



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра метеорологии, экологии и природопользования

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**  
(бакалаврская работа)  
по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование  
(квалификация – бакалавр)

На тему «Оценка воздействия технологии производства лакокрасочных изделий на окружающую среду»

Исполнитель Иоденисов Даниил Алексеевич

Руководитель Аракелов Микаэл Сергеевич

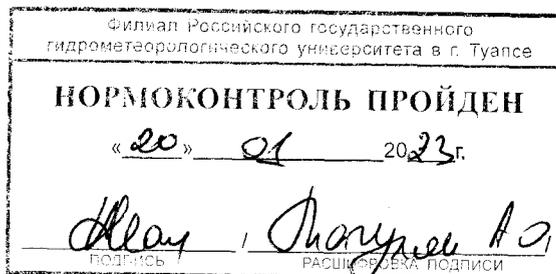
«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«24» января 2023 г.



Туапсе  
2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1 Виды лакокрасочной продукции и технологические процессы их изготовления.....	6
1.1 Связующие, растворители и разбавители.....	6
1.2 Технология изготовления водной, алкидной и огнезащитной краски..	10
2 Определение выбросов загрязняющих веществ в ходе производства и эксплуатации лакокрасочных изделий ООО «Территория».....	21
2.1 Основные виды отходов производства.....	21
2.2 Анализ инженерно-технических решений для снижения концентрации выбросов летучих веществ в ходе деятельности производства.....	27
3 Разработка методов снижения влияния на окружающую среду лакокрасочных изделий.....	32
3.1 Внедрение методик расчета выбросов лакокраски от окрасочного участка.....	32
3.2 Основные мероприятия, направленные на обеспечение безопасности окружающей среды.....	36
Заключение.....	42
Список использованной литературы.....	44

## Введение

На данный момент существует огромное количество разновидностей лакокрасочных изделий. Практически все желания клиента в плане выбора готовой продукции можно удовлетворить огромным ассортиментом. Приобрести краску можно абсолютно любого цвета и рала. В ходе дипломной работы мы разберемся, что же краска из себя представляет, из чего и как она делается. Существует несколько основных функций, которые они выполняют— это защитная и эстетическая. Также они обеспечивают надежную защиту практически любой поверхности как от процессов гниения, так и от окисления и воздействия температуры и огня. Помимо всего вышеперечисленного краски так же придают наносимой поверхности достойный вид.

Вся производимая продукция данной отрасли имеет долгий срок эксплуатации, в чем им помогают различные добавки. Даже чтобы нанести тот или иной состав на необходимую поверхность, человеку не требуется какое-либо сверхсложное оборудование, все это можно делать самостоятельно и в любых условиях. Поэтому такой вид продукции широко распространен как в быту, так и во многих других отраслях промышленности.

Химические и технические свойства зависят не только от их состава, но и от многих других факторов, которые, так или иначе, влияют на финальный продукт. Конечно же еще нужно правильно подготавливать поверхность, на которую будет произведено нанесение, нужно соблюдать все техники. Из года в год к производимым лакокрасочным покрытиям применяются новые правила эксплуатации и другие требования, связанные с их использованием. Это обуславливается тем, что потребительский рынок меняется очень быстро, в том числе вкусы людей.

Все это относится к краскам с функцией защиты, коими являются материалы на основе огнеупорных смол, либо лаки, которые отвечают за защиту наносимого покрытия от влияния внешних факторов среды. Все модификации тех или иных свойств красок имеют в своем исполнении

некоторые трудности, так как все упирается в стоимость тех или иных компонентов, входящих в состав. За последний десяток лет разнообразие лакокрасочных продуктов довольно сильно шагнуло вперед, например люди постепенно начали переходить от органики к синтетическим альтернативам, в состав которых начали добавлять компоненты, которые обеспечивают низкое содержание нелетучих веществ, но у этого есть также и свои минусы, которые в некотором смысле даже нивелируют некоторые преимущества. Также улучшились двухкомпонентные составы на основе огнеупорных компонентов, в целом технология не стоит на месте, а довольно быстро развивается. А вот в каком ключе, хорошо или нет, мы разберемся далее.

Актуальность темы заключается в том, что, несмотря на то, что технологически ЛКМ совершенствуются с каждым годом, нельзя не отметить их влияние на окружающую среду. В целом, данная отрасль является одной из самой опасной с точки зрения влияния на ОС. Краски наносят вред еще на стадии производства, при нанесении эмалей на поверхность, а в дальнейшем они загрязняют атмосферу долгий промежуток времени в процессе сушки. И это довольно актуальная проблема, так как каких-либо альтернативных методов снизить влияние красочных изделий на ОС и человека, увы, пока не придумали.

Объектом исследования являются лакокрасочные изделия и технология их производства.

Предметом исследования являются технологические карты производства ЛКМ ООО «Территория», нормативные документы и расчетные таблицы.

Целью исследования является ознакомление с технологическими методами производства лакокрасочных изделий, их применение и влияние на окружающую среду, а также виды, методы переработки и утилизации опасных токсичных отходов предприятия.

#### Задачи:

- рассмотреть виды лакокрасочной продукции и технологические процессы их изготовления;
- провести анализ выбросов загрязняющих веществ в ходе производства и

- эксплуатации лакокрасочных изделий ООО «Территория»;
- разработать методы снижения влияния на окружающую среду лакокрасочных изделий.

# 1 Виды лакокрасочной продукции и технологические процессы их изготовления

## 1.1 Связующие, растворители и разбавители

Как писал в своей книге по технологии изготовления А.Н. Азаренков: «Растворимые в воде эфиры целлюлозы нужны, чтобы осуществлять работы непосредственно внутри объекта, потому что они не особо выдерживают влияния внешних факторов среды. Они образуют вязкие субстанции, а после высыхания на их поверхности образуется пленка, она как раз-таки не дает изделию нормально взаимодействовать с поверхностью, этот показатель называется адгезией. Сложным эфиром целлюлозы является нитроцеллюлоза, которая синтезируется путем ее взаимодействия с азотной кислотой. Например, в полярных растворителях, таких как ацетон, она растворяется хорошо, но не растворяется в углеводородных. Также следует отметить, что в кислых и щелочных средах она не очень стабильна. Ее устойчивость к высоким температурам находится примерно от пятидесяти до шестидесяти градусов, но уже при более высоких температурах она уже воспламеняется. Для стабилизации свойств нитроцеллюлозы ее в основном используют со смолами по типу алкидных» [1, с. 94].

Если в данном контексте мы говорим об алкидных связующих, то тут уже технология немного отличается. Вообще алкидку связывают с полиуретанами, это является классической рецептурой изготовления полиуретановой краски (таблица 1).

Под водными дисперсиями полимеров понимают самые маленькие частицы полимера, взвешенные в воде с размером частиц от одного до тысячи микрон [6, с. 112]. Концентрация полимера от сорока до пятидесяти процентов. От слипания частицы полимера защищены тонкой пленкой эмульгатора (стабилизирующего поверхностно-активного вещества) ПАВ.

Растворители – это летучие жидкости с высокой токсичностью.

Одним из главных критериев разбавителей и растворителей является

химическая инертность к связующему компоненту и другим составляющим лакокрасочного материала.

Таблица 1 – Состав растворителей и разбавителей для ЛКМ

Наименование	Состав растворителя		Для какого типа ЛКМ предназначен
	Компоненты	Содержание, % масс.	
Растворитель Р-4	Бутилацетат Ацетон Толуол	12 26 62	Полиакрилатные
Растворитель Р-3	Бутилацетат Ацетон Ксилол	30 30 40	Эпоксидные, полиакрилатные
Растворитель Р-12	Бутилацетат Ацетон Ксилол	30 60 10	Полиакрилатные
Растворитель Р-60	Этиловый спирт Этилцеллозольв	70 30	Поливинилбутиральные
Растворитель Р-198	Этилцеллозольв Циклогексан	50 50	Меламиноалкидные

Пигменты на основе оксида железа: желтый, оксид железа, красный оксид железа (редоксид). Они отличаются высокой укрывистостью, устойчивостью к погодным условиям и свету.

Свинцовые и цинковые пигменты: свинцовая корона (лимонный, желтый и оранжевый), цинковая корона (лимонный и желтый) и красный свинец. Эти пигменты менее стабильны, чем оксиды железа, и токсичны (особенно свинец). Кобальтовый синий — пигмент очень высокого качества; из-за высокой цены редко используется в качестве краски для керамики [7, с. 88].

Оксид хрома ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) имеет оливково-зеленый цвет и очень устойчив к свету и погодным условиям. Часто используется в смесях с наполнителями; используется для приготовления всех видов красок и эмалей. Для красок используется сажа, которая содержит минимальное количество примесей. Технический углерод абсолютно легкий и устойчивый к химическим веществам. Помимо сажи, специально для цветных штукатурок, применяют щелочестойкий пигмент — черную окись железа. Металлические пигменты представляют собой мелкодисперсные металлические порошки с защитным

покрытием; которые используются для защитных покрытий металлических конструкций и в качестве вторичного пигмента в красках металлического типа. Не используется в красках на водной основе.

Органические пигменты представляют собой органические красители, переведенные в нерастворимую форму. Они отличаются от неорганических большей интенсивностью окраски, разнообразием и чистотой тонов, но меньшей устойчивостью к свету, погодным условиям и химическим веществам [11, с. 74]. Наиболее распространены азокпигменты, фталоцианины и полициклические пигменты (таблица 2).

Наполнителями являются порошки минерального происхождения, которые не растворяются в связующем компоненте, вещества эти гораздо более дешевые и доступные. Наполнители используют в целях экономии дорогостоящих пигментов для улучшения малярно-технических свойств покрытий. В шпатлевках их используют в большом количестве. В зависимости от способа получения, подразделяют наполнители на следующие классы

- природно-дисперсные, такие как каолин, мел, бентонит и диатомит;
- диспергированные механически, хризотилловый асбест, тальк, гипс, слюда и мусковит;
- синтетические, белая сажа, гидроксид алюминия и др.

Таблица 2 – Свойства пигментов и наполнителей

Материал	Истинная плотность, г/см <sup>3</sup>	Укрывистость, г/см <sup>2</sup>	Щелочестойкость	Токсичность
Природный мел	2,7-2,72	100-200	Щ	МЯ
Оксид марганца	4,7-5,0	40	Щ	СЯ
Оксид хрома	4,6-4,7	12-14	Щ	СЯ
Синий кобальт	-	-	Щ	-
Сажа газ	1,75-2,25	15	Щ	СЯ
Белила титановые	4,2	30-40	Щ	-

Наполнители. Наполнители - это имеющие высокую маслосъемность вещества, такие как каолин, аэросил и мел, снижают блеск покрытия, из – за чего поверхность становится матовой. Благодаря подбору наполнителей могут

быть решены и другие задачи.

Лаками называются многокомпонентные растворы пленкообразователей в органических растворителях, которые образуют твердые прозрачные пленки, прочно удерживающиеся на подложке [16, с. 80].

Лаки можно разделить на две группы:

- высыхающие, образующие растворимые пленки;
- твердеющие, образующие нерастворимые пленки. К высыхающим лакам относятся шеллачные, битумные, нитроцеллюлозные.

Приведем цитату Н.В. Александрова: «Битумные лаки получают растворением битумов, модифицированных канифолью (для повышения адгезионных свойств), в сольвенте или уайт-спирите. Битумные лаки характеризуются хорошей атмосферостойкостью, водо- и кислотостойкостью, электроизоляционными свойствами. Цвет лаковой пленки – темно-коричневый; в толстых слоях – черный. Применяют битумные лаки для антикоррозионных покрытий металлоконструкций. Нитроцеллюлозные лаки – растворы нитроцеллюлозы (коллоксилина) в смеси растворителей (ацетон + сложный эфир + ароматический растворитель). Нитролаки быстро высыхают (15...30мин) при комнатной температуре. Водостойкость лаков не очень высока, но они устойчивы к бензину и минеральным маслам. При совмещении нитроцеллюлозы с алкидными смолами получают лак твердеющего типа с повышенной водостойкостью. Нитролаки вытесняются лаками на основе синтетических полимеров» [20, с. 98].

К твердеющим лакам относятся все лаки, которые создаются на основе реакционноспособных олигомеров (смол): алкидных, полиуретановых, полиэфирных, эпоксидных и т. п. (таблица 3).

Алкидные лаки являются наиболее распространенным видом лака, который в основном используется для производства эмалевых красок. Алкидные лаки необратимо затвердевают за счет сшивания кислородом воздуха. Отверждение занимает день или два при температуре 18-20°C.

Эпоксидные лаки представляют собой двухкомпонентные материалы,

состоящие из эпоксидного олигомера, разбавленного растворителем, и аминного отвердителя. После смешивания компонентов лак застывает за 6-12 часов. Эпоксидно-лаковые покрытия отличаются высокой химической стойкостью, твердостью и водостойкостью. В твердом состоянии эпоксидные лаки биологически инертны. Полиуретановые лаки состоят из реакционноспособного олигомера и растворителя.

Таблица 3 – Виды наполнителей в составе ЛКМ

Компонент		Массовое содержание, %			
		1	2	3	4
Водная дисперсия		30	32	33	34
Наполнители	Мел	3	3	4	5
	Микротальк	3	2	3	4
	Микрокальцит	3	2	3	4
	Каолин	8,1	7,1	7,15	7,2
Диоксид титана (рутил)					
Активирующие каолины	Ультразвуковой	2,0	1,95	2,6	1,95
	Кислотно – активированный	1,6	1,95	1,95	2,6
	Термоактивированный	2,25	1,95	1,95	2,6
Функциональные добавки	Пеногаситель	0,4	0,5	0,6	0,7
	Диспергатор	0,4	0,4	0,5	0,6
	Загуститель	0,5	0,5	0,6	0,7
	Изопропанол	0,2	0,25	0,3	0,35
	Поливиниловый спирт (10% раствор)	0,95	0,9	1,0	1,1

## 1.2 Технология изготовления водной, алкидной и огнезащитной краски

Вот как раз сейчас мы бы хотели описать технологию приготовления непосредственно полиуретанового продукта, Так как автор исследования является инженером – технологом и занимается приготовлением краски в лабораторных условиях, то и количество вводимых компонентов несколько отличается от того, что происходит на производстве, но принцип тот же самый.

Для начала в емкость вводится растворитель (ортоксилол), в данном случае навеска составляет 22,90 граммов, в расчете на конечный объем продукта в размере 300 граммов. Вместе с этим добавляется компонент с названием DBTL Veronelli (однопроцентный раствор в ортоксилоле) 22,50

грамма. Далее идет Уайт – Спирит четыре с половиной грамма, и с ним же два загустителя – Monoral 8500 и SmectoneBS. Все это перемешивается в течение 15 минут при оборотах 500 – 600 оборотов в минуту. Когда все компоненты гомогенизировались, следующим этапом идет внесение пеногасителей, растекателя и смол. Сюда вносим 3,60 грамма пеногасителя CFC – 156, потом CFC – 166 в количестве 6,60 граммов. Следом добавляем CFC – 299 в количестве 9 граммов – этот компонент является растекателем. Следующим шагом добавляется смола SYNTHALATA077 90 граммов и вслед за ней вливаем алкидную смолу AttalateL541 45 граммов, повышаем обороты до 800 – 850 оборотов в минуту, насыпаем бисер – он будет необходим в дальнейшем для перетиравания пигмента.

Теперь приступаем к пигментам. Сначала идет диоксид титана, который является основным белым пигментом практически в любой краске. Следом добавляется остальная часть пигментов в зависимости от требуемого итогового цвета, их навески я не буду указывать по вышеуказанной причине. Конечным этапом добавляем микродоломит– Микродол Экстра и микрокальцитОмиакарб. Все это перемешивается в течение полутора – двух часов, причем очень важно следить за оборотами, так как весь состав может перегреться и краска просто «сварится» (рисунок 1).



Рисунок 1 – Технологическая схема производства водоэмульсионной краски

Цитируем Л.М. Лифшица: «Процесс создания водно – дисперсионной краски происходит в несколько этапов: соединение и смешение водного раствора полимерной дисперсии с наполнителем и пигментом; диспергирование полученной пигментной пасты; ввод ряда добавок, доводящих состав краски до стандарта ТУ; фильтрация и фасовка готового продукта. Диспергация – это процесс, в ходе которого жидкие или твердые тела проходят через стадию тонкого измельчения. Методом диспергации получают суспензии, порошки, аэрозоли, и эмульсии» [19, с. 104]. Смешения и диспергация компонентов водоземulsionных красок проводятся в бисерных и шаровых мельницах.

Рассмотрим технологический процесс производства водоземulsionной краски.

Существует несколько видов краски на основе дисперсии, это КОП и ПВА.

Для начала рассмотрим технику приготовления краски ПВА. Основным компонентом данного вида продукта является вода. Ее в систему добавляют в количестве 113 граммов. Следом идет триполифосфат натрия, размером 1,80 грамма. Все это перемешивается в течение 5 минут, чтобы триполифосфат разошелся в воде. После того, как триполифосфат полностью вошел в воду, начинаем вводить следующие компоненты. Сначала вводится AntiTerra 250 в количестве 1,75 грамма и диспертаор с флюксайером ( AA 4030 и Бик-034) 1,75 и 2,40 грамма соответственно. Перемешивают также 5 минут до полного растворения компонентов. Следующим шагом вносят диоксид титана R-218 навеской 9 граммов, потом добавляют тальк M15 18 граммов, ну и меламин с пентаэритритом 84 грамма и 66. Перемешивание происходит в течение 15 минут при оборотах не более 600 оборотов в минуту. Больше оборотов давать не рекомендуется, потому что триполифосфат может способствовать перегреву всего замеса. Так что за оборотами на данном этапе производства следить нужно.

По истечении 15 минут вносится PangelS9, это нечто похожее на глину,

используется тоже в качестве загустителя. Его тоже перемешивают 15 минут. Далее снова добавляется вода, но уже размером 4,5 граммаи Акрисол ТТ615 два с половиной грамма. Контролируют перемешивание и мешают в течение 15 минут. После 15 минут начинают добавлять сначала ПВА ДФ 51/15В в количестве 150 граммов, потом Мергал К 14 размером 1,20 граммаи ПФА Х.С. навеской 138 граммов. Все это мешается в системе еще 25 минут и в конце вносят пленкообразователь Дованол DpnB9 граммов. Это классическая рецептура краски на водной основе ПВА [23, с. 224].

Теперь перейдем к технологии приготовления краски КОП.

КОП несколько отличается от ПВА. В первую очередь в систему заливается также вода в количестве 62 граммов, потом засыпают Поташ в размере двух граммов. Перемешивают. Следом Наливают Диспергатор PigmacolorDisp.a в количестве так же двух граммов. Потом вносят пластификатор ДБФ и пеногаситель FluxairE-800 в количествах трех и двух с половиной граммов.

Снова перемешивают в течение 5 минут до полного растворения компонентов. По истечении 5 минут засыпают следующие компоненты – загуститель Диталлакс-2400 в размере 190 граммов, загустители MILOCELLHEC 150В в количестве полутора граммов, а потом добавляют тальк, меламин и пентаэритрит (пять с половиной, и п сорок граммов двух последних компонентов). Перемешивание происходит в течение 20 минут при скорости перемешивания не более 550 оборотов в минуту. После чего добавляется полифосфат аммония 100 граммов и пропиленгликоль 3 грамма. Перемешивают 20 минут при тех же оборотах, чтобы не допустить перегрева смеси.

Конечным этапом вносят микросферы К 17 40 граммов, биоцид ВЮPOLF1 31 в количестве двух с половиной граммов и коалесцент RTC– 12 с такой же навеской. Перемешивают еще 5-10 минут и выключают установку [21, с. 79]. Далее производят контрольное нанесение получившегося продукта на поверхность для того, чтобы проверить адгезионные свойства изготовленного

материала перед фасовкой (рисунок 2).

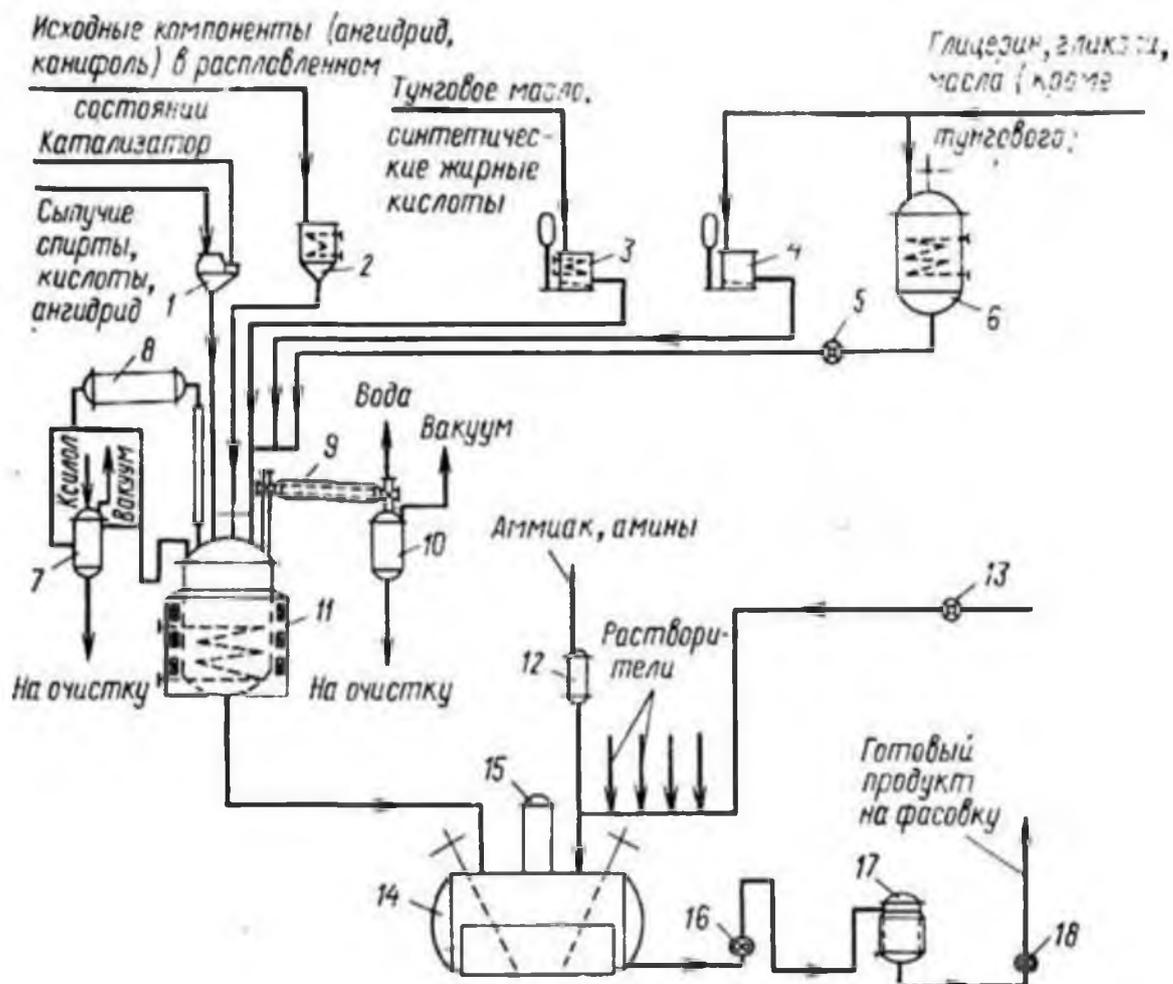


Рисунок 2 – Схема изготовления алкидных эмалей периодическим методом

Теперь мы бы хотели написать о технологии приготовления алкидной эмали. «Алкидка» относится к краскам типа АКЗ (антикоррозионная защита), ну и соответственно защищает наносимое покрытие от коррозии металла. Для того, чтобы произвести продукт, на начальном этапе загрузки в смеситель вносится ксилол в количестве 65,25 грамма, и ацетон – 9 граммов. В растворители добавляется алкидный лак AttalateL541 навеской 54 грамма, он будет являться основой. Следом туда идет лак ПФ-60 (пентафталевый) размером 11 граммов, потом вносится акриловая смола (тут тип смолы может быть абсолютно любой марки, так как производства используют разные марки этого компонента). После этого добавляется смачиватель CFC-504 или Antiterra 204 в размере 0,55 грамма, оба этих смачивателя являются идентичными друг другу по всем своим химическим свойствам. Следующим шагом вносится

пеногаситель DepolCFC-166 в количестве 0,29 грамма, потом идет хлорпарафин ХП-470 1,40 грамма, после чего добавляется дибутилфталат (ДБФ), следом за ним добавляется два загустителя – Monoral8550 и SmectoneBS (1,20 и 3 грамма соответственно). Теперь все это перемешивается в установке при скорости 650-700 оборотов в минуту в течение 20 минут, перед этим необходимо всыпать бисер).

По истечении 15 минут начинается процесс загрузки пигментов в систему. Сначала добавляются все тот же основной белый диоксид титана, потом уже остальная часть пигментов. Перемешивается в течение полутора – двух часов при повышенных оборотах – 800-850 оборотов в минуту. После чего добавляется тальк в количестве 18,5 граммов и микрокальцит Омиакарб в размере 111,30 граммов.

Все это перемешивается еще 20 минут, а потом финальным этапом загружается компонент, способствующий быстрому высыханию краски – МЕКО в количестве 0,85 грамма и Сиккатив «Радуга» 1,10 граммов. Очень важно на всем протяжении замеса смотреть за тем, как ведут себя каждый из компонентов, а также следить за оборотами, чтобы краска не перегрелась. После того, как краска уже готова, делают контрольные выкрасы на металлических балках для проверки сцепки эмали с поверхностью, а также смотрят время, за которое краска полностью высыхает на поверхности. Период, за который алкидная краска полностью высыхает на наносимой поверхности, составляет в среднем 2-3 часа.

На рисунке 3 изображена бисерная мельница, состоящая из цилиндрического стального контейнера 1 емкостью от 50 до 200 л, снабженного водяной рубашкой, внутри которого вращается стальной вал 2 с насаженными горизонтальными стальными дисками. Контейнер заполняется обычно бисером — стеклянными шариками диаметром 0,6—2 мм. Мельницы выпускаются также под названием - песочные дисковые мельницы, так как они часто вместо бисера заполнены песком с оплавленными гранями тех же размеров или стальными шариками диаметром 2—3 мм.

Пигментная паста в смеси с бисером (1:1) подвергается диспергированию под действием центробежных сил, возникающих при вращении дисков. Продолжительность нахождения пигментной пасты в контейнере мельницы колеблется от 3 до 10 мин. При этом достигаются высокая производительность мельницы и требуемая степень дисперсности (перетира) пасты.

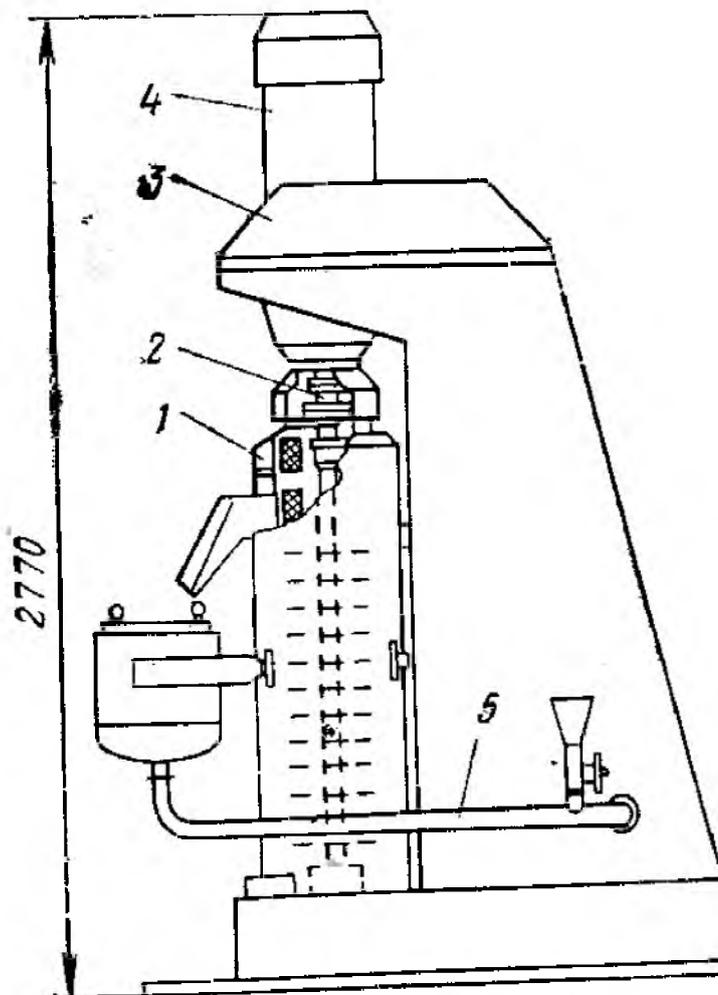


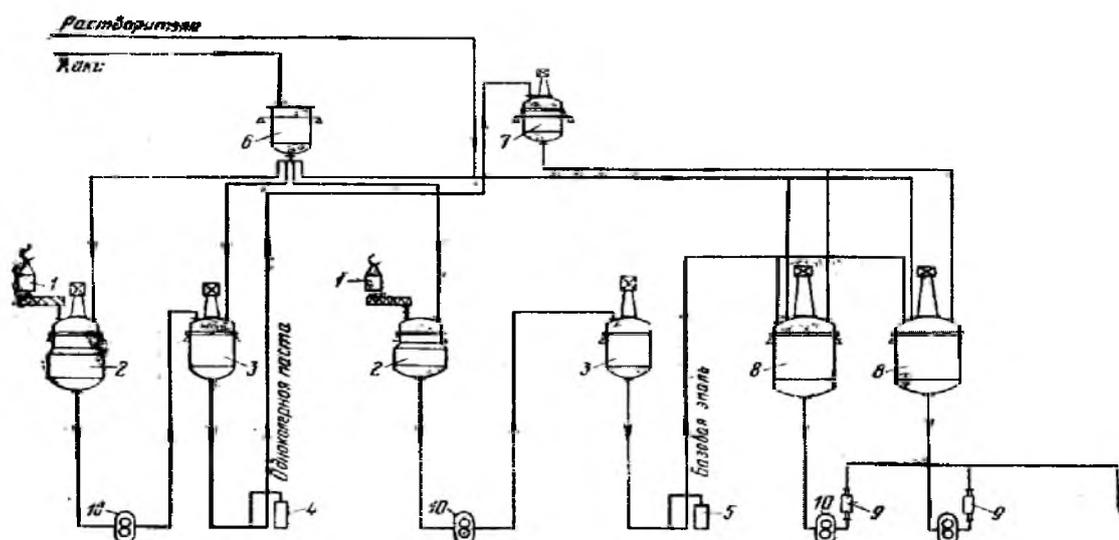
Рисунок 3 – Бисерная мельница

Технические характеристики бисерных мельниц зависят от емкости цилиндрического контейнера (корпуса, стакана). В качестве замесочной машины в производстве эмалей и красок находит также применение планетарнолопастной смеситель [8, с. 211].

Перемешивание загруженных пигментов с лаками производят в деже с рубашкой 2 при помощи мешалок 1 до получения однородной массы. Затем при помощи механизма 3 поднимают мешалки и заменяют дежу с замесом пустой

дежей или выгружают замес из лежи. Характеристики планетарно-лопастного смесителя типа ПЛ-25НРК следующие: рабочая температура в рубашке — до 100°С, а в деже объемом 0,025 м<sup>3</sup> до 80°С; частота вращения мешалок вокруг собственной оси — 92 об/мин, вокруг центра дежи 48,5 об/мин; мощность электродвигателя АОЛ-2-31 привода мешалок — 2,2 кВт, а частота вращения — 1430 об/мин; мощность электродвигателя АОЛ-1 1-4 привода механизации подъема — 0,18 кВт, а частота вращения — 1400 об/мин. (рисунок 4).

Для диспергирования (перетира) пигментных паст (замеса) служат краскотерочные машины различных типов и конструкций — трехвалковые, пятивалковые, шестивалковые, девятивалковые с горизонтальным, вертикальным и другим расположением металлических валков различных размеров и с различной частотой вращения, с охлаждением или (реже) без него.



1 - бункер для пигментов; 2 - смеситель быстроходный; 3 - смеситель напорный; 4 и 5 - бисерные мельницы; 6 - мерная емкость для лака; 7 - хранилище одноколерных паст; 8 - смеситель для эмалей; 9 - патронный фильтр; 10 - насос.

Рисунок 4 – Схема производства алкидных эмалей с применением бисерных установок

Бисерные мельницы используются отнюдь не только для изготовления алкидных красок, но также и для водных и эпоксидных. При работе с бисерными мельницами стандартного типа крайне необходимо следить за тем, чтобы подача воды в охлаждающую рубашку была непрерывной на протяжении всех этапов приготовления, потому что перегрев может стать

причиной серьезной поломки устройства или может привести даже к возгоранию системы. Так как в подавляющем большинстве случаев перемешивание в бисерной мельнице происходит на высоких оборотах, в пределах 1500 – 2000 оборотов в минуту, нужно следить еще и за тем, чтобы аппарат просто напросто не перемолол бисер, так как в этом случае бисер попадет в более глубокие части машины, что так же приведет к поломке устройства.

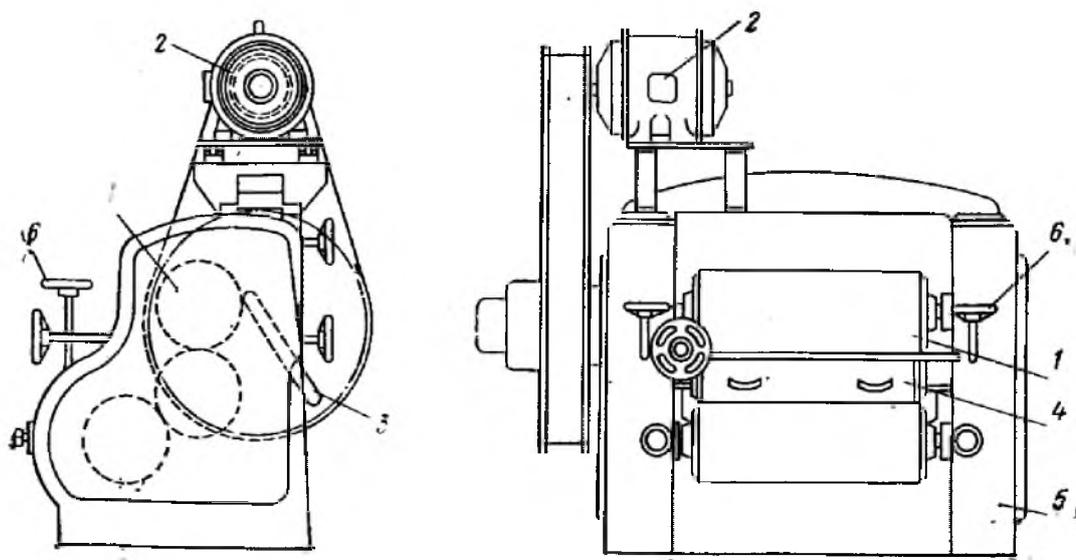


Рисунок 5 – Трехвалковая краскотерочная машинка

Трехвалковая машина является одной из самых редких на данный момент в производстве красок (рисунок 5). На таком аппарате делаются краски типа Декопур – Флекс, а также другие антикоррозионные покрытия [9, с. 117].

На рисунке 6 изображена бисерная мельница турбинного типа. Она позволяет производить краски в больших производственных масштабах. Появились такие мельницы относительно недавно, чуть больше десяти лет назад и уже зарекомендовали себя качеством помола антикоррозионных красок. Плюсы данной мельницы в том, что во – первых с ней нет таких трудностей в процессе производства, как с классической бисерной мельницей, за счет наличия турбины в конструкции, достигается наиболее высокая мощность, скорость перемешивания трех до пяти тысяч оборотов в минуту. Это позволяет производить от 500 до 1000 килограммов краски за один замес. Такой тип

мельниц предназначен только для корпорационных типов производства, потому как в меньших объемах с такими мощностями краску делать нецелесообразно по той причине, что в основном обороты не поднимаются выше 2000 об/мин.

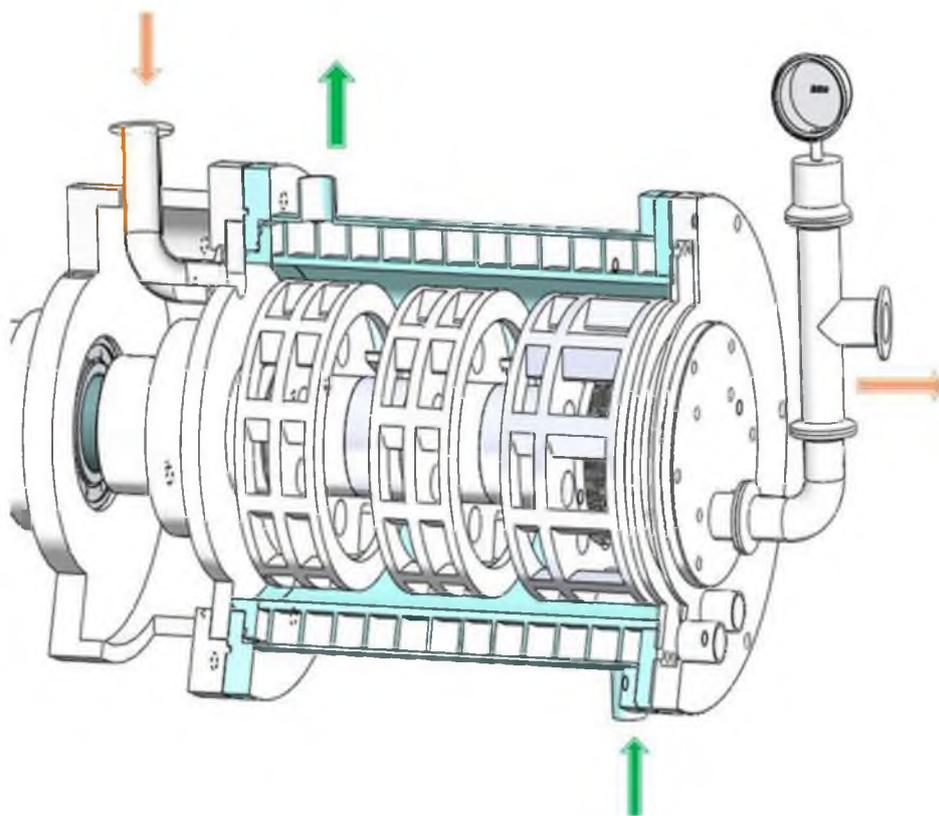


Рисунок 6 – Турбинная бисерная мельница

Теперь хотелось бы обратить внимание на двухкомпонентные эпоксидные краски.

Двухкомпонентными они являются потому, что состоят из основы А и отвердителя Б. Есть несколько видов эпоксидных красок, такие как стандартная Эпокси на основе эпоксидной смолы и Эпокси – Арктик, она называется так потому что имеет высокую устойчивость к низким температурам и используется в основном в северных широтах. В первую очередь в диссольтвер загружается эпоксидная смола SM 8132 в количестве 320 граммов, затем диэтиленгликоль ДЭГ – 1 80 граммов, потом уже заливаются растворитель бензиловый спирт в размере 60 граммов и толуол 20 граммов. Далее повышается скорость оборотов на 10 процентов и добавляется пеногаситель Depol 166H. Перемешивание первичных компонентов длится в

течении 20 минут на 700 оборотах в минуту. В классической рецептуре арктической эпокси есть акриловая смола ВМ – 66, она добавляется в замену Акрисола (схожая по составу и свойствам смола) и у нее есть нюанс, который заключается в том, что если передержать даже на 5 минут больше прописанного времени, она сворачивается.

В данном случае нужно строго соблюдать технологию. После всех загустителей добавляется меламин в количестве 95 граммов и пентаэритрит в том же соотношении. Их перемешивают на тех же оборотах в течении получаса. После того, как меламин и пентаэритрит полностью вошли в состав, вносится гидроксид алюминия и полифосфат аммония (ПФА), и перемешивается полтора – два часа, при этом обороты необходимо снижать до 650 в связи с тем, что полифосфат наиболее подвергает нагреву весь состав смеси.

В конце добавляются микросферы (стеклосферы) FS1500 навеской 75 граммов и перемешивается еще 10 минут. Отвердитель для данного типа изготавливается из таких компонентов, как отвердитель Этал 12 НТ и Fradur 3275 в соотношении один к одному. Морозоустойчивость данной краски в экстремальных условиях достигает -67 градусов цельсия. По своему химическому составу она ничем не отличается от стандартной эпоксидной эмали, срок службы у данного типа составляет до тридцати лет.

В таблице 4 представлены характеристики огнезащитных покрытий ООО «Территория».

Таблица 4 – Характеристики огнезащитных покрытий ООО «Территория»

Наименование материала	Производитель	Марка	Расход, кг/м <sup>2</sup>	Толщина слоя, мм
Декотерм - Эпокси	Территория	Plus	0.5	0.5
Декотерм – Эпокси Плюс	Территория	Plus	0.2-0.8	-
Эпокси - Арктик	Территория	Plus	1	-
Эпокси ТБ	Территория	Plus	1.2	1
Эпокси (компонент Б)	Территория	Plus	0.15-0.25	-

## 2 Определение выбросов загрязняющих веществ в ходе производства и эксплуатации лакокрасочных изделий ООО «Территория»

### 2.1 Основные виды отходов производства

Нужно понимать, что отходы производства являются наиболее опасными в плане загрязнения ими природы, они существуют в различных агрегатных состояниях – от твердых до газообразных, в особенности это касается, конечно же, жидких растворителей. Мы считаем, что когда мы все же перейдем хотя бы на краски, произведенные на основе порошков, это значительно снизит плохое влияние как на человека, так и на природу в целом, а это очень легко объяснить тем, что резко уменьшится прямой контакт человека с опасными компонентами, такими как растворяющие вещества. Из этого можно сделать оптимистичный вывод о том, что хотя бы на треть уменьшив содержание летучих продуктов в составе красок мы сделаем нашу природу чуточку чище, за что она ответит нам тем же.

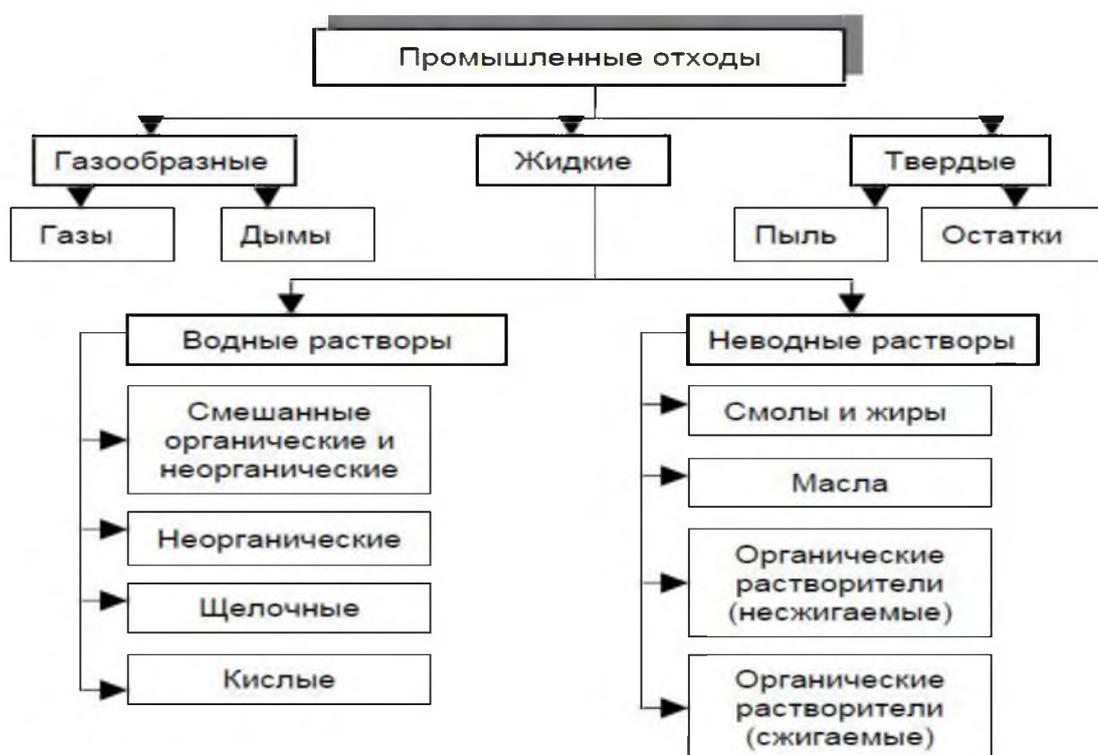


Рисунок 7 – Классификация и виды отходов предприятия

подразделяются на жидкие, твердые и газообразные (рисунок 7). Жидкие отходы можно разделить на водные растворы (дисперсии, остатки вододисперсионной краски), органические и неорганические растворители, щелочные отходы и кислоты. К отходам типа органических растворителей можно отнести такие, как ортоксилол, толуол, бензиловый спирт, ацетон и спирт – спирт [5, с. 98].

Самыми токсическими отходами из них считаются ортоксилол, толуол и ацетон. Так как ксилол является ароматическим углеводородом, его воздействие на окружающую среду является одним из самых значительных. Химическая формула  $C_6H_4(CH_3)_2/C_8H_{10}$ . Длительное воздействие этого вещества может вызывать раздражение глаз и кожи. Поскольку ксилол является еще и хорошим обезжиривателем, кожа под его воздействием высыхает, что вызывает ее растрескивание.

Также взаимодействие с данным растворителем оказывает пагубное воздействие на центральную нервную систему. Ортоксилол особенно опасен для водных организмов. Толуол так же не менее токсичное вещество. Химическая формула  $C_6H_5CH_3/C_7H_8$ . Он относится к третьему классу опасности. Пары толуола являются очень опасными, так как помимо своих токсических свойств, они могут смешиваться с атмосферным воздухом, в результате чего могут образовываться взрывоопасные смеси газов. Длительное вдыхание паров толуола может способствовать пневмониту.

Следующим в списке токсичных отходов производства является ацетон. Это бесцветная жидкость с присущим запахом. Химическая формула  $C_3H_6O$ ,  $CH_3-C(O)-CH_3$ . Из всех вышеперечисленных токсичных веществ ацетон является наименее вредным. В настоящее время предельно – допустимой концентрацией ацетона в воздухе считают 0,1%, не превышая которую не наносится вред окружающей среде.

Так же крайне вреден для водных организмов. Из – за того, что ацетон является летучим веществом, он распадается под действием ультрафиолета 21 день. В водной среде от 1 до 10 дней в среднем у ацетона происходит период

полураспада. В следствии поглощением микроорганизмов в водной среде, может прослеживаться понижение уровня кислорода. Но несмотря на это, организмы используют ацетон в качестве питательной среды. Безвредной для человека считается 25 граммов принятого вещества [13, с. 128]. При более высоких концентратциях в результате аспирации ацетона в дыхательные пути, есть риск остановки дыхания и сердца (таблица 5).

К неорганическим отходам можно отнести микросферы, или по – другому стеклосферы. Этот компонент относится к не менее загрязняющим, так как размер частиц микросфер составляет от 1 – 10 микрон, к тому же они крайне летучие.

Таблица 5 – Предельно-допустимая концентрация растворителей и других загрязняющих веществ в жилой зоне

Загрязняющее вещество	Предельно-допустимая концентрация, мг/м <sup>3</sup>	Максимально-разовая среднесуточная рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup>
Бензол	5,0	0,8
Метанол	5,0	0,5
Формальдегид	0,5	0,012
Дихлорэтан	10	1,0
Этанол	1000	5

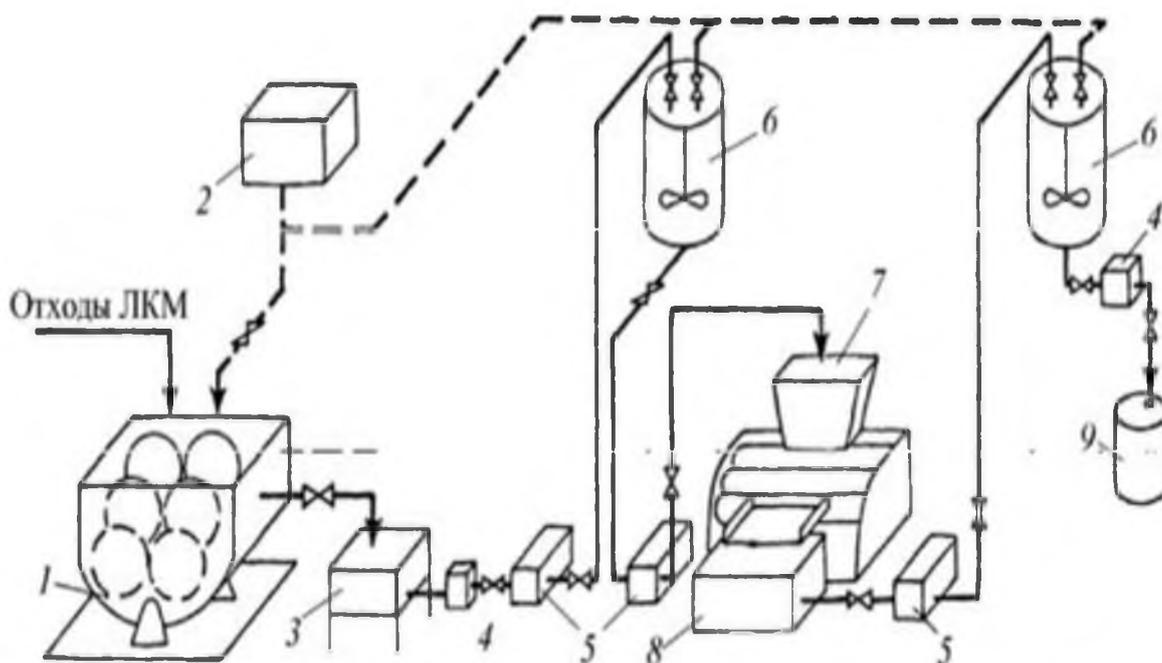


Рисунок 8 – Схема переработки отходов лакокрасочных материалов на предприятии

На рисунке 8 приведена схема переработки отходов лакокраски на предприятии ООО «Территория». Сначала промышленные отходы загружаются в смеситель 1, где отходы мешаются в течение двух часов. Далее вся масса подается в мерник специальный для растворителя 2, затем под давлением отходы перетекают в отстойник, где находится фильтр с грубой очисткой 3. После того, как отстоялась утилизационная масса, она переходит в камеру с фильтром 4, но уже тонкой очистки, чтобы в последующем отходы было проще утилизировать. Далее под действием насоса 5, полученная субстанция подается в бак, который предназначен для переработанного материала 6. Следом за этим все пропускается через краскотерочную машину 7, там утилизируемые отходы станут мелкодисперсными. Ну и в конце всего процесса все содержимое попадает в бак приемник 8, после чего финальным этапом упаковывается в тару 9.

Рассмотрим приведенные в отчете элементы, содержащиеся в сточных водах (рисунок 9).

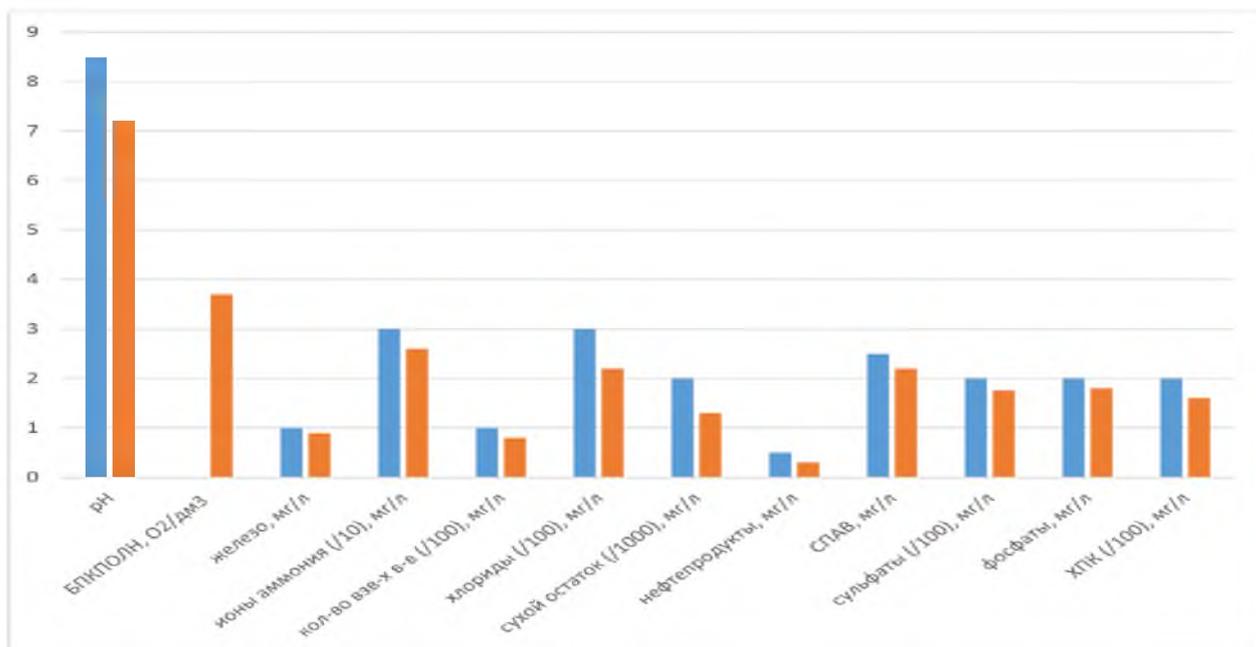


Рисунок 9 – Отчет экологического контроля сточной воды на предприятии ООО «Территория»

Рявляется водородным показателем среды.

