

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт инженерной и экологической безопасности

(наименование института полностью)

20.03.01 Техносферная безопасность

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Экоаналитика и экозащита

(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему «Разработка мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду цеха точного корпусного литья по выплавляемым моделям ПАО «ОДК-Кузнецов»

Студент

Е.А. Осипова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

И.В. Резникова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультант

к.э.н., доцент, Т.Ю. Фрезе

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

Цель и тема данной бакалаврской работы посвящены разработке мероприятий, обеспечивающих снижение негативного воздействия на окружающую среду литейного производства на примере цеха точного корпусного литья по выплавляемым моделям ПАО «ОДК-Кузнецов».

Актуальность выбора темы работы обоснована тем, что литейное производство является одним из самых крупных загрязнителей окружающей среды и нуждается в постоянном совершенствовании применяемых технологических процессов и очистного оборудования.

В работе последовательно были решены следующие поставленные задачи:

- проведен анализ негативного воздействия на окружающую среду технологического процесса литейного цеха,
- предложены различные мероприятия по снижению такого воздействия,
- проведена оценка эффективности разработанных мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Дополнительно был составлен перечень значимых экологических аспектов по литейному производству, разработаны регламентированные процедуры по охране труда и экологической безопасности, проведен анализ возможных техногенных аварