



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

филиал в г.Туапсе

Кафедра «Метеорологии, экологии и природопользования»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

(бакалаврская работа)

по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование

(квалификация – бакалавр)

На тему: «Производство полимеров и их влияние на атмосферный воздух, подземные и поверхностные воды»

Исполнитель Смоляева Анастасия Сергеевна

Руководитель к.б.н., доцент Долгова-Шхалахова Алина Владимировна

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Цай Светлана Николаевна

«20» января 2025 г.

Туапсе

2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1 Понятие полимеры	5
1.1 Свойства и классификация полимеров	5
1.2 Продукты из полимеров	10
2 Характеристика ООО «Иркутский завод полимеров»	15
2.1 Производство полимеров в ООО «Иркутский завод полимеров»	15
2.2 Оценка воздействия производственной деятельности ООО «Иркутский завод полимеров» на атмосферный воздух	20
2.3 Оценка воздействия производственной деятельности ООО «Иркутский завод полимеров» на поверхностные и подземные воды	28
3 Мероприятия по охране окружающей среды при производстве полимеров на ООО «Иркутский завод полимеров»	39
Заключение	51
Список используемой литературы	53
Приложения	56

Введение

Уникальные свойства (физико-химические, технологические, конструкционные) полимеров, благодаря которым возможно их применение практически во всех сферах деятельности [1, с. 4]. Использование полимеров способствует развитию техники и технологиям, благодаря которым появляются новые виды товаров и упрощается быт людей. Страны, в которых развита промышленность каждый год производят такой объем полимеров, который в несколько раз больше, чем выплавка всех цветных металлов.

Высокий рост производства полимеров обусловлен тем, что они заменяют дорогие и дефицитные материалы, в следствии чего происходит экономия денежных средств и упрощение производства [2, с. 5].

Полимеры относятся к многокомпонентным материалам, поскольку при их производстве используются различные ингредиенты.

Производство и использование многокомпонентного состава полимеров осложняется тем, что происходят выделения вредных веществ, что сказывается на окружающей среде. Поэтому очень важно при производстве полимеров обеспечивать контроль экологической безопасности [1, с. 5].

В результате всего вышесказанного следует, что тема выпускной квалификационной работы актуальна, поскольку для предприятия важно проводить оценку воздействия на окружающую среду при осуществлении своей деятельности.

Цель выпускной квалификационной работы – оценить воздействие на атмосферный воздух, подземные и поверхностные воды при производстве полимеров на ООО «Иркутский завод полимеров».

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

1. Описать структуру, свойства и классификацию полимеров.
2. Охарактеризовать процесс производства полимеров на ООО «Иркутский завод полимеров».

3. Предложить мероприятия по охране окружающей среды при производстве полимеров на ООО«Иркутский завод полимеров».

Методы исследования, использованные в процессе написания данной работы – систематизация, изучение и анализ документов и статистических данных.

Объектом исследования выступает ООО «Иркутский завод полимеров», предметом – воздействие на атмосферный воздух и подземные и поверхностные воды при производстве полимеров на ООО «Иркутский завод полимеров».

1 Понятие полимеры

1.1 Свойства и классификация полимеров

Полимеры (от греч. много частей; *polus*-много и *meros*-части) – это высокомолекулярные соединения, которые состоят из звеньев, соединяющие химические связи в длинные цепи (рисунок 1).

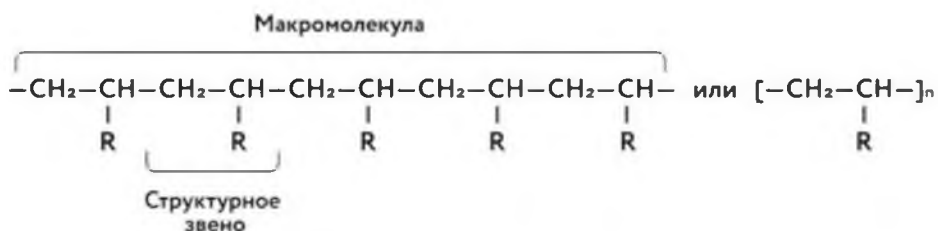


Рисунок 1 – Строение полимерной молекулы [3, с. 32]

Нашу жизнь невозможно представить без применения полимеров, на сегодняшний день полимеры используются в предметах, которые описаны на рисунке 2 [9, с. 10].

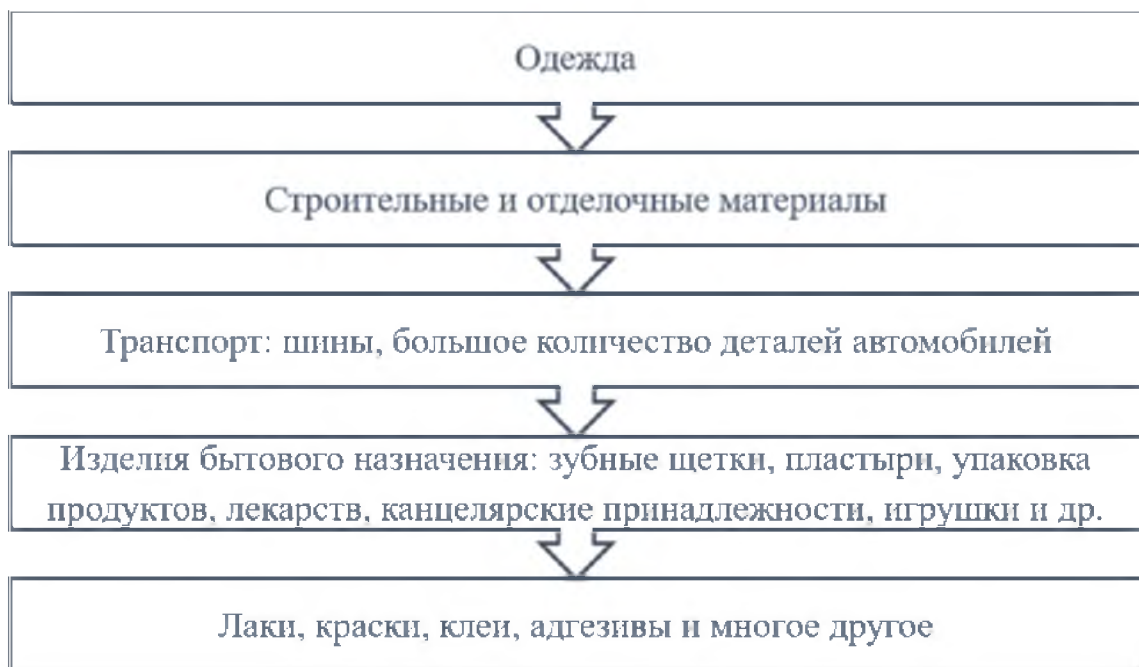


Рисунок 2 – Использование полимеров в предметах обихода

Полимеры имеют свойства, которые зависят от различных параметров, таких как: состав и расположение цепи, длина и структура макромолекул цепи, гибкость макромолекул и другие факторы[11, с. 24].

Основные свойства полимеров представлены на рисунке 3.



Рисунок 3 – Свойства полимеров

Таким образом свойства полимеров заключаются в том, что они не имеют определенной температуры плавления, обладают низкой растворимостью, имеют высокую прочность и вязкость, и малую хрупкость, эластичные и способны к обратимой деформации [4, с. 12].

Существует ряд нормативных документов, которые указаны в приложении 1, с помощью которых проводятся испытания полимерных материалов на соответствие ряда свойств.

Для того, чтобы расширить свойства полимерных материалов как технологических, так и эксплуатационных, используют композиционные материалы, с помощью которых на создаются термопластичные и термореактивные полимеры с усовершенствованными характеристиками.

Композиционные материалы, используемые при производстве полимеров и эффект от их применения указаны на рисунке 4.



Рисунок 4 – Композиционные материалы и их роль при производстве полимеров

Всекомпозиционные материалы составляют несколько десятков процентов в составе полимеров. В основном, при производстве полимеров используют термореактивные композиционные материалы, к ним относятся: фенопласты, аминопласты и эпоксипласты[10, с. 9].

Полимеры можно разделить по происхождению на природные, синтетические и искусственные (рисунок 5).

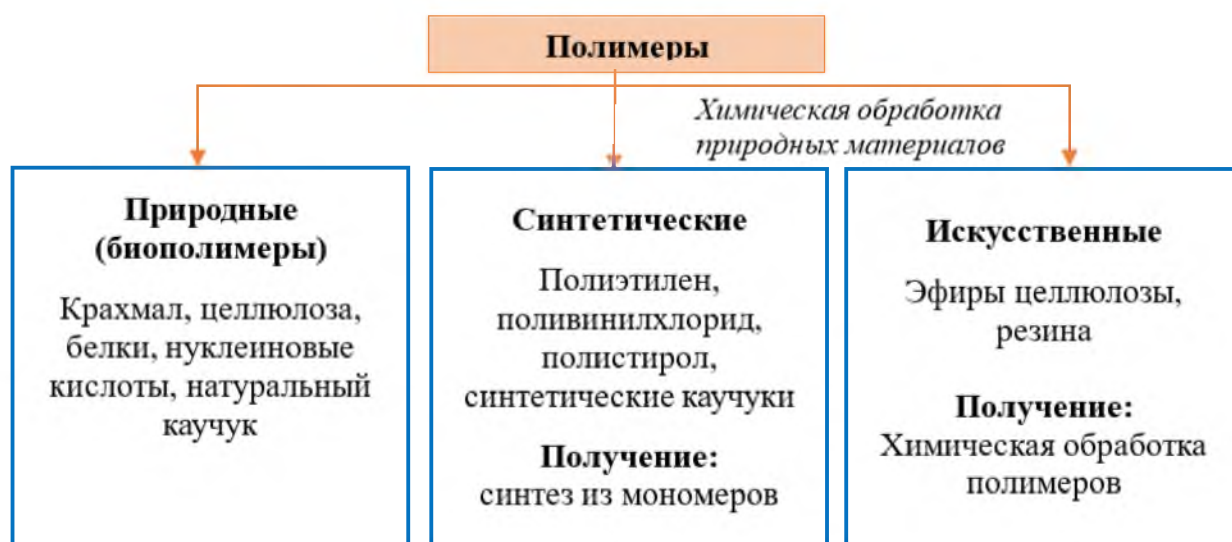


Рисунок 5 – Классификация полимеров по происхождению

Разделение полимеров по расположению атомов в молекуле бывает линейное (открытые и вытянутые в линию цепи), разветвлённое (цепи с разветвлением) и сетчатое (отмечается трехмерная сетка в цепях) и представлено на рисунке 6.

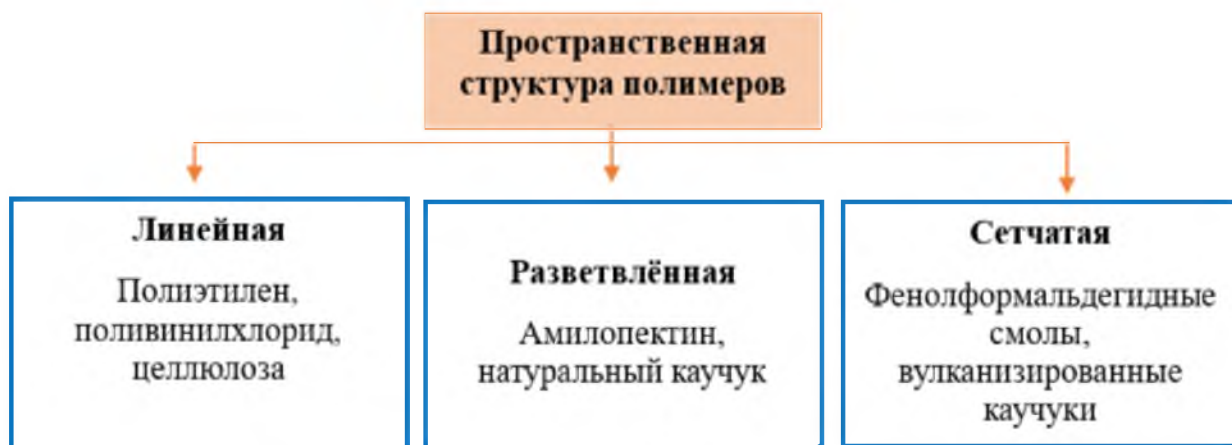


Рисунок 6 – Классификация полимеров по расположению атомов в молекуле

Линейные и разветвленные полимеры образуют очень прочные и эластичные волокна и плёнки, которые способны плавиться и растворяться в растворителях.

Существуют два способа получения полимеров:

- реакция поликонденсации – процесс образования молекул полимеров с помощью взаимодействия молекул мономеров, которые сопровождаются выделением низкомолекулярных продуктов (воды);
- реакция полимеризации – процесс образования молекул полимеров в результате последовательного присоединения молекул мономера к растущей цепи за счет разрыва кратных связей.

На рисунке 7 указана общая схема реакции полимеризации.

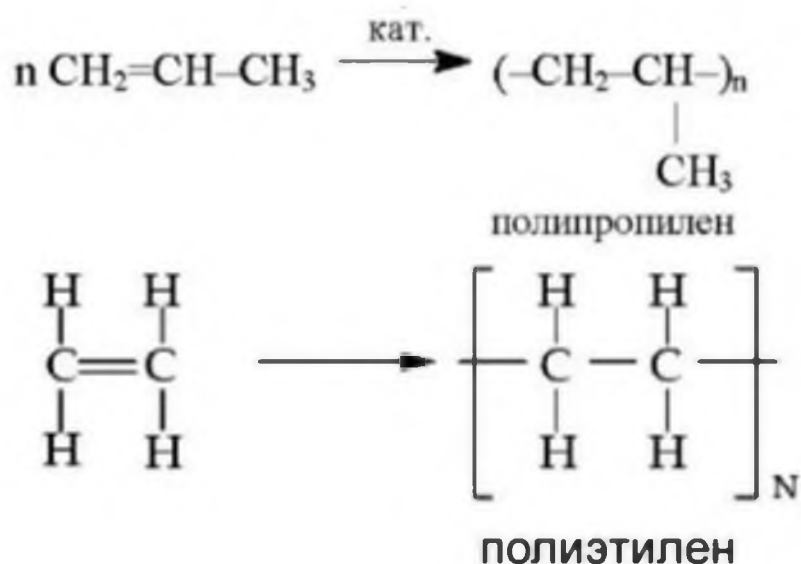


Рисунок 7 – Схема реакции полимеризации [3, с. 37]

Существуют следующие технические способы полимеризации, описанные на рисунке 8.

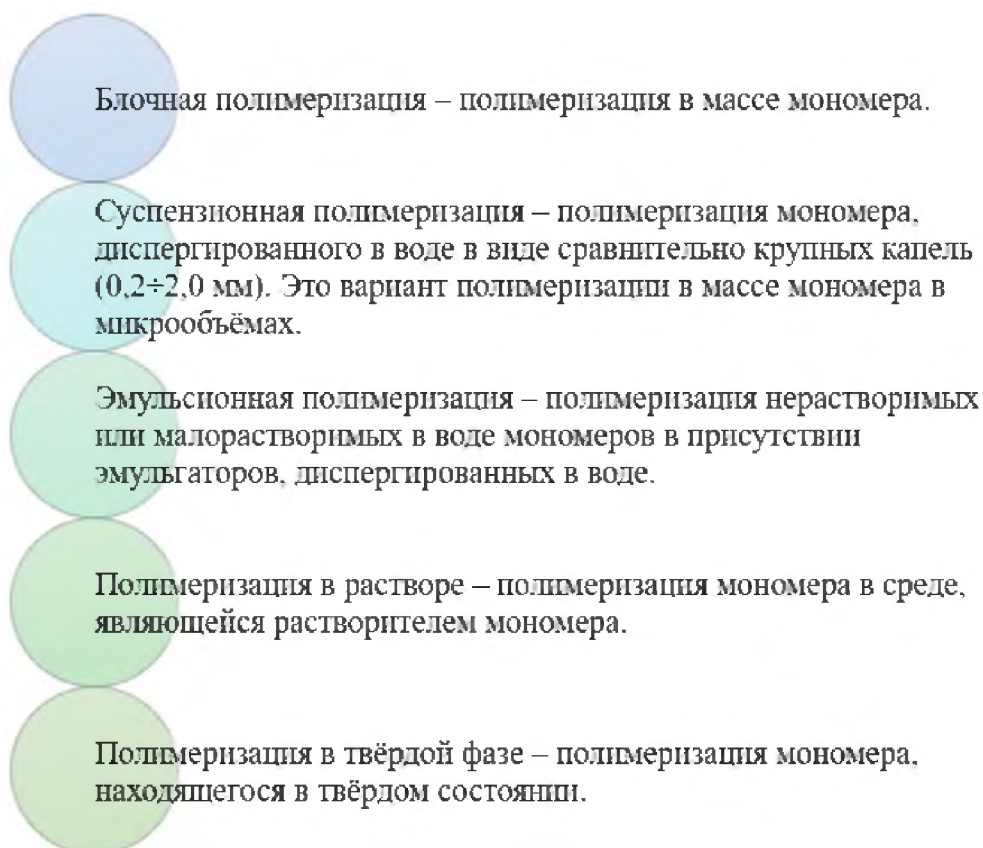


Рисунок 8 – Способы полимеризации[2, с. 29]

Первые четыре способа полимеризации, указанные на рисунке 8 широко используются в промышленных процессах производства полимеров.

1.2 Продукты из полимеров

Как уже было сказано, в любой сфере жизнедеятельности используют продукты, изготовленные из полимеров.

Пищевая промышленность находит широкое применение полимерных материалов, при этом основным условием применения является то, что они должны соответствовать санитарно-гигиеническим нормам, при этом быть инертными и не токсичными. Взаимодействие продуктов питания с полимерами не должно приводить к изменению их органолептических свойств, т.е. запаха, вкуса и других характеристик [12, с. 222].

При производстве пленок: гидро-, электроизоляционных, упаковочных, парниковых, тепличных, многослойных и др. исходным сырьем являются полимеры. Для упаковки продуктов питания таких как: мясо, рыба, молочные, овощи, фрукты, кондитерские и хлебобулочные, полуфабрикаты, соки используют полимеры, комбинированные с бумагой, фольгой или другими веществами.

Применение пленок, выполненных из полимерных материалов, позволяет совершенствовать и автоматизировать технологические операции при производстве продуктов питания, сокращает потери и увеличивает сроки хранения.

В строительстве находит широкое применение полимерных материалов, при этом ежегодно на них возрастает спрос и расширяется ассортимент. Это связано с тем, что полимеры обладают уникальными физико-механическими свойствами и ценными архитектурно-строительными характеристиками. Можно сказать, что строительство – крупнейший потребитель полимерных материалов.

Из полимерных материалов изготавливают материалы, которые указаны на рисунке 9, по данным [12, с. 224].



Рисунок 9 – Виды материалов, используемые в строительстве и выполненные из полимерных материалов

Материалы и изделия, предназначенные для покрытия полов, производят в трех вариациях, представленные на рисунке 10.

Ремонтно-отделочные работы находят широкое применение поливинилхлоридных и полиолефиновых пленок, декоративных бумажно-слоистых пластиков и влагостойких бумажных обоев. Для облицовки стен, дверей, панелей и перегородок применяется винипласт, который состоит из поливинилхлорида.



Рисунок 10 –Виды материалов и изделий, предназначенные для покрытия полов

Средства, предназначенные для лакокрасочных работ, такие как мастики, различные виды клея (эпоксидный, полиизобутиленовый, каучуковый, бутилкаучуковый, карбамидный) и полиэфирные смолы занимают особое место среди материалов для отделочных работ.

Для гидроизоляции применяют полипропилен, полиэтилен и другие полимерные пленки. Материалы, произведенные на основе битума, асбеста, стекловолокна в строительстве применяются в кровельных работах.

В машиностроительной отрасли используется столько же полимерных материалов, как и стали. С каждым годом применение полимеров в машиностроении возрастает. Находят свое применение такие материалы как: лакокрасочные, резина, синтетические волокна и др. Применение полимеров в данной отрасли значительно расширяет ассортимент производимых деталей и узлов для машин. С добавлением полимеров изготавливаются разнообразные изделия, которые в дальнейшем применяются в авиатранспорте, железнодорожном транспорте, автомобильной отрасли и судостроении, включая зубчатые колеса, ремни, подшипники, шкивы и др. [12, с. 227].

Ежегодно в геометрической прогрессии возрастает производство пластмасс, которые содержат различные добавки, указанные на рисунке 11.



Рисунок 11 – Вспомогательные материалы, используемые при производстве пластмасс

Добавки, представленные на рисунке 11, которые вводят при производстве пластмасс способствуют удешевлению продукции на выходе и улучшают механические и физические свойства материалов.

Чтобы создать электрооборудование с наилучшими характеристиками и высокой надежностью при эксплуатации, также используют полимеры.

Электронная и электротехническая отрасли промышленности также потребляют огромное количество полимеров. Цели использования материалов, созданных из полимеров и применяемые в электронной и электротехнической отраслях указаны на рисунке 12, согласно [12, с. 228].

Полиэтилен и другие полимеры – основные изоляционные материалы для различных проводов и кабелей, которые упрощают их монтаж и эксплуатацию.

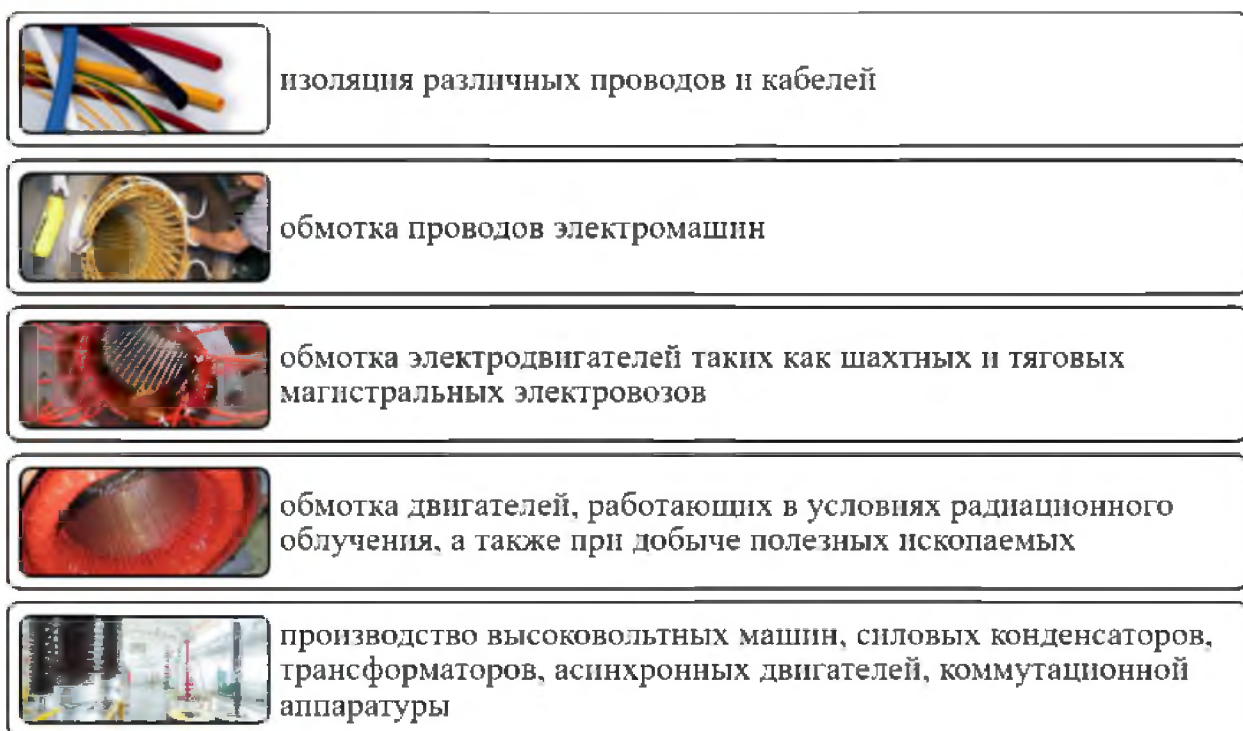


Рисунок 12 – Применение полимеров в электронной и электротехнической отраслях

В медицине полимерные материалы широко применяются в восстановительной хирургии для протезирования клапанов сердца и сосудов, конечностей, зубов, связок хрусталика и радужной оболочки глаза. Медицинские нити и клеящие материалы, используемые в медицине, также производят из полимеров.

Полимеры используются как лекарственные вещества и препараты направленного пролонгированного действия, микрокапсулированного и др. [12, с. 230].

Производство полимеров с улучшенными показателями является одним из главного направления в науке. В настоящее время полимеры являются незаменимыми во всех областях техники и быта.

2 Характеристика ООО «Иркутский завод полимеров»

2.1 Производство полимеров в ООО «Иркутский завод полимеров»

Общество с ограниченной ответственностью «Иркутский завод полимеров» (ИЗП), представлен на рисунке 13, тип общества – непубличное, специализирующееся в сфере производства полиэтилена. Завод является первым в Восточной Сибири, специализирующимся на производстве полимеров, поддерживаемый собственной ресурсной базой.



Рисунок 13 – Линия производства на ООО «Иркутский завод полимеров»

Иркутский завод полимеров расположен в г. Усть-Кутск Иркутской области.

В «Иркутском заводе полимеров» эксплуатируются установки производства этилена (пиролиз), бутена-1 и гранулированного полиэтилена.

На анализируемом заводе сырьем для производства этилена и бутена-1 являются этан и пропан с Усть-Кутского газоперерабатывающего завода, которые подаются по технологическим трубопроводам. А для производства линейного гранулированного полиэтилена сырьем являются полученные на установке пиролиза этилен и установке синтеза линейных альфа-олефинов бутен-1.

Технологическая схема производства полиэтилена представляет собой реакцию полимеризации этилена в массе при высоком давлении, протекающей по радикальному механизму [13, с. 26].

Для того чтобы получить высокомолекулярную массу и плотность у полиэтилена необходимо проводить полимеризацию при высоком давлении, для этого требуются аппараты с толстыми стенками. Для ускорения протекания реакция полимеризации нужна очень высокая температура, допустимые максимальные значения температуры зависят от рабочего давления и от условий взрывобезопасности.

На заводе ООО «ИЗП» реакция полимеризация этилена, с целью получения полиэтилена производят на трубчатом реакторе идеального вытеснения, в качестве инициатора используют кислород. На рисунке 14 изображена схема производства полиэтилена из этилена.

Цех газоразделения подает свежий этилен в смеситель, где происходит смешивание свежего этилена с возвратным этиленом низкого давления, который еще не вступил в реакцию полимеризации. После в многоступенчатом компрессоре происходит сжатие этилена до 25 МПа или 250 кгс/см² и в холодильнике охлаждается. Далее в сепараторе происходит отделение этилена от смазки, а после в смесителе осуществляется смешивание с возвратным этиленом высокого давления.

Этилен высокого давления из смесителя перемещается в двухступенчатый компрессор, где происходит сжатие до 150 МПа или 1500 кгс/см². Далее без

охлаждения при температуре 70°C через фильтр и огнепреградитель этилен поступает на полимеризацию в трубчатый реактор.

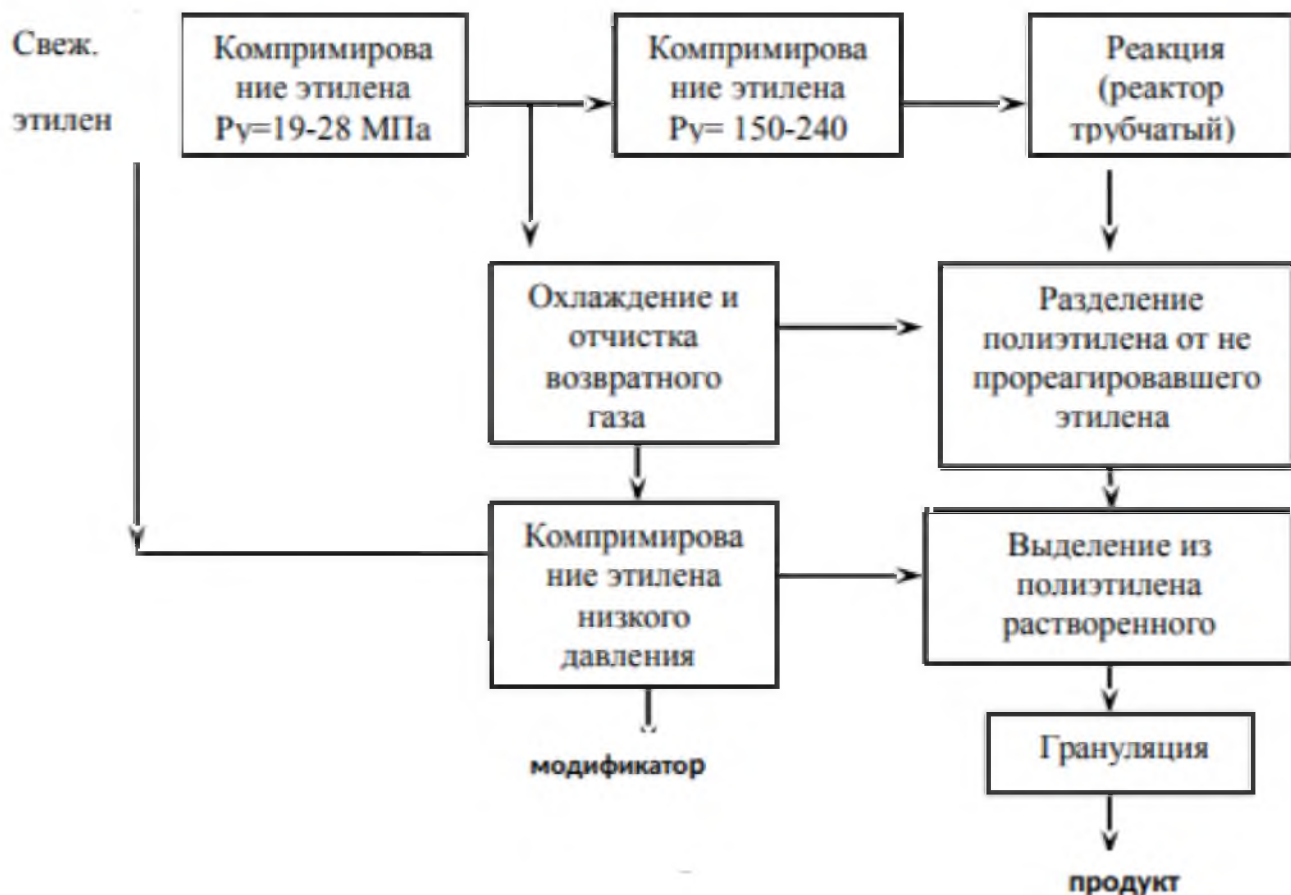


Рисунок 14 – Блочная схема производства полиэтилена из этилена

В трубчатом реакторе находятся три зоны подогрева этилена.

Первая зона отличается температурой от 70°C до 180°C .

Второй зоной считается зона вспомогательного подогрева этилена и самого процесса полимеризации.

Третья зона – зона охлаждения.

Для того чтобы нагреть или отвести лишнее тепло этилены необходимо использовать перегретую воду. Для первой зоны температуры воды должны быть 190°C , для второй зоны – 225°C , а для третьей зоны – 200°C .

В процессе полимеризации во второй зоне трубчатого реактора с целью повышения производительности установки и увеличения скорости превращения этилена в полиэтилен (степени конверсии) вводят свежий этилен.

На рисунке 15 изображена линия производства полиэтилена из этилена на трубчатом реакторе.



Рисунок 15 – Линия производства полиэтилена из этилена на трубчатом реакторе

Полученный в трубчатом реакторе полиэтилен совместно с непроизводившим этиленом под давлением 25 МПа перемещается в сектор высокого давления, где происходит их разделение из-за отличающихся плотностей. После чего жидкий полиэтилен по дросселирующему клапану и обогреваемому трубопроводу переходит в сектор низкого давления 0,15-0,60 МПа или 1,5-6 кгс/см² откуда потом возвратного газа, а затем в смеситель низкого давления. В процессе накопившийся в сепараторах и фильтре этилен, вынесенный из аппарата, перемещается в сборник. Низкомолекулярный

полимер (этилен) из секторанализного давления поступает в смеситель низкого давления через систему очистки и охлаждения.

Полиэтилен плавится в отделенизкого давления при 180-190°C после чего поступает в гранулятор проходя через загрузочный штуцер и выходит из фильеры гранулятора, где происходит его разрезание ножами, которые вращаются и находятся в гранулирующей головке на гранулы размером от 2 до 5 мм.

Чтобы гранулы не слипались необходимо подавать воду в гранулирующую головку. После разрезания гранулы полиэтилена остывают до 60-70°C и попадают на вибросито, где происходит удаление влаги с помощью подачи теплого воздуха с целью полной сушки полученной продукции.

На рисунке 16 показан выход готовой продукции в гранулах, которая раскладывается по двадцати пятикилограммовым мешкам или по контейнерам после чего с помощью автотранспорта транспортируется на склад приема, хранения и отгрузки. В основном потребителям доставляют гранулированный полиэтилен с помощью железнодорожного транспорта [5, с. 10].



Рисунок 16 – Гранулированный полиэтилен

ИЗП выпускает марки полиэтилена, которые используются в машиностроении, медицине, тяжелой и легкой промышленности, в том числе для производства трубопроводов, конструктивных деталей, различных видов пленок, специализированных медицинских изделий.

ООО «Иркутский завод полимеров» ежегодно проводят мониторинг состояния окружающей природной среды и недр с оценкой текущего и фоновый уровень загрязнения на территории в соответствии с программами мониторинга. Для этого привлекаются сторонние организации.

2.2 Оценка воздействия производственной деятельности ООО «Иркутский завод полимеров» на атмосферный воздух

Производственная деятельность ООО «ИЗП» сопровождается большим количеством выбросов, которые загрязняют атмосферный воздух. На Иркутском заводе полимеров главный вклад в загрязнение атмосферного воздуха приносят выбросы загрязняющих веществ от факелов и печей пиролиза. При нормальных условиях работы завода основное оборудование работает при повышенном давлении и температуре, поэтому оборудование плотно установлено, тем самым исключаются неорганизованные выбросы ЛОС – летучих органических соединений.

В таблице 1 представлены данные о выбросах загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферный воздух от источников, находящихся на заводе и их пре.

Таблица 1 – Перечень и количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух от ООО «ИЗП»

№	Наименование ЗВ	Класс опасности	ПДК, мг/м ³ [6]	Количество выбросов, т/год		
				2021	2022	2023
1	Азота диоксид	3	0,085	0,25371	0,24762	0,22683
2	Серная кислота	2	0,3	0,00001	0,00001	0,00001
3	Серы диоксид	3	0,5	0,02843	0,02843	0,02337
4	Углерод оксид	4	5	17,27642	16,83671	16,24375

Продолжение таблицы 1

№	Наименование ЗВ	Класс опасности	ПДК, мг/м ³ [6]	Количество выбросов, т/год		
				2021	2022	2023
5	Полиэтилен	-	0,1*	5,92266	5,92266	4,86794
6	Ксилол	3	0,3	0,00053	0,00047	0,00044
7	Бенз-а-пирен	1	0,000001	3,89E-09	3,64E-09	3,15E-09
8	Хлорбензол	3	0,1	0,0000068	0,0000062	0,0000056
9	Бутилацетат	4	0,1	0,00280	0,00250	0,00230
10	Ацельдегид	3	0,01	0,01149	0,01149	0,01149
11	Формальдегид	2	0,5	0,54650	0,54650	0,54650
12	Уксусная кислота	3	0,06	4,42797	4,84652	3,63943
13	Бензин	4	5	0,06693	0,05942	0,05501
14	Керосин	-	1,2*	0,04640	0,04640	0,04640
15	Фенолы	2	0,01	0,00138	0,00138	0,00138
16	Предельные углеводороды C12-C19	4	1	0,00002	0,00002	0,00002
ПДК не установлен, указан ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ)						

Из таблицы 1 можно увидеть, что основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха оказывают выбросы диоксида азота и оксида углерода.

Для того, чтобы узнать на каком расстоянии рассеиваются основные загрязнители атмосферного воздуха– диоксид азота и оксид углеродов, на различном расстоянии от источника выброса, проведем расчет в соответствии с [7] по данным 2023 года. Полученные данные сравним с показателями санитарно-защитной зоной (СЗЗ) предприятия. Данные для расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика источника выбросов

Наименование показателя	Значение показателя
Высота трубы	H = 50 м
Размер устья трубы	D = 1,1 м
Объем газовоздушной смеси	V ₁ = 10 м ³ /с
Валовый выброс: диоксида азота оксида углерода	M _{NO2} = 0,012 г/с M _{CO} = 0,695 г/с
Средняя температура наиболее жаркого месяца	T _в = 17,6°С *
Температура выходящих газов	T _г = 120 °С
* В соответствии с СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01-99* Строительная климатология» [14] температура самого жаркого месяца (июль) в г. Усть-Кут принята по ближайшей метеостанции Чечуйск и равняется +17,6°С.	

1. Находим среднюю скорость газовоздушной смеси из устья трубы по формуле 1:

$$\omega_0 = \frac{4 \cdot V_1}{\pi \cdot D^2}, \quad (1)$$

где ω_0 – средняя скорость выхода газовоздушной смеси из устья источника выброса, м/с;

V₁ – расход газовоздушной смеси, м³/с;

D – диаметр устья источника выброса, м.

$$\omega_0 = \frac{4 \cdot 10}{3,14 \cdot 1,1^2} = 10,53 \text{ м/с}$$

2. Определение коэффициентов, характеризующих свойства источника выбросов по формулам 2-7:

$$f = 10^3 \cdot \frac{\omega_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T}, \quad (2)$$

где H – высота источника выброса, м;

ΔT – разность между температурой, выбрасываемой газовоздушной смеси (T_г) и температурой атмосферного воздуха (T_в), °С.

$$f = 10^3 \cdot \frac{10,53^2 \cdot 1,1}{50^2 \cdot 102,4} = 0,48$$

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

$$V_M = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 102,4}{50}} = 1,78 \text{ м/с}$$

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

$$V'_M = 1,3 \cdot \frac{10,53 \cdot 1,1}{50} = 0,3 \text{ м/с}$$

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

$$f_e = 800 \cdot 0,3^3 = 21,83$$

Так как $f = 0,48 < 100$ ($f = 0,48 < f_e < 100$), находим безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выброса из устья источника выброса *или* по формулам 6 и 7, соответственно:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{f} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{f}}, \quad (6)$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{0,47} + 0,34 \cdot \sqrt[3]{0,47}} = 0,99$$

При $V_M = 1,78 \text{ м/с}$, т.е. $0,3 < V_M < 2$, получаем

$$n = 3 - \sqrt{(V_M - 0,3) \cdot (4,36 - V_M)}, \quad (7)$$

$$n = 3 - \sqrt{(1,78 - 0,3) \cdot (4,36 - 1,78)} = 1,04$$

3. Определяем максимальную приземную концентрацию вредных веществ по формуле 8:

$$C_{\text{MNO2}} = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}}, \quad (8)$$

где A – коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы, определяющий условия горизонтального и вертикального рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, определяется по таблице 3, для Иркутской области $A=200$;

M – масса загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух в единицу времени (мощность выброса), г/с;

F – безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания загрязняющих веществ (газообразных и аэрозолей, включая твердые частицы) в атмосферном воздухе. Коэффициент оседания веществ для газов $F = 1$;

η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности. Для ровной и слабопересеченной местности $\eta = 1$.