БПК это число кислорода, которое нужно для того, чтобы окислить все

органические примеси до того, как активизируются нитрификационные процессы.

Железо в данном случае выступает в роли бикарбоната, либо сульфида, находящегося в водной среде.

Его концентрация связывается с углекислотой, так как растворимость соединений железа увеличивается в преимущественно кислотной среде, а вот уже уменьшается в щелочной.

Далее на очереди аммонийные ионы, которые представляют собой аммиачным продуктом распада. Проблема заключается в том, что в водной среде он начинает выстраивать связи с другими элементами, что в свою очередь способствует образованию крайне токсичных соединений.

Теперь рассмотрим количество веществ взвешенных в воде, они являются крупными частицами, которые не проходят через фильтры из бумажного материала. По ним можно судить, что вода загрязнена песком и другими крупными включениями.

Хлориды. Если в воде их количество возрастает, то воду уже нельзя использовать ни в технических, ни в хозяйственных целях [15, с. 232].

Сухой остаток же определяет содержание в водной среде различных минеральных либо органических примесей. Получают его путем воздействия высокими температурами на пробу воды, пропущенную через специальный фильтр при температуре 100-110 градусов цельсия.

Содержание синтетических активных веществ способствует даже в небольшом количестве разрушению почвы, окисление металла, также они способствуют повышению токсичности опасных веществ. А также они инициируют разрушение конструкций из железобетона.

Сульфатами называются соли серной кислоты, они находятся также и в водоемах так как имеют хорошую растворимость. Большое количество сульфатов попадают в стоки от предприятия.

ХПК называется йодатная окисляемость, причем в этом случае оценивается такое количество кислорода, которое нужно чтобы окислить

водные примеси.

В таблице 6 представлены показатели талых и дождевых вод вблизи предприятия

Таблица 6 – Показатели талых и дождевых вод вблизи предприятия

Показатели состава дождевых и талых вод	Единицы измерения	Масса сброса загрязняющего вещества (лимит)
Взвешенные вещества	т/год	7,32
Нефтепродукты	т/год	0,2
Легкоокисляемые органические соединения по БПК	т/год	0,77
Легкоокисляемые органические соединения по ХПК	т/год	1,83

Все экологические службы ООО «Территория» ежемесячно отчитываются по утилизации отходов с предоставлением соответствующих накладных или актов сдачи. ООО «Территория» составляет паспорт на каждый вид опасного отхода на основании данных о его составе, свойствах и оценки его опасности. Содержание компонентов в составе отхода определяет лаборатория, аттестованная по данному виду деятельности.

Учет отходов ведется в каждом квартале с указанием видов отходов по классам опасности.

К документам первичного учета отходов, служащим основой для заполнения отчетности, можно отнести Паспорт опасности отходов. Также необходимость паспортов установлена в специальном государственном стандарте, имеющим обязательный характер на территории России – Документирование и регулирование деятельности по обращению с отходами производства и потребления. В соответствии с этим стандартом, паспортом отходов является документ, формируемый по совокупности сведений, получаемых в результате документирования деятельности по обращению с отходами [10, с. 117]. К основным задачам, решаемым ООО «Территория» в рамках производственного учета обращения с отходами, следует отнести:

- документирование событий, происходящих при обращении с отходами;

- предоставление внешним адресатам информации о состоянии обращения с отходами на предприятии (таблица 7).

Таблица 7 – План природоохранных действий ООО «Территория» на 2023 год

№ п/п	Наименование мероприятий	Срок исполнения Затраты, тыс. руб.	Ответственный исполнитель	Эффект от внедрения
1	2	3	4	5
1	Разработка проекта организации и благоустройства санитарно-защитной зоны в составе узла предприятия	2023 г.	Специализированная организация	Соблюдение санитарного законодательства
2	Согласование проекта ПДВ	2023 г.	ООО «Полисинтез»	Соблюдение природоохранного законодательства
3	Организация сбора, хранения, учета и сдачи люминесцентных ламп	0,5	Энергетик	Соблюдение природоохранного законодательства
4	Контроль атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны	8,0	Договор с ООО «Полисинтез»	Соблюдение природоохранного законодательства
5	Зачистка колодцев канализационной сети предприятия	2,0	Энергетик	Улучшение качества сточных вод

## 2.2 Анализ инженерно-технических решений для снижения концентрации выбросов летучих веществ в ходе деятельности производства

Одним из значительных источников выделения летучих органических соединений является, как было описано ранее, применение растворителей в производственном процессе, связанным с нанесением лакокрасочных изделий на испытательные объекты с целью проверки, как краска защищает наносимое покрытие от агрессивного воздействия внешних факторов среды.

К основным представителям летучих органических соединений, образующимся при использовании лакокрасочных материалов, относятся:

толуол, ацетон, смесь орто-, и метаксилолов, этилацетат этиловый спирт, бензол, уайт – спирит, сольвент [17, с. 314]. Поэтому малярные цехи и окрасочные участки относятся к вредным, в которых благоприятные и безопасные условия труда на рабочем месте достигаются, главным образом, при помощи приточно – вытяжной вентиляции.

Регистрация летучих органических соединений на этих участках, как правило, отсутствует, так как установленные гидрофилтры (гидрозатворы) локализуют только 3 – 5% от общего их выделения, а для достижения предельно – допустимых концентраций на рабочем месте расходы воздуха на одно рабочее место составляют 10000 – 20000 м<sup>3</sup>/ч. Таким образом, вентиляционный воздух лакокрасочных предприятий, содержащий ЛОС, выбрасывается в атмосферный воздух практически без очистки.

На сегодняшний день на предприятии ООО «Территория» существуют и регулярно совершенствуются различные методы защиты атмосферы от выбросов органических веществ, такие как: абсорбция, адсорбция, термическое дожигание, химический метод, газоразрядный метод.

Хотелось бы выделить некоторые из предложенных методов.

Термическое дожигание. Данный метод заключается в очистке выбросов от газообразных примесей, который применяют обычно при высокой концентрации примесей (превышающей пределы возгорания) и значительном содержании в газах кислорода. К достоинствам этого метода относятся простота конструкции, небольшая занимаемая площадь, независимость эффективности работы от срока службы. Основным недостатком является большая стоимость очистки.

Следующий метод заключается в адсорбции и основан на поглощении токсичных веществ твердыми сорбентами, химическими реагентами или специальными составами. Применение метода адсорбции снижает эксплуатационные расходы за счет удаления основной доли токсичных продуктов при комнатной температуре. К недостаткам адсорбционной очистки относятся:

- необходимость тщательной очистки газов от взвешенных и смолистых веществ;
- правильный подбор абсорбента, его физико-химические свойства;
- сложный процесс регенерации, зависимость от концентрации очищаемых газов, температуры и влажности;
- при регенерации адсорбента адсорбционно-окислительным методом в окружающую среду выделяются вредные вещества;
- необходимость утилизации отработанного адсорбента;
- невозможность очистки газов от окиси углерода и аммиака.

Абсорбционный метод очистки. Этот метод основан на поглощении газов или паров из газовых или парогазовых смесей жидкими поглотителями. Достоинствами данного метода можно назвать во – первых, высокую эффективность извлечения улавливаемых веществ в широком диапазоне концентраций, непрерывность процесса при условии регенерации абсорбента, возможность очистки газового потока, как от твердых взвешенных веществ, так и парогазовых составляющих, относительную простоту аппаратного оформления.

Несмотря на все преимущества данного метода, при использовании абсорбционной очистки возникают проблемы приготовления и точной дозировки реагентов – окислителей, пропорционально концентрации примесей в очищаемых газах, удаления отработанного абсорбционного раствора и защиты оборудования от коррозии (таблица 8).

Химический метод очистки. Он заключается в обработке растворов, содержащих органические вещества специальными реагентами. В результате обработки образуются новые нетоксичные вещества, которые могут быть использованы в качестве сырья для дальнейшего применения в похожих производствах или быть захоронены на специальных свалках. Достоинствами этого метода можно назвать возможность очистки стоков как с неограниченной концентрацией и с достаточной высокой степенью очистки. Ну а к недостаткам следовало бы отнести значительный расход химических реактивов (щелочи и

кислоты), сложность и низкую рентабельность технологического процесса, образование стоков с высоким содержанием, что требует их обильного разбавления перед сбросом в канализации.

Таблица 8 – Средние эксплуатационные эффективности аппаратов газоочистки и пылеулавливания ЛКМ на предприятии ООО «Территория»

Аппарат, установка	Эффективность улавливания η, %	
	Твердых и жидких частиц	Газообразных и парообразных компонентов
Вентиляционные выбросы при окраске изделий		
Гидрофилтраты:		
- форсуночные	86-92	-
- каскадные	90-92	20-30
- барботажно-вихревые	94-97	40-50
Установки рекуперации растворителей (абсорбция твердыми поглотителями)	-	92-95
Установка термического окисления паров растворителей	-	92-97
Установка каталитического окисления паров растворителей	-	95-99

Приведем цитату Г.Э. Герасимова: «Газоразрядный метод основан на окислении молекул органических соединений озоном высокой концентрации. К достоинствам этого метода следует отнести во – первых, малые габаритные размеры установки, во – вторых, широкий качественный состав выбросов. Недостатками является необходимость предварительной очистки вентиляционного воздуха от взвешенных пылевых и аэрозольных частиц, каталитического блока для доокисления органики и нейтрализации избытка озона, ограничения по максимальной влажности очищаемого воздуха, ограниченный срок службы газоразрядных ячеек и их высокая стоимость.

Также, уменьшения концентрации ЛОС и расходов на материалы можно добиться автоматизацией процесса нанесения лакокрасочного покрытия.

Автоматизация позволяет сократить расход материала до 30 %. Благодаря точности роботов, можно обеспечить возможность точного управления и контроля объема используемого материала, что позволяет значительно

сократить затраты на материалы.

Благодаря многокомпонентным дозаторам, которые смешивают материал в непосредственной близости от краскораспылителя, и автоматическим электростатическим краскораспылителям, повышающим эффективность переноса, можно сэкономить материал и сократить расходы на сборы за выброс летучих органических веществ в атмосферный воздух.

Анализ возможных инженерно – технических решений для снижения концентрации летучих соединений в выбросахнешего производства лакокрасочного производства показал, что приоритетными являются методы, которые позволяют регенерировать пары растворителей из воздуха для их повторного использования».

### 3 Разработка методов снижения влияния на окружающую среду лакокрасочных изделий

#### 3.1 Внедрение методик расчета выбросов лакокраски от окрасочного участка

Для расчета загрязняющих веществ, выделяющихся на окрасочном участке, необходимо иметь нижеследующие данные:

- годовой расход лакокрасочных материалов и их марки;
- годовой расход растворителей и их марки;
- процентное выделение аэрозолей краски и растворителя при различных методах окраски и при сушке;
- процент летучей части компонентов, содержащихся в красках и растворителях;
- наличие и эффективность очистных устройств.

