

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт
«Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Т. А. Кулагина
подпись
« _____ » _____ 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.01 «Техносферная безопасность»

«Оценка влияния промышленного объекта (на примере завода по
производству синтетического каучука) на окружающую среду»

Пояснительная записка

Руководитель _____ Т.В.Игнатенко
подпись, дата _____ должность, ученая степень

Выпускник _____ А.М.Захарова
подпись, дата

Консультанты по разделам:

Консультант по _____ С. В. Комонов
нормативно-правовой базе _____
подпись, дата

Нормоконтроль _____ С. В. Комонов
подпись, дата

Красноярск 2018

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Оценка влияния промышленного объекта (на примере завода по производству синтетического каучука) на окружающую среду» содержит 87 страниц, включает 9 таблиц, 20 литературных источников и 5 листов графического материала.

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА, АКРИЛОНИТРИЛ, БУТАДИЕН, СИСТЕМА ГАЗООЧИСТКИ, ПДК, РАССЕИВАНИЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ, ПРИРОДООХРАННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ.

Объект исследования - завод по производству синтетического каучука марки БНКС.

Цели работы:

Оценка влияния промышленного объекта (на примере завода по производству синтетического каучука) на окружающую среду и разработка модернизации по снижению выбросов вредных веществ во внешнее пространство.

Для достижения поставленной цели необходимо решить задачи:

- осуществить знакомство с общей структурой промышленного предприятия (завода по производству синтетического каучука);
- оценить воздействия производства синтетического каучука на окружающую природную среду в виде количественной оценки вредных веществ попадающих в атмосферу и методом дендрохронологии древесных растений;
- разработать природоохранные мероприятия по снижению вредных выбросов в атмосферу;

- определить количество вредных веществ образующихся в процессе сушки синтетического каучука и попадающей через систему вентиляции в атмосферу до и после использования предложенных очистных сооружений.

В результате выполнения бакалаврской работы был подробно рассмотрен технологический процесс производства синтетического каучука, выявлены основные источники загрязнения атмосферы и произведен расчет рассеивания загрязняющих веществ от одиночного источника по МРР-2017, а также расчет абсорбционно-биохимической установки.

Расчет рассеивания до и после установки абсорбера показал, что оборудование, используемое для промывки, сушки и брикетирования на предприятии по производству синтетического каучука, не удовлетворяет экологическим требованиям. Об этом же свидетельствует угнетение развития растений произрастающих рядом с территорией предприятия и определенное методом дендрохронологии.

В связи с этим предприятию было предложено в цехе 4 использовать абсорбционно-биохимическую очистку газа.

При данном способе максимально снижаются выбросы в атмосферу, что подтверждено расчетом рассеивания бутадиена и акрилонитрила после установки абсорбера.

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе на тему:

Бакалаврская работа выполнена на 87 страницах, включает 9 таблиц, 20 литературных источников и 5 листов графического материала.

Объектом исследования является завод по производству синтетического каучука.

Целью исследования является модернизация системы газоочистки цеха 9б предприятия по производству синтетического каучука.

В бакалаврскую работу входит введение, семь глав, итоговое заключение по работе.

Во введении раскрывается актуальность выпускной квалификационной работы по выбранному направлению, определяется проблема, ставится цель и задачи.

В первой главе дана характеристика предприятия.

Во второй главе рассмотрена технология производства бутадиен-нитрильных каучуков.

В третьей главе описан технологический процесс производства каучука в цехах на предприятии по производству синтетического каучука.

В третьей главе произведен расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу по методике МРР-2017.

В четвертой главе произведен расчет рассеивания вредных веществ.

В пятой главе рассмотрен предлагаемый абсорбционно-биохимической метод очистки газов и произведен расчет данной установки очистки газов.

В шестой главе рассмотрен и выполнен расчет при применении предлагаемой абсорбционно-биохимической установки.

В седьмой главе произведен расчет прироста яблони ягодной.

В восьмой главе представлена нормативно - правовая база.

В заключении сформулированы выводы по выпускной квалификационной работе.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический институт
Кафедра «Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ Т. А. Кулагина
подпись
« _____ » _____ 2018 г.

ЗАДАНИЕ
НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ
в форме бакалаврской работы

Студенту: Захаровой Анне Михайловне

Группа ЗФЭ 13-02Б Направление (специальность) 20.03.01
«Техносферная безопасность»

Тема выпускной квалификационной работы: «Оценка влияния
промышленного объекта (на примере завода по производству
синтетического каучука) на окружающую среду».

Утверждена приказом по университету: № 4892/с от 05 апреля 2018 г.

Руководитель ВКР: Т.В.Игнатенко

Исходные данные для ВКР:

Перечень разделов ВКР:

Перечень графического и иллюстрационного материала с указанием
основных чертежей, плакатов:

Лист 1: Схема производства бутадиен-нитрильного каучука

Лист 2: Технологическая схема цеха 4

Лист 3: Схема абсорбера

Лист 4: Изменение концентраций бутадиена и акрилонитрила после
использования абсорбционно-биохимической очистки

Лист 5: График изменения прироста годичных колец яблонь ягодных в разные годы.

Руководитель

подпись

Т.В.Игнатенко

Задание приняла к исполнению _____

подпись

А.М.Захарова

« » _____ 2018 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ГРАФИК

Выполнения ДБР

Наименование и содержание этапа	Срок выполнения
Сбор и анализ исходной документации и литературы	06.01.2018-03.04.2018
Выполнение эксперимента по дендрохронологии	05.04.2018 – 09.05.2018
Выполнение расчетов, оформление результатов, составление выводов	10.05.2018 – 15.06.2018
Представление на кафедре	18.06.2018 – 24.06.2018

Руководитель

подпись

Т.В.Игнатенко

Выполнила

подпись

А.М.Захарова

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Общие сведения о предприятии	11
1.1 Краткая характеристика физико-географических и климатических условий района расположения предприятия	12
1.2 Характеристика района расположения предприятия по уровню загрязнения атмосферы	13
2. Технология производства бутадиен-нитрильных каучуков	14
2.1 Сырье и материалы, используемые в производстве каучуков БНК.	15
2.2 Описание, технологические процессы производства синтетических каучуков	16
2.2.1 Прием, хранение акрилонитрила	17
2.2.2 Прием, хранение бутадиена, бутадиен-возврата, прием НАК-ректификата	17
2.2.3 Отделение приготовления растворов	17
2.2.4 Отделение полимеризации	19
2.2.5 Приготовление партий латекса	20
3. Расчет образования загрязняющих веществ (до мероприятия)	27
3.1 Расчет выбросов бутадиена	27
3.2 Расчет выбросов акрилонитрила	31
4. Расчет рассеивания вредных веществ	34
5. Мероприятие по снижению выбросов вредных компонентов	45
5.1 Абсорбционно-биохимическая очистка	46
5.2 Расчет абсорбера	50
6. Расчет образования загрязняющих веществ (после мероприятия)	57
7. Расчет прироста яблони ягодной методом дендрохронологии	61
7.1 Общие сведения	61
7.2 Дендрохронология	63
7.3 Дендрохронология и её место в экологии	64
7.4 Основные принципы дендрохронологии	65
7.5 Достоинства и недостатки метода	67
7.6 Выбор образцов древесины	68
7.7 Устранение скручивания кернов	69
7.8 Наклейка кернов на деревянную основу	70
7.9 Полировка и зачистка торцевой поверхности	71
7.10 Расчет методом дендрохронологии	74
8 Нормативно-правовое обоснование	78
Заключение	85
Список используемых источников	87

ВВЕДЕНИЕ

Химическая промышленность является одним из основных секторов производства во всех промышленно-развитых странах. Огромное народнохозяйственное значение отводится производству синтетического каучука. Чаще всего синтетический каучук используют в виде резины. Резиновые изделия применяют в военной промышленности, технике, производстве промышленных товаров: медицинских изделий, искусственной кожи, обуви... Основными потребителями резинотехнических изделий являются сельскохозяйственное машиностроение и автомобильная промышленность. В РФ значимость развития производства синтетического каучука вызвана востребованностью конечных изделий, наличием широкой базы трудовых ресурсов, сырьевой базы, высокой экономической эффективностью и большими перспективами роста потребления на мировом рынке. Таким образом, развитие производства синтетического каучука будет способствовать не только решению задач финансовой безопасности России, но социальных проблем.

Но, помимо достоинств, химическая промышленность создает и массу проблем, связанных с экологией. Эти проблемы не только в отходах, но и вредных выбросах, возникающих в процессе производства.

Основные затруднения при очистке и утилизации связаны с тем, что выбросы и отходы химических производств в основном смеси.

Экологические проблемы производства синтетического каучука несут в себе одно крайне неприятное свойство.

В результате производства каучука появляются или синтезируются вещества, которые на 100% синтетические и не являются пищей для какого-либо организма на планете. Они не входят в пищевую цепочку, а, значит, не перерабатываются естественным путем. Они могут накапливаться, утилизироваться или перерабатываться только искусственным промышленным способом. В данный момент их переработка значительно

отстает от накопления и выработки. Это и является основной экологической проблемой.

В качестве сырья для производства бутадиен-нитрильного каучука используется бутадиен. Такой каучук является процессом сополимеризации акрилонитрила и бутадиена.

Каучуки марки БНКС подразделяются в зависимости от содержания в каучуках связанного акрилонитрила. Они делятся на каучуки с низким (15-20%), средним (31-34%) и высоким (36-40%) содержанием нитрила акриловой кислоты. С увеличением содержания нитрила акриловой кислоты в каучуках снижается морозостойкость, но повышается их прочность и маслостойкость.

В связи с большим объемом производства, предприятие не может не оказывать воздействия на окружающую среду. Любой технологический процесс связан с образованием твердых (промышленный и бытовой мусор), жидких (сточные воды, хозяйственно-бытовые) и газообразных (вредные примеси в атмосфере, пыль) отходов.

Основными источниками загрязнений окружающей среды при производстве бутадиен-нитрильного каучука являются системы местной вытяжной вентиляции. Загрязняющими веществами, поступающими в атмосферный воздух при производстве бутадиен-нитрильного каучука в основном являются бутадиен – 81,2% от всех выбросов на предприятии, и акрилонитрил - 14,4%.

Целью данной работы является определение воздействия предприятия по производству синтетического каучука на окружающую среду и разработка мероприятия по сокращению выбросов. Эта тема является актуальной в связи с неблагоприятной экологической обстановкой в г. Красноярске.

1 Общие сведения о предприятии

ОАО «Каучук» специализируется на производстве высококачественных бутадиен-нитрильных каучуков. Бутадиен используется как основной мономер в процессе эмульсионной полимеризации при получении бутадиен-нитрильного каучука. В состав производственных мощностей предприятия входят технологические установки по производству бутадиен-нитрильных каучуков общей мощностью 42,5 тыс. тонн в год. Производственная инфраструктура предприятия включает в себя собственные подъездные пути, эстакады по сливу сырья и отгрузке готовой продукции, мощности по хранению сырья и готовой продукции.

Общая площадь промышленной площадки ОАО «Каучук» в границах ограждения составляет 31 га. Площадь застройки 9,48 га. Подъездной железнодорожный путь примыкает к станции «Мосты» ОАО «РЖД». Рельеф промышленной площадки ОАО «Каучук» представляет собой ровную поверхность.

С западной стороны территория предприятия ограничена проезжей частью ул. Промышленная, за которой расположена промышленно - административная зона. С южной стороны предприятие граничит с промышленной площадкой ООО «Электрон». С восточной стороны территория предприятия ограничена проезжей частью ул. Заводская, далее расположена промышленная зона района ТЭЦ-1и других предприятия. С северной стороны к территории предприятия примыкает торговая зона. Ближайшая жилая зона расположена в северном направлении за проспектом Газеты «Комсомолка». На территории за проспектом Газеты «Комсомолка» расположена торговая зона, а далее за ней жилая зона. Ближайший жилой 10-ти этажный дом, проспект Газеты Комсомолка, 1 а, расположен на расстоянии более 200 метров от границы территории предприятия. На юго-востоке от предприятия на расстоянии 138 м расположен оптово-розничный рынок «Западный».

На промышленной площадке предприятия расположены корпуса цехов основного производства (1; 3а; 4).

1.1 Краткая характеристика физико-географических и климатических условий района расположения предприятия

Предприятие по производству синтетического каучука находится в г. Красноярске, в Ленинском районе по ул. Промышленная, 1. Предприятие граничит с жилыми массивами.

Климатические характеристики – средняя температура в летний период 22°C, зимний –15°C, среднегодовая скорость ветра - 2,8 м/с, а максимальная - 28 м/с. Преобладающее направление ветра - юго-западное по 8-ми румбовой розе ветров. Сумма осадков за год составляет 454 мм, а среднегодовая температура почвы 1°C. Климат суровый, резко континентальный. Зима начинается в конце октября - начале ноября и продолжается 5 - 5,5 месяцев. На территории Красноярского края выделяют климатические пояса умеренных широт. Туманы характерны в осеннее и весеннее время года, когда наблюдается повышенная влажность.

Город Красноярск характеризуется неблагоприятными метеорологическими условиями, способствующими накоплению токсичных примесей в атмосфере, определяющими уровень ее загрязнения и влияющими на ее рассеивающую способность.

Весной и осенью характер погоды неустойчив. В эти периоды преобладает вторжение циклонов и с ними фронтов с запада и юга, которые приносят обложные осадки и пасмурную погоду.

Температура воздуха. Среднегодовая температура воздуха равна +7°C. Наиболее холодный месяц - январь, среднемесячная температура воздуха равна минус 16,5°C, в отдельные годы она достигала минус 28,7°C,

абсолютный минимум температуры составляет минус 53°C. Число дней в году с температурой ниже 0°C колеблется от 153 до 227.

Самый жаркий месяц - июль, среднемесячная величина температуры воздуха равна 18,5°C, в отдельные годы она достигала 22,9°C, абсолютный максимум составил 36,0°C. Средняя месячная температура июня достигала 14-19°C в 2002 году. Число дней в году с температурой выше 15°C колеблется от 50 до 90.

Средняя суточная амплитуда колебаний температуры воздуха наименьшее значение имеет с октября по февраль (2-4°C), начиная с марта, вследствие дневного прогрева она возрастает до 6-7°C.

Наибольшего значения она достигает в июне-июле (8°C), в августе, сентябре вновь уменьшается до 6-7°C.

Туманы в среднем за год в районе наблюдается 22 дня с туманом. Наибольшее число дней с туманами составляет 52 дня. Продолжительность туманов изменяется в пределах 0,6-17,6 часов.

1.2 Характеристика района расположения предприятия по уровню загрязнения атмосферы

Предельно допустимые и временно согласованные выбросы (ПДВ и ВСВ) и сбросы (ПДС, ВСС), а также лимиты на размещение твердых отходов для предприятий и организаций утверждаются местными органами Министерства природных ресурсов, а разрабатываются самими предприятиями или организациями с учетом предложений соответствующих ведомств, научных учреждений, органов местного самоуправления.

Для каждого конкретного предприятия природоохранные органы устанавливают ПДВ исходя из его расположения, наличия других источников загрязнения, расположения населенных пунктов, водных объектов и других особенностей района. Эти ПДВ должны обеспечивать

соблюдение всех санитарных норм и ПДК в районе. При определении ПДВ проводятся расчеты концентраций загрязнителей согласно технологическим регламентам, также используются результаты экспериментальных исследований.

Красноярск является городом с очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, имеющий наибольшие выбросы загрязняющих веществ 1 и 2 класса опасности и расположенный в местности, характеризующейся комплексами аномально опасных метеорологических параметров, способствующих накоплению токсичных примесей в атмосфере.

На заводе по производству синтетического каучука раз в месяц проводятся отборы проб воздуха по следующим загрязняющим веществам:

1. бутадиен-1,3 (C_4H_6);
2. акрилонитрил (C_3H_3N).

Пункт отбора проб находится непосредственно на территории предприятия. На данном посту проводится сбор проб атмосферного воздуха, а также осуществляются метеорологические измерения.

2 Технология производства бутадиен-нитрильных каучуков

Бутадиен-нитрильные каучуки (БНК) получают путем сополимеризации бутадиена и акрилонитрила (НАК) в водной эмульсии.

Бутадиен-нитрильные каучуки (БНК) являются сырьем для производства изделий из резины, которые обладают повышенной масло- и бензостойкостью. В зависимости от содержания в каучуках связанного акрилонитрила каучуки БНК подразделяются на каучуки с низким (15-20%), средним (17-20; 27-30, 31-34%) и высоким (36-40%) содержанием НАК. С увеличением содержания НАК в каучуках снижается морозостойкость, зато повышается их прочность и маслостойкость.