Таблица 3 – Значение коэффициента, зависящего от температурной стратификации атмосферы

№ п/п	Регион	Коэффициент
1	Республика Бурятия и Забайкальский край	250
2	Районы европейской территории Российской Федерации южнее 50° с.ш., остальные районы Нижнего Поволжья, азиатская территория Российской Федерации, кроме указанных в пунктах 1 и 3	200
3	Европейская территория Российской Федерации и Урала от 50° с.ш. до 52° с.ш. включительно, за исключением попадающих в эту зону районов, перечисленных в пунктах 1 и 2, а также для районов азиатской территории Российской Федерации, расположенных к северу от Полярного круга и к западу от меридиана 108° в.д.	180
4	Европейская территория Российской Федерации и Урала севернее 52° с.ш. (за исключением центра европейской территории Российской Федерации)	160
5	Владимирская, Ивановская, Калужская, Московская, Рязанская и Тульская области	140

$$C_{\text{MNO}_2} = \frac{200 \cdot 0,012 \cdot 1 \cdot 0,99 \cdot 1,04 \cdot 1}{50^2 \cdot \sqrt[3]{10 \cdot 102,4}} = 0,099 \text{ мг/м}^3$$

$$C_{\text{MCO}} = \frac{140 \cdot 0,695 \cdot 1 \cdot 0,99 \cdot 1,04 \cdot 1}{50^2 \cdot \sqrt[3]{10 \cdot 102,4}} = 5,75 \text{ мг/м}^3$$

В результате расчета видно, что максимальная приземная концентрация оксида углерода превышает предельно-допустимую.

4. Определяем расстояние от источника выбросов, на котором достигается максимальная приземная концентрация вредных веществ по формуле 9:

$$X_M = \left(\frac{5 - F}{4} \right) \cdot d \cdot H, \quad (9)$$

где d – безразмерный коэффициент, который определяется из условия и формулы 10:

$$\text{Если } 0,5 < V_M < 2, \text{ то } d = 7 \sqrt{V_M} \cdot (1 + 0,28 \sqrt[3]{f}) \quad (10)$$

$$d = 7 \cdot \sqrt{1,77} \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{0,47}) = 11,38$$

$$X_M = \left(\frac{5 - 1}{4} \right) \cdot 11,38 \cdot 50 = 568,8 \text{ м}$$

5. Определяем концентрации загрязняющих веществ по оси факела на различных расстояниях от источника по формуле 11:

$$C = S_1 \cdot C_M, \quad (11)$$

где S_1 – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения $\frac{X}{X_M}$ по формулам 12-13.

$$\text{При } \frac{x}{x_M} \leq 1; S_x = 3 \cdot \left(\frac{x}{x_M}\right)^4 - 8 \cdot \left(\frac{x}{x_M}\right)^3 + \left(\frac{x}{x_M}\right)^2 \quad (12)$$

$$\text{При } 1 < \frac{x}{x_M} \leq 8; S_x = \frac{1,13}{0,13 \cdot \left(\frac{x}{x_M}\right)^2 + 1} \quad (13)$$

Результаты расчета концентрации загрязняющих веществ по оси факела на различных расстояниях от источника представлены в таблице 4.

Таблица 4

Результаты расчета концентрации загрязняющих веществ по оси факела на различных расстояниях от источника

X, м	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100
X/X _M	0,18	0,35	0,53	0,70	0,88	1,05	1,23	1,41	1,58	1,76	1,93
S _x	0,14	0,44	0,73	0,92	1,03	0,99	0,94	0,90	0,85	0,81	0,76
C _{NO2} , мг/м ³	0,014	0,044	0,072	0,091	0,102	0,098	0,094	0,089	0,085	0,080	0,075
C _{CO} , мг/м ³	0,832	2,528	4,180	5,279	5,900	5,673	5,425	5,165	4,899	4,632	4,369

Для наглядности построим графики изменения концентрации загрязняющих веществ по оси факела (рисунок 17 и 18).

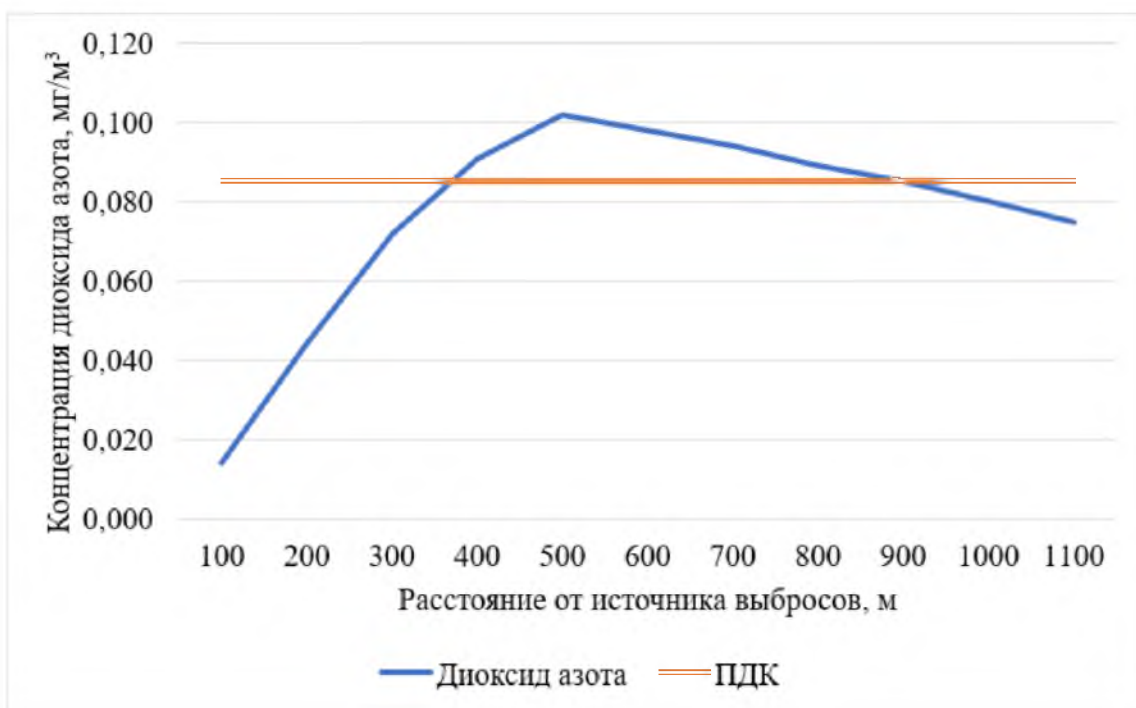


Рисунок 17 –Изменение концентрации диоксида азота по оси факела

Из рисунка 17 видно, что концентрация диоксида азота превышает показатели ПДК до 900 м от источника, это значит, что значение длины зоны загрязнения $R_{зз} \approx 900$ м.

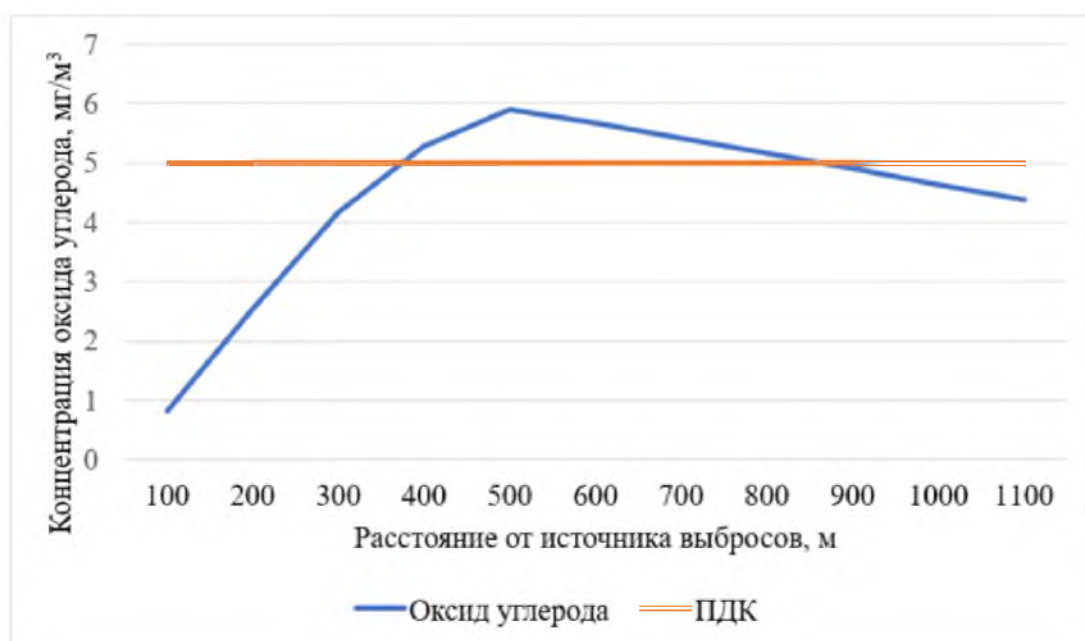


Рисунок 18 –Изменение концентрации оксида углерода по оси факела

Из рисунка 18 видно, что концентрация оксида углерода превышает показатели ПДК до 800 м от источника, это значит, что значение длины зоны загрязнения $R_{зз} \approx 800$ м.

Наибольшая концентрация загрязняющих веществ наблюдается на расстоянии 568,8 м от источника выбросов.

По результатам расчета можно сделать вывод, что необходимо проводить мероприятия по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

2.3 Оценка воздействия производственной деятельности ООО «Иркутский завод полимеров» на поверхностные и подземные воды

При эксплуатации завода и производства полимеров негативное воздействие на подземные и поверхностные воды связано с забором воды из реки Лена и разведочно-эксплуатационных скважин, и сброса сточных вод в р.Лена.

В долине реки Половинная расположены разведочно-эксплуатационные скважины, из них вода поступает на завод для питьевых целей.

Подземные воды питаются за счет просачивания атмосферных осадков, поглощения речных вод, а также конденсации влаги из воздуха. Разгрузка подземных вод осуществляется с помощью гидрографической сети и по зонам разрывных дислокаций глубоких водоносных горизонтов.

Уровень грунтовых вод вскрыт скважинами в интервале глубин от 1,7 до 42,0 м, что соответствует абсолютным отметкам от 551,95 до 606,97 м.

В рамках проведения производственного экологического контроля (ПЭК) в 2023 году был проведен отбор подземных вод из инженерно-геологических скважин, расположенных: в границах площадки ИЗП – 5скв., в месте линейных сооружений – 2скв., в месте водовыпуска – 1скв. Результаты химического опробования воды из скважин представлено в таблице 5.

Таблица 5 – Химический состав подземных вод

Компонент	ПДК [6]	1	2	3	4	5	6	7	8
Гидрокарбонаты, мг/дм³	–	157,5	140,8	157,4	156,2	147,5	142,3	183,1	164,8
Щелочность, ммоль/дм³	–	0,5	0,6	0,8	0,6	0,83	0,73	0,63	0,73
Водородный показатель	6,5-8,5	7,3	7,2	6,9	7,0	7,1	6,8	7,3	7,1
Общая минерализация, мг/дм³	≤1000	365	527	483	514	474	399	562	438
Жесткость общая, мгэкв/дм³	–	2,49	2,82	2,74	4,61	4,72	3,84	4,19	3,22
Окисляемость перманганатная, мг/дм³	7	2,2	2,04	2,36	1,6	1,9	2,18	1,8	1,7
Нефтепродукты, мг/дм³	0,3	0,039	0,037	0,037	0,038	0,063	0,051	0,049	0,04
Анионоактивные поверхностно активные вещества (АПАВ), мг/дм³	0,5	<0,025							
Аммиак и аммоний-ион (по азоту), мг/дм³	1,5	0,094	0,12	0,42	0,48	0,20	0,079	0,33	0,12
Нитриты, мг/дм³	3,3	<0,02	0,02	0,023	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,02
Нитраты, мг/дм³	45	2,1	2,5	2,3	2,2	1,9	2,3	1,9	2,4
Сульфаты, мг/дм³	500	88,2	89,6	89,1	90,2	87,3	89,1	88,7	89,8
Хлориды, мг/дм³	350	9,9	9,7	9,9	9,7	10,1	9,7	9,9	9,8
Карбонаты, мг/дм³	100	50	48	49	52	51	49	50	52
Марганец, мг/дм³	0,1	0,013	0,018	0,078	0,03	0,03	0,022	0,0073	0,009
Железо, мг/дм³	0,3	<0,1							
Медь, мг/дм³	1	<0,005	0,001	0,001	<0,005				
Мышьяк, мг/дм³	0,01	<0,001					0,0035	<0,001	
Кадмий, мг/дм³	0,001	<0,0001							
Свинец, мг/дм³	0,01	<0,0001							
Кальций, мг/дм³	–	50	54	51	52	54	52	52	56
Магний, мг/дм³	50	30,7	30,1	29,9	32,1	28,4	31,2	30,8	31,4

Продолжение таблицы 5

Компонент	ПДК [6]	1	2	3	4	5	6	7	8
Колифаги, БОЕ/100мл	отсут.	Не обнаружены							
Общее микробное число, КОЕ/мл	≤ 100	0							
Фенол, мг/дм ³	0,001	<0,0005							
Бенз(а)пирен, мг/дм ³	0,00001	<0,00002							
Никель, мг/дм ³	0,02	<0,004							
Ртуть, мг/дм ³	0,0005	<0,0002							
Натрий, мг/дм ³	200	4,6	4,5	4,6	4,7	4,7	4,8	4,5	4,7
Калий, мг/дм ³	–	<0,002							

По результатам химического анализа проб воды проведем оценку пригодности воды из скважины № 1 по формуле М.Г. Курлова. Данные для расчета представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Эквивалентная и атомная массы ионов и их содержание в воде, отобранной из скважины 1

Ион	Содержание в воде, мг/дм ³	Эквивалентная масса	Атомная масса	Название иона
Ca ⁺²	50	20,4	40,08	кальций-ион
Mg ⁺²	30,7	12,15	24,30	магний-ион
CO ₃ ⁻²	15	30,01	60,02	карбонат-ион
SO ₄ ⁻²	88,2	48,03	96,06	сульфат-ион
HCO ₃ ⁻	157,5	61,02	61,02	гидрокарбонат-ион
Cl ⁻	9,9	35,453	35,453	хлор-ион
NO ₃ ⁻	2,1	62	62	нитрат-ион
Na ⁺	4,6	22,99	22,99	натрий-ион

В таблицу 7 запишем результаты химических анализов воды, выраженные в 3-х формах: мг/л; мг·эquiv /л; % экв.

Таблица 7 – Химический анализ воды из скважины 1, выраженный в трех формах, мг/л, мг·экв /л, % экв

pH	Катионы			ΣK	Анионы					ΣA	Ед. изм.
	Na ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺		Cl ⁻	SO ₄ ⁻²	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	NO ₃ ⁻		
7,3	4,6	50	30,7		9,9	88,2	15	157,5	2,1		мг/л
	0,20	2,45	2,53	5,18	0,28	1,84	0,50	2,58	0,02	5,23	мг·экв /л
	3,88	47,33	48,79	100	5,34	35,09	9,56	49,36	0,65	100	% экв

Суммы катионов и анионов, выраженные в мг·экв /л, должны быть равны между собой, при этом из-за возможных погрешностей при проведении анализа допускается неточность анализа (X), которая определяется по формуле 14:

$$X = \frac{\Sigma_A - \Sigma_K}{\Sigma_A + \Sigma_K} \cdot 100\% \leq 5\%, \quad (14)$$

где Σ_A – сумма мг·экв /л анионов;

Σ_K – сумма мг·экв /л катионов.

$$X = \frac{5,23 - 5,18}{5,23 + 5,18} \cdot 100\% = 0,49$$

Следовательно, условие соблюдается, тогда формула М.Г. Курлова для воды из скважины №1 имеет вид:

$$pH \ 7,3 \text{ ж } 2,5 \ M \ 0,4 \frac{HCO_3 \ 49 \ SO_4 \ 35}{Mg \ 49 \ Ca \ 47}$$

Вода, близкая к нейтральной, мягкая, пресная, сульфатная гидрокарбонатная кальциевая магниевая.

По результатам расчета можно сказать, что вода из скважин, находящихся на территории завода, используемая для питьевых целей – пригодна для питья.

Вода для технических целей на ООО «ИЗП» подается из реки Лена. Водозабор воды для технических целей из р. Лена для производственной деятельности завода изменяется от 900 м³ /час до 2500 м³ /час в зависимости от объемов производства. Расход воды в районе водозабора в р. Лена по

среднесуточным показателям составляет 37,2 м³ /сек, что составляет лишь 2% от общего стока даже при самых неблагоприятных условиях [8, с. 39].

На реке Лена в районе города Усть-Кут расположено 5 действующих гидрологических постов на расстоянии от устья реки в 3464-3468 км, высота над уровнем моря – 282,47 м.

В течении года уровень воды в реке Лена изменяется, так в зимнее время отмечается низкое и устойчивое положение, а теплый период характеризуется резким подъем и спадом. По среднемноголетним данным колебания уровня воды в реке Лена составляют более 4 м.

Питание реки Лены осуществляется за счет пресных поверхностных вод, которые имеют небольшую минерализацию, варьирующую в пределах 50 – 100 мг/л, преобладающими ионами являются гидрокарбонаты и хлориды.

Химический состав воды в реке Лена зависит от геологического строения бассейна реки. Таким образом на химический состав воды влияют известняки, гипсы и каменная соль, соответственно в воде преобладают ионы карбонатов, сульфатов и галогенов.

Возле расположения территории завода поверхностные источники воды характеризуются незначительной мутностью – среднегодовые показатели не превышают 27 г/м³. Это происходит из-за того, что территория облесена, породы устойчивые и расположены в горных районах многолетней мерзлоты.

Стоит отметить, что химический состав р. Лена в зависимости от времени года и гидрогеологического периода сильно изменяется. Так минерализация воды реки Лена у города Усть-Кут варьируется в пределах 60-100 мг/л в период половодья и 380-840 мг/л в период зимней межени.

В Государственном докладе «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2023 году» гидрохимическое опробование воды на реке Лена проводили в 6 створах: на расстоянии 0,05 км выше, на расстоянии 0,1 км ниже р.п. Качуг; на расстоянии 1,6 км выше, в черте г. Усть-Кут; на расстоянии 2 км выше, на расстоянии 1 км ниже г. Киренск.

По среднегодовым показателям содержания веществ в воде реки Лена превышают рыбохозяйственные нормативы следующие элементы: фенолы, нитритный азот и органические вещества (химическое и биологическое потребление кислорода, соответственно ХПК и БПК₅). Степень загрязненности воды в реке по всей ее длине в 2023 году являлась слабозагрязненной, что относится ко второму классу загрязнения [21, с. 43].

В 2023 году на Иркутском заводе полимеров при проведении производственного экологического контроля проводился отбор проб воды из р. Лена в трех створах. Первый створ расположен у водозабора. Второй створ фоновый, его расположение на 500 м выше створа. Третий створ контрольный его расположение на 500 м ниже створа.

Данные о качестве воды в этих створах представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Качество воды в створах р. Лена

№	Показатели	ПДК _{р/х}	Створ № 2, фоновый	Створ № 1, водозабор	Створ № 3, контрольный
1	Запах при 20° С, балл	<2	1	1	1
2	Запах при 60° С, балл	<2	1	1	1
3	Цветность, градус	–	49,7	46,8	52,3
4	Мутность, ЕМФ	–	4,9	4,7	4,9
5	Щелочность, ммоль/дм ³		0,51	0,48	0,51
6	Жесткость общая, мг-экв/дм ³	–	2,8	3,3	2,9
7	Окисляемость перманганатная, мг/дм ³	<7	4,5	4,6	4,7
8	Растворенный кислород, мг/дм ³	>6,0	8,0	8,2	8,1
9	Водородный показатель, ед. рН	6,5-8,5	7,9		
10	БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	2,1	2,1	2,1	2,3
11	ХПК, мгО ₂ /дм ³	<30	25,9	24,9	28,7
12	Взвешенные вещества, мг/дм ³	2,5	6,3	5,7	6,6
13	Гидрокарбонаты, мг/дм ³	–	30,1	32,5	29,8
14	Общая минерализация, мг/дм ³	<1000	367	385	371

Продолжение таблицы 8

№	Показатели	ПДК _{р/х}	Створ № 2, фоновый	Створ № 1, водозабор	Створ № 3, контрольный
15	Нефтепродукты (суммарно), мг/дм ³	0,05	0,054	0,051	0,058
16	АПАВ, мг/дм ³	0,5	0,042	0,039	0,041
17	Аммиак и аммоний ион (по азоту), мг/дм ³	0,4	0,43	0,45	0,51
18	Нитриты, мг/дм ³	0,08	<0,02		
19	Нитраты, мг/дм ³	40	1,57	1,63	1,96
20	Сульфаты, мг/дм ³	100	68,9	72,4	80,1
21	Хлориды, мг/дм ³	300	56,6	55,4	58,7
22	Марганец, мг/дм ³	0,01	0,027	<0,005	0,078
23	Железо, мг/дм ³	0,1	0,080	0,060	0,080
24	Медь, мг/дм ³	0,001	<0,0006		0,0024
25	Цинк, мг/дм ³	0,01	<0,0005		0,0040
26	Мышьяк, мг/дм ³	0,05	<0,005		
27	Кадмий, мг/дм ³	0,005	<0,0002		
28	Свинец, мг/дм ³	0,006	<0,0002		0,006
29	Кальций, мг/дм ³	180	42	44	44
30	Магний, мг/дм ³	40	14,6	15,8	14,6
31	Никель, мг/дм ³	0,01	<0,004		
32	Ртуть, мг/дм ³	0,00001	<0,00002		
33	Натрий, мг/дм ³	120	72	75	68
34	Калий, мг/дм ³	50	<1		
35	Бенз-а-пирен, мг/дм ³	<0,00001	<0,000002		
36	Гидроксibenзол, мг/дм ³	<0,001	<0,0005		
37	ДДТ (сумма ионов), мг/дм ³	0,00001	<0,0001		0,0002
38	Колифаги, БОЕ/100 мл	<10	не обнаружены		
39	Общие колиформные бактерии, КОЕ/100 мл	<500	<9		
40	Термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ/100 мл	<100	<9		

Данные таблицы 8 свидетельствуют о том, что ряд показателей превышает ПДК_{р/х}, а именно:

- БПК5 и медь – только в контрольном створе,
- взвешенные вещества, нефтепродукты, азот аммонийный, ДДТ (сумма ионов) – во всех створах,
- марганец – в фоновом и контрольном створах.

Для того, чтобы увидеть, насколько загрязняющие вещества в воде реки Лена превышают ПДК построим столбчатые диаграммы веществ, которые превышают во всех створах, представленные на рисунках 19-22.