Расчет выделения загрязняющих веществ на окрасочном участке следует вести отдельно для каждой марки краски и растворителей.

Вначале определяем валовый выброс аэрозоля краски (в зависимости от марки) при окраске различными способами по формуле:

$$M_{\bar{e}} = m \cdot f_1 \cdot \delta_{\bar{e}} \cdot 10^{-7}, \text{ Т/ГОД} \quad (1)$$

где,  $m$  – количество израсходованной краски за год, кг;

$\delta_{\bar{e}}$  – доля краски, потерянной в виде аэрозоля при различных способах окраски, %;

$f_1$  – количество сухой части краски, в % мас. [14, с. 98]

Нелетучая (сухая) часть из выделившегося при окраске аэрозоля определяется по формуле:

$$\dot{I}_{\bar{e}, \text{не}}^{\text{г}} = m \cdot \delta_{\bar{e}} (100 - f_p) \cdot 10^{-4}, \text{ КГ} \quad (2)$$

где,  $t$  – масса используемых ЛКМ, кг;

$f_p$  – доля летучей части в ЛКМ, в % мас.

Валовый выброс летучих компонентов в растворителе и краске, если окраска и сушка проводятся в одном помещении, рассчитывается по формуле:

$$M_p^i = (m_1 \cdot f_{p1p} + m \cdot f_2 \cdot f_{p1e} \cdot 10^{-2}) \cdot 10^{-5}, \text{ Т/ГОД} \quad (3)$$

где,  $m_1$  – количество растворителей, израсходованных за год, кг;

$f_2$  – количество летучей части краски в %;

$f_{p1p}$  – количество различных летучих компонентов в растворителях, в % (табл. 3.26);

$f_{p1e}$  – количество различных летучих компонентов, входящих в состав краски (грунтовки, шпатлевки), в % [14, с. 99].

Валовый выброс загрязняющего вещества, содержащегося в данном растворителе (краске), следует считать по данной формуле, для каждого вещества отдельно.

При проведении окраски и сушки в разных помещениях, валовые выбросы подсчитываются по формулам:

– для окрасочного помещения:

$$M_{px}^{i1e\delta} = M_p^i \cdot \delta_p^i \cdot 10^{-5}, \text{ Т/ГОД} \quad (4)$$

– для помещения сушки:

$$M_{px}^{i1\delta\delta} = M_p^i \cdot \delta_p'' \cdot 10^{-5}, \text{ Т/ГОД} \quad (5)$$

где,  $\delta_p^i$  – доля растворителя, выделяющегося при окраске, %;

$\delta_p''$  – доля растворителя, выделяющегося при сушке, %.

Общая сумма валового выброса однотипных компонентов определяется по формуле:

$$M_{\text{ид}}^i = M_{\text{рх}}^{\text{иієđ}} + M_{\text{рх}}^{\text{иїоо}} + \dots, \text{ т/год} \quad (6)$$

Максимально разовое количество загрязняющих веществ, выделяющихся при окрасочных работах, согласно «Методике проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для баз дорожной техники (расчетным методом)» [14, с. 104], определяется по расходу ЛКМ в месяц наиболее интенсивной работы лакокрасочного участка (например, в дни подготовки к годовому осмотру), в г/с.

Расчет максимально разового выброса производится для операций окраски и сушки отдельно по каждому компоненту по формуле:

$$G_{\text{оє}}^i = \frac{P^i \cdot 10^6}{n \cdot t \cdot 3600}, \text{ г/с} \quad (7)$$

где,  $t$  – число рабочих часов в день в наиболее напряженный месяц, час;

$n$  – число дней работы участка за месяц напряженной работы при окраске (сушке);

$P^i$  – валовый выброс аэрозоля краски и отдельных компонентов растворителей за месяц, выделившихся при окраске и сушке, рассчитанный по формулам (1, 3, 6), т/год [14, с. 112].

При этом принимается  $m$  – масса краски и  $m^i$  – масса растворителя, израсходованных за самый напряженный месяц.

Если окраска и сушка производится одновременно, значения максимально разовых выбросов при этих операциях суммируются.

При расчетах следует принимать во внимание тот факт, что в местные отсосы поступает 97–98 % вредных веществ, остальная ее часть через неплотности укрытий трубопроводов и проемов поступает в производственные

помещения.

Валовый выброс загрязняющих веществ, попадающих в атмосферный воздух, при наличии очистных устройств, будет определяться при окраске и сушке по каждому компоненту отдельно по формуле:

$$M^{oc^i} = M^i - J^i, \text{ Т/ГОД} \quad (8)$$

При наличии работающих очистных устройств для улавливания загрязняющих веществ, выделяющихся при окраске, масса уловленного валового выброса загрязняющих веществ определяется по формуле:

$$J^i = M^i \cdot A \cdot \eta, \text{ Т/ГОД}, \quad (9)$$

где,  $M^i$  – валовый выброс  $i$ -го загрязняющего компонента в ходе производства (окраски, сушки), т.е. рассчитанный по формулам 1, 3,6 за год;

$A$  – коэффициент, учитывающий исправную работу очистных устройств;

$\eta$  – эффективность данного очистного устройства по паспортным данным, в долях единицы.

Коэффициент  $A$  рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{N}{N_1}, \quad (10)$$

где,  $N$  – количество дней исправной работы очистных устройств в год;

$N_1$  – количество дней работы окрасочного участка в год.

Максимально разовый выброс загрязняющих веществ при наличии очистных устройств определяется по формуле:

$$G_{гг_1}^i = \frac{(P^i - B^i) \cdot 10^6}{3600 \cdot n \cdot t}, \text{ Г/С} \quad (11)$$

при этом определяется по формуле:

$$B^i = P^i \cdot A \cdot \eta, \text{ т/месяц}, \quad (12)$$

где,  $M$  – определяется по формулам (1,3,5) для каждого компонента отдельно. При этом принимается  $m$  – масса краски и  $m^i$  – масса растворителя, израсходованных за самый напряженный месяц.

Согласно «Методическому производственному пособию по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух» при наличии газоочистного оборудования максимально разовый выброс рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{ооэ}_1}^i = \frac{P^i \cdot 10^6}{n \cdot t \cdot 3600} (1 - \eta), \text{ г/с} \quad (13)$$

где,  $\eta$  – эффективность очистной установки, в долях единицы (по паспортным данным для проектируемых предприятий и фактическим – для действующих).

Если очистные устройства какое-то время не работали, то максимально разовый выброс определяется по формуле 7.

### 3.2 Основные мероприятия, направленные на обеспечение безопасности окружающей среды

Образующиеся в результате производства лакокраски отходы требуют для своей переработки специальных технологических процессов, не соответствующих профилю предприятия. Внедрение этих процессов на данном предприятии технически и экономически нецелесообразно. Отходы должны периодически вывозиться на полигон, а также сдаваться на переработку, утилизацию или обезвреживание специализированным предприятиям.

В период накопления отходов для сдачи на полигон или специализированные предприятия-переработчики предусматривается их временное накопление (хранение) на территории предприятия в специализированных местах, оборудованных в соответствии с действующими нормами и правилами. Планы предприятия в обязательном порядке согласовываются с местными органами власти и государственными природоохранными структурами, отвечающими за состояние окружающей среды в регионе. Соблюдение этого требования важно в связи с тем, что экологические проблемы предприятий могут иметь меньшее значение для региона и наоборот. Координация планов позволяет учесть интересы предприятий и региона и создает предпосылки для соблюдения приоритетности в разрешении природоохранных проблем.

Сейчас произошло резкое усложнение технологического процесса, который разбивается на большое число стадий, протекание которых контролирует автоматика, вплоть до специальных компьютеров. Это в свою очередь создало условия для увеличения масштабов производства, что в конечном итоге дает большой экономический эффект, перекрывающий в несколько раз затраты на компьютеризацию процессов.

Дальнейшее совершенствование технологических процессов – переход на гибкие технологические системы резко расширяет возможности быстрой реакции на требования рынка. Вместе с тем увеличивается вероятность отказа, что вызывает необходимость разработки специальных мер предосторожности, на которые требуется все больше и больше затрат. В идеальном случае было бы целесообразно, определив вероятность аварийной ситуации, разработать для нее шкалу противоаварийных мер. Реальные условия, однако, свидетельствуют о том, что аварийного сочетания за весь период эксплуатации может не произойти, т.е. реализация противоаварийных мероприятий приведет к омертвлению значительных средств, и распространение внедрения таких средств на все предприятия практически невозможно и экономически невыгодно. Следовательно, нужно на первом этапе определить те химические

производства, на которых даже маловероятные аварии приводят к опасному разрушению окружающей среды и могут оказать вредное влияние на здоровье населения. Критерием отбора могут служить:

- токсичность продуктов и их количество
- экологическая и санитарно-гигиеническая характеристики зоны возможного воздействия выбросов,
- сложность технологического процесса и характер отклонений от этого процесса.

Первые два критерия сравнительно легко поддаются идентификации. Некоторую трудность может вызвать определение размеров зоны поражения, так как мало вероятно, что она совпадает с размерами принятой в проектировании санитарно-защитной зоны.

Наибольшую опасность представляет выброс веществ в атмосферу и последующий перенос их воздушными течениями. Климатические особенности, в частности осадки, могут привести к выпадению токсичных соединений за много сотен километров от очага их появления. Следовательно, необходимо знать характер движения и переноса веществ в масштабе страны и прилегающих зарубежных стран.

Исходя из характера процесса, практически можно предусмотреть меры на случай аварийной ситуации. К таким мерам относится, прежде всего изоляция в возможно короткие сроки той или иной производственной ячейки и последующая герметизация всего процесса, с тем чтобы прекратить нежелательные реакции. При этом при аварийном выбросе вступают в действие иные закономерности, требующие в первую очередь вывода из зоны аварии всех людей, за исключением персонала, занятого ее ликвидацией. Для этого необходима концентрация транспортных средств в очень малые сроки, что возможно только тогда, когда эти средства заранее где-то сосредоточены и точно определены места эвакуации.

С другой стороны, необходимы меры для максимально возможной нейтрализации веществ, которые при аварии в большом количестве и

концентрированном виде могут поступить в окружающую среду. Такая опасность угрожает, например, накопителям отходов многих химических предприятий, расположенных в европейской части страны, когда выпало чрезмерно большое количество снега, таяние которого могло бы дать напор, значительно превышавший возможности дамб.

Для предотвращения атмосферных выбросов, вероятно, необходимы дополнительные затраты для создания систем аварийной газоочистки в тех местах технологической цепи, где вероятность возникновения утечек наибольшая. В некоторых случаях для этого требуется создать аппараты дожигания, т.е. подвести топливо (газ или мазут) в специальные камеры, предназначенные для огневого разложения больших объемов токсичных химических соединений (например, вихревые топки). В свою очередь, потребуется создать аварийные запасы этого топлива и автоматические системы включения таких систем в действие.