2.1 Сырье и материалы, используемые в производстве каучуков

БНК:

- бутадиен 1,3 (дивинил) является основным мономером для сополимеризации;
- нитрил акриловой кислоты (акрилонитрил) - дополнительный мономер;
- умягченная вода - вода, очищенная от солей двухвалентных металлов на Na-катионитовых фильтрах, является дисперсной средой при проведении процесса сополимеризации;
- синтетические жирные кислоты (СЖК) и ЖК растительного происхождения являются исходным материалом для получения эмульгатора;
- едкое кали (калиевая щелочь) для получения эмульгатора;
- парафинат калия - эмульгатор процесса сополимеризации, получается омылением СЖК калиевой щелочью;
- сода кальцинированная - электролит, используемый в процессе сополимеризации для регулирования вязкости суспензии каучука в воде;
- триэтаноламин - активатор процесса сополимеризации;
- персульфат калия - инициатор процесса сополимеризации;
- третичный додецилмеркаптан - регулятор величины молекулярной массы полимера;
- диспергатор НФ (лейканол) – диспергатор эмульсии полимера;
- деметилдитиокарбамат натрия - прерыватель (стоппер) процесса сополимеризации;
- агидол-2 - антиоксидант (противостаритель), используемый для защиты полимера от воздействия кислорода и излучения;
- хлористый магний - электролит, используемый для коагуляции (выделения) каучука из эмульсии, а также в качестве хладоносителя в производстве холода;

- хлористый кальций - электролит, используемый в качестве хладоносителя в производстве холода;

- аммиак – продукт участвующий в производстве холода.

Электроэнергия

Завод запитан двумя независимыми вводами напряжением 6 КВ от ТЭЦ-1. Понижение напряжения и обеспечение производственных цехов и участков осуществляется на подстанциях завода. Действует схема аварийного включения резерва.

Пар

Перегретый пар с давлением до 7 кгс/см² подается по двум паропроводам от ТЭЦ-1. Используется для сушки каучука.

Вода

Промышленная вода, используемая в целях охлаждения, подается от собственной насосной станции, расположенной на реке Енисей. На заводе вода осветляется и при помощи повысительного насоса подается в заводскую сеть. Предусмотрена схема последовательного и повторного использования воды.

Холод

Холодильный цех производит холод по стандартной схеме с использованием аммиачных компрессоров и хлорида кальция в качестве хладоносителя.

2.2 Описание технологического процесса производства синтетических каучуков

В структуру цеха 1 входят цех 1а, цех 1б и цех 1в.

2.2.1 Прием, хранение нитрила акриловой кислоты

Нитрил акриловой кислоты (НАК) поступает в цех в железнодорожных цистернах закрытого типа. Слив производится сжатым азотом на сливо-наливной эстакаде в емкости для хранения компонентов. Передача в цех 1б производится насосами.

Жирные кислоты, калиевая щелочь, лейканол поступают на завод в железнодорожных цистернах и сливаются в цехе 2, хлористый кальций, хлористый магний, ДДК поступают в вагон - контейнерах в промышленном виде.

Концентрированный триэтанолламин (ТЭА) поступает на завод в железнодорожных цистернах и сливается в цехе 1а.

2.2.2 Прием, хранение бутадиена, бутадиена-возврата, прием НАК – ректификата

Привозной бутадиен поступает на сливо-наливную эстакаду цеха 1б, далее в емкости для хранения бутадиена.

Приготовление шихты осуществляется в цехе 1б непрерывно в потоке. При выпуске бутадиен - нитрильных каучуков нитрил акриловой кислоты (НАК) из емкостей для хранения НАК и бутадиен из емкостей подается самотеком в тот же трубопровод всасывания смесительного насоса. Далее шихта этим же насосом подается в цех 3 на полимеризацию.

2.2.3 Отделение приготовления растворов

В отделении приготовления растворов выполняются следующие технологические операции.

1. Прием и хранение растворов эмульгаторов. Растворы эмульгаторов (парафината калия, алкилсульфоната натрия) периодически поступают по трубопроводу из цеха 2 в аппараты для хранения.

2. Прием концентрированного раствора калиевой (натриевой) щелочи и приготовление его слабого раствора. Концентрированный раствор калиевой (натриевой) щелочи поступает периодически из цеха 2. В аппарате для приготовления и хранения слабого раствора щелочи приготавливается раствор щелочи с концентрацией 10-20%. Для этого из цеха 2 в аппарат подается расчетное количество умягченной воды, из аппарата для хранения концентрированной щелочи сливается расчетное количество концентрированной щелочи, после чего ведется циркуляция растворов насосом в течение не менее одного часа. Слабый раствор щелочи из аппарата насосом периодически подается:

3. Приготовление раствора соды кальцинированной. Сода кальцинированная - компонент водной фазы, электролит, регулирует размеры латексных частиц в производстве каучуков БНКС, СКН, влияет на вязкость и устойчивость латекса. Для этого в аппарат для приготовления и хранения раствора соды кальцинированной подается расчетное количество умягченной воды из цеха 2а, через люк загружается расчетное количество порошка или гранул соды кальцинированной. Приготовление раствора ведется при перемешивании.

4. Приготовление раствора лейканола. Лейканол является стабилизатором латексных частиц, влияет на механическую и термическую устойчивость латекса. Концентрированный лейканол принимается из цеха 2. 10-25%-ный водный раствор лейканола готовится в аппарате для приготовления водного раствора лейканола, для чего в аппарат принимается расчетное количество умягченной воды из цеха 2а и концентрированный лейканол, после чего ведется перемешивание раствора.

5. Приготовление раствора инициатора и активатора процесса полимеризации. В процессе высокотемпературной полимеризации

используется иницирующая система персульфат калия - триэтаноламин. Персульфат калия является инициатором реакции полимеризации.

6. Приготовление раствора триэтаноламина. Концентрированный триэтаноламин (ТЭА) поступает из цеха 1а по трубопроводу в один из аппаратов для хранения. В аппарат для приготовления раствора триэтаноламина подается расчетное количество умягченной воды, перемешивается.

7. Приготовление водной фазы (водного раствора эмульгатора). Водная фаза является дисперсионной средой в процессе эмульсионной полимеризации. В аппараты для приготовления водной фазы подают расчетное количество умягченной воды из цеха 2а, затем подают расчетные количества растворов: эмульгатора, раствора соды кальцинированной, диспергатора, раствора триэтаноламина. По окончании слива всех компонентов водная фаза.

2.2.4 Отделение полимеризации

В отделении полимеризации выполняются следующие процессы:

1 Приготовление суспензии антиоксиданта. Суспензия антиоксиданта (ионола, агидола-2) используется в цехе 4 для заправки латекса антиоксидантом перед коагуляцией латекса. Готовая суспензия подается насосами в цех 4.

2. Сополимеризация. Сополимеризация бутадиена с нитрилом акриловой кислоты осуществляется в водной эмульсии с использованием иницирующей системы: персульфат калия - триэтаноламин. Процесс совместной полимеризации бутадиена и НАК осуществляется непрерывным способом в полимеризаторах. Все полимеризаторы оборудованы мешалками, внутренними змеевиками и рубашками, в которые подается хладагент (рассол или промышленная вода). В рубашки полимеризаторов в качестве

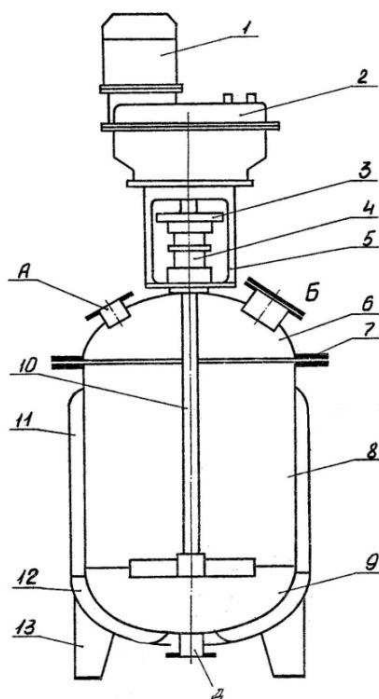
хладоагента из цеха 5 подается рассол с температурой минус $13 + 0$ °С. Обратный рассол после полимеризаторов направляется по трубопроводу в цех 5. В трубопровод латекса последнего по ходу процесса полимеризатора непрерывно из отделения растворов подается раствор стоппера. Латекс, заправленный стоппером, направляется через фильтр на отгонный агрегат для отгонки незаполимеризовавшихся мономеров.

3. Дегазация латекса. Процесс дегазации (отгонки незаполимеризовавшихся мономеров) нитрильного латекса осуществляется непрерывным способом в три стадии. Содержание свободных мономеров в латексе после отгонки не должно превышать допустимых норм: бутадиена - не более 0,0009%, НАК - не более 0,1. Дегазированный самотеком поступает в аппарат для сбора дегазированного латекса, откуда насосом через фильтр откачивается в аппараты цеха 4.

2.2.5 Приготовление партий латекса

Приготовление партии латекса каучуков осуществляется в цехе 4 при непрерывном перемешивании путем усреднения дегазированного латекса в расходных емкостях, оборудованных мешалками (рис. 1).

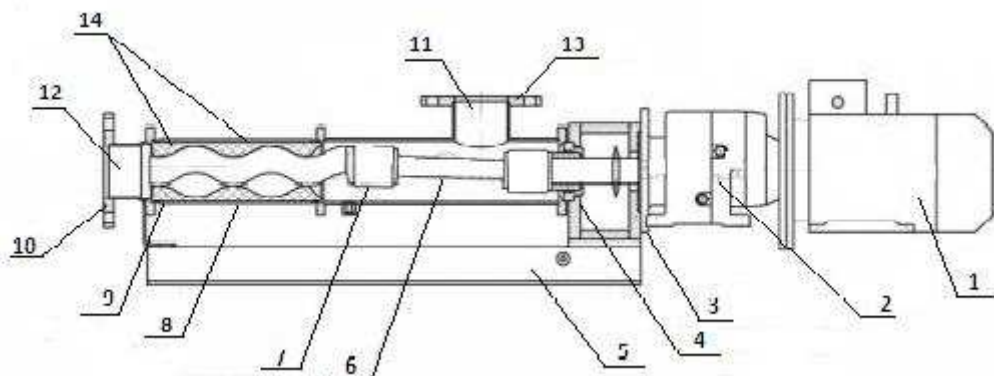
Партия латекса, поступающего на выделение, должна иметь показатели качества, соответствующие ТУ или контракту на выпускаемую марку каучука. Введение стабилизатора (антиоксиданта) в полимер производится при перекачивании дегазированного латекса из цеха 3а в цех 4. Суспензия стабилизатора (ионола, агидола-2) подается в цехе 3а насосом из аппарата для хранения стабилизатора в трубопровод всасывания насоса.



1-электродвигатель; 2-редуктор; 3-муфта; 4-уплотнение; 5-стойка; 6-крышка; 7-фланцы; 8-обечайка; 9-днище; 10-мешалка; 11-рубашка; 12-днище рубашки; 13-опоры. Штуцеры: А - вход продукта; Б - люк; Д - выход продукта.

Рисунок 1 - Аппарат с мешалкой и её приводом

Латекс, заправленный суспензией (эмульсией) стабилизатора, перемешивается мешалкой и циркулируется насосами не менее трех часов. Латекс, заправленный суспензией или эмульсией стабилизатора, срабатывается при работающей мешалке. Кондиционный латекс насосом непрерывно подается на щит коагуляции агрегатов выделения.



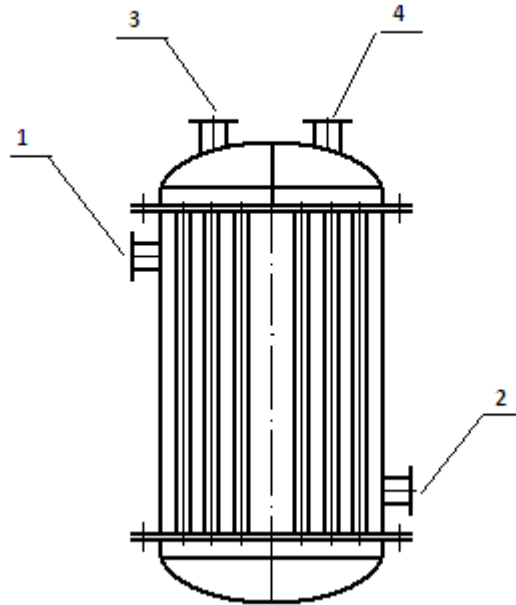
1-электродвигатель; 2-редуктор; 3-стойка; 4-уплотнение вала; 5-монтажная плита; 6-тяга; 7-шарнирный узел; 8-ротор; 9-статор; 10,13-фланец; 11-вход; 12-выход; 14-героторная пара.

Рисунок 2 - Винтовой насосный агрегат горизонтального исполнения

Коагуляция латексов осуществляется в трубной системе коагуляции раствором хлористого кальция или магния. Раствор хлористого кальция или магния поступает из цеха 2, фильтрованная вода - из цеха 2а.

Латекс из расходных емкостей насосом непрерывно подается в систему коагуляции, сюда же подается раствор электролита - хлористого кальция или магния, разбавленного фильтрованной водой (Вода-1). Время созревания частиц каучука зависит от марки каучука, концентрации каучука, концентрации эмульгатора в латексе. Время созревания частиц каучука регулируется длиной трубопровода от точки подачи электролита с Водой-1 до точки подачи Воды-2, температурой в зоне коагуляции, концентрацией электролита и подбирается таким образом, чтобы коагуляция латекса была полной, серум - прозрачным, крошка одинакового размера.

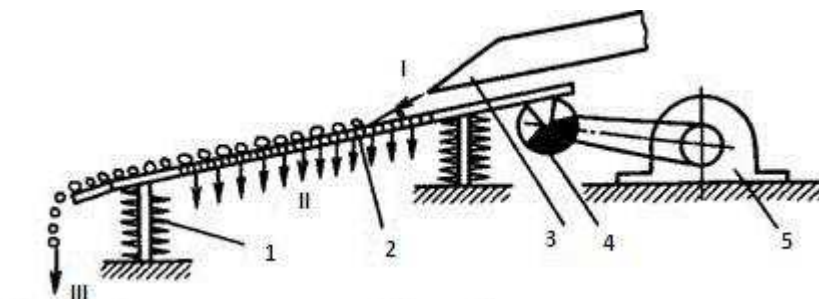
Фильтрованная вода, идущая на коагуляцию и промывку крошки каучука, предварительно подогревается сначала в одном теплообменнике, обогрев которого ведется паровым конденсатом, затем подогревается до температуры 25-110°C в других теплообменниках, обогреваемых паром.



1-вход пара; 2-выход парового конденсата; 3-вход холодного теплоносителя; 4-выход холодного теплоносителя.

Рисунок 3 – Теплообменник

Скоагулированная масса из системы коагуляции направляется в дозреватель, оборудованный мешалкой, из него масса подается на первое по ходу вибросито (рис. 4). На первом вибросите каучук отфильтровывается от серума. Серум направляется на отстой от проскочившей крошки каучука в отстойник.



: I-скоагулированная масса; II-серум; III-крошка каучука; 1-амортизатор; 2-сетка; 3-желоб; 4-вибратор; 5-электропривод.

Рисунок 4 - Принципиальная схема работы вибросита

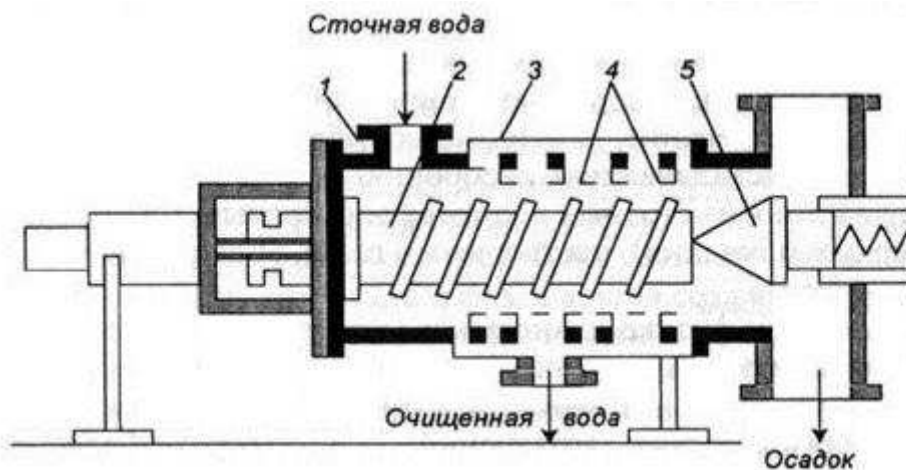
С первого вибросита крошка каучука направляется в аппарат для промывки фильтрованной водой, подогретой паром в теплообменниках до температуры 25-95°C.

Вода для промывки подается непрерывно в аппарат снизу. Промывка ведется при непрерывном перемешивании. Далее масса поступает на второе по ходу вибросито, где крошка отделяется от промывной воды и подается во второй промывной аппарат. Затем крошка каучука поступает на третье вибросито для отделения промывной воды. После третьего вибросита крошка поступает в первую отжимную машину (экспеллер).

Промывные воды после второго вибросита направляются в отстойник. Промывные воды после третьего вибросита направляются в аппарат для сбора и откачки промывных вод в отстойник локальной очистки.

Соотношение потоков латекса, коагулирующей добавки, электролита, Воды-1, Воды-2 на коагуляцию, а также температура и время коагуляции подбираются непосредственно в процессе коагуляции в зависимости от содержания сухого вещества в латексе, концентрации электролита и коагулирующей добавки, температуры латекса и марки выделяемого каучука.

После третьего вибросита сырая крошка каучука поступает в приемный бункер первой по ходу отжимной машины червячного типа (первого экспеллера)(рис. 5).



1-воронка; 2-отжимной червяк; 3-корпус; 4-набор пластин; 5-прижимная головка.

Рисунок 5 - Отжимная машина червячного типа

После предварительного отжима влаги в первом экспеллере крошка каучука по разгрузочной воронке поступает в приемный бункер второй отжимной машины (второго экспеллера). Во втором экспеллере влага отжимается до массовой доли ее в каучуке $2 \div 5\%$.

Сушка каучука осуществляется на агрегате №1 - в одноходовой воздушной сушилке ЛС-3, ЛС-8, ЛС-20 (рис. 6), на агрегате №2 - в одноходовой воздушной сушилке фирмы "Проктор". Процесс сушки, прессования, брикетирования и упаковки каучука одинаков на обоих агрегатах. Крошка каучука после второго экспеллера поступает на вибрирующий разравниватель (виброраспределитель), который распределяет ее ровным слоем на секционный пластинчатого типа конвейер сушилки со щелями (декапир).

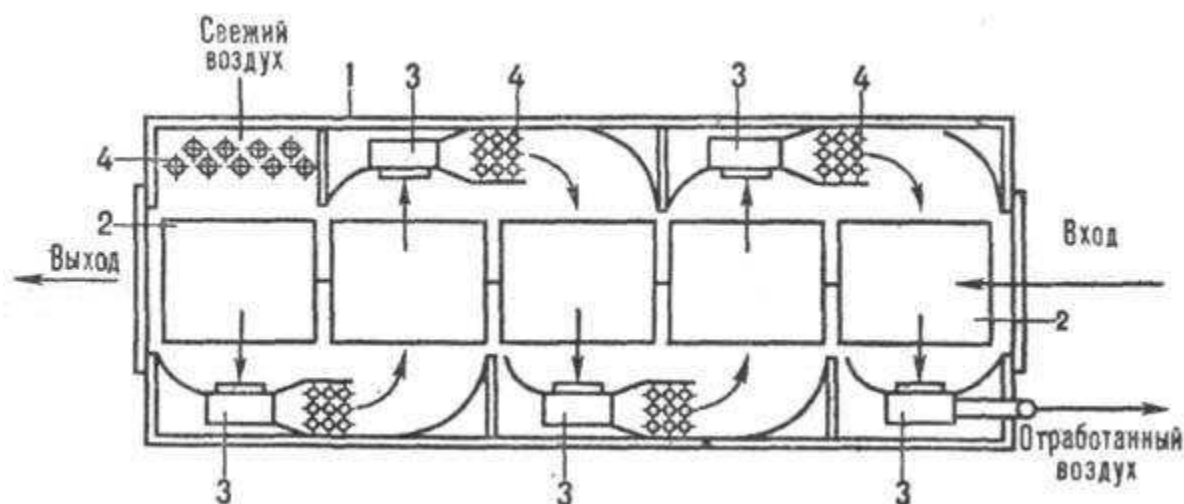


Рисунок 6 - Одноходовая воздушная сушилка ЛС-3,8-20.

Сушка крошки происходит по мере продвижения ее по сушилке при температуре $105 \div 130^{\circ}\text{C}$.

Сухая крошка каучука после сушилки поступает в выносной шнековый транспортер и подается на спиральный виброподъемник, где она обдувается теплым воздухом для предотвращения комкования и удаления влаги и легколетучих веществ с поверхности каучука. Сухая крошка каучука с виброподъемника по наклонному желобу поступает в шнековый транспортер, по нему подается на распределительное устройство (распределительный пневмоклапан) и вибропитатели (вибротранспортеры), которыми крошка попеременно загружается в загрузочные бункеры автоматических весов прессов А и В. Взвешенная порция каучука весом 30 кг поступает в камеру брикетировочного гидравлического пресса на прессование. После выхода из пресса брикет каучука поступает на выносной конвейер, затем на сборный роликовый транспортер, проходит через металлодетектор, автоматическую пленкооберточную машину. После этого брикет выравнивающим наклонным транспортером направляется к месту упаковки брикетов в тару. Упакованные в тару брикеты каучука автопогрузчиками транспортируются на склад.

3 РАСЧЕТ ОБРАЗОВАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Режим работы технологического оборудования цеха 24 часа в сутки, 8520 ч/год.

Ежегодно проводится планово–профилактический ремонт, во время проведения которого технологическое оборудование цеха останавливается.

В цехе 4 в работе находится сушильный агрегат №1. В процессе работы сушильного агрегата выделяются бутадиен и акрилонитрил. Всего в цехе в эксплуатации находятся 5 вытяжных вентиляционных систем.

Технологическое оборудование сушильного агрегата №1 (сушилку, виброконвейеры, брикетировочные пресса, экспеллеры, вибросита, емкости, отжимная машина, отстойники, насосы, запорную арматуру) обслуживают шесть вытяжных вентиляционных систем (В–1, В–2, В–3, В–4, В–5).

3.1 Расчет выбросов бутадиена

Источник выброса №1

Источник характеризует выбросы загрязняющих веществ в атмосферу при работе системы вытяжной вентиляции В–1. Система вытяжной вентиляции В–1 локализует вредные выделения в процессе работы технологического оборудования сушильного агрегата №1 (вибросит, емкостей, отжимной машины, отстойников, насосов, запорной арматуры). Время работы системы вытяжной вентиляции В–1 составляет 8520 ч/год. Выброс загрязняющих веществ в атмосферу осуществляется через трубу высотой 19 метров, диаметром устья 800 мм.

Согласно, протоколу инструментального замера:

- объемный расход удаляемого воздуха, приведенный к н.у. 19946 м³/ч;
- концентрация загрязняющих веществ:
- бутадиен 3,1 мг/м³;

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составляют:

– бутадиен

$$G = C \cdot \frac{L}{3600} \cdot 10^{-3} = 3,1 \cdot \frac{19946}{3600} \cdot 10^{-3} = 0,01718 \text{ г/с}$$

$$M = G \cdot 3600 \cdot T \cdot 10^{-6} = 0,01718 \cdot 3600 \cdot 8520 \cdot 10^{-6} = 0,52681 \text{ т/год};$$

Источник выброса №2

Источник характеризует выбросы загрязняющих веществ в атмосферу при работе системы вытяжной вентиляции В–2. Система вытяжной вентиляции В–2 локализует вредные выделения в процессе работы сушилки агрегата №1. Время работы системы вытяжной вентиляции В–2 составляет 8520 ч/год. Выброс загрязняющих веществ в атмосферу осуществляется через трубу высотой 14 метров, диаметром устья 400 мм.

Согласно, протоколу инструментального замера:

- объемный расход удаляемого воздуха, приведенный к н.у. 4436 м³/ч;
- концентрация загрязняющих веществ:
- бутадиен 2,6 мг/м³;

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составляют:

- бутадиен

$$G = C \cdot \frac{L}{3600} \cdot 10^{-3} = 2,6 \cdot \frac{4436}{3600} \cdot 10^{-3} = 0,00320 \text{ г/с}$$

$$M = G \cdot 3600 \cdot T \cdot 10^{-6} = 0,00320 \cdot 3600 \cdot 8520 \cdot 10^{-6} = 0,09827 \text{ т/год};$$

Источник выброса №3

Источник характеризует выбросы загрязняющих веществ в атмосферу при работе системы вытяжной вентиляции В–3. Система вытяжной вентиляции В–3 локализует вредные выделения в процессе работы

виброконвейера сушильного агрегата №1. Время работы системы вытяжной вентиляции В-3 составляет 8520 ч/год. Выброс загрязняющих веществ в атмосферу осуществляется через трубу высотой 19 метра, диаметром устья 800 мм.

Согласно, протоколу инструментального замера:

- объемный расход удаляемого воздуха, приведенный к н.у. 13016 м³/ч;
- концентрация загрязняющих веществ:
- бутадиен 3,9 мг/м³;

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составляют:

- бутадиен

$$G = C \cdot \frac{L}{3600} \cdot 10^{-3} = 3,9 \cdot \frac{13016}{3600} \cdot 10^{-3} = 0,01410 \text{ г/с}$$

$$M = G \cdot 3600 \cdot T \cdot 10^{-6} = 0,01410 \cdot 3600 \cdot 8520 \cdot 10^{-6} = 0,43250 \text{ т/год};$$

Источник выброса №4

Источник характеризует выбросы загрязняющих веществ в атмосферу при работе системы вытяжной вентиляции В-4. Система вытяжной вентиляции В-4 локализует вредные выделения в процессе работы брикетировочных прессов сушильного агрегата №1. Время работы системы вытяжной вентиляции В-4 составляет 8520 ч/год. Выброс загрязняющих веществ в атмосферу осуществляется через трубу высотой 14 метров, диаметром устья 320 мм.

Согласно, протоколу инструментального замера:

- объемный расход удаляемого воздуха, приведенный к н.у. 4684 м³/ч;
- концентрация загрязняющих веществ:
- бутадиен 1,0 мг/м³;

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составляют:

– бутадиен

$$G = C \cdot \frac{L}{3600} \cdot 10^{-3} = 1,0 \cdot \frac{4684}{3600} \cdot 10^{-3} = 0,00130 \text{ г/с}$$

$$M = G \cdot 3600 \cdot T \cdot 10^{-6} = 0,0013 \cdot 3600 \cdot 8520 \cdot 10^{-6} = 0,03991 \text{ т/год};$$

Источник выброса №5

Источник характеризует выбросы загрязняющих веществ в атмосферу при работе системы вытяжной вентиляции В-5. Система вытяжной вентиляции В-5 локализует вредные выделения в процессе работы виброподъемника и из отделения упаковки. Время работы системы вытяжной вентиляции В-5 составляет 8520 ч/год. Выброс загрязняющих веществ в атмосферу осуществляется через трубу высотой 19 метров, диаметром устья 800 мм.

Согласно, протоколу инструментального замера:

- объемный расход удаляемого воздуха, приведенный к н.у. 30018 м³/ч;
- концентрация загрязняющих веществ:
- бутадиев 1,9 мг/м³;

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составляют:

- бутадиев

$$G = C \cdot \frac{L}{3600} \cdot 10^{-3} = 1,9 \cdot \frac{30018}{3600} \cdot 10^{-3} = 0,01584/\text{с}$$

$$M = G \cdot 3600 \cdot T \cdot 10^{-6} = 0,01584 \cdot 3600 \cdot 8520 \cdot 10^{-6} = 0,48593 \text{ т/год};$$

Суммарное количество выбросов бутадиев в атмосферу:

$$G = 0,01718 + 0,00320 + 0,01410 + 0,00130 + 0,01584 = 0,05162 \text{ г/с},$$

$$M = 0,52681 + 0,09827 + 0,43250 + 0,03991 + 0,48593 = 1,58341 \text{ т/год}.$$

3.2 Расчет выбросов акрилонитрила

Источник выброса №1

Время работы системы вытяжной вентиляции В–1 составляет 8520 ч/год.

Согласно, протоколу инструментального замера:

- объемный расход удаляемого воздуха, приведенный к н.у. 19946 м³/ч;
- концентрация загрязняющих веществ:
- акрилонитрил 18,5 мг/м³.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составляют:

- акрилонитрил

$$G = C \cdot \frac{L}{3600} \cdot 10^{-3} = 18,6 \cdot \frac{19946}{3600} \cdot 10^{-3} = 0,10250 \text{ г/с}$$

$$M = G \cdot 3600 \cdot T \cdot 10^{-6} = 0,10250 \cdot 3600 \cdot 8520 \cdot 10^{-6} = 3,14389 \text{ т/год.}$$

Источник выброса №2

Время работы системы вытяжной вентиляции В–2 составляет 8520 ч/год.

Согласно, протоколу инструментального замера:

- объемный расход удаляемого воздуха, приведенный к н.у. 4436 м³/ч;
- концентрация загрязняющих веществ:
- акрилонитрил 0,5 мг/м³.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составляют:

- акрилонитрил

$$G = C \cdot \frac{L}{3600} \cdot 10^{-3} = 0,5 \cdot \frac{4436}{3600} \cdot 10^{-3} = 0,00062 \text{ г/с}$$

$$M = G \cdot 3600 \cdot T \cdot 10^{-6} = 0,00062 \cdot 3600 \cdot 8520 \cdot 10^{-6} = 0,01890 \text{ т/год.}$$

Источник выброса №3

Время работы системы вытяжной вентиляции В–3 составляет 8520 ч/год.

Согласно, протоколу инструментального замера:

- объемный расход удаляемого воздуха, приведенный к н.у. 13016 м³/ч;
- концентрация загрязняющих веществ:
- акрилонитрил <0,2 мг/м³.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составляют:

- акрилонитрил

$$G = C \cdot \frac{L}{3600} \cdot 10^{-3} = 0,2 \cdot \frac{13016}{3600} \cdot 10^{-3} = 0,00072 \text{ г/с}$$

$$M = G \cdot 3600 \cdot T \cdot 10^{-6} = 0,00072 \cdot 3600 \cdot 8520 \cdot 10^{-6} = 0,02218 \text{ т/год.}$$

Источник выброса №4

Время работы системы вытяжной вентиляции В–4 составляет 8520 ч/год.

Согласно, протоколу инструментального замера:

- объемный расход удаляемого воздуха, приведенный к н.у. 4684 м³/ч;
- концентрация загрязняющих веществ:
- акрилонитрил <0,2 мг/м³.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составляют:

- акрилонитрил

$$G = C \cdot \frac{L}{3600} \cdot 10^{-3} = 0,2 \cdot \frac{4684}{3600} \cdot 10^{-3} = 0,00026 \text{ г/с}$$

$$M = G \cdot 3600 \cdot T \cdot 10^{-6} = 0,00026 \cdot 3600 \cdot 8520 \cdot 10^{-6} = 0,00798 \text{ т/год.}$$

Источник выброса №5

Время работы системы вытяжной вентиляции В–5 составляет 8520 ч/год.

Согласно, протоколу инструментального замера:

- объемный расход удаляемого воздуха, приведенный к н.у. 30018 м³/ч;
- концентрация загрязняющих веществ:
- акрилонитрил <0,2 мг/м³.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составляют:

- акрилонитрил

$$G = C \cdot \frac{L}{3600} \cdot 10^{-3} = 0,2 \cdot \frac{30018}{3600} \cdot 10^{-3} = 0,00167 \text{ г/с}$$

$$M = G \cdot 3600 \cdot T \cdot 10^{-6} = 0,00167 \cdot 3600 \cdot 8520 \cdot 10^{-6} = 0,05 \text{ т/год.}$$

Суммарное количество выбросов акрилонитрила:

$$G = 0,10250 + 0,00062 + 0,00072 + 0,00026 + 0,00167 = 0,10577 \text{ г/с,}$$

$$M = 3,14389 + 0,01890 + 0,02218 + 0,00798 + 0,05115 = 3,2441 \text{ т/год.}$$

Таблица 1 – Итоги расчета валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Название загрязняющего вещества	Суммарное количество выбросов, т/год	Суммарное количество выбросов, г/с
Бугадиен	1,58341	0,05162
Акрилонитрил	3,2441	0,10577

4 Расчет рассеивания бутадиена и акрилонитрила

Расчет рассеивания вредных веществ в атмосферном воздухе, содержащихся в выбросах рассматриваемого предприятия, производится по специальной методике – МРР-2017. Общероссийский нормативный документ базируется на численных и аналитических решениях основного уравнения турбулентной диффузии примеси.

Мрр-2017 устанавливает требования в части расчета концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе при размещении и проектировании предприятий, нормировании выбросов в атмосферу реконструируемых и действующих предприятий, а также при проектировании воздухозаборных сооружений.

Эта методика является нормативной. С её помощью можно сделать расчет рассеяния примесей от любых стационарных источников выбросов промышленного объекта.

Методика расчета концентраций действует при проектировании предприятий, а также при нормировании выбросов в атмосферу реконструируемых и действующих предприятий. Также следует отметить, что данная методика предназначена для расчета приземных концентраций в двухметровом слое над поверхностью земли, а также вертикального распределения концентраций.

В цехе №4 имеется шесть источников рассеивания загрязняющих веществ. Выброс в атмосферу осуществляется посредством систем вытяжной вентиляции. Расчётами определяются разовые концентрации, относящиеся к 20–30–минутному интервалу осреднения. При расчёте приземных концентраций учитываются коэффициенты, определяющие условия рассеивания загрязняющих веществ в атмосферу города Красноярск.