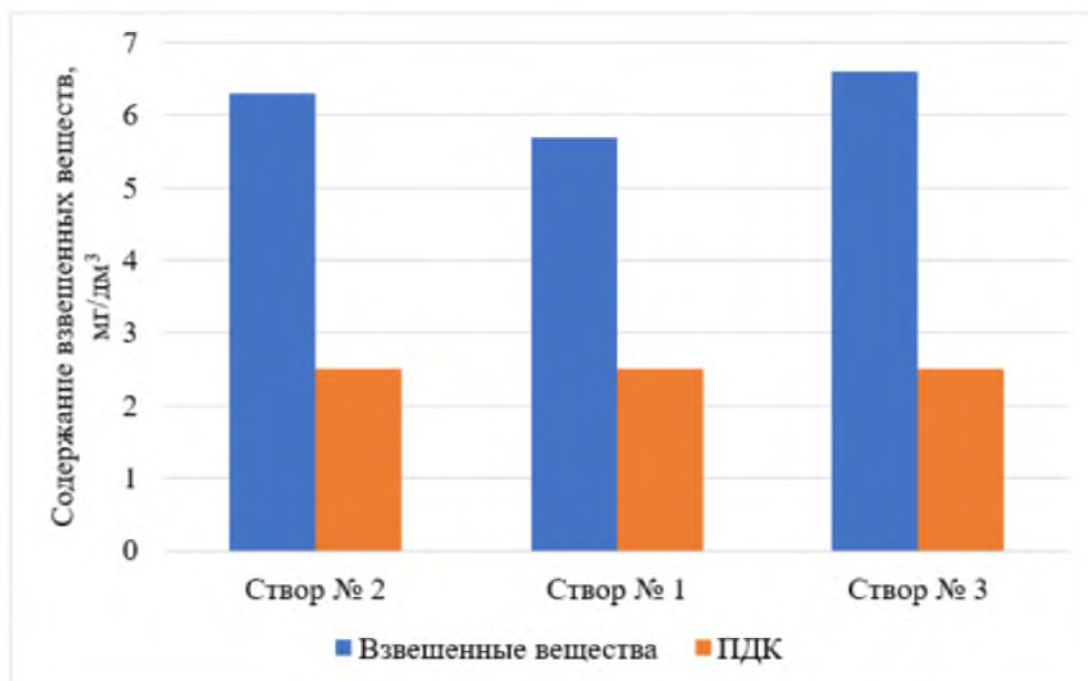


Рисунок 19 – Содержание взвешенных веществ в р. Лена по трем пунктам

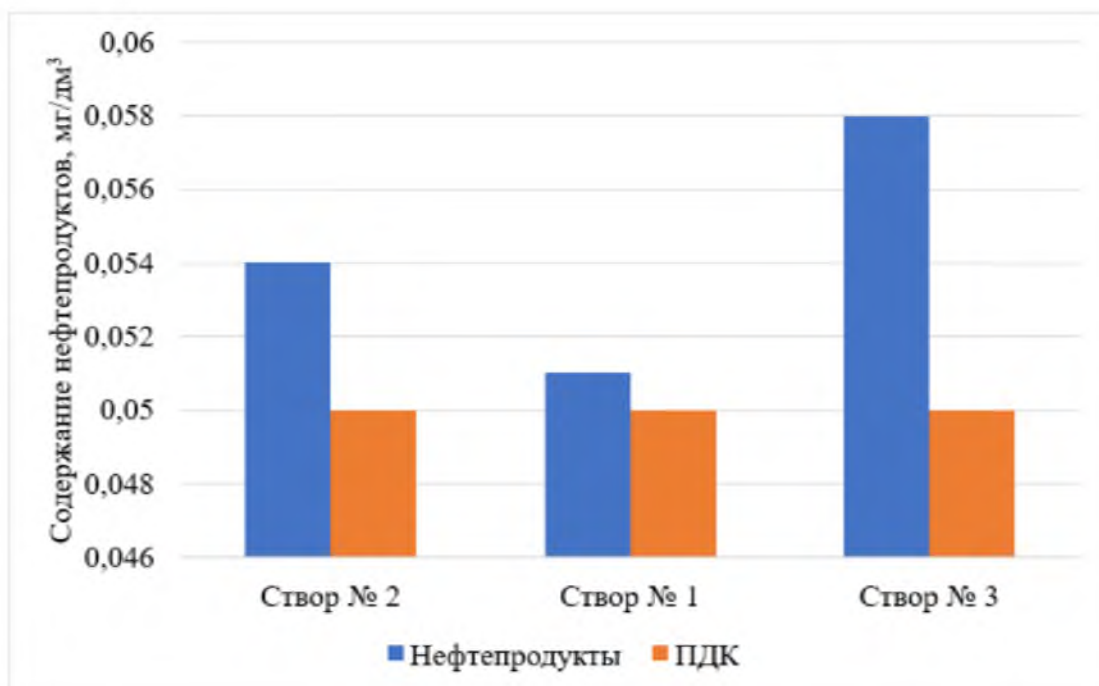


Рисунок 20 – Содержание нефтепродуктов в р. Лена по трем пунктам

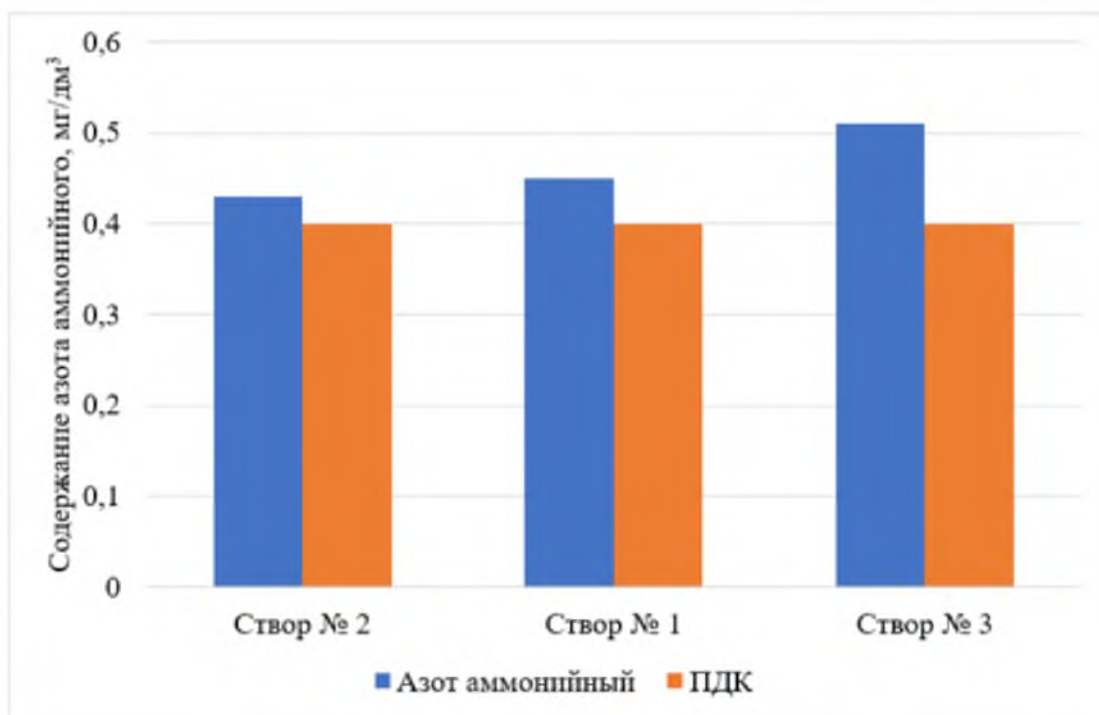


Рисунок 21 – Содержание азота аммонийного в р. Лена по трем пунктам

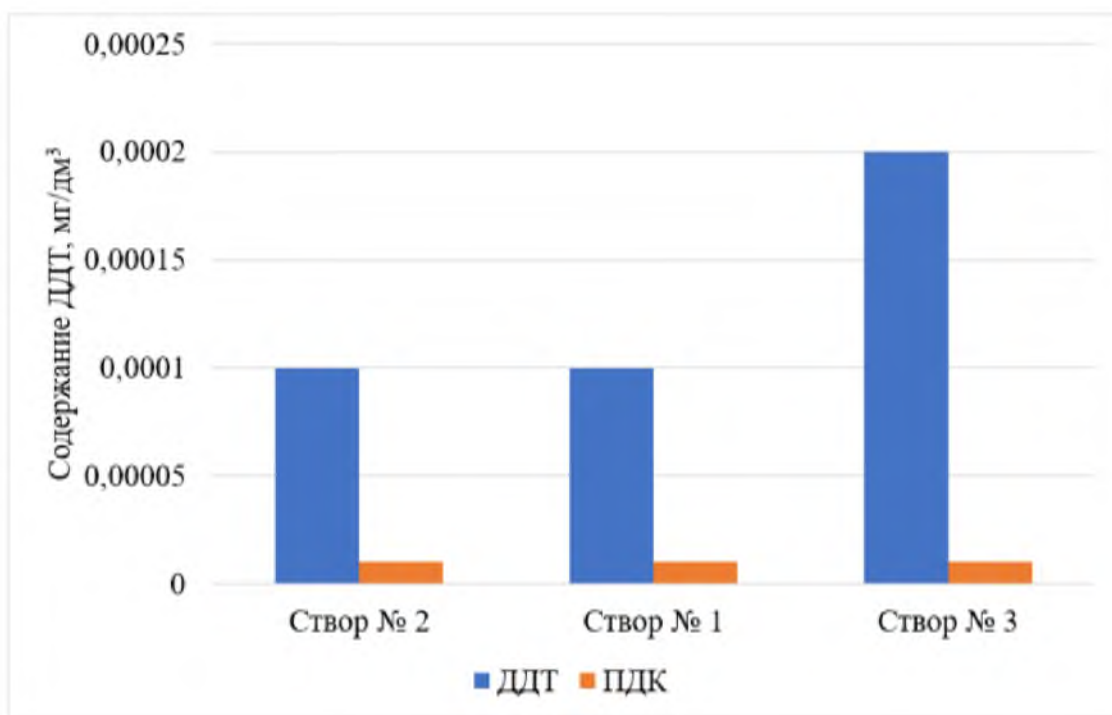


Рисунок 22 – Содержание ДДТ в р. Лена по трем пунктам

По графикам, отображенным на рисунках 19-22, видно, что в контрольном пункте отбор проб из р. Лена (створ №3) наблюдается наибольшее превышение ПДК.

Проведем расчет общего загрязнения реки в контрольном створе по 6-ти показателям. Гидрохимический индекс загрязнения воды (ИЗВ) рассчитывается по формуле 15 в соответствии с РД Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям [15]:

$$\text{ИЗВ}_6 = \frac{\sum_{i=1}^{n=6} \frac{q_{\text{В}i}}{\text{ПДК}_{\text{В}i}}}{6}, \quad (15)$$

где $q_{\text{В}i}$ – фактическая концентрация i -го вещества в воде, мг/дм³;

$\text{ПДК}_{\text{В}i}$ – предельно допустимая концентрация i -го вещества в воде, мг/дм³;

6 – количество показателей.

При расчете ИЗВ по шести ингредиентам в качестве обязательных показателей рассматриваются биохимическое поглощение кислорода за 5 суток (БПК₅) и содержание растворенного кислорода, остальные 4 показателя берутся те, у которых наиболее превышение ПДК.

$$\text{ИЗВ}_6 = \frac{\frac{8,1}{6} + \frac{2,3}{2,1} + \frac{6,6}{2,5} + \frac{0,078}{0,01} + \frac{0,0024}{0,001} + \frac{0,0002}{0,00001}}{6} = 5,88$$

В результате вычисления средней нормированной величины по шести показателям получаем индекс загрязнения воды, который в зависимости от численного значения соответствует одному из семи классов качества воды, указанных в таблице 9.

Таблица 9 – Классификация загрязнения пресных вод по ИЗВ

Класс загрязнения	Характеристика загрязнения воды	Значение ИЗВ
I	Очень чистая вода	<0,3
II	Чистая вода	0,3-1,0

Класс загрязнения	Характеристика загрязнения воды	Значение ПЗВ
III	Умеренно загрязненная вода	1,0-2,5
IV	Загрязненная вода	2,5-4,0
V	Грязная вода	4,0-6,0
VI	Очень грязная вода	6,0-10,0
VII	Чрезвычайно грязная вода	>10,0

Таким образом, по расчету и таблице 9 можно сделать вывод, что класс загрязнения в контрольном створе р. Лена – V, что означает вода в реке грязная. Поэтому необходимо перед сбросами сточных вод проводить дополнительную очистку.

3 Мероприятия по охране окружающей среды при производстве полимеров на ООО «Иркутский завод полимеров»

Для снижения негативного воздействия на окружающую среду при производстве полимеров необходимо усовершенствовать технологический процесс. В главе 2 настоящей работы выявлено, что выбросы диоксида азота и оксида углерода превышают ПДК, поэтому рекомендуется принятие мер по снижению выбросов, указанные на рисунке 23.

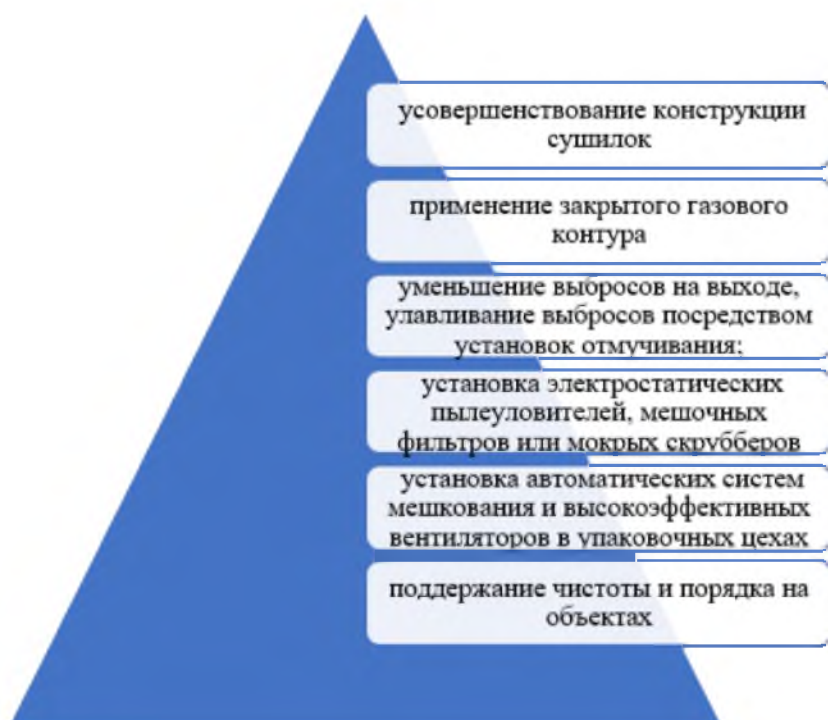


Рисунок 23 – Основные меры по снижению выбросов [18, с.5]

Факельное сжигание газов и вентилирование – это основные меры по обеспечению безопасности, которые применяются при производстве полимеров. Данные мероприятия проводят с целью эффективного удаления технологических газов, которые выделяются из установок, а также при авариях, в случае открытия предохранительного клапана или других нештатных ситуациях.

Аварийные выбросы из реакторов и другого важного технологического оборудования следует направлять в быстро опоражнивающийся резервуар-

приемник, где реагенты улавливаются (например, посредством отгонки паром или упаривания в вакууме) до выброса очищенных отходов или промываются и сжигаются на высокоэффективной факельной установке. Меры по снижению выбросов при производстве полимеров указаны на рисунке 24.



Рисунок 24 – Меры по снижению выбросов при производстве полимеров[18, с.6]

Установка полимеризации при работе требует большое количество энергии и пара, генерируемые на месте. Такие выбросы можно сократить с помощью стратегии, которая предусматривает уменьшение потребления энергии с применением более чистого топлива и осуществлением мониторинга за составом выбросов.

Производство полиэтилена на установке полимеризации работает в широком диапазоне температур и давлений, поэтому необходимо добавить температурный или энергетический каскад с целью использования энергии сжатия и тепловой энергии. Например, пар низкого давления можно использовать для нагревания или упаривания. Основное условие снижения потребления электричества – это выбор и разработка операций по очистке с точки зрения их термодинамического КПД (коэффициента полезного действия). Процессы сушки и отделки полимеров требуют особого внимания ввиду их энергоемкости, а также ввиду чувствительности полимеров к теплу и механическому напряжению [18, с.7].

Данные мероприятия помогут значительно снизить выбросы загрязняющих веществ.

В главе 2 настоящей работы выявлено, что в контрольном створе в р. Лена вода грязная, поэтому предложены рекомендуемые методы удаления и очистки сточных вод, указанные в таблице 10.

Таблица 10 – Методы улавливания и очистки сточных вод [18, с.10]

Вид, состав сточных вод	Метод очистки
Сточные воды с летучими мономерами (ВХМ, стирол, винилацетат, капролактамы)	должны по возможности возвращаться в оборот или направляться на очистку методами однократной перегонки либо сепарации с целью удаления летучих органических соединений до их сброса в общую систему очистки сточных вод предприятия;
Полимеризационные растворы	
Сточные воды, полученные в результате технического обслуживания оборудования	

Продолжение таблицы 10

Вид, состав сточных вод	Метод очистки
Органические вещества	подвергать сепарации и возвращать в оборот или сжигать
Загрязненные стоки, не подлежащие повторному использованию	подвергать каталитическому или термическому окислению
Ускорители эмульсионной и суспензионной полимеризации	выбирать с учетом их биоразлагаемости при поступлении в поток сточных вод со стадии извлечения полимеров
Сточные воды, содержащие вспомогательные средства полимеризации	пропускать через специально сконструированную установку предварительной очистки до их сброса в систему очистки сточных вод предприятия
Отработанные растворы реагентов	подвергать специальной очистке и удалять
Кислотные и щелочные стоки	нейтрализовать до их сброса в систему очистки сточных вод предприятия
Загрязненные воды после очистных мероприятий в течение цикла работы	подвергать анализу и пропускаться через систему очистных сооружений предприятия

Сточные воды, которые образовались в результате технологического процесса производства полимеров на ИЗП, необходимо подвергать очистке, которая заключается в разделении стоков и предварительной обработке концентрированных стоков.