На некоторых производствах технически возможно и экономически выгодно создать промежуточные емкости для аварийного накопления промежуточных токсичных продуктов в период аварийной ситуации.

В связи с тем, что авария не всегда сразу поддается контролю, при проектировании предприятий необходимо предусматривать специальный раздел, содержащий рекомендуемые меры предотвращения аварий и ликвидации их последствий.

Конкретные меры, максимально приближенные к реальной ситуации, настойчивое внедрение противоаварийных средств, последующее их поддержание в состоянии готовности в конечном итоге может привести к весьма значительному предотвращенному ущербу, который с избытком перекроет понесенные затраты.

Больше внимания уделяется учету экологических факторов при размещении предприятий и разработке отраслевых схем развития. Еще в 1995 г. принято решение о создании в химико-технологических отраслях базовых предприятий ускоренного внедрения и совершенствования малоотходных и

безотходных технологических процессов и производств [4, с. 128]. Предполагается, что эти предприятия выйдут на наиболее безопасный экологический режим работы в основном в результате преобразования и совершенствования всех видов технологических процессов.

Задача достаточно сложная, требует мобилизации всего научно-технического потенциала отрасли и привлечения научных сил Академии наук России и учебных институтов. Вместе с тем задача эта реальна, и ее осуществление позволит полностью перейти к развернутому внедрению безотходных технологических процессов и добиться полной и реальной экологической безопасности всех промышленных предприятий [3, с. 132].

Также к мероприятиям, направленным на обеспечение безопасности окружающей среды относится и создание санитарно-защитных зон, специальных территорий с особым режимом использования, которые устанавливаются вокруг объектов и производств, являющихся источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека. Так как рассматриваемое предприятие относится к промышленным объектам и производствам четвертого класса IV, то ширина СЗЗ должна быть не менее 100 м. В санитарно-защитной зоне не допускается размещать: жилую застройку, включая отдельные жилые дома, ландшафтно-рекреационные зоны, зоны отдыха, территории курортов, санаториев и домов отдыха, территорий садоводческих товариществ и коттеджной застройки, коллективных или индивидуальных дачных и садово-огородных участков, а также других территорий с нормируемыми показателями качества среды обитания; спортивные сооружения, детские площадки, образовательные и детские учреждения, лечебно-профилактические и оздоровительные учреждения общего пользования.

Допускается размещать в границах санитарно-защитной зоны промышленного объекта или производства здания и сооружения для обслуживания работников указанного объекта и для обеспечения деятельности промышленного объекта (производства) нежилые помещения для дежурного аварийного персонала, помещения для пребывания работающих по вахтовому

методу (не более двух недель), здания управления, конструкторские бюро, здания административного назначения, научно-исследовательские лаборатории, поликлиники, спортивно-оздоровительные сооружения закрытого типа, бани, прачечные, объекты торговли и общественного питания, мотели, гостиницы, гаражи, площадки и сооружения для хранения общественного и индивидуального транспорта, пожарные депо, местные и транзитные коммуникации, ЛЭП, электроподстанции, нефте- и газопроводы, артезианские скважины для технического водоснабжения, водоохлаждающие сооружения для подготовки технической воды, канализационные насосные станции, сооружения оборотного водоснабжения, автозаправочные станции, станции технического обслуживания автомобилей.

## Заключение

Лакокрасочные материалы, без сомнения, наносят серьезный ущерб окружающей среде, что в свою очередь в обозримом будущем может привести к катастрофическим последствиям. С учетом всех вышеописанных методов снижения воздействия ЛКМ, все равно нельзя на сто процентов уберечь ОС от его вредности.

У каждого из методов есть как преимущества, так и недостатки, и недостатки эти необязательно должны быть связаны с только лишь технологическим прогрессом в данной отрасли. Большую роль, на самом деле, здесь играет еще и экономическая составляющая, так как любой такой «прогресс», как бы мы это ни признавали, связан с большими денежными затратами. Ведь чем та или иная технология по уменьшению воздействия вредных составляющих лакокраски эффективнее, тем она дороже. И это ни для кого не секрет.

К сожалению, лакокрасочная промышленность практически полностью находится в руках частного бизнеса, и владельцы этого бизнеса, в подавляющем большинстве случаев банально не выполняют даже самые элементарные обязательства, связанные с экологией. Частники просто «покупают» все документы, чтобы сэкономить на организации экологического контроля на предприятии.

Исходя из всего вышеупомянутого можно сделать не совсем оптимистичные выводы, но мы уверены, что в будущем ситуация на рынке лакокрасочной промышленности будет развиваться в лучшую сторону. Если рассматривать альтернативные варианты приготовления красок, то я вижу будущее в нанотехнологиях. Эта отрасль, конечно, еще не до конца изучена, но уже делаются шаги в этом направлении. Нанотехнологии в области лакокрасочной промышленности позволят минимизировать влияние ЛКМ на окружающую среду.

Безусловно, на сегодняшний день, это требует больших затрат, и область

применения не столь обширна. Также еще не оптимизировано использование наночастиц в покрытиях, они также в настоящем виде оказывают негативное влияние непосредственно на человека, так как само понятие «нано» подразумевает очень и очень маленький размер частиц (от 1 до 100 нанометров), которые могут проникать в организм человека через дыхательные пути, даже в слизистую оболочку глаз. Также существует проблема в финишных покрытиях, произведенных на основе наночастиц, которая заключается в том, что при нанесении такого покрытия на металл, наночастицы проникают глубоко в металл, попутно занося с собой кислород, который подвергает наносимую поверхность коррозии. Преодолеть эту проблему может позволить создание «идеального вакуума».

Также нанотехнологии в лакокраске могут позволить создать «самообучающиеся» красочные покрытия. Суть заключается в том, что такой тип эмали после нанесения его на поверхность, может сам приспособливаться к условиям окружающей среды, она может становиться гладкой, либо шероховатой, упругой или эластичной, в зависимости от взаимодействия наночастиц с ультрафиолетом, молекулами водорода и кислорода, а также другими химическими соединениями.

Например, в космической промышленности уже создали супертвердые наночастицы, которые внедряются в верхние слои полимеров, снижая влияние атомарного кислорода аж до 15 процентов, что наиболее важно в условиях эксплуатации космических аппаратов. В связи со всеми вышеописанными преимуществами и перспективами, я могу с уверенностью заявить, что нанотехнологии в лакокрасочной промышленности станут переломным моментом в данной отрасли в скором времени мы увидим совершенно новые виды, которые перевернут наше представление о красках.

## Список использованной литературы

1. Азаренков, Н.А. Наноструктурные покрытия и наноматериалы: Основы получения. Свойства. Области применения: Особенности современного наноструктурного направления в нанотехнологии / Н.А. Азаренков, В.М. Береснев, А.Д. Погребняк, Д.А. Колесников. – М.: КД Либроком, 2013. – 368 с.
2. Андреева, Н.Д. Теория и методика обучения экологии: учеб. / Н.Д. Андреева, В.П. Соломин, Т.В. Васильева; под ред. Н.Д. Андреевой. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2017. – 190 с.
3. Боголюбов, С.А. Правовые основы природопользования и охраны окружающей среды: учеб. и практикум для академического бакалавриата / С.А. Боголюбов, Е.А. Позднякова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 429 с.
4. Бурко, Р.А. Экологические проблемы современного общества и их пути решения / Р.А. Бурко, Т.В. Терёшина // Молодой ученый. – 2013. – № 11. – С. 128-132.
5. Величковский, Б.Т., Кирпичев, В.И., Суравегина, И.Т. Здоровье человека и окружающая среда: учеб. пособие. – М.: Новая школа, 2007. – 286 с.
6. Венкатараман, К. Химия синтетических красителей. – СПб.: Химическая литература, 2010. – 871 с.
7. Верхованцев, В.В. Функциональные добавки в технологии лакокрасочных материалов и покрытий. – М.: ООО «Издательство «ЛКМ-Пресс», 2017. – 280 с.
8. Ветошкин, А.Г. Основы инженерной экологии: учеб. пособие / А.Г. Ветошкин. – СПб.: Лань, 2018. – 332 с.
9. Власов, Ю.А. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования / Ю.А. Власов, Н.Т. Тищенко. – Томск: Изд-во Томского ГАСУ, 2017. – 277 с.
10. Данилов-Данильян, В.И., Горшков, В.Г., Арский, Ю.М., Лосев, К.С.

- Окружающая среда между прошлым и будущим: Мир и Россия. – М.: ВИНТИ, 2004. – 230 с.
11. Дидюков, З.С. Лакокрасочные покрытия / З.С. Дидюков. – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной и судостроительной литературы, 2016. – 216 с.
  12. Дроздов, А.А., Дроздова, М.В. Конспект лекций. Неорганическая химия. – Воронеж: Научная Книга, 2020. – 765 с.
  13. Жуйкова, Т.В. Экологическая токсикология: учеб. и практикум для бакалавриата и магистратуры / Т.В. Жуйкова, В.С. Безель. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 362 с.
  14. Исследовательский практикум по общей химии / Под ред. В.П. Зайцева. – М.: Изд-во МГУ, 2015. – 480 с.
  15. Карапетьянц, М.Х. Общая и неорганическая химия: учеб. пособие / М.Х. Карапетьянц, С.И. Дракин. – СПб.: Нева, 2018. – 322 с.
  16. Карякина, М.И. Лабораторный практикум по испытанию лакокрасочных материалов и покрытий / М.И. Карякина. – М.: Химия, 2015. – 240 с.
  17. Коровин, Н.В. Общая химия: учеб. – 7-е изд., испр. – М.: Высшая школа, 2006. – 557 с.
  18. Ли, Х., Невилл, К. Справочное руководство по эпоксидным смолам / Под ред. Н.В. Александрова. – М.: Энергия, 2020. – 416 с.
  19. Лифшиц, М.Л., Пшиялковский, Б.И. Лакокрасочные материалы. – М.: Эксмо, 2017. – 283 с.
  20. Мюллер, Б., Пот, У. Лакокрасочные материалы и покрытия. Принципы составления рецептур / Под ред. А.Д. Яковлева. – М.: Пэйнт-Медиа, 2019. – 237 с.
  21. Розенфельд, И.Л. Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями / И.Л. Розенфельд, Ф.И. Рубинштейн, К.А. Жигалова. – М.: Химия, 2020. – 224 с.
  22. Саенко, О.Е. Аналитическая химия. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2019. – 448 с.

23. Технология эмали защитных покрытий: учеб. пособие / Под ред. Л.Л. Брагиной, А.П. Зубехина. – Новочеркасск: ЮРГТУ(НПИ), 2019. – 488 с.
24. Хаускрофт, К., Констебл, Э. Современный курс общей химии. – М.: Мир, 2018. – 523 с.
25. Черняк, К.И. Эпоксидные компаунды и их применение. – Л.: Судпромгиз, 2016. – 258 с.