4.1 Расчет максимально–приземных концентраций вредных веществ

Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества C_m (мг/м³) при выбросе газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии X_m (м) от источника и определяется по формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (1)$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы;

M – масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, (г/с);

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

m и n – коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;

H – высота источника выброса над уровнем земли, (м);

η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадами высот, не превышающим 50 м на 1 км, $\eta = 1$;

ΔT – разность между температурой выбрасываемой газовой смеси T_r и температурой окружающего атмосферного воздуха в T_b , (°C);

V_1 – расход газовой смеси, (м³/с).

Значение коэффициента A , соответствующее неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в

атмосферном воздухе максимальна, принимается равным 200 (для территории Сибири).

Значения мощности выброса M (г/с) и расхода газовой смеси V_1 (м³/с) при проектировании предприятий определяются расчетом в технологической части проекта или принимаются в соответствии с действующими для данного производства (процесса) нормативами. В расчете принимаются сочетания M и V_1 , реально имеющие место в течение года при установленных (обычных) условиях эксплуатации предприятия, при которых достигается максимальное значение m с. При определении значения ΔT (°C) следует принимать температуру окружающего атмосферного воздуха в T_B (°C), равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года по СНиП 2.01.01–82, а температуру выбрасываемой в атмосферу газовой смеси T_r (°C) – по действующим для данного производства технологическим нормативам.

Значение безразмерного коэффициента F принимаем за 1 (для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей).

Значения коэффициентов m и n определяются в зависимости от параметров f , v_M , v'_M и f_e .

$$f = 1000 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}; \quad (2)$$

$$v_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}; \quad (3)$$

$$v'_M = 1,3 \cdot \frac{\omega_0 \cdot D}{H}; \quad (4)$$

$$f_e = 800 \cdot (v'_M)^3. \quad (5)$$

Коэффициент m определяем по формуле:

$$m = \frac{1}{0.67 + 0.1 \cdot \sqrt{f} + 0.34 \cdot \sqrt[3]{f}} \text{ при } f < 100; \quad (6)$$

Коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от v_M :

$$n = 1 \text{ при } v_M \geq 2 \quad (7)$$

$$n = 0,532 \cdot v_M^2 - 2,13 \cdot v_M + 3,13 \text{ при } 0,5 \leq v_M < 2; \quad (8)$$

$$n = 4,4 \cdot v_M \text{ при } v_M < 0,5 \quad (9)$$

Расстояние x_M (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация c (мг/м³) при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения c_M , определяется по формуле:

$$x_M = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H, \quad (10)$$

Где безразмерный коэффициент d при $f < 100$ находим по формуле:

$$d = 4,95 \cdot v_M (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}), \text{ при } v_M \leq 0,5 \quad (11)$$

$$d = 4,95 \cdot v_M (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}), \text{ при } 0,5 \leq v_M \quad (12)$$

$$d = 7 \cdot \sqrt{v_M} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}), \text{ при } v_M > 2 \quad (13)$$

Приземная концентрация вредных веществ C (мг/м³) в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях x (м) от источника выброса определяется по формуле:

$$c = S_1 \cdot c_M, \quad (14)$$

где S_1 – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения x/x_M и коэффициента F по формуле:

$$s_1 = 3 \cdot (x/x_M)^4 - 8 \cdot (x/x_M)^3 + 6 \cdot (x/x_M)^2, \text{ при } x/x_M \leq 1; \quad (15)$$

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (x/x_M)^2 + 1}, \text{ при } 1 < x/x_M \leq 8 \quad (16)$$

4.2 Расчет рассеивания от точечных источников

Таблица 2 - Исходные данные для расчета рассеивания от точечных источников

Источник выброса	Наименование вещества	Высота трубы, м	Диаметр трубы, мм	объемный расход удаляемого воздуха, приведенный к н.у., м ³ /ч (м ³ /с)	концентрация загрязняющих веществ	ΔТ	Время работы, часов	М, т/год
В-1	Бугадиен 1,3	19	800	19946	3,1	9	8520	0,52681
	Акрилонитрил				18,5			3,143898
В-2	Бугадиен 1,3	14	400	4436	2,6	98,5	8520	0,09827
	Акрилонитрил				0,5			0,01890
В-3	Бугадиен 1,3	19	800	13016	3,9	13	8520	0,43250
	Акрилонитрил				0,2			0,02218
В-4	Бугадиен 1,3	14	320	4684	1	13	8520	0,03991
	Акрилонитрил				0,2			0,00798
В-5	Бугадиен 1,3	19	800	30018	1,9	13	8520	0,48593
	Акрилонитрил				0,2			0,05115

Источник выбросов №1.

Источник характеризует выбросы загрязняющих веществ в атмосферу при работе системы вытяжной вентиляции В–1. Система вытяжной вентиляции В–1 локализует вредные выделения в процессе работы технологического оборудования сушильного агрегата №1 (вибросит, емкостей, отжимной машины, отстойников, насосов, запорной арматуры).

Время работы системы вытяжной вентиляции В-1 составляет 8520 ч/год. Выброс загрязняющих веществ в атмосферу осуществляется через трубу высотой 19 метров, диаметром устья 800 мм.

Согласно, протоколу инструментального замера:

- объемный расход удаляемого воздуха, приведенный к н.у. 19946 м³/ч;
- концентрация загрязняющих веществ:
- бутадиен 3,1 мг/м³;
- акрилонитрил 18,5 мг/м³.

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу составляют:

- бутадиен

$$G = C \cdot \frac{L}{3600} \cdot 10^{-3} = 3,1 \cdot \frac{19946}{3600} = 0,01718 \text{ г/с,}$$

$$M = G \cdot 3600 \cdot T \cdot 10^{-6} = 0,01718 \cdot 3600 \cdot 8520 \cdot 10^{-6} = 0,52681 \text{ т/год;}$$

- акрилонитрил

$$G = C \cdot \frac{L}{3600} \cdot 10^{-3} = 18,6 \cdot \frac{19946}{3600} = 0,10250 \text{ г/с,}$$

$$M = G \cdot 3600 \cdot T \cdot 10^{-6} = 0,10250 \cdot 3600 \cdot 8520 \cdot 10^{-6} = 3,14389 \text{ т/год.}$$

Рассчитаем ω_0 – среднюю скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса, (м/с):

$$\omega_0 = \frac{4 \cdot V_1}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 5,54}{3,14 \cdot 0,64} = 11,03, \quad (16)$$

Значения коэффициентов f , v_m , v'_m и f_e рассчитываем по формулам (2), (3), (4), (5).

$$f = 1000 \cdot \frac{11,03^2 \cdot 0,8}{19^2 \cdot 98,5} = 29,95;$$

$$v_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{5,54 \cdot 98,5}{19}} = 0,57$$

$$v'_M = 1,3 \cdot \frac{11,3 \cdot 0,8}{19} = 0,6; \quad (4)$$

$$f_e = 800 \cdot (v'_M)^3 = 175,97.$$

Рассчитаем коэффициент Коэффициент n по формуле (8):

$$n = 0,532 \cdot 0,57^2 - 2,13 \cdot 0,57 + 3,13 = 2,09$$

Расчет C_M производим по формуле (1):

Для бутадиена:

$$C_M^{C4H6} = \frac{200 \cdot 0,52681 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 2,09 \cdot 1}{19^2 \cdot \sqrt[3]{5,54 \cdot 9}} = 0,00796 \text{ мг/м}^3;$$

Для акрилонитрила:

$$C_M^{C3H3N} = \frac{200 \cdot 3,14389 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 2,09 \cdot 1}{19^2 \cdot \sqrt[3]{5,54 \cdot 9}} = 0,04751 \text{ мг/м}^3$$

Для того, чтобы узнать есть ли превышение по данным веществам, переведем полученные концентрации в доли ПДК по формуле:

$$\frac{C_i + C_\phi}{\text{ПДК}_i}; \quad (17)$$

где C_{ϕ} - фоновая концентрация, мг/м³. Принимается для акрилонитрила $C_{\phi}=0,012$ мг/м³; для бутадиена $C_{\phi}=0,423$ мг/м³;

ПДК - предельно допустимая концентрация i -вещества, мг/м³ представлена в таблице 3.

Таблица 3 – предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Код	Наименование вещества	Класс опасности	Формула	ПДК _{м.р.} , мг/м ³
03	Бута-1,3-диен (1,3-Бутадиен, Дивинил)	4	C ₄ H ₆	3,000
001	Проп-2-еннитрил (Акрилонитрил, НАК)	2	C ₃ H ₃ N	0,030

$$\text{Бутадиен: } \frac{0,00796+0,423}{3} = 0,144$$

$$\text{Акрилонитрил } \frac{0,04751+0,012}{0,03} = 1,984$$

Рассчитаем безразмерный коэффициент d по формуле (12):

$$d = 4.95 \cdot 0,57 \left(1 + 0.28 \sqrt[3]{29,95} \right) = 10,68 ,$$

Рассчитаем расстояние X_m от источника выбросов, на котором приземная концентрация достигает максимального значения:

$$x_m = \frac{5-1}{4} \cdot 10,68 \cdot 0,8 = 203 \text{ м.}$$

Рассчитаем безразмерный коэффициент s_1 :

$$s_1 = 3\left(x/x_m\right)^4 - 8\left(x/x_m\right)^3 + 6\left(x/x_m\right)^2 \quad \text{при } x/x_m \leq 1; \quad (18)$$

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13(x/x_m)^2 + 1} \text{ при } 1 < x/x_m \leq 8$$

Определим приземную концентрацию вредных веществ C (мг/м³) в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях x (м) от источника выброса:

$$c = s_1 \cdot c_m, \quad (19)$$

Определим концентрацию вредных веществ на различных расстояниях от источника выброса по формулам (18, 19):

1) для бутадиена:

$$\text{При } x = 100 \text{ м: } x/x_m = 100/203 = 0,493$$

$$S_1 = 3(0,493)^4 - 8(0,493)^3 + 6(0,493)^2 = 0,676$$

$$C_{100} = 0,676 \cdot 0,00796 = 0,005 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{При } x = 203 \text{ м: } x/x_m = 203/203 = 1$$

$$S_1 = 3(1)^4 - 8(1)^3 + 6(1)^2 = 1,0$$

$$C_{203} = 1 \cdot 0,00796 = 0,008 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{При } x = 400 \text{ м: } x/x_m = 400/203 = 1,971$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (1,971)^2 + 1} = 0,751$$

$$C_{400} = 0,751 \cdot 0,00796 = 0,006 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{При } x = 570 \text{ м: } x/x_m = 570/203 = 2,808$$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (2,808)^2 + 1} = 0,558$$

$$C_{570} = 0,558 \cdot 0,00796 = 0,004 \text{ мг/м}^3$$

При $x = 1000$ м: $x/x_M = 1000/203 = 4,927$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (4,927)^2 + 1} = 0,272$$

$$C_{1000} = 0,272 \cdot 0,00796 = 0,002 \text{ мг/м}^3$$

2) для акрилонитрила:

При $x = 100$ м: $x/x_M = 100/203 = 0,493$

$$S_1 = 3(0,493)^4 - 8(0,493)^3 + 6(0,493)^2 = 0,676$$

$$C_{100} = 0,676 \cdot 0,04751 = 0,032 \text{ мг/м}^3$$

При $x = 203$ м: $x/x_M = 203/203 = 1$

$$S_1 = 3(1)^4 - 8(1)^3 + 6(1)^2 = 1,0$$

$$C_{203} = 1 \cdot 0,04751 = 0,044 \text{ мг/м}^3$$

При $x = 400$ м: $x/x_M = 400/203 = 1,971$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (1,971)^2 + 1} = 0,751$$

$$C_{400} = 0,751 \cdot 0,04751 = 0,036 \text{ мг/м}^3$$

При $x = 570$ м: $x/x_M = 570/203 = 2,808$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (2,808)^2 + 1} = 0,558$$

$$C_{570} = 0,558 \cdot 0,04751 = 0,027 \text{ мг/м}^3$$

При $x = 1000$ м: $x/x_M = 1000/203 = 4,927$

$$S_1 = \frac{1,13}{0,13 \cdot (4,927)^2 + 1} = 0,272$$

$$C_{1000} = 0,272 \cdot 0,04751 = 0,013 \text{ мг/м}^3$$

Таблица 4 – Итоги расчетов приземных концентраций для газообразных выбросов, при работе В-1

Расстояние от источника выбросов, м	Концентрация Бутадиена1,3 (мг/м ³)	Концентрация акрилонитрила (мг/м ³)
100	0,005	0,032
203	0,008	0,044
400	0,006	0,036
570	0,004	0,027
1000	0,002	0,013

Производим аналогичным образом расчет выбросов загрязняющих веществ из источников В-2, В-3, В-4 и В-5. Данные заносим в таблицы.

Таблица 5 – Итоги расчетов приземных концентраций для газообразных выбросов, при работе В-2

Расстояние от источника выбросов, м	Концентрация Бутадиена1,3 (мг/м ³)	Концентрация акрилонитрила (мг/м ³)
100	0,001	0,0002
301	0,0024	0,0005
400	0,0022	0,0004
570	0,0019	0,0004
1000	0,0011	0,0002

Таблица 6 – Итоги расчетов приземных концентраций для газообразных выбросов, при работе В-3

Расстояние от источника выбросов, м	Концентрация Бутадиена1,3 (мг/м ³)	Концентрация акрилонитрила (мг/м ³)
100	0,017	0,0009
141	0,018	0,0009
400	0,010	0,0005
570	0,007	0,0003
1000	0,003	0,0001

Таблица 7 – Итоги расчетов приземных концентраций для газообразных выбросов, при работе В-4

Расстояние от источника выбросов, м	Концентрация Бутадиена1,3 (мг/м ³)	Концентрация акрилонитрила (мг/м ³)
85	0,0017	0,00033
100	0,0016	0,00032
400	0,0005	0,0001
570	0,0003	0,00005
1000	0,0001	0,00002

Таблица 8 – Итоги расчетов приземных концентраций для газообразных выбросов, при работе В-5

Расстояние от источника выбросов, м	Концентрация Бутадиена1,3 (мг/м ³)	Концентрация акрилонитрила (мг/м ³)
100	0,00074	0,00008
400	0,00524	0,00055
570	0,00605	0,00064
626	0,00607	0,00064
1000	0,00515	0,00054

Таблица 9 – Концентрации бутадиена и акрилонитрила в долях ПДК

Наименование источника выбросов загрязняющих веществ	Доли ПДК C ₄ H ₆	Доли ПДК C ₃ H ₃ N
В-1	0,144	1,984
В-2	0,142	0,415
В-3	0,285	1,139
В-4	0,142	3,06
В-5	0,00607	0,00064

5 Мероприятие по снижению выбросов вредных компонентов

Очистку промышленных выбросов проводят различными способами, чему есть достаточное количество примеров использования тех или иных методов и аппаратов газоочистки. Всем методам очистки присущи как достоинства, так и недостатки.

5.1 Абсорбционно-биохимическая очистка

Данный способ сочетает в себе преимущества абсорбционной очистки вентвоздуха и биологической нейтрализации загрязняющих веществ.

При этом загрязнители вентвоздуха улавливаются и фиксируются в растворе, а затем минерализуются до состояния естественных (природных) аналогов в аппаратах типа «биореактор».

Применение абсорбера с подвижной, постоянно орошаемой абсорбентом на основе воды, доведенной до состояния псевдооживленности, насадкой позволяет вести процесс стабильно, надежно и эффективно даже при условии изменения нагрузок по количеству очищаемого вентвоздуха и степени его загрязнения вредными веществами. При этом характер загрязнителей мало влияет на эффективность работы аппарата, так как проводится тщательный подбор состава абсорбента и технологии его регенерации.

При этом отдельная регенерация абсорбционного раствора позволяет кислые, щелочные, неорганические и органические примеси переводить в форму ионов минеральных солей или CO_2 , H_2O , свободного азота и др. природных аналогов.

Обеспечивается это современными технологиями биохимической обработки раствора с применением специальных штаммов микроорганизмов, активирующих присадок и оригинальных конструкций аппаратов.