Сточные воды, образованные после производства полимеров, для эффективной очистки должны проходить этапы очистки, указанные на рисунке 25, согласно [19, с. 287].



Рисунок 25 – Этапы очистки сточных вод

На рисунке 26 отображены технические меры по очистке сточных вод при производстве полимеров [22, с. 32].

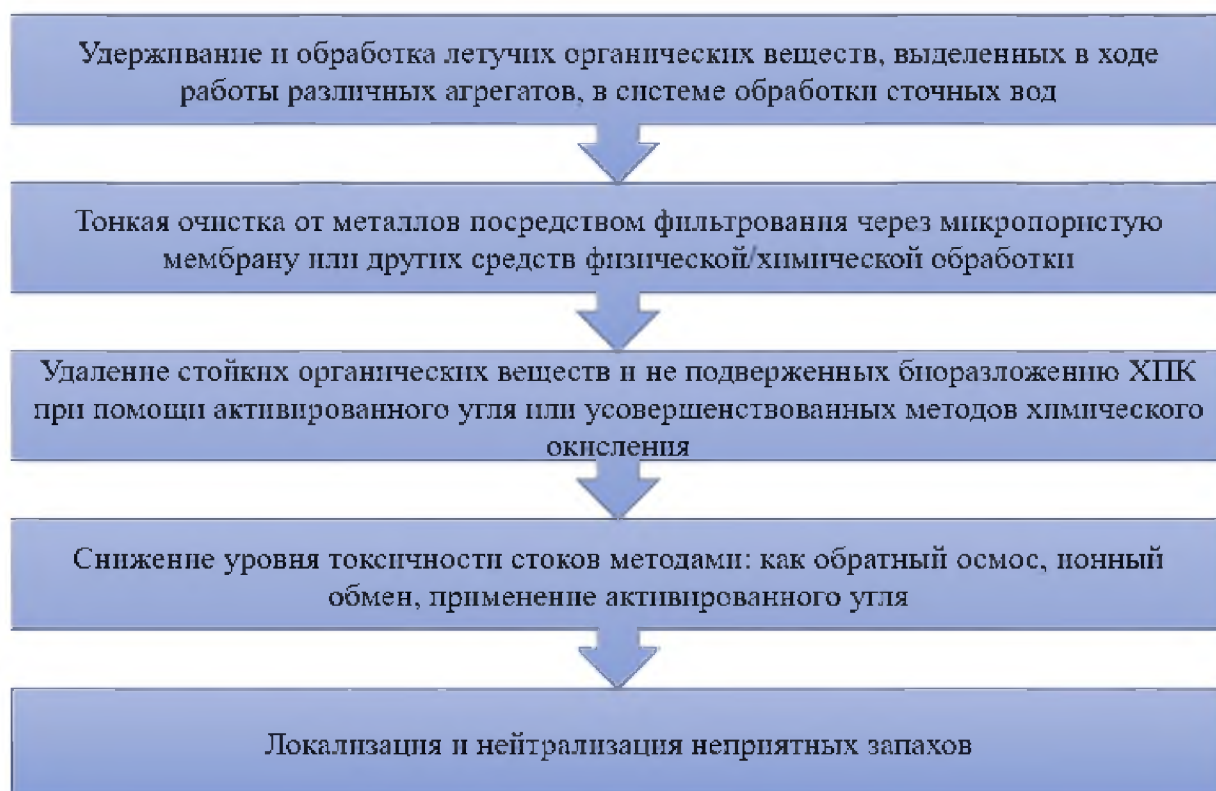


Рисунок 26 – Технические меры по очистке сточных вод

Для обеспечения соответствия нормативных показателей при сбросе сточных вод необходимо применять вышеуказанные мероприятия и использовать должную обработки сточных вод.

Природопользование необходимо постоянно совершенствовать, поэтому при производстве полимеров на ООО «ИЗП» необходимо выполнять все мероприятия, указанные на рисунке 27, согласно [20].

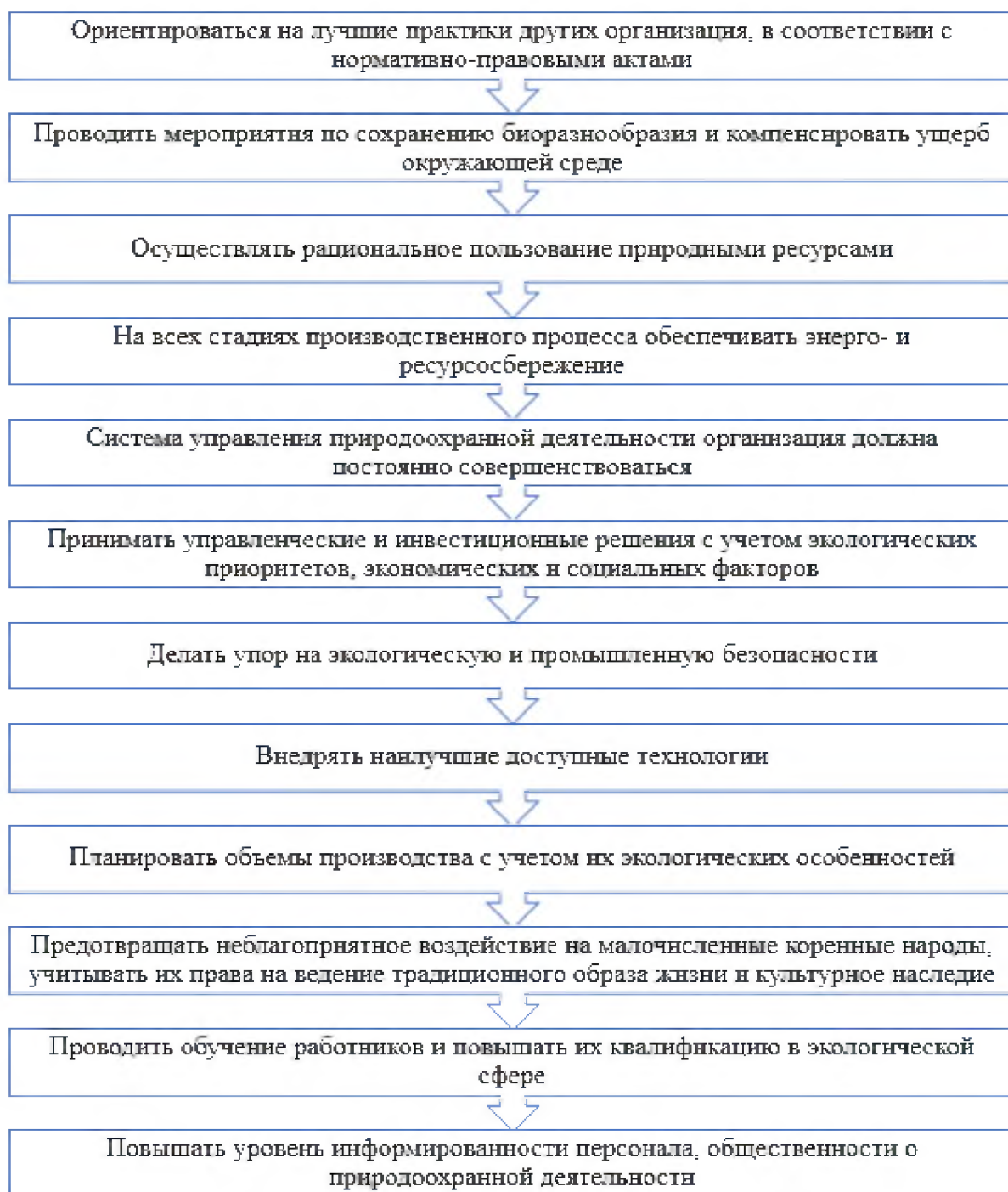


Рисунок 27 – Меры для совершенствования природопользования

Эффективное природопользование можно осуществить благодаря следующим экономическим механизмам:

- планирование и субсидирование экологических программ;
- установление лимитов применения природных ресурсов, выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду и размещение отходов;

– установление нормативов платы и размеров платежей за применение природных ресурсов, выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую природную среду, размещение отходов и другие виды вредного воздействия;

– предоставление компаниям, учреждениям и организациям, а также гражданам налоговых, кредитных и других льгот при внедрении ими малоотходных и ресурсосберегающих технологий и нетрадиционных видов энергии, реализации иных действенных мер по охране окружающей природной среды [23].

Природопользование относится к специфическому элементу производственной системы любой отрасли промышленности, и оно обеспечивает потенциал для долгосрочной деятельности предприятий. Рыночные отношения позволяют актуализировать бизнес-природопользование, для этого изначально необходимо сформировать оптимальную, экологически сбалансированную бизнес-деятельность(таблица 11).

Таблица 11 – Рекомендации по совершенствованию природопользования[23]

Приоритеты	Принципы	Индикаторы
1. Реструктуризация ресурсного налогообложения	Экономическая целесообразность	Увеличение доли ресурсных платежей в структуре налогов
2. Экономическое стимулирование рационального природопользования		

Продолжение таблицы 11

Приоритеты	Принципы	Индикаторы
Позитивное (льготное налогообложение, кредитование, надбавки к ценам за экологическую продукцию и т.д.)	Индивидуальный подход	Увеличение доли ресурсосберегающих технологий в производстве продукции
Негативное (платежи: нормативные, сверхнормативные, карательные, компенсационные и т.д.)	Платность природопользования	Увеличение доли экологических затрат в себестоимости продукции; Увеличение поступлений в экологический фонд и фонды воспроизводства природных ресурсов
3. Внедрение рыночных отношений в природопользование (торговля квотами, залоговые платежи и т.д.).	Диверсификация (разнообразие и свобода) выбора, принятия решений	Стабильная работа ипотечных экологических банков, бирж, залоговых фондов
4. Увеличение финансирования природоохранных мероприятий	Ответственность природопользователей; Программно-целевой подход	Увеличение в бюджетах удельного веса строки на финансирование природоохранных мероприятий; Целевое использование средств экологических и фондов воспроизводства природных ресурсов
5. Внедрение системы единых национальных счетов	Обязательная отчетность; Скоординированная работа всех заинтересованных ведомств (органов статистики, налоговой инспекции, природоохранных органов и т.д.)	Наличие системы единых национальных счетов; Использование единой распределенной информационно-аналитической программы

Таким образом, в результате всего вышесказанного, можно выделить то, что подход к охране окружающей среды базируется на принципах, указанных на рисунке 28, согласно [24, 63].



Рисунок 28 – Принципы подхода к охране окружающей среды

Развитие различных отраслей промышленности и экологических возможностей основывается на технических, экономических и экологических аспектах, таким образом любое решение по производству должно быть обосновано. При этом экономический принцип тесно связан с экологическим и не должен выходить на первостепенную задачу. Экологический принцип подхода в производственной деятельности основывается на рациональном использовании природных ресурсов и улучшения качества природной среды. С помощью данного подхода ведения хозяйственной деятельности осуществляется оценка всех положительных и отрицательных эффектов производства, что позволяет оптимизировать производственную деятельность и снижается отрицательное воздействие на окружающую среду.

Научно-технический прогресс и применение наилучших доступных технологий (НДТ) базируются на признании уважении ценностей всего общества. В производстве к таким технологиям и техникам можно отнести ресурсосбережение, энергосбережение, использование совершенных систем и методов очистки всех отходов. Для защиты окружающей среды нужно совершенствовать систему потребления, для этого необходимо снизить спросы на удовлетворение своих потребностей с целью сокращения производственных мощностей и использования невозобновляемых природных ресурсов.

Главные принципы по защите природной среды основываются на применении и улучшении системы мероприятий, которые должны стать основными для всех программ развития на каждом уровне территориальной единицы[24, 65].

Мероприятия в области охраны воздушного бассейна представлены на рисунке 29, согласно [24, 66].

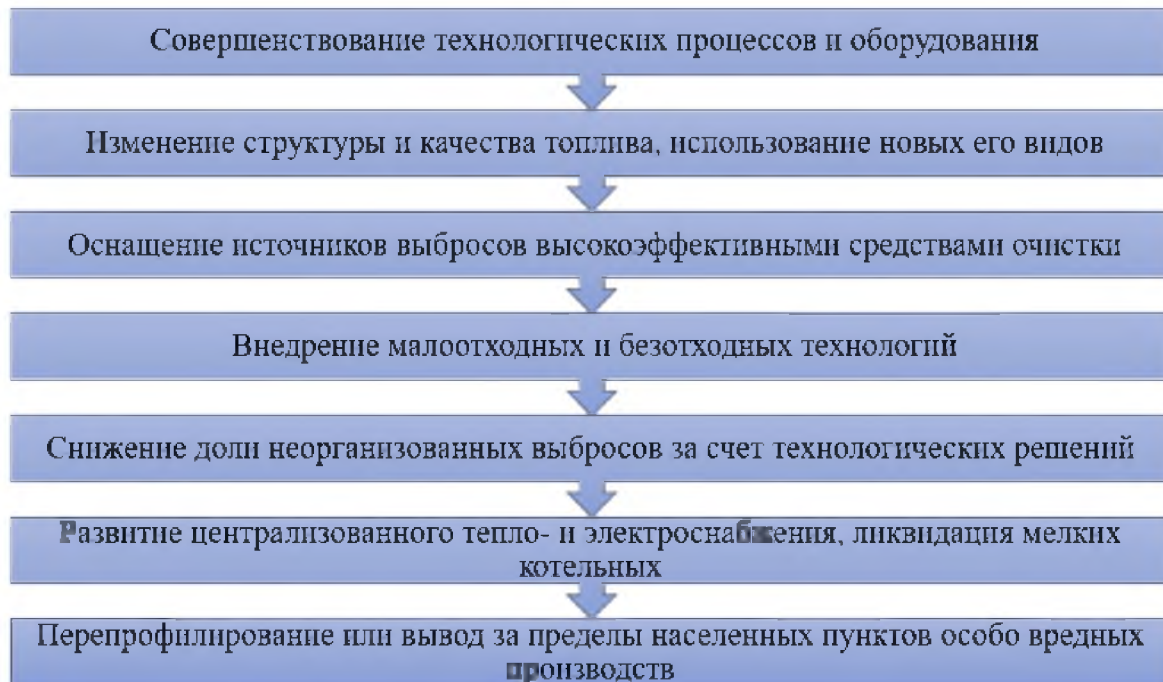


Рисунок 29 – Мероприятия в области охраны воздушного бассейна

Мероприятия в области охраны и рационального использования водных ресурсов представлены на рисунке 30, согласно [24, 67].



