сплава олово - висмут подвергают химической обработке, которая включает обезжиривание, снятие травильного шлама и активирование.

Сначала детали перед загрузкой монтируются на приспособление на рабочем столе, а затем проводят обезжиривание.

Изучена технология осаждения сплава олово – висмут и особенности данного процесса.

При контроле внешнего вида выявляют внешним осмотром дефекты покрытия.

При наличии неудовлетворительных результатов проводят повторный контроль на удвоенном количестве деталей.

Детали после нанесения покрытия контролируют по внешнему виду, толщине покрытия, прочности сцепления.

Основным оборудованием на гальваническом производстве являются ванны.

К ним предъявляется ряд общих требований таких как: герметичность, химическая инертность материала ванны к содержащемуся в ней раствору, возможность создания и поддержания заданного теплового режима, безопасность и удобство обслуживания. Для электрохимических ванн необходим также подвод электрического тока требуемой полярности и силы с возможно большей равномерностью распределения тока по поверхности деталей и меньшими потерями электрического напряжения.

Рассмотрели вопрос техники безопасности на гальваническом производстве и экологическую безопасность на предприятии.

Необходимо обеспечить надзор за опасными частями оборудования; обучение операторов машин мерам безопасности и гигиене труда; хорошую вентиляцию в тех местах, где выделяется диоксид серы, не допускающую превышения предельного содержания его в атмосфере на рабочем месте; соответствующие ограждения, вентиляцию и средства индивидуальной защиты органов; пожарозащитными фартуками, наколенниками, рукавицами и защитными очками работающих во время выпуска жидкого олова; контроль за шумом.

Очистка сточных вод гальванического производства предполагает глубокую очистку от тяжелых металлов. Для очистки сточных вод производства от тяжелых металлов применяются методы: от химической очистки до ионообменных методов, которые позволяют извлечь загрязнитель без его разрушения.

Таким образом, в работе исследовали технологию гальванического покрытия сплавом олово - висмут, рассмотрели автоматизированную линию производства, изучен контроль качества покрытия и техника безопасности на гальваническом производстве.

### Литература

1. Гальванические покрытия в машиностроение. Т 1./ Под ред. М.А. Шлугера. – М.: Машиностроение, 2015 г.
2. Гинберг А.М. Гальванотехника. – Л.: Машиностроение, 2012 г.
3. Михайлов А. А. Обработка деталей с гальваническими покрытиями. — М.: Машиностроение, 2011 г.

Семочкина К.Ю.

*Научный руководитель: к. х. н., доцент Ермолаева В.А.  
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
 учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
 E-mail: semochkina\_ksyunya@mail.ru*

### **Организация производства аммиака**

Аммиак относится к числу важнейших продуктов химической промышленности, ежегодно его мировое производство достигает 150 млн. тонн. В основном используется для производства азотных удобрений взрывчатых веществ и полимеров, азотной кислоты, соды и других продуктов химической промышленности.

В проведенной работе дана характеристика процесса и организации производства аммиака из азотводородной смеси.

Был охарактеризован готовый продукт, его физические и химические свойства, применение, способы получения и показатель потребления. Также описана оценка качества аммиака и существующие методы анализа. Можно сделать вывод, что аммиак играет достаточно большую роль в химической промышленности.

Охарактеризовано исходное сырье. Исходным сырьем является азот и водород.

Подробно описан технологический процесс производства аммиака и проведен подбор технологического оборудования для обеспечения производства. Приведенный анализ технологии производства аммиака и ее технологическое оснащение позволяет сделать вывод, что производство аммиака представляет собой сложный технологический процесс, включающий в себя сложное оборудование, которое различается по своим функциям и стоимости.

Произвели практический расчет материального баланса. По результатам невязка составила 3, 39%. Рассчитали равновесное содержание аммиака, которое составило  $0.05114 \text{ МПа}^{-1}$ . Зная состав циркуляционного газа на входе рассчитали содержание компонентов смеси. Для расчета содержания компонентов смеси воспользовались формулой:

$$N_{\text{NH}_3} = n \cdot \omega_{\text{NH}_3}$$

где  $n$ -количество циркуляционного газа;  $\omega_{\text{NH}_3}$ -массовая доля

Предложены мероприятия по технологической безопасности и охране природы производства аммиака. В производстве аммиака почти всё основное технологическое оборудование, за исключением компрессоров, а так же все основные газопроводы должны быть расположены вне здания. Наружные этажерки с оборудованием, содержащим горючие газы, как правило, должны быть выполнены из железобетона. При работе с аммиаком следует соблюдать требования безопасности, использовать средства индивидуальной защиты. В случае утечки аммиака из трубопроводов и хранилищ следует предусмотреть поглощение паров аммиака распыленной водой или паровым конденсатом. Попадание аммиака в грунтовые воды не допускается. Контроль за сбросами и выбросами аммиака осуществляет аккредитованная лаборатория предприятия.