Абсорбция – поглощение веществ из газовой смеси всем объемом жидкости (абсорбента). В качестве растворителя часто используется вода, но можно применять и другие абсорбенты, например углеводороды или H_2S . Вода, используемая для абсорбции, может содержать добавки химических веществ, таких как кислоты, щелочи, окислители или восстановители, реагирующих с поглощаемым газом и снижающих равновесное давление его пара, т.е. получается комбинация методов абсорбции и химической

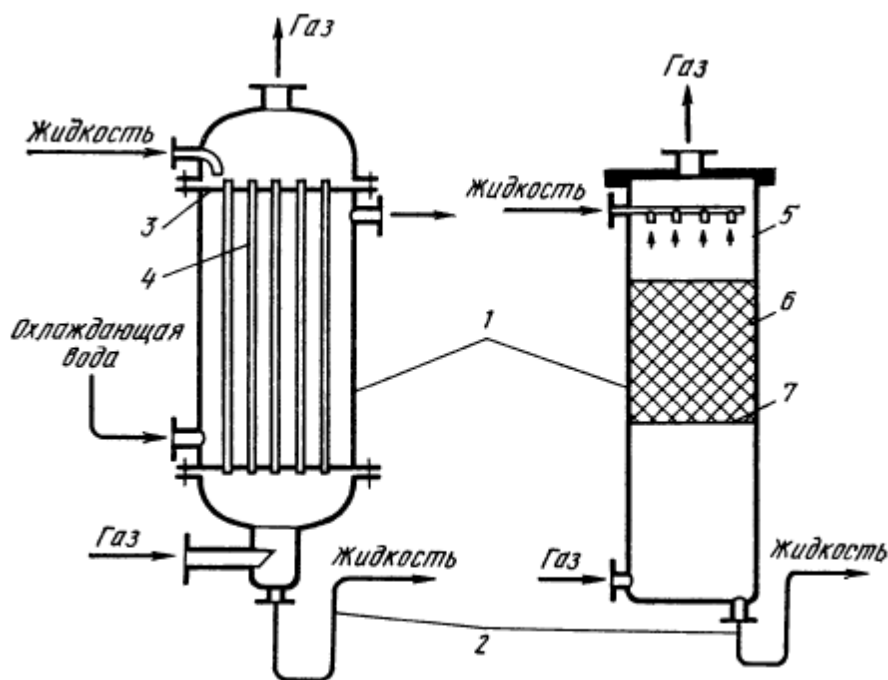
обработки. Хемосорбционные методы применяются для очистки газов от CO , N_2O_x , SO_2 , H_2S , HCl , CO_2 .

Абсорбция – технологический процесс, включающий массоперенос между растворимым газообразным компонентом и жидким растворителем, происходящий в аппарате для контактирования газа с жидкостью. Движущей силой абсорбции является разность между парциальным давлением растворенного газа в газовой смеси и его равновесным давлением над пленкой жидкости, контактирующей с газом. Если значение этой разности отрицательно, то абсорбции не происходит, при этом количество загрязнителей в обрабатываемом газе может увеличиться, т.е. произойдет десорбция.

При расчете абсорберов эффектами, связанными с теплотой растворения, обычно пренебрегают и считают, что аппарат работает в изотермическом режиме, что упрощает формулы. В процессе проектирования абсорберов необходимо иметь следующие данные:

- скорость потока абсорбирующей жидкости;
- необходимую высоту насадки;
- скорость поступающего газового потока;
- концентрацию газов;
- тип насадки колонны;
- диаметр колонны.

На рисунке 7 представлена схема поверхностных абсорберов.



а) – трубчатый б) – насадочный

1 – корпус; 2 – гидрозатвор; 3 – трубная решетка; 4 – орошаемые трубы; 5 – оросительное устройство; 6 – насадка; 7 – опорная решетка.

Рисунок 7 - Схемы поверхностных абсорберов.

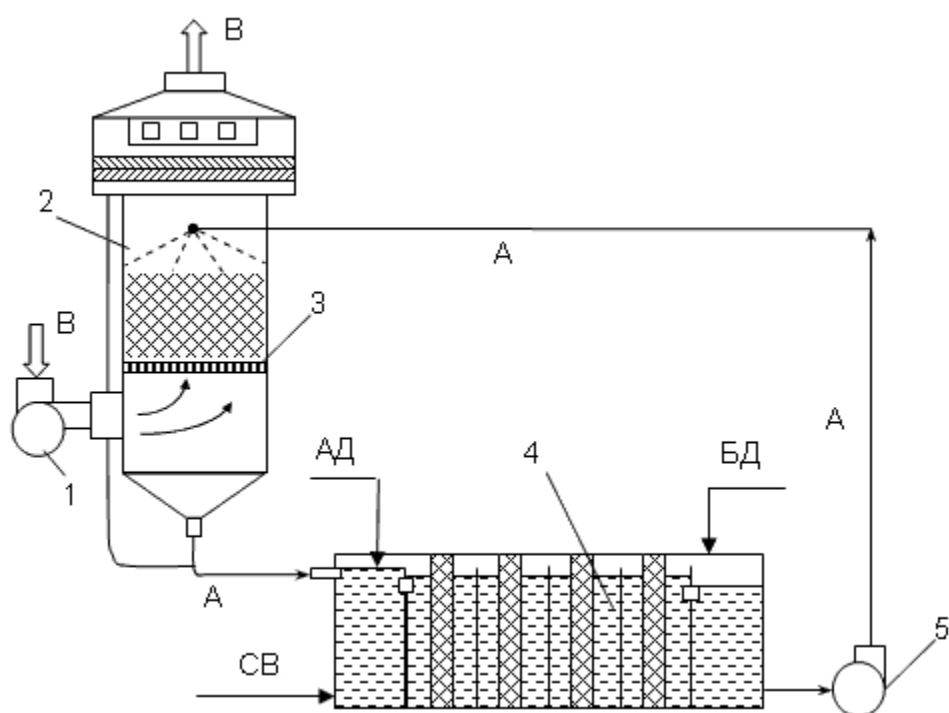
Высота насадки определяется скоростью массопереноса, которая зависит от фазового равновесия между газовой и жидкой фазами.

Назначение и эффективность. Абсорбционно-биохимическая установки (АБХУ) предназначены для мокрой очистки вентиляционного воздуха от вредных органических веществ в литейных, покрасочных, деревообрабатывающих, мебельных, химических и других производствах.

Эффективность очистки вентвоздуха от: триэтиламина, фенола, формальдегида, фурилового спирта, фурфурола составляет 96-99,9%; изоцианатов, метанола, цианидов, уайт-спирита, ксилола, толуола, бутилацетата, этилацетата, акролеина, аммиака – 70-96%; смолистых включений, окрасочной аэрозоли и взвешенных веществ – 99,9%.

Область применения АБХУ. АБХУ рекомендуется использовать при применении в различных отраслях промышленности, сопровождающихся токсичными газовыделениями в окружающую среду:

- изготовление литейных стержней и форм;
- заливка, охлаждение и выбивка литейных форм;
- прессовка древесностружечных плит (ДСП, МДФ);
- изготовление минеральной ваты;
- окраска и сушка деталей и изделий из металла, дерева, кожи.



1 – вентилятор; 2 – абсорбер; 3 – массообменная решетка; 4 – биореактор; 5 – насос; А – абсорбент; В – вентиляционный воздух; АД – абсорбционные добавки; БД – биогенные добавки; СВ – сжатый воздух.

Рисунок 8 - Технологическая схема абсорбционно-биохимической установки

Вентиляционный воздух, удаляемый от технологического оборудования, с помощью вентилятора 1 подается в абсорбер 2, где на

массообменной решетке расположен слой насадки 3. Насадка непрерывно орошается абсорбентом, подаваемым насосом 5 и находится в «кипящем» состоянии, что обеспечивает интенсивный массообмен между газовой и жидкой фазами. В качестве абсорбента применяется техническая вода. Регенерация абсорбента осуществляется в биореакторе 4, где с помощью специально селекционированного штамма микроорганизмов вредные органические вещества минерализуются до CO₂ и H₂O. Для обеспечения активной жизнедеятельности микроорганизмов, за счет добавления в биореактор биогенных добавок, в растворе поддерживается концентрация азота и фосфора. Очищенный абсорбент вновь подается на орошение в абсорбер. Установка имеет замкнутый цикл циркуляции абсорбента и не имеет стоков в канализацию. Очищенный вентвоздух после сепарации выбрасывается в атмосферу.

5.2 Расчет абсорбера

Количество поглощаемого акрилонитрила определяется по формуле:

$$G_{C_3H_3N} = \frac{V \cdot \gamma_H \cdot M_{C_3H_3N} \cdot \alpha}{22,4}, \text{ (кг/с)} \quad (20)$$

где γ_H - начальная концентрация в газовой смеси, выраженная в мольных долях, кмоль C₃H₃N/кмоль смеси; $M_{C_3H_3N}$ - молекулярная масса C₃H₃N, кг/кмоль; α - коэффициент извлечения C₃H₃N; 22,4 - объем, занимаемый 1 кмоль газа, м³.

Начальная концентрация C_3H_3N в газовой смеси определяется по формуле:

$$Y_H = \frac{\frac{\bar{Y}_H}{M_{C_3H_3N}}}{\frac{\bar{Y}_H}{M_{C_3H_3N}} + \frac{100 - \bar{Y}_H}{M_{\text{возд}}}} \cdot \frac{\text{кмоль } C_3H_3N}{\text{кмоль смеси}}, \quad (21)$$

где $\bar{Y}_H = 1,17$ масс % - начальная концентрация C_3H_3N в смеси; молекулярная масса C_3H_3N - $M_{C_3H_3N} = 53,06 \frac{\text{кг}}{\text{кмоль}}$ абсорберы

$$M_{\text{возд}} = 29 \frac{\text{кг}}{\text{кмоль}}.$$

$$Y_H = \frac{\frac{1,17}{53,06}}{\frac{1,17}{53,06} + \frac{100 - 1,17}{29}} = 0,0064 \frac{\text{кмоль } C_3H_3N}{\text{кмоль смеси}},$$

Коэффициент извлечения C_3H_3N рассчитывается по выражению:

$$\alpha = \frac{1,17 - 0,011}{1,17} = 0,99 \quad (22)$$

Тогда количество поглощаемого C_3H_3N по формуле C_3H_3N равно

$$G_{C_3H_3N} = \frac{5,61 \cdot 0,0064 \cdot 53,06 \cdot 0,99}{22,4} = 0,08$$

Расход абсорбента определяется по формуле:

$$L = \frac{G_{C_3H_3N} \cdot \varepsilon}{\bar{X}_k^* - \bar{X}_H}, \quad (\text{кг/с}) \quad (23)$$

где $\bar{X}_k^* - \bar{X}_H$ - начальная и конечная концентрация C_3H_3N в абсорбенте, выраженные в относительных массовых единицах, $\frac{\text{кг } C_3H_3N}{\text{кг } H_2O}$ ($\bar{X}_H = 0$).

Конечная концентрация C_3H_3N в абсорбенте определяется по формуле:

$$\overline{X}_k^* = \frac{M_{C_3H_3N} \cdot X_k^*}{M_{H_2O} (1 - X_k^*)} \cdot \frac{\text{кг } C_3H_3N}{\text{кг } H_2O} \quad (24)$$

где \overline{X}_k^* - мольная доля C_3H_3N в абсорбенте, равновесная с начальной концентрацией C_3H_3N в газовой фазе, $\frac{\text{кмоль } C_3H_3N}{\text{кмоль } (C_3H_3N + H_2O)}$, определяется по выражению:

$$X_k^* = \frac{Y_{н.п.}}{K} \cdot \frac{\text{кмоль } C_3H_3N}{\text{кмоль } (C_3H_3N + H_2O)} \quad (25)$$

где K – коэффициент Генри для водных растворов. Для водного раствора C_3H_3N в абсорбенте по формуле (20):

$$X_k^* = \frac{0,0064 \cdot 141,5}{321,253} = 0,00282 \cdot \frac{\text{кмоль } C_3H_3N}{\text{кмоль } (C_3H_3N + H_2O)}$$

Затем определяем конечную равновесную концентрацию C_3H_3N в абсорбенте по формуле (24):

$$\overline{X}_k^* = \frac{53,06 \cdot 0,00282}{18 \cdot (1 - 0,00282)} = 8,34 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{\text{кг } C_3H_3N}{\text{кг } H_2O},$$

И, наконец, определяем расход абсорбента по выражению (23):

$$L = \frac{0,08 \cdot 1,2}{8,34 - 10^{-3}} = 11,51, (\text{кг/с})$$

Действительная концентрация C_3H_3N в абсорбенте на выходе из абсорбера определяется по формуле:

$$\overline{X}_k = \frac{G_{C_3H_3N}}{L} \quad (26)$$

Тогда действительная концентрация C_3H_3N в абсорбенте на выходе из абсорбера составит:

$$\overline{X}_k = \frac{0,08}{11,51} = 0,00695 \frac{\text{кг } C_3H_3N}{\text{кг } H_2O}.$$

Рабочая скорость газа в абсорбере $w=0,36$ м/с.

Расход смеси при рабочих условиях определяется по формуле:

$$V' = V \frac{P_0 T}{P T_0} \quad (27)$$

где $P_0=101300$ Па, $T_0=273$ К

$$V' = 5,61 \frac{101,3 \cdot 252,15}{141,5 \cdot 273} = 3,7 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Диаметр абсорбера определяется по формуле:

$$D'_k = \sqrt{\frac{4 \cdot V'}{\pi \cdot w}}, \text{ (м)} \quad (28)$$

$$D'_k = \sqrt{\frac{4 \cdot 3,7}{3,14 \cdot 0,36}} = 3,6 \text{ (м)}$$

По каталогу Тимонина принимаем стандартную колонну диаметром $D_k=3000$ мм.

Действительная скорость потока газа определяется по выражению:

$$w_{\text{д}} = \left(\frac{D'_k}{D_k}\right)^2 \cdot w, \quad (29)$$

$$w_{\text{д}} = \left(\frac{3,6}{3}\right)^2 \cdot 0,36 = 0,51 \text{ (м/с)}$$

Движущая сила процесса внизу колонны определяется по формуле:

$$\Delta P_{\text{н}} = P_{\text{н}}^{C_3H_3N} - P_{\text{н}}^{*C_3H_3N}, \quad (30)$$

где $P_{\text{н}}^{C_3H_3N}$ - парциальное давление C_3H_3N на входе в абсорбер;

$P_{\text{н}}^{*C_3H_3N}$ - парциальное давление C_3H_3N в газе, равновесном с жидкостью, вытекающей из абсорбера.

Парциальное давление C_3H_3N на входе в абсорбер определяется по формуле:

$$P_{\text{н}}^{C_3H_3N} = y_{\text{н}} \cdot P; \quad (31)$$

$$P_{\text{н}}^{C_3H_3N} = 0,0064 \cdot 141,5 = 0,9 \text{ кПа}$$

Конечная концентрация C_3H_3N в жидкости, выраженная в мольных долях, определяется по выражению (26):

$$X_{\text{к}} = \frac{\frac{\bar{X}_{\text{к}}}{M_{C_3H_3N}}}{\frac{\bar{X}_{\text{к}}}{M_{C_3H_3N}} + \frac{1}{M_{H_2O}}}, \frac{\text{кмоль } C_3H_3N}{\text{кмоль } (C_3H_3N + H_2O)}$$

$$X_{\text{к}} = \frac{\frac{0,00695}{53,06}}{\frac{0,00695}{53,06} + \frac{1}{18}} = 0,00233 \frac{\text{кмоль } C_3H_3N}{\text{кмоль } (C_3H_3N + H_2O)}$$

Парциальное давление C_3H_3N в газе, равновесном с жидкостью, вытекающей из абсорбера, определяется по формуле (31):

$$P_n^{C_3H_3N} = K \cdot X_k;$$

$$P_n^{C_3H_3N} = 321,253 \cdot 0,00233 = 0,75 \text{ кПа};$$

Тогда движущая сила внизу колонны рассчитываем по формуле (30):

$$\Delta P_n = 0,90 - 0,75 = 0,15 \text{ кПа}$$

Движущая сила процесса вверху колонны определяется по формуле:

$$\Delta P_g = P_g^{C_3H_3N} - P_g^{*C_3H_3N},$$

где $P_g^{C_3H_3N}$ - парциальное давление C_3H_3N в газе, выходящем вверху из абсорбера;

$P_g^{*C_3H_3N}$ - парциальное давление C_3H_3N в равновесном с водой газе ($P_g^{*C_3H_3N}=0$).

Парциальное давление C_3H_3N в газе, выходящем вверху из абсорбера, определяется по выражению:

$$P_g^{C_3H_3N} = y_n \cdot P; \tag{32}$$

$$P_g^{C_3H_3N} = 0,0001 \cdot 141,5 = 0,01415 \text{ кПа}.$$

Движущая сила процесса абсорбции на верху колонны:

$$\Delta P_{cp} = \frac{\Delta P_H - \Delta P_\theta}{2,3 \cdot \lg \frac{\Delta P_H}{\Delta P_\theta}}, \quad (33)$$

$$\Delta P_{cp} = \frac{0,9 - 0,014}{2,3 \cdot \lg \frac{0,9}{0,014}} = 0,21 \text{ кПа}$$

Высота насадки находится по формуле:

$$H_H = \frac{G_{C_3H_3N}}{M_{C_3H_3N} \cdot S_K \cdot \sigma \cdot K_{\Delta P} \cdot \Delta P_{cp}} \quad (34)$$

где S_K - площадь поперечного сечения колонны, m^2 , рассчитывается по формуле:

$$S_K = 0,795 \cdot D_K^2, \quad (35)$$

$$S_K = 0,795 \cdot 3^2 = 7,1;$$

где σ – удельная поверхность, m^2/m^3 ($\sigma = 204 \text{ м}^2/\text{м}^3$);

$$K_{\Delta P} - \text{коэффициент массопередачи } \frac{\text{кмоль}}{\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{кПа}} \left(K_{\Delta P} = 0,48 \cdot 10^{-6} \frac{\text{кмоль}}{\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{кПа}} \right).$$

$$H_H = \frac{0,08}{53,06 \cdot 7,1 \cdot 204 \cdot 0,21 \cdot 0,48 \cdot 10^{-6}} = 10,3 \text{ (м)}.$$

Высоту колонны в целом определяем по формуле:

$$H_K = H_H + h_H + h_B + \left(\frac{H_H}{3 \cdot D_K} - 1 \right) \cdot h_p, \quad (36)$$

где $h_H = 2,0$ - высота нижней части колонны, м;

$h_B = 1,4$ - высота верхней части колонны, м;

$\left(\frac{H_n}{3 \cdot D_K} - 1\right)$ - число разрывов между насадкой, шт;

$h_p = 0,4$ - высота разрыва, м.

$$H_K = 10,3 + 2,0 + 1,4 + \left(\frac{10,3}{3 \cdot 3} - 1\right) \cdot 0,4 = 13,8 \text{ (м)}$$

6 Расчет рассеивания от организованного источника (после мероприятия)

Произведем расчет рассеивания загрязняющих веществ от организованного источника после внедрения очистной установки.