Рисунок 30 – Мероприятия в области охраны и рационального использования водных ресурсов

Из всего этого следует вывод, что о необходимости совершенствования системы экологического мониторинга, оценки состояния окружающей среды, должны разрабатываться программа оптимизации экологического контроля, использоваться новые методы очистки загрязняющих веществ.

Заключение

В результате написания выпускной квалификационной работы цель и задачи исследования достигнуты. Проведена оценка воздействия на атмосферный воздух и подземные и поверхностные воды производства полимеров на примере ООО «Иркутский завод полимеров».

В ходе работы выяснено, что создание полимеров и материалов на их основе – одно из важнейших направлений научно-технической революции. К настоящему времени открыты, модифицированы и синтезированы десятки полимеров и сотни полимерных композиций. Без полимеров наша жизнь уже не представляется.

В результате проведенного анализа можно сделать следующие выводы:

1. Технологический процесс изготовления полиэтилена на ООО «ИЗП» заключается в реакции полимеризации этилена в массе при высоком давлении, протекающей по радикальному механизму, в результате чего образуется гранулированный продукт, который расфасовывают и отправляют заказчикам.

2. При производстве полимеров основное воздействие на атмосферный воздух оказывают выбросы диоксида азота и оксида углерода. Проведенный расчет рассеивания показал, что максимальная приземная концентрацию этих веществ наблюдается на расстоянии 568 м. Длины зоны загрязнения для диоксида азота составляет 900 м, а для оксида углерода 800 м.

3. По результатам анализа и расчета пригодности воды для питья по формуле Курлова вода из скважин соответствует всем нормативным требованиям, поэтому дальнейшее использование подземной воды для питьевого назначения не навредит здоровью людей.

4. Рассчитанный индекс загрязнения воды показал, что вода в р. Лена в контрольном створе грязная.

5. Предложенные мероприятия в главе 3 включают в себя основные требования по установке аппаратов по очистке выбросов и сточных вод, которые помогут снизить негативное воздействие на окружающую среду.

Основной целью каждого производства должно быть снижение техногенной нагрузки, поддержание природного потенциала и режима естественных процессов в природе, уменьшение потерь, комплексность извлечения полезных компонентов, использование отходов в качестве вторичного ресурса.

Для оценки экологоприемлемых решений в числе основных критериев подразумевается учет степени достижения должного качества природной среды и основных природных комплексов.

В заключение стоит отметить, что для решения экологических проблем необходим синтез социально-экономических возможностей, изменение социальной политики и сознания людей.

Список используемой литературы

1. Проблемы экологии производства и применения полимерных материалов: учеб. пособие; под общ. ред. Т.А. Радченко. – Екатеринбург: УГУ, 2007. – 24 с.
2. Хлобжева И.Н. Химия и технология полимеров: учебное пособие / И.Н. Хлобжева, Н.А.Соколова. – Волжский: ВолгГТУ, 2017. – 61 с.
3. Смирнова А. И. Введение в технологии переработки полимеров: учеб. пособие / А. И. Смирнова. — СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД, 2023. – 82 с.
4. Технические свойства полимерных материалов: Учеб. -справ. пособие/ В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов, А.Д. Паниматченко, Ю.В. Крыжановская. – СПб.: Профессия, 2005. – 248 с.
5. Отчет о воздействии на окружающую среду ООО «Иркутский завод полимеров». – Иркутск: ИНК, 2019. – 35 с.
6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 30.12.2022 № 24 Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». – М.: ЦЕНТРМАГ, 2024. – 736 с.
7. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ №273 от 22.08.2017 Об утверждении методов расчетов рассеивания выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферном воздухе.
8. Приказ Ленского БВУ Росводресурсов от 19.06.2014 №77-п. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна р.Лена. – 137 с.
9. Кейбал Н.А. Материаловедение. Полимерные материалы: учебное пособие / Н.А. Кейбал, Т.В. Крекалева. – Волжский: ВПИ, 2019. – 64 с.

10. Мельникова М.А. Полимерные материалы: свойства, практическое применение. Учебное пособие / М.А. Мельникова. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2013. – 86 с.
11. Тамм М.В. Физика полимеров: конспект лекций. – Москва: Физфак МГУ, 2017. – 50 с.
12. Полимерные соединения и их применение: Учебное пособие/ Л.А.Максанова, О.Ж.Аюрова. –Улан-Удэ: ВСГТУ, 2014. – 356 с.
13. Бурындин В.Г., Коршунова Н.И., Ершова О.В. Основы технологии производства полимеров: учебное пособие. – Магнитогорск: МГТУ, 2011. – 130 с.
14. СП 131.13330.2020. Свод правил. Строительная климатология / Госстрой России – Взамен СНиП 23-01-99*: утвержден и введен в действие Министерством строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 24 декабря 2020 г. № 859/пр : введен впервые : дата введения 2021-06-25 / разработан Федеральным государственным бюджетным учреждением «Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук» (НИИСФ РААСН) при участии Федерального государственного бюджетного учреждения «Главная геофизическая обсерватория имени А.И.Воейкова» (ФГБУ «ГГО»). – М.: Стандартинформ, 2021. – 124.
15. РД 52.24.643-2002 Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям
16. Экологическая политика ООО «ИНК». – Иркутск: ИНК, 2020. – 12 с.
17. Отчет о выполнении природоохранных и социальных мероприятий в ГК ИНК в 2020 году. – Иркутск: ИНК, 2021. – 13 с.

18. Руководство по охране окружающей среды, здоровья и труда для производства полимеров. URL: https://kpfu.ru/staff_files/F_1531787688/21_Sektor_polimery_nefti.pdf

19. Панин В.Ф., Сечин А.И., Федосова В.Д. Экология: Общеэкологическая концепция биосферы и экономические рычаги преодоления Глобального экологического кризиса; обзор современных принципов и методов защиты биосферы: Учебник для вузов. Под ред. В.Ф.Панина. – Томск: ТПУ, 2014. – 327 с.

20. Саблина О. А. Экология и охрана окружающей среды: учебное пособие / О. А. Саблина. – Орск: ОГУ, 2017. – 103 с.

21. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2023 году». – Иркутск: Максима, 2024 г. – 308 с.

22. Вохобов Р. А., Аминбоев А. Экология при производстве полимерных материалов проблемы и решения. Научное наследие, №68. – 2021. – С. 31-34.

23. Стандартизация в устойчивом развитии предприятий: монография / Ю. В. Черных, Г.Н. Иванова. – М.: Научный консультант, 2020. – 178 с.

24. Мукминов, М.Н., Шуралев Э.А., Бадрутдинов О.Р. Основы экологии и природопользования: учебное пособие по курсу «Экология» для студентов гуманитарных специальностей / М.Н. Мукминов, Э.А. Шуралев, О.Р. Бадрутдинов. – Казань: КФУ, 2017. – 146 с.

Приложения

Приложение 1

Нормативные документы для проведения испытаний полимеров [10, с. 76]

ГОСТ	Название ГОСТа	Соответствует международным стандартам ISO, DIN, ASTM D
1 Испытания на механические свойства		
ГОСТ 11262-80	Пластмассы. Метод испытания на растяжение	ISO 527, DIN 53455, 53457, ASTM D 638M
ГОСТ 4651-82	Пластмассы. Метод испытания на сжатие	
ГОСТ 4648-71	Пластмассы. Метод испытания на статический изгиб	ISO 178, DIN 53452, ASTM D 790
ГОСТ 4647-80	Пластмассы. Метод определения ударной вязкости по Шарпи	ISO 179-82, ASTM 256
ГОСТ 19109-84	Пластмассы. Метод определения ударной вязкости по Изоду	ISO 180-82, ASTM D256
ГОСТ 9550-81	Пластмассы. Методы определения модуля упругости при растяжении, сжатии и изгибе	ISO 527-2, DIN 53455, 53457, ASTM D 638M
ГОСТ 18197-82	Ползучесть при растяжении	
ГОСТ 4670-91	Пластмассы. Определение твердости. Метод вдавливания шарика. (Твердость по Бринеллю)	ISO 2039/1-87
ГОСТ 24622-91	Твердость по Роквеллу	ISO 2039/2-87
ГОСТ 24621-91	Пластмассы. Определение твердости по вдавливанию с помощью дюрометра (твердость по Шору)	ISO 868-85
ГОСТ 11012-69	Метод испытания на абразивный износ (машина Шоппера)	
ГОСТ 11012-69	Абразивный износ	ISO 3537, DIN 52347, ASTM D1044
ГОСТ 11629-75	Пластмассы. Метод определения коэффициента трения пластмасс путем скольжения образцов по стальной плоскости контртела.	
2 Испытания на физические свойства		
ГОСТ 15139-69	Пластмассы. Методы определения плотности (объемной массы)	ISO 1183 (DIN 53479, ASTM D792 СЭВ 891-78
2.1 Температурные характеристики		
ГОСТ 21533-76	Температура плавления	ISO 3146-74
ГОСТ 16782-92	Пластмассы. Метод определения температуры хрупкости при ударе	ISO 974-80
ГОСТ 15088-83	Пластмассы. Метод определения температуры размягчения термопластов по Вика	ISO 306, DIN 53460, ASTM D1525
ГОСТ 21341-75	Пластмассы и эбонит. Метод определения теплостойкости по Мартенсу	СЭВ 895-78

Продолжение приложения 1

ГОСТ	Название ГОСТа	Соответствует международным стандартам ISO, DIN, ASTM D
ГОСТ 15173-70	Средний коэффициент линейного теплового расширения	ASTM D696, DIN 53752
ГОСТ 23630.1- 79	Пластмассы. Метод определения удельной теплоемкости	ISO 22007-4:2008
ГОСТ 23630.2- 79	Пластмассы. Метод определения теплопроводности	ISO 22007-4:2008
2.2 Электрические свойства		
ГОСТ 6433.1-71	Материалы электронизоляционные твердые. Условия окружающей среды для подготовки образцов к испытаниям	СЭВ 2121-80
ГОСТ 6433.2-71	Материалы электронизоляционные твердые. Методы определения электрического сопротивления при постоянном напряжении	СЭВ 2411-80, ASTM D257
ГОСТ 6433.3-71	Материалы электронизоляционные твердые. Методы определения электрической прочности при переменном (частота 50 Гц) и постоянном напряжении	СЭВ 3165-81
ГОСТ 6433.4-71	Материалы электронизоляционные твердые. Методы определения тангенса угла диэлектрических потерь и диэлектрической проницаемости при частоте 50 Гц	IEC 250
ГОСТ 52028- 2003	Измерение дугостойкости.	ASTM D495
	Стандарт для измерения сравнительного индекса трекинга	IEC 112, Испытания CTI-M
2.3 Оптические свойства		
ГОСТ 19927-74	Пластмассы. Методы определения показателя преломления	ISO 489, ASTM D542
ГОСТ 15875-80	Пластмассы. Методы определения коэффициента пропускания и мутности	ASTM D1003
2.4 Проницаемость и сорбция		
ГОСТ 23553-79	Пластмассы. Манометрический метод определения газопроницаемости	
ГОСТ 21472-81	Материалы листовые. Гравиметрический метод определения <u>паропроницаемости</u>	
ГОСТ 4650-80	Пластмассы. Методы определения <u>влагопоглощения</u>	ISO 62-80 и ASTM D570
3 Испытания на химическую стойкость		
ГОСТ 12020-72	Пластмассы. Методы определения стойкости к действию химических сред	СЭВ 428-89
ГОСТ 9.708-83	Старение пластмасс при воздействии естественных и искусственных климатических факторов	

Продолжение приложения 1

ГОСТ	Название ГОСТа	Соответствует международным стандартам ISO, DIN, ASTM D
ГОСТ 9.902-81	Единая система защиты от коррозии и старения полимеров. Методы ускоренных испытаний на коррозионную агрессивность	
5 Испытания на пожароопасность		
ГОСТ 10456-80	Пластмассы. Метод определения поведения пластмасс при контакте с раскаленным стержнем	IEC 695-2-1
ГОСТ 17088-71	Пластмассы. Методы определения горючести	
ГОСТ 21793-76	Пластмассы. Метод определения кислородного индекса	ISO 4589, ASTM D 2863
ГОСТ 21207-81	Пластмассы. Методы определения воспламеняемости	
ГОСТ 28157-89	Пластмассы. Методы определения стойкости к горению	UL 94