Проведена оценка рисков проекта и рекомендуемые меры по их снижению. Результаты свидетельствуют о достаточной устойчивости проекта к неблагоприятному изменению факторов.

Предложен структурный состав производства, кадровое и коммунальное обеспечение. Рассмотрены необходимые условия для места расположения здания:

1. Размер здания ориентировочно  $1000 \text{ м}^2$  (административно - лабораторная часть, производственная часть и складская часть).
2. На промплощадке организации производства не допускаются кустарниковые насаждения в виде плотных групп, которые вызывают скопление вредных веществ.
3. Запрещается размещение наружных сетей с горючими и легковоспламеняющимися жидкостями и газами под зданиями и сооружениями.

4. Воздействие на водные объекты будет минимизироваться за счет использования системы канализации.

Проведена оценка экономической эффективности проекта. Срок окупаемости составил 54 месяца.

Современное производство аммиака базируется на ресурсосберегающих и сохраняющих энергию разработках и осуществлено в многотоннажных безотходных фирмах. Проблема российских производств состоит в том, что существенная доля функционирующих мощностей технически стала неактуальной и в обстоятельствах стремительного увеличения стоимости на сырьевые материалы и энергоносители изготавливаемый на них аммиак способен обладать существенно значительно первоначальной стоимостью, чем производимый на современном оборудовании.

#### Литература

1. Амелина А.Г. Общая химическая технология, М; "Химия", 2015, 400 с.
2. Калмыков Н.Н, Вайсбейн С.А. Экономика, организация и планирование в химической промышленности, М; «Химия», 2014.
3. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот, 2015. – 898 с.
4. Ермолаева В.А. Алгоритмы расчета и расчетные характеристики химико-технологических процессов, **Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, № 5 2018, стр. 28-33.**
5. Ермолаева В. А., Семочкина К. Ю. Материальный и тепловой баланс производства аммиака из азотоводородной смеси // Наука без границ. 2018. № 4 (21). С. 94-97.

Стрелова А.А.

*Научный руководитель: Калиниченко М.В.*

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: aleksandramurom2@gmail.com*

### **Лакокрасочные покрытия**

Цель работы: изучение состава лакокрасочных материалов и его свойств, оборудование и различные способы для их нанесения .

Были поставлены следующие задачи:

1. Изучить историю производства лакокрасочных материалов (ЛКМ);
2. Изучить состав и свойства ЛКМ;
3. Определить наиболее эффективный способ нанесения ЛКМ и выбрать оборудование;
4. Рассмотреть основное назначение лакокрасочных покрытий;
5. Определить влияние лакокрасочных покрытий на окружающую среду.

В работе рассмотрена история лакокрасочных материалов, состав и их свойства .

Лакокрасочные материалы — продукты, обладающие способностью при нанесении тонким слоем на изделия образовывать на поверхности защитную или декоративную пленку (покрытие). Данные материалы используются в различных сферах промышленности и жизнедеятельности.

Впервые краски начали использовать около 30000 лет назад. Люди применяли смеси из окрашенной глины, сажи, жира и других природных веществ для украшения своих тел, домов и культовых мест. Древние египтяне впервые использовали краску в качестве защитного покрытия против вредного воздействия воды. Именно они стали применять смолу для защиты своих деревянных судов.

В средние века для отделки некоторых внутренних помещений храмов и дворцов стали использовать защитные краски для предотвращения возникновения сырости. Но в связи со сложностями в производстве, такие покрытия были очень дорогими и применялись редко.

В XX веке произошли огромные изменения в составе красок и способов их производства. Появились новые синтетические материалы из полимеров в 1940-е годы[1].

Лакокрасочное покрытие представляет собой сформировавшуюся пленку лакокрасочного вещества, нанесенного на определенную поверхность. Она может образовываться на различных материалах. Сам же процесс образования покрытия включает в себя, в первую очередь, высыхание, а потом финишное затвердевание нанесенного материала. Главной функцией таких покрытий является обеспечение эффективной защиты от различных деформаций, а также придание любым поверхностям привлекательного внешнего вида, цвета и фактуры[2].

В зависимости от назначения и состава ЛКМ принято делить на: лаки, краски, эмали, грунтовки, шпаклевки. Основными компонентами лакокрасочных материалов являются пленкообразующие, пигменты, наполнители, пластификаторы, растворители, сиккативы, добавки.