Степень очистки газа АБХУ от акрилонитрила и бутадиена – 90%.

1) Источник выбросов №1 (система вытяжной вентиляции В-1)

После очистки масса вредного вещества составит: бутадиен – 0,052681 т/год, нитрил акриловой кислоты – 0,314389 т/год. Тогда максимальное значение приземной концентрации составит:

Для бутадиена:

$$C_m^{C4H6} = \frac{200 \cdot 0,052681 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 2,09 \cdot 1}{19^2 \cdot \sqrt[3]{5,54 \cdot 9}} = 0,0008 \text{ мг/м}^3;$$

Для акрилонитрила

$$C_m^{C3H3N} = \frac{200 \cdot 0,314389 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 2,09 \cdot 1}{19^2 \cdot \sqrt[3]{5,54 \cdot 9}} = 0,00475 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Бутадиен: ПДК} \frac{0,0008 + 0,423}{3} = 0,141$$

$$\text{Акрилонитрил} \frac{0,00475 + 0,012}{0,03} = 0,558$$

2) Источник выбросов №2 (система вытяжной вентиляции В-2)

После очистки масса вредного вещества составит: бутадиен – 0,09827 т/год, нитрил акриловой кислоты – 0,01890 т/год. Тогда максимальное значение приземной концентрации составит:

Для бутадиена:

$$C_M^{C4H6} = \frac{200 \cdot 0,09827 \cdot 1 \cdot 0,96 \cdot 1,01 \cdot 1}{14^2 \cdot \sqrt[3]{1,23 \cdot 98,5}} = 0,00024 \text{ мг/м}^3;$$

Для акрилонитрила

$$C_M^{C3H3N} = \frac{200 \cdot 0,01890 \cdot 1 \cdot 0,96 \cdot 1,01 \cdot 1}{14^2 \cdot \sqrt[3]{1,23 \cdot 98,5}} = 0,00005 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Бутадиен: ПДК} \frac{0,00024 + 0,423}{3} = 0,141$$

$$\text{Акрилонитрил} \frac{0,00005 + 0,012}{0,03} = 0,402$$

3) Источник выбросов №3 (система вытяжной вентиляции В-3)

После очистки масса вредного вещества составит: бутадиен – 0,04325 т/год, нитрил акриловой кислоты – 0,00222 т/год. Тогда максимальное значение приземной концентрации составит:

Для бутадиена:

$$C_M^{C4H6} = \frac{200 \cdot 0,043250 \cdot 1 \cdot 0,51 \cdot 2,36 \cdot 1}{19^2 \cdot \sqrt[3]{3,62 \cdot 13}} = 0,00183 \text{ мг/м}^3;$$

Для акрилонитрила

$$C_M^{C3H3N} = \frac{200 \cdot 0,002218 \cdot 1 \cdot 0,51 \cdot 2,36 \cdot 1}{19^2 \cdot \sqrt[3]{3,62 \cdot 13}} = 0,00009 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Бутадиен: ПДК } \frac{0,00183+0,423}{3} = 0,142$$

$$\text{Акрилонитрил } \frac{0,00009+0,012}{0,03} = 0,403$$

4) Источник выбросов №4 (система вытяжной вентиляции В-4)

После очистки масса вредного вещества составит: бутадиен – 0,00399 т/год, нитрил акриловой кислоты – 0,0008 т/год. Тогда максимальное значение приземной концентрации составит:

Для бутадиена:

$$C_M^{C4H6} = \frac{200 \cdot 0,003991 \cdot 1 \cdot 0,2 \cdot 1,1518 \cdot 1}{14^2 \cdot \sqrt[3]{1,3 \cdot 13}} = 0,00017 \text{ мг/м}^3;$$

Для акрилонитрила

$$C_M^{C3H3N} = \frac{200 \cdot 0,0008 \cdot 1 \cdot 0,2 \cdot 1,1518 \cdot 1}{14^2 \cdot \sqrt[3]{1,3 \cdot 13}} = 0,00003 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Бутадиен: ПДК } \frac{0,00017+0,423}{3} = 0,141$$

$$\text{Акрилонитрил } \frac{0,00003+0,012}{0,03} = 0,401$$

5) Источник выбросов №5 (система вытяжной вентиляции В-5)

После очистки масса вредного вещества составит: бутадиен – 0,04859 т/год, нитрил акриловой кислоты – 0,00512 т/год. Тогда максимальное значение приземной концентрации составит:

Для бутадиена:

$$C_M^{C4H6} = \frac{200 \cdot 0,048593 \cdot 1 \cdot 0,15 \cdot 1,131 \cdot 1}{19^2 \cdot \sqrt[3]{8,34 \cdot 13}} = 0,00061 \text{ мг/м}^3;$$

Для акрилонитрила

$$C_M^{C3H3N} = \frac{200 \cdot 0,005115 \cdot 1 \cdot 0,15 \cdot 1,131 \cdot 1}{19^2 \cdot \sqrt[3]{8,34 \cdot 13}} = 0,00006 \text{ мг/м}^3$$

$$\text{Бутадиен: ПДК} \frac{0,00061 + 0,423}{3} = 0,141$$

$$\text{Акрилонитрил} \frac{0,00006 + 0,012}{0,03} = 0,401$$

Таблица 9 – Максимальные значения приземной концентрации загрязняющих веществ до и после установки абсорбера.

Источник выбросов ЗВ	Наименование загрязняющего вещества	Максимальное значение приземной концентрации, мг/м ³		Доли ПДК	
		До установки абсорбера	После установки абсорбера	До установки абсорбера	После установки абсорбера
В-1	Бутадиен 1,3	0,00796	0,0008	0,144	0,141
	Акрилонитрил	0,04751	0,00475	1,984	0,558
В-2	Бутадиен 1,3	0,00240	0,00024	0,142	0,141
	Акрилонитрил	0,00046	0,00005	0,415	0,402
В-3	Бутадиен 1,3	0,01833	0,00183	0,147	0,142
	Акрилонитрил	0,00094	0,00009	0,431	0,403
В-4	Бутадиен 1,3	0,00167	0,00017	0,142	0,141
	Акрилонитрил	0,00033	0,00003	0,411	0,401
В-5	Бутадиен 1,3	0,00607	0,00061	0,143	0,141
	Акрилонитрил	0,00064	0,00006	0,421	0,401

7 Расчет прироста яблони ягодной методом дендрохронологии

7.1 Общие сведения

Задачи исследования - изучение негативного влияния выбросов Красноярского завода синтетического каучука на рост по диаметру яблонь ягодных, растущих в уличных посадках в г. Красноярске. Для оценки воздействия выбросов от завода на рост растений, были выбраны 2 участка уличных насаждений с соблюдением следующих условий:

Для первого участка (вблизи территории Красноярского завода синтетического каучука):

- вблизи насаждений есть промышленные предприятия со значительными промышленными выбросами;

- участки должны быть расположены на востоке Красноярска, так, чтобы участки находились с подветренной стороны от промышленных предприятий города (с учетом розы ветров);

- на участках должны произрастать яблони ягодные;

- изучаемые деревья должны быть выбраны с учетом необходимых диаметров ствола.

2) Для второго участка (в Академгородке)

- вблизи насаждений нет промышленных предприятий со значительными промышленными выбросами;

- участки должны быть расположены на западе Красноярска, так чтобы участки находились с наветренной стороны от промышленных предприятий города (с учетом розы ветров);

- на участках должны произрастать яблони ягодные;

- изучаемые деревья должны быть выбраны с учетом необходимых диаметров ствола.

Для проведения исследований были выбраны 2 опытных участка:

- насаждения, растущие в районе института леса им. В.Н.Сукачева,

- насаждения, растущие вблизи Красноярского завода синтетического каучука по адресу ул. Глинки, 46. Средний диаметр ствола яблонь был равен 19-20 см.

Яблоня ягодная относительно небольшое по росту дерево, в основном с неправильной, шарообразной или зонтиковидной кроной. Иногда ошибочно называется «яблоня плодово-ягодная». Встречаются кустарниковые формы (так называемая яблоня Ягодная многоствольная). Ствол может достигать большой толщины с темно – серой корой. Лист эллиптической или удлинненно яйцевидной формы, до 8-10 см в длину. Имеют темно — зеленый цвет, который в осенний период становится особенно красивым, приобретая желтые, красные, оранжевые и другие оттенков цвета. Цветки считаются обоепопыми. Собраны в зонтиковидные соцветия от 4 до 8 штук. Не имеют запаха и не душистые. Распускаются сразу после распускания почек и появления листиков. Из-за того, что расположены цветки не только на плодушках, но и на однолетних побегах, цветение очень насыщенное и обильное.

Достоинства и недостатки

Отличительные черты Яблони Ягодной:

- высокая устойчивость к морозам;
- не требовательность к почве;
- стабильное, обильное,
- ежегодное плодоношение; иммунитет к паразитам и болезням;
- неприхотливость в уходе; декоративные свойства;
- использование древесины для разнообразных поделок.

Недостатки:

- Мелкоплодность.

Размеры взрослого дерева, форма и диаметр кроны

По справочникам дерево считается третьей величины (может достигать 10 м высоты). Ствол в основном кривой, извилистый. Некоторые разновидности имеют форму кустарника. Крона широкая, округлая или зонтиковидная. Загущенная, с длинными приподнятыми ветвями. Ширина кроны соответствует высоте растения.

Ежегодный прирост.

Растет медленно. Ежегодно дает больший или меньший прирост биологической массы, зависящей от образования молодых побегов и корневой системы. Оценка ежегодного прироста составляет 5 баллов, а не ежегодного в 2 балла.

Дендрологическая характеристика Яблони ягодной (латынь — *Malus baccata*); семейство – Rosaceae; род — *Malus mill.* — род яблоня; отдел – лиственные; регион произрастания – Восточная Сибирь – Дальний Восток; древесина – красновато-коричневая. При 15 % влажности плотность 0,71 г/см³, при 12 % — 0,69 г/см³; стойкость – умеренная; применение — преимущественно кустарями для мелких поделок, точёных и резных изделий, для отделочных работ и в мебельном производстве; плоды – невкусные.

7.2 Дендрохронология

В настоящее время для изучения пространственно-временной динамики лесных экосистем и реконструкции факторов внешней среды за длительные интервалы времени с высоким временным разрешением широко используются дендрохронологические методы. Для решения глобальных, региональных и локальных проблем, связанных с многообразием человеческого воздействия человеком на наземные экосистемы, особую значимость имеет древесно-кольцевая информация.

Дендрохронологические методы позволяют оценивать относительный вклад различных факторов, как естественных, так и антропогенных, которые

оказывают влияние на изменение и трансформацию лесных экосистем и условий окружающей среды. В этом состоит их уникальность и возможность широкого использования.

Как результат активности камбия в вегетационный период принимают годовичные слои прироста древесины.

Камбием называют расположенный между древесиной и лубом тонкий слой ткани, образованный из мелких тонкостенных клеток, размножающихся делением. Весной и в начале лета (в начале вегетационного периода) крупный камбий формируется у хвойных, а так же крупные сосуды у лиственных деревьев. В середине и конце лета – мелкие толстостенные клетки у хвойных и мелкие сосуды у некоторых лиственных деревьев.

Таким образом, в годовичном кольце образуются различные по размерам, форме, цвету и плотности клетки. Переход между клетками ранней и поздней древесины, как правило, постепенный, а между клетками поздней древесины предыдущего кольца и ранней древесины последующего кольца резкий. Это является результатом формирования на внешней границе кольца терминальной древесины, состоящей из тонкого слоя клеток. Клетки так называемой терминальной древесины часто сплюснуты в радиальном направлении.

7.3 Дендрохронология и ее место в экологии

Годичными слоями прироста древесины (или годовичными кольцами на поперечных спилах) у многолетних деревянистых растений интересуются специалисты многих научных дисциплин. Различные показатели годовичного прироста в стволах, ветвях и корнях деревянистых растений, а также физико-механические свойства, анатомическая структура и химический состав древесины являются объектом дендрохронологических исследований

При изучении информации, заключающейся в годовичных слоях

прироста древесины, определяется абсолютная и относительная датировка событий в природных экосистемах и слоев прироста древесины, а так же восстановление многих важных событий внешней среды за длительные интервалы времени (сотни, и даже тысячи лет) и с высоким разрешением времени (сезон, год).

Вследствие этого, дендрохронология занимается изучением влияния экологических факторов на величину прироста древесины, датировкой годичных слоев прироста древесины и связанных с ними событий, анализом содержащей в годичных слоях информации для целей реконструкции окружающей среды, а так же Химического состава годичных слоев и их анатомической структуры.

В зависимости от того, какие преследуются цели изучения, применяются разные виды древесно-кольцевых хронологий. При датировке эпохиальной и археологической древесины и различных катастрофических событий в лесу (пожары, ветровалы, вспышки массового размножения насекомых вредителей) чаще используются индивидуальные методы хронологии, то есть хронологии с использованием довольно большого числа деревьев одного или нескольких видов, и произрастающих в одном и различных типах местообитаний.

Хронологии бывают подразделены на глобальные, региональные и локальные, что так же характеризует прирост деревьев и ситуацию внешней среды в регионах масштаба.

7.4 Основные принципы дендрохронологии

Основные позиции (принципы) дендрохронологии взяты из общей экологии.

Основными принципами являются:

- закон лимитирующих факторов;

- отбор районов и местообитаний;
- чувствительность;
- перекрестная датировка;
- повторность;
- униформизм.

Основные биологические процессы, в частности, рост древесных растений, не могут протекать быстрее, чем это позволяют внешние и внутренние факторами, находящимися в минимуме. В этом заключается суть закона лимитирующих факторов. И, если этот фактор в силу каких-либо определенных причин, переходит на уровень оптимальных, то скорость роста будет увеличиваться до тех пор, пока другие факторы не станут лимитирующими. Вследствие, для дендрохронологического анализа больше подходят те деревья, прирост которых находится под влиянием того или иного лимитирующего фактора. В предельном случае только одного.

Не менее важной составляющей закона лимитирующих факторов является принцип отбора районов и местообитаний. Согласно этого принципа при проведении дендрохронологических исследований образцы древесины брались у деревьев, произрастающих в неблагоприятных и экстремальных климатических и почвенно-грунтовых условиях, так как там наиболее явно проявляется действие лимитирующих факторов. Поэтому районами принимаются верхняя, нижняя, полярная и южная границы распространения древесной растительности, а местообитаниями – заболоченные, скальные и местности с высоким уровнем загрязнения промышленными выбросами.

Принцип чувствительности широко используется при анализе древесно – кольцевых хронологий, хоть и применим при анализе любых временных рядов. Широкие годовые кольца формируются в благоприятных для роста деревьев районах и местообитаниях. В этом случае у деревьев ярко выражены изменения прироста с возрастом, а величина прироста между соседними годами незначительно колеблется. Такая последовательность в

изменениях ширины годовых колец называется «благодушной». В неблагоприятных для произрастания деревьев условиях кольца прироста узкие, их возрастная кривая выражена слабо, ширина значительно колеблется от года к году, часто наблюдаются выпадения колец. Подобные серии колец получили название «чувствительных». Их наличие свидетельствует о том, что на рост деревьев влияют факторы внешней среды. Чем сильнее погодичная изменчивость величины прироста деревьев, тем более надежным индикатором изменений условия среды она является. Использование информации не с одного, а с определенного числа модельных деревьев, т.е. принцип повторности, является неременным условием точной датировки колец, построения надежных древесно – кольцевых хронологий и производства более точной реконструкции условий среды в настоящем и прошлом.

Согласно принципу униформизма (актуализма) в дендрохронологии физические и биологические процессы, обуславливающие изменения в приросте дерева под воздействием факторов окружающей среды в настоящее время, были причиной подобных изменений в прошлом. Этот принцип является обоснованием широко использования древесно – кольцевых хронологий для реконструкции прошлых условий окружающей среды, учитывая то, что деревья – долгоживущие организмы, а экстраполяция обычно осуществляется на короткие геологические интервалы времени (сотни и тысячи лет).

7.5 Достоинства и недостатки метода

Дендрохронологические методы имеют как достоинства, так и недостатки.

К достоинствам относятся:

- Высокая разрешающая способность древесно–кольцевых хронологий (год и сезон года) благодаря наличию хорошо различимых структур (годовых колец прироста древесины).

- Возможность абсолютной и относительной датировки времени формирования годовых колец как у живых, так и давно отмерших деревьев.

- Возможность получения как прямой так и косвенной информации.

- Возможность получения длительных и непрерывных хронологий (сотни и тысячи лет).

- Возможность выявлять колебания различной длительности в изменчивости различных характеристик прироста деревьев и определяющих прирост факторов внешней среды.

- Возможность получения информации для территорий, где растут или росли древесные растения.

- Возможность получения материалов и использования математико-статистических методов для оценки и анализа древесно–кольцевых хронологий.

К недостаткам дендрохронологических методов относят:

- Невозможность выявления колебаний и трендов в хронологиях, длительность которых превышает возраст использования деревьев.

- Невозможность точной датировки годовых колец и надежной реконструкции параметров внешней среды в случае использования древесно-кольцевой информации, полученной с одного или небольшого числа деревьев.

7.6 Выбор образцов древесины

В настоящее время для взятия образцов древесины, используются возрастные буры, при помощи которых высверливаются керны древесины диаметром 4-5 мм.

Керны берутся по одному или нескольким радиусам, строго ориентированным по отношению к странам света или по случайному направлению. Если позволяет длина бура, то дерево просверливается насквозь и за один прием берется образец по двум по двум противоположным радиусам. У наклоненных деревьев образцы следует брать со сторон ствола, перпендикулярно плоскости его наклона.. Желательно, чтобы бур прошел через сердцевинное кольцо или вблизи него.

Взятие кернов древесины требует гораздо меньших затрат времени и сил по сравнению с взятием спилов. Кроме того, они имеют небольшой вес и габариты. Все это дает возможность производить сбор массового материала, что необходимо при проведении многих видов дендрохронологических исследований. Но возрастным буром трудно взять керны необходимого качества у деревьев, имеющих подгнившую древесину. Высверленные образцы помещают в подготовленные бумажные контейнеры, внутренний диаметр которых на 3-4 мм больше диаметра керна. В таких контейнерах керны удобно транспортировать, сушить и хранить до проведения работ по датировке и измерению годичных колец.

Собранные керны затем анализируются в лаборатории. Перед проведением измерений с ними должен быть осуществлен ряд подготовительных операций.

7.7 Устранение скручивания кернов

Довольно часто керны древесины во время бурения и высушивания скручиваются винтообразно, в результате чего торцевая поверхность в разных частях образца находится под разным углом по отношению к фокальной плоскости микроскопа. Особенно часто скручиваются керны, взятые у видов хвойных и лиственных деревьев, имеющих мягкую и рыхлую древесину, а также у деревьев, древесина которых подверглась гниению.

Еще одной причиной скручивания кернов может быть использование плохо заточенного или грязного возрастного. Датировка и измерение годовичных колец на таких кернах весьма затруднительна в связи с тем, что границы между слоями прироста трудно различимы. Это происходит даже в случае увеличения контрастности колец. Такие образцы практически не пригодны для измерения плотностных характеристик древесины.

Чтобы избежать скручивания кернов используют простой, и вместе с тем, весьма эффективный метод. Суть этого метода состоит в том, что образец размягчается под действием струи водяного пара. Одновременно с размягчением древесины производится аккуратное раскручивание керна вручную в противоположном направлении до тех пор, пока торцевая поверхность в разных кернах не будет представлять собой единую плоскость. Для размягчения и выравнивания образец, обычно требуется не более 10-15 минут.

7.8 Наклейка кернов на деревянную основу

Буровые образцы для удобства их кодировки, обработки, датировки и измерения, а также для предотвращения утери и разлома на мелкие куски наклеивают на деревянную основу, которая представляет собой рейку прямоугольной формы шириной и высотой примерно по 1см и длиной несколько большей длины керна. На одной из сторон основы выточен паз, шириной немного больше и глубиной немного меньше диаметра керна, в который он и помещается. Для фиксации кернов чаще всего используют клей ПВА, который хорошо скрепляет деревянные основы после обильного смачивания их водой. Главным требованием при наклейке образца является, то, чтобы поперечная волокнам древесины поверхность керна была параллельная верхней поверхности деревянной основы. Торцевая поверхность хорошо отличима от радиальной при внимательном рассмотрении образца.

Последовательность процедуры наклеивания буровых образцов на деревянную основу в следующая:

- на боковых поверхностях деревянной основы карандашом или ручкой наносят наиболее важные характеристики образца. Это помогает исключить в ошибки в идентификации образцов;
- в паз деревянной основы наносят слой клея, после чего в него помещают керн, при этом особое внимание обращают на то, чтобы торцевая поверхность была параллельна верхней поверхности деревянной основы.
- образец крепко прижимают к деревянной основе и обматывают при нитки или липкой лентой, чтобы исключить коробление и изменение наклона торцевой поверхности образца, во время высыхания клея.
- образцы древесины помещаются в сухое помещение до полного высыхания клея. После этого обмотку снимают и приступают к дальнейшей работе с образцом.

7.9 Полировка и зачистка торцевой поверхности

Для того, чтобы границы годовичных колец и клеток были отчетливо видны во время измерений в отраженном свете, необходимо тщательно зачистить торцевую поверхность образца древесины.

Шлифовку и полировку можно производить при помощи любого бытового или промышленного аппарата ленточного или кругового типа. Сначала производится обработка при помощи крупнозернистой шкурки (шлифовка), а затем при помощи мелкозернистых шкурки и суконного круга (полировка). Такая обработка торцевая поверхности образца дает хорошие результаты в тех случаях, когда годовичные кольца сравнительно широкие, а древесины здоровая, т.е. не подверглась процессам гниения.



Рисунок 9 – готовый керн для анализа

В настоящее время для измерений количественных характеристик годичных слоев древесины широко используются специально сконструированные полуавтоматические комплексы, «LINTAB™ 5», которые состоят из бинокулярного микроскопа,двигающегося столика, приспособления, преобразующего электронный сигнал в цифровой, прерывателя сигнала и компьютера со специальным программным обеспечением. При этом керн устанавливается на столик таким образом, чтобы направление измерения совпадало с направлением движения столика. Чтобы соблюсти это условие, необходимо постоянно поворачивать образец.

Прибор LINTAB позволяет проводить полуавтоматические измерения ширины годичных колец.

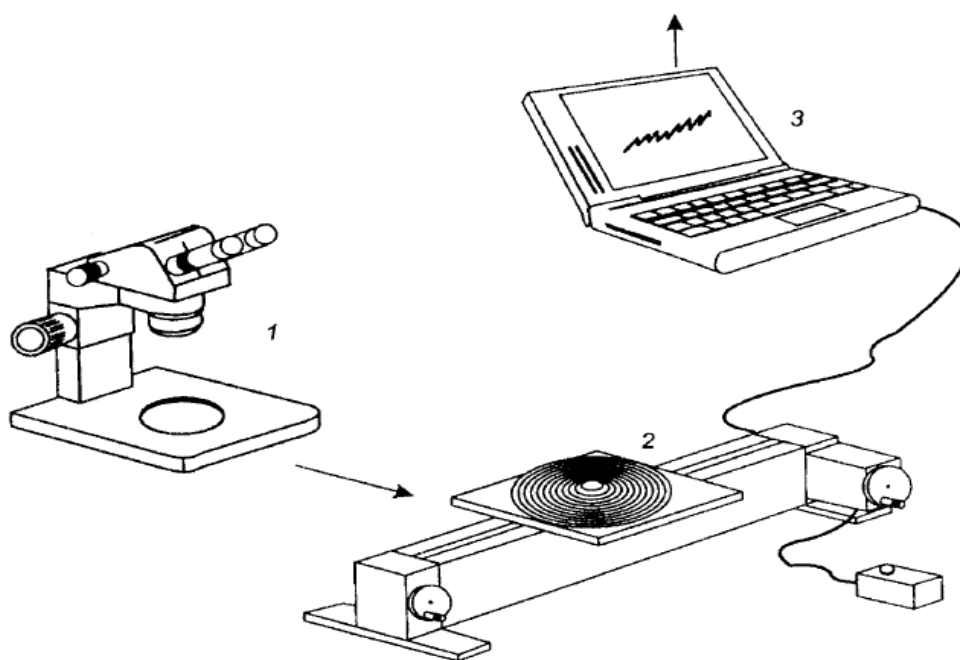
Прибор разработан германской фирмой RINNTECH в 1991 Ф. Ринном. И совершенствуется до настоящего времени. В 2009 году прибор прошел сертификацию в Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии; по результатам испытаний был зарегистрирован в

Государственном реестре средств измерений, после чего допущен к применению в Российской Федерации.

Основные достоинства прибора:

- простота в обращении;
- надежность;
- пыле - и влагоустойчивость;
- высокая точность измерений;
- единственный в России.

Линейная направляющая с длиной для измерений 560 мм, подача 5 мм/об., разрешение 10 $\mu\text{м}$ (1/100 мм), маховичок диаметром 80 мм, программное обеспечение ТСАП-Вин профессиональное для приёма и обработки измеренных значений, их графического представления и анализа временных последовательностей.



1 Стереомикроскоп; 2 скамья с прецизионной подачей, обеспечивающей линейное перемещение образца с точностью 0,01 мм; 3 компьютер для накопления данных измерений.

Рисунок 10 – полуавтоматическая установка для измерений ширины годовичных колец.

7.10 Расчет методом дендрохронологии

Для анализа методом дендрохронологии были взяты 10 образцов яблонь с двух площадок, выбранных ранее для исследования. С 1 по 5 керны взяты в Академгородке, а с 6 по 10 вблизи Красноярского завода синтетического каучука.

Проводим исследования с помощью полуавтоматической установки для измерений ширины годичных колец.

На рисунках 11, 12 представлены карты-схемы территорий и мест взятия образцов.



Рисунок 11- Карта схема территории и мест взятия образцов с 1 по 5

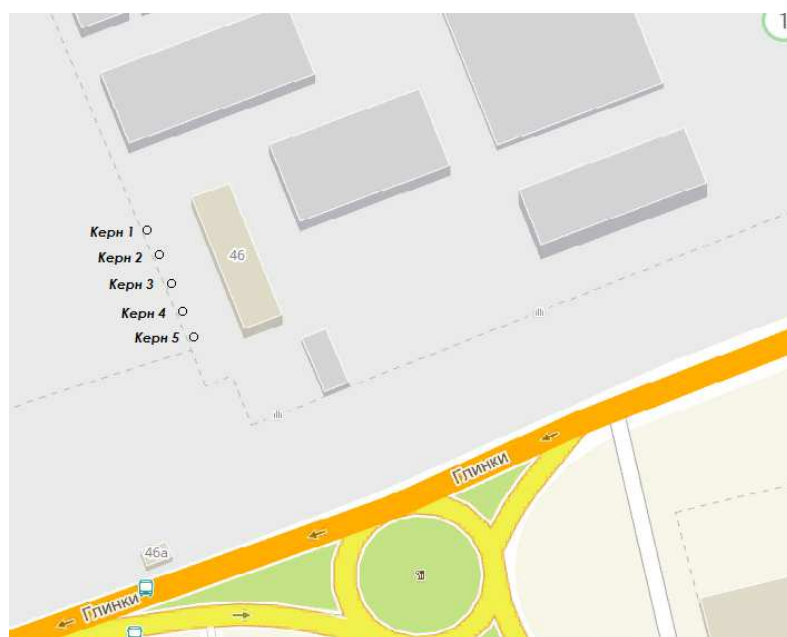


Рисунок 12- Карта схема территории и мест взятия образцов с 6 по 10

Таблица 10 – прирост деревьев в Академгородке и на ул. Глинки, мм*10⁻²

Год	Ширина годовых колец яблонь, растущих в Академгородке						Ширина годовых колец яблонь, растущих на ул. Глинки					
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1973		460				0,46						
1974	1510	190				0,85						
1975	1780	940				1,36						
1976	2520	1820				2,17						
1977	3360	2040				2,7						
1978	4090	3460		530	930	2,253						
1979	4190	3330		620	1090	2,308						
1980	4120	2720		1150	3320	2,828						
1981	4250	3030		1510	2960	2,938						
1982	4130	3580		1710	2080	2,875					1540	1,54
1983	4040	3420		2070	2530	3,015					1740	1,74
1984	3190	2900		1920	1610	2,405			340		2180	1,26
1985	3650	3750		3300	1900	3,15			1280		340	0,81
1986	2870	1700		2740	2640	2,488			350		940	0,645
1987	2590	1850	2870	2560	2660	2,506			660		2280	1,47
1988	1530	2000	6000	1810	2930	2,854	800	1880	350		2370	1,35
1989	1610	2330	4920	1120	1780	2,352	890	2300	300		2060	1,388

Окончание таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1990	2830	2370	5690	1200	1660	2,75	430	2760	700		3400	1,823
1991	1440	2710	6010	1430	610	2,44	820	2240	310	310	3430	1,422
1992	1070	2280	5760	1700	1680	2,498	840	2650	490	190	4060	1,646
1993	310	2290	5210	2560	1570	2,388	470	1540	770	160	4360	1,46
1994	940	1200	4180	2550	1190	2,012	610	1200	1470	640	3720	1,528
1995	1650	1410	1870	3790	870	1,918	680	1610	760	600	1760	1,082
1996	580	1910	2860	3450	1770	2,114	1420	2450	1600	770	1350	1,518
1997	510	1370	2760	2720	840	1,64	1360	2270	1470	430	990	1,304
1998	340	1110	2930	1110	750	1,248	1140	2450	2610	1190	480	1,574
1999	760	1390	1900	1380	550	1,196	1980	3230	980	1240	810	1,648
2000	360	890	3230	1830	1170	1,496	1110	2390	570	770	1510	1,27
2001	700	1170	1320	1040	440	0,934	1840	2000	600	510	1080	1,206
2002	1250	930	1460	740	1670	1,21	1090	2560	890	1230	2710	1,696
2003	890	1300	460	1110	840	0,92	1170	2920	890	710	1230	1,384
2004	1580	540	1400	420	1170	1,022	1720	2690	1330	1100	2440	1,856
2005	510	940	500	600	1390	0,788	1040	950	2220	840	600	1,13
2006	340	820	1490	130	1160	0,788	2320	1230	2020	760	830	1,432
2007	760	1310	1210	490	800	0,914	2420	980	3910	480	530	1,664
2008	360	1680	1310	110	1430	0,978	1910	1010	270	550	650	0,878
2009	700	1220	1070	480	640	0,822	2600	1010	1970	900	170	1,33
2010	1250	1650	600	330	1320	1,03	2930	1300	6020	1460	340	2,41
2011	890	1240	590	440	690	0,77	2960	1260	6980	970	270	2,488
2012	1580	1880	690	430	1270	1,17	4180	2210	4130	1450	260	2,446
2013	1060	1670	250	280	300	0,712	4020	2290	5990	1920	290	2,902
2014	460	1760	580	260	870	0,786	4010	3740	4650	2190	310	2,98
2015	920	1530	470	360	800	0,816	3650	2210	1320	2840	650	2,134
2016	490	2420	1010	230	300	0,89	2980	1880	2520	2920	440	2,148
2017	1360	3030	2990	330	500	1,642	3390	2880	1910	2580	2570	2,666

Исследования показали, что деревья, произрастающие в Академгородке, имеют классическую модель роста, т.е. имеют активный рост в начале жизненного цикла, который постепенно снижается. На улице Глинки ситуация абсолютно противоположна. В местах взятия кернов присутствовал специфический запах бутадиена. Первое снижение прироста годовых колец, вероятнее всего, обусловлено пересадкой саженцев. После

этого дерева очень долго (около 20 лет) адаптируются. Активный рост яблонь начинается в 2008-2009 годах. Эти резкие изменения могут быть связаны как с модернизацией оборудования на близлежащих предприятиях, снижением объемов производств, долгой адаптацией... Проведенные исследования не позволяют абсолютно точно определить что именно повлияло на яблони, но абсолютно точно можно судить о неблагоприятной экологической обстановке в этом районе. Это еще раз подтверждает актуальность данной работы. Результаты сравнения образцов изображены на рисунке 13.