Наиболее прогрессивным методом нанесения ЛКМ является безвоздушное распыление. Сущность способа состоит в использовании изменяющихся свойств лакокрасочных материалов при больших перепадах давления. Краска находится под высоким давлением и распыляется без помощи сжатого воздуха. При выходе её из пистолета в атмосферу (вследствие перепада давления) резко повышается упругость паров растворителя, мгновенно испаряется легколетучая часть ЛКМ [3].

Лакокрасочные материалы считаются одними из наиболее вредных и опасных из существующих видов токсических промышленных отходов(ТПО), оказывающих негативное влияние на здоровье людей и экологическую ситуацию в целом.

Самыми наилучшими лакокрасочными материалами можно назвать водоразбавляемые, так как в них используется вода вместо органических растворителей, что крайне выгодно с

экономической и экологической точки зрения. Они быстро сохнут, не выделяют неприятного или токсичного запаха и просты в использовании [4].

#### Литература

1. Покрытие лакокрасочное: виды и способы применения- Электронный ресурс: <http://fb.ru/article/254126/pokryitie-lakokrasochnoe-vidyi-i-sposobyi-primeniya>
2. Лакокрасочные покрытия функционального назначения- А.Д. Яковлев, С.Я. Яковлев. Химиздат, СПб, 2016, 272 стр.
3. Экология в лакокрасочной промышленности-Электронный ресурс: <http://lkmprom.ru/analitika/ekologiya-v-lakokrasochnoy-promyshlennosti-sovmest/>
4. Лакокрасочные материалы и покрытия. Энциклопедия международных стандартов. Г.С. Фомин 2008г ,752 стр.

Ткачева Д.Р.

*Научный руководитель: канд. хим. наук, доцент Ермолаева В.А.  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: dashka.tkacheva@yandex.ru*

### **Водооборот технологии гальванического серебрения**

Рассмотрены проблемы водоподготовки, водоочистки, очистки сточных вод и сбора и переработки серебра в технологии гальванического серебрения металлов.

Специфика гальванических технологий в том, что для проведения процессов необходимо потребление больших объемов воды, которые при этом загрязняются кислотами, щелочами, ионами тяжелых металлов, поверхностно-активными веществами и впоследствии оказывают негативное влияние на окружающую среду высокотоксичными стоками. Проблема сокращения поступления гальванических отходов в окружающую среду и их обезвреживания является одной из наиболее актуальных, в значительной мере определяющих экологическую обстановку в водных бассейнах страны [1].

В целях сокращения сбрасываемых в окружающую среду загрязняющих стоков и уменьшения материальных затрат и потребляемых ресурсов, создают замкнутую систему водоснабжения. Водооборот в гальваническом производстве позволяет сократить энергетические затраты и природные ресурсы на поставку воды, уменьшить экономические затраты на утилизацию гальваносточков, а так же минимизировать количество выбросов загрязняющих окружающую среду.

Гальваническому процессу осаждения серебра свойственны сбор и переработка его отходов в целях экономии, так как серебро является драгоценным металлом [2].

Промышленная водоподготовка, водоочистка и очистка сточных вод включает обширный комплекс мероприятий, главной целью которого является доведение качества воды до требований, предъявляемых к ней производством и санитарными нормами.

В технологии гальванического покрытия изделий серебром являются актуальными реагентные, ионообменные, мембранные, а также электрохимические методы обработки воды. При больших объемах производства предпочтение следует отдать электрохимическим и мембранным методам. Электрохимические методы очистки воды имеют ряд преимуществ перед химическими способами.

Электрокоагуляционный метод может использоваться для осветления, обесцвечивания, обескремнивания, обезжелезивания, обезкислороживания, частичного умягчения и других видов обработки воды в технологии водоподготовки, а также применяется для очистки хромсодержащих сточных вод [3].

Произвели технологический расчет электрокоагулятора. Исходными параметрами для расчета служат: производительность установки  $Q = 70 \text{ м}^3/\text{ч}$ ; необходимая доза железа  $D_{\text{Fe}} = 55 \text{ мг/л}$ ; время обработки сточных вод в электрокоагуляторе  $t = 0,55 \text{ ч}$ ; анод с размерами  $0,7 \text{ м} \times 1,2 \text{ м}$ ; анодная плотность тока  $i_{\text{ан}} = 250 \text{ А/м}^2$ ; расстояние между последним электродом и стенкой корпуса  $a = 0,05 \text{ м}$ ; ширина коагулятора  $b = 0,9 \text{ м}$ ; расстояние от нижнего конца электрода до электрокоагулятора  $a_1 = 0,07$ ; расстояние от верхнего конца электрода до верха коагулятора  $a_2 = 0,03 \text{ м}$ .