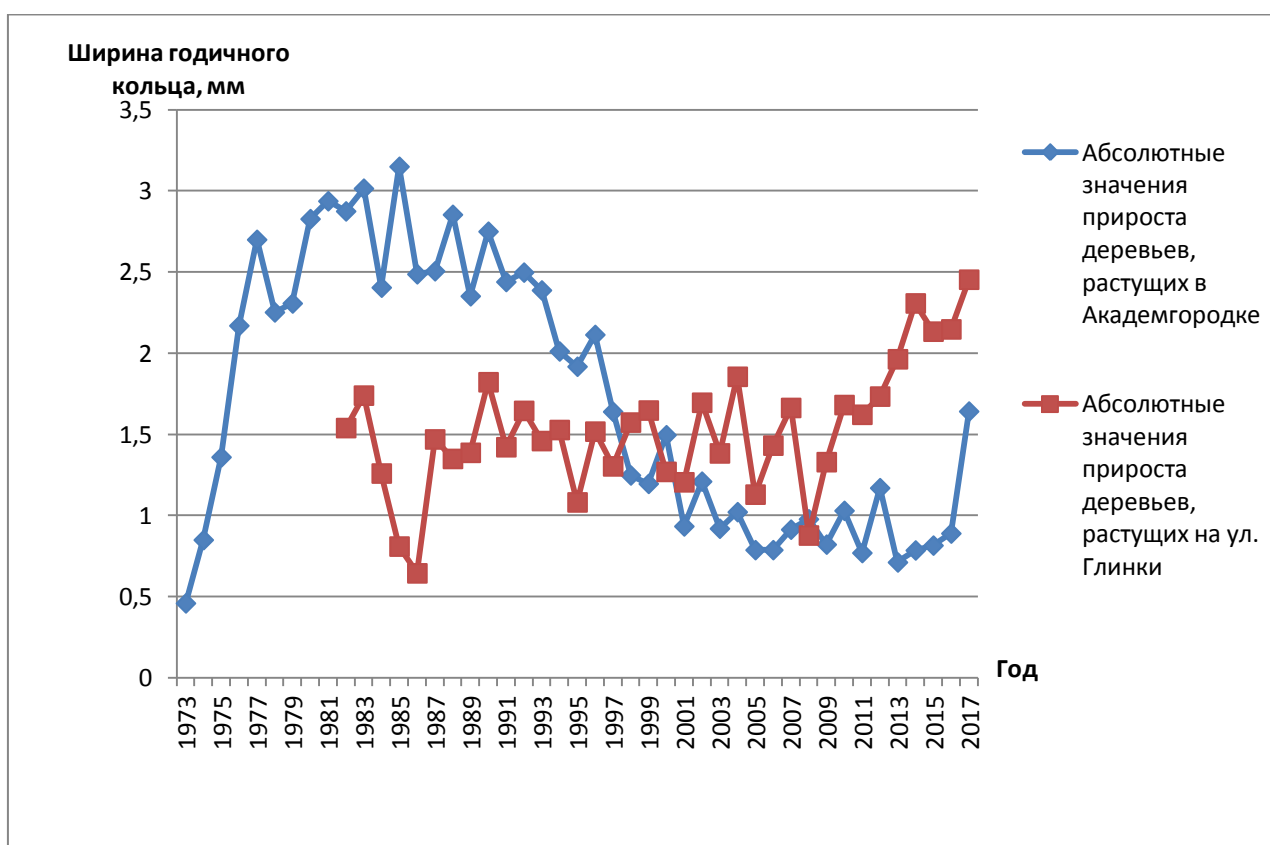


Рисунок 13 – Абсолютное значение прироста деревьев яблони ягодной, растущих в Академгородке и на ул. Глинки.

8 Нормативно-правовое обоснование

На рассматриваемом предприятии по производству синтетического каучука предлагается система снижения выбросов, которая соответствует законодательно-нормативной документации Российской Федерации.

К законодательной документации относятся:

Федеральный закон «Об охране окружающей природной среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ определяет правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивающие сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение природных ресурсов, благоприятной окружающей среды и биологического разнообразия в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, укрепления правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности [8].

Нормирование в области охраны окружающей среды осуществляется в целях государственного регулирования воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду, гарантирующего сохранение благоприятной окружающей среды и обеспечение экологической безопасности.

Нормирование в области охраны окружающей среды заключается в установлении нормативов качества окружающей среды, нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, иных нормативов в области охраны окружающей среды, а также государственных стандартов и иных нормативных документов в области охраны окружающей среды.

Нормативы и нормативные документы в области охраны окружающей среды разрабатываются, утверждаются и вводятся в действие на основе современных достижений науки и техники с учетом международных правил и стандартов в области охраны окружающей среды.

Федеральный закон "Об охране атмосферного воздуха" от 04.05.1999 N 96-ФЗ. Настоящий Федеральный закон устанавливает правовые основы охраны атмосферного воздуха и направлен на реализацию конституционных прав граждан на благоприятную окружающую среду и достоверную информацию о ее состоянии.

Атмосферный воздух является жизненно важным компонентом окружающей природной среды, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных.

Задачами природоохранного законодательства РФ являются регулирование отношений в сфере взаимодействия общества и природы с целью сохранения природных богатств и естественной среды обитания человека, предотвращения экологически вредного воздействия хозяйственной и иной деятельности, оздоровления и улучшения качества окружающей среды, укрепления законности и правопорядка в интересах настоящего и будущего поколений людей.

Задачами законодательства РФ об охране атмосферного воздуха являются:

- регулирование общественных отношений в этой области в целях сохранения в чистоте и улучшения состояния атмосферного воздуха;
- предотвращение и снижение вредных химических, физических, биологических и иных воздействий на атмосферу, вызывающих неблагоприятные последствия для населения, народного хозяйства страны, растительного и животного мира;
- укрепление законности в области охраны атмосферного воздуха.

Законодательство РФ об охране атмосферного воздуха состоит из Закона и других актов законодательства РФ об охране атмосферного воздуха. В соответствии с этим Законом в области регулирования отношений по охране атмосферного воздуха ведению РФ подлежат:

- 1) Определение общих мероприятий и установление основных положений в области охраны атмосферного воздуха;

2) Разработка и утверждение общероссийских планов по охране атмосферного воздуха;

3) Установление нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и уровней вредных воздействий на него;

4) Установление порядков разработки и утверждения нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, а также нормативов предельно допустимых вредных физических воздействий на него;

5) Установление единой для РФ системы государственного учета вредных воздействий на атмосферный воздух;

6) Государственный контроль над охраной атмосферного воздуха и установление порядка его осуществления [9].

Защита воздушного бассейна регламентируется предельно допустимыми концентрациями (ПДК) вредных веществ в атмосферном воздухе, предельно допустимыми выбросами (ПДВ) вредных веществ и временно согласованными выбросами (ВСВ) от источников загрязнения. С целью нормирования содержания примесей в атмосферном воздухе населенных пунктов Министерством здравоохранения Российской Федерации установлены нормативные концентрации вредных веществ в виде среднесуточных и максимально разовых ПДК.

Расчет величин нормативов ПДВ производится на основании рекомендаций, данных в «Методы расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе» (далее – МРР-2017), Утверждены приказом Минприроды России от 06.06.2017 N 273.

ПДВ устанавливается для каждого источника загрязнения атмосферы, действующем на предприятии при условии, что выбросы вредных веществ от данного источника и от совокупности источников с учетом перспективы развития, не создадут приземную концентрацию, превышающую ПДК. Если значения ПДВ по ряду объективных причин не могут быть достигнуты на

предприятию, то в этом случае вводится поэтапное снижение выбросов загрязняющих веществ до значений, обеспечивающих соблюдение ПДВ.

Нормативы ПДВ устанавливаются соответственно на срок до пяти лет и подлежат пересмотру (переутверждению) или уточнению по планам-графикам, согласованными с местными органами Госкомприроды РФ.

Для объектов, их отдельных зданий и сооружений с технологическими процессами, являющимися источниками формирования производственных вредностей, в зависимости от мощности, условий эксплуатации, концентрации объектов на ограниченной территории, характера и количества выделяемых в окружающую среду токсических и пахучих веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов, а также с учетом предусматриваемых мер по уменьшению неблагоприятного влияния их на окружающую среду и здоровье человека при обеспечении соблюдения требований гигиенических нормативов в соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов, устанавливаются минимальные размеры санитарно-защитных зон.

СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов [Электронный ресурс] : постановление от 25.09.2007 N 74 ред. от 25.04.2014.

Для объектов, их отдельных зданий и сооружений с технологическими процессами, являющимися источниками формирования производственных вредностей, в зависимости от мощности, условий эксплуатации, концентрации объектов на ограниченной территории, характера и количества выделяемых в окружающую среду токсических и пахучих веществ, создаваемого шума, вибрации и других вредных физических факторов, а также с учетом предусматриваемых мер по уменьшению неблагоприятного влияния их на окружающую среду и здоровье человека при обеспечении соблюдения требований гигиенических нормативов в соответствии с санитарной классификацией предприятий, производств и объектов, устанавливаются минимальные размеры санитарно-защитных зон.

Рассматриваемый завод относится к предприятиям первого класса опасности и СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 имеет санитарно-защитную зону 1000м. Для рядом расположенного предприятия разработан пакет научной документации, который включает проект сокращения границы санитарно-защитной зоны до 100 метров [12].

«О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ.

Настоящий Федеральный закон направлен на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения как одного из основных условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду.

Санитарно-эпидемиологическое благополучие населения обеспечивается посредством:

- профилактики заболеваний в соответствии с санитарно-эпидемиологической обстановкой и прогнозом ее изменения;
- контроля за выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий и обязательным соблюдением гражданами, индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами санитарных правил как составной части осуществляемой ими деятельности;
- создания экономической заинтересованности граждан, индивидуальных предпринимателей и юридических лиц в соблюдении законодательства Российской Федерации в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения;
- государственного санитарно-эпидемиологического нормирования;
- государственного санитарно-эпидемиологического надзора;
- сертификации продукции, работ и услуг, представляющих потенциальную опасность для человека;
- лицензирования видов деятельности, представляющих потенциальную опасность для человека;

- государственной регистрации потенциально опасных для человека химических и биологических веществ, отдельных видов продукции, радиоактивных веществ, отходов производства и потребления, а также впервые ввозимых на территорию Российской Федерации отдельных видов продукции;

- проведения социально-гигиенического мониторинга [10].

Нормативы предельно допустимых выбросов устанавливаются с учетом производственных мощностей объекта, данных о наличии его эффекта и иных вредных последствий по каждому источнику загрязнений, показателей качества окружающей среды. Проекты предельно допустимых выбросов самими предприятиями. Конкретному источнику загрязнений предельно допустимые выбросы устанавливают органы Госкомэкологии РФ, бассейновые и другие территориальные органы министерства природных ресурсов РФ, другие специально уполномоченные органы в области охраны окружающей среды, органы государственной санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения РФ. Нормативные объемы выбросов источниками загрязнений устанавливаются в виде предельно допустимых или временно согласованных выбросов (лимитов). В отношении последних указываются этапы и сроки допустимых нормативов – предельно допустимых выбросов. В соответствии с установленными нормативами предельно допустимых выбросов предприятиям, учреждениям, организациям выдается разрешение на выброс. Нарушение установленных нормативов предельно допустимых выбросов и других требований охраны окружающей среды, предусмотренных разрешением на выброс, влечет ограничение, приостановление, прекращение выбросов вплоть до приостановления, прекращения деятельности предприятия. Установление порядка разработки и утверждения нормативов предельно допустимых концентраций относится ведению органов государственной санитарно-эпидемиологической службы Министерства здравоохранения РФ (гигиенический норматив). Нормативы качества

окружающей среды являются едиными для всей территории РФ. С учетом природно–климатических особенностей, а также повышенной социальной ценности отдельных территорий для них могут быть установлены отражающие особые условия нормативы предельно допустимых концентраций.

Предельно допустимая концентрация является показателем, который определяет соответствие состояния природной среды установленным гигиеническим и экологическим требованиям. Ими руководствуются при планировании развития территорий, принятии хозяйственных решений, проведении природоохранных мероприятий и экологического контроля. При нарушении требований нормативов предельно допустимых концентраций деятельность источника вредного воздействия может быть ограничена, приостановлена или прекращена по предписанию органов государственной санитарно–эпидемиологической службы РФ или государственных органов в области охраны окружающей среды.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей работе был рассмотрен завод по производству синтетического каучука. Основное внимание уделялось цеху №4, в котором происходит сушка, брикетирование и упаковка каучука. Расчет рассеивания до и после мероприятия показал, что в цехе использовано оборудование для выпуска каучука, которое не удовлетворяет экологическим требованиям. Об этом же свидетельствует угнетение развития растений произрастающих рядом с территорией предприятия и определенное методом дендрохронологии.

Были выявлены превышения по акрилонитрилу в системе вентиляции В-1, которая локализует вредные выделения в процессе работы технологического оборудования сушильного агрегата №1 (вибросит, емкостей, отжимной машины, виброразравнивателя). Так как нитрил акриловой кислоты является токсичным веществом, то необходимо принимать меры по снижению его концентрации.

В связи с этим предприятию было предложено в цехе 4 использовать абсорбционно-биохимическую очистку газа, которая сочетает преимущества абсорбционной очистки и биологической нейтрализации вредных компонентов. Степень очистки данного аппарата от акрилонитрила – 90%.

При данном способе максимально снижаются выбросы в атмосферу, что подтверждено расчетом рассеивания бутадиена и акрилонитрила после установки абсорбера.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Башкатов, Т. В. Технология синтетических каучуков : учебник для техникумов / Т. В. Башкатов, Я. Л. Жигалин. - Л. : Химия, 1987. – 360 с.
2. Комонов, С. В. Нормативно-правовая база. Перечень природоохранных документов : методические указания для выполнения выпускной квалификационной работы / С. В. Комонов. – Красноярск : ИПК СФУ. – 2013. – 68 с.
3. Кирпичников, П. А. Альбом технологических схем основных производств промышленности синтетического каучука : учеб. пособие для вузов / П. А. Кирпичников, В. В. Береснев, Л. М. Попова. – 2-е изд., перераб. – Л.: Химия, 1986. – 224 с.
4. Кулагина, Т. А. Теоретические основы защиты окружающей среды : учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. / Т. А. Кулагина. – Красноярск : ИПЦ КГТУ, 2003. – 332 с.
5. Ликумович, А. Г. Технология мономеров для синтетических каучуков общего назначения : учебное пособие / Р. А. Ахмедьянова, Г. Р. Котельников. – Санкт-Петербург : Профессия, 2016. – 214 с.
6. Швыдский, В. С. Очистка газов : справочное издание / В. С. Швыдский, М. Г. Ладыгичев. - М. : Теплоэнергетика, 2002. – 502 с.
7. Швыдский, В. С. Очистка газов : справочное издание / В. С. Швыдский, М. Г. Ладыгичев. - М. : Теплоэнергетика, 2002. – 502 с.
8. Процессы и аппараты химических и биохимических технологий : учеб. пособие для студентов химических специальностей вузов / Б. Д. Левин, Л. И. Ченцова, М. Н. Шайхутдинова, В. М. Ушанова ; под общ. ред. д-ра хим. 85 наук С. М. Репяха. – Красноярск : Сибирский государственный технологический университет, 2002. – 430 с.
9. СТО 4.2–07–2014 Система менеджмента качества. Общие требования к построению, изложению и оформлению документов учебной деятельности – Красноярск : ИПК СФУ, 2014. – 41 с.

10. Тимонин, А. С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования : издание 2-е, переработанное и дополненное. Справочник / А. С. Тимонин. – Калуга : издательство Н. Бочкаревой, 2002. - 846 с.

11. Химия и технология синтетического каучука : учебное пособие для вузов / Л. А. Аверко-Антонович, Ю. О. Аверко-Антонович, И. М. Давлетбаева, П. А. Кирпичников. – М : 2007. – 357 с.

Электронные ресурсы

12. Об охране окружающей среды [Электронный ресурс] : федер. Закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ ред. от 13.07.2015 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

13. Об охране атмосферного воздуха [Электронный ресурс] : федер. закон от 04.05.1999 N 96-ФЗ ред. от 13.07.2015 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

14. Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе [Электронный ресурс] приказ Минприроды России от 06.06.2017 № 273 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

15. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения [Электронный ресурс] : федер. закон от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

16. О введении в действие ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест [Электронный ресурс] : постановление от 30.05.2003 № 114 ред. от 30.08.2016 // Справочная правовая система «КонсультантПлюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Политехнический институт
«Инженерная экология и безопасность жизнедеятельности»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Т. А. Кулагина


подпись

« 25 » июня 2018 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

20.03.01 «Техносферная безопасность»

«Оценка влияния промышленного объекта (на примере завода по
производству синтетического каучука) на окружающую среду»

Пояснительная записка

Руководитель


24.06.18.
подпись, дата

доцент, к.б.н.
должность, ученая степень

Т.В.Игнатенко

Выпускник


24.06.18
подпись, дата

А.М.Захарова


Консультанты по разделам:

Консультант по
нормативно-правовой базе


28.06.2018
подпись, дата

С. В. Комонов

Нормоконтроль


25.06.2018
подпись, дата

С. В. Комонов

Красноярск 2018