Таким образом, в работе исследовали водоподготовку и очистку сточных вод гальванического производства на примере технологии нанесения покрытия серебром с помощью цианистых электролитов. Основы водоподготовки и водоочистки остаются неизменными, но со временем модернизируются. Особое внимание уделяется снижению вредных выбросов в окружающую среду, автоматизации производства и сокращению затрат. Для этого совершенствуется применяемое оборудование, модернизируются способы и методы очистки, подбираются новые реагенты.

### Литература

1. Очистка сточных вод в гальванике. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://blog.tep-nn.ru/?p=2339>
2. Ткачева Д.Р. Гальваническое серебрение деталей из меди,. Международный электронный научно-практический журнал «Современные научные исследования и разработки» (ISSN 2415-8402), 2019, №1(30), С. 1022–1024
3. Яковлев С.В., Краснобородько И.Г., Рогов В.М. Технология электрохимической очистки воды. – Л.: Стройиздат. Ленингр. Отд-ние, 1987. – 312 с.
4. Ермолаева В.А. Алгоритмы расчета и расчетные характеристики химико-технологических процессов, **Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, № 5 2018, стр. 28-33.**

Шведова А.Н.

*Научный руководитель: д-р ветеринар. наук, профессор Гусейнов Н.Г.  
Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного  
учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23  
E-mail: annashvedov4@yandex.ru*

### **Организация производства полиэфирной смолы**

Даны исследования эффективности организации производства полиэфирной смолы. Смолы широко используются практически во всех отраслях. Это связано с уникальными свойствами конечных продуктов на основе полиэфирных смол.

На практике данная смола более удобна, чем эпоксидные смолы: она менее вязкая, легко наносится, менее чувствительна к точности дозировки отвердителя и быстро затвердевает при нормальных условиях. [1].

Актуальность производства полиэфирной смолы находится на высоком уровне т.к. эта смола значительно дешевле эпоксидных смол и является наиболее распространенной из недорогих полиэфирных смол для производства высококачественного стекловолокна

В данной работе рассматривается, экономическая эффективность организации производства полиэфирной смолы. Провести экономический расчет, рассчитать количество издержек и срок окупаемости производства на примере полиэфирной смолы марки «ПН-1», а также рассмотреть этапы оценки качества готовой продукции.

Смола ПН-1 относится к ортофталатным стирольным средневязким ненасыщенным полиэфирным смолам общего назначения на основе этиленгликоля и малеинового ангидрида. Основными причинами столь высокой популярности марки ПН-1 являются простота и удобство применения, хорошие эксплуатационные показатели и низкая стоимость. Внешний вид смолы «ПН-1» в отвержденном состоянии: твердая полупрозрачная стекловидная масса. Легко окрашивается.

Сырьем для получения смолы ПН-1 являются диэтиленгликоль, этиленгликоль, малеиновый ангидрид, фталевый ангидрид, стирол и перекись водорода [2].

При произведении расчетов была дана стоимость каждого сырьевого компонента на 1 кг, а также оклад каждого работника. Был произведен расчет производственных расходов проекта, которые складываются из постоянных и переменных издержек. Постоянные издержки, на содержание предприятия, включая ставки налогов на зарплату персонала, составили 2000096 рублей в месяц. Переменные издержки, включая затраты на сырье, электроэнергию и инструмент, составили 8506000 рублей в месяц. Был произведен расчет срока окупаемости производства, по стоимости готового продукта и объему продаж. С учетом всех представленных издержек срок окупаемости организуемого производства составил 12 месяцев.

Все данные для расчета можно считать предварительными, так как не проводился тщательный анализ и цены являются не точными.

Оценка качества готовой продукции проходит через следующие этапы.

Точечные пробы смолы отбирают пробоотборником. Отобранные образцы объединяют, тщательно перемешивают и получают комбинированный образец. Объединенный образец делится на две части и помещается в чистые, сухие стеклянные или фарфоровые плотно закрытые банки. Одна банка отправляется на тестирование, другая опечатывается и хранится в течение гарантийного срока хранения. Тестирование проводится для измерения плотности и вязкости смолы [3].

### **Литература**

1. Пот У. Полиэфирные и алкидные смолы. 2009 г
2. Полиэфирная смола «ПН-1». [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.polyefirmsola.ru/pn-1.htm>
3. ГОСТ 18329-73 Смолы и пластификаторы жидкие. Методы определения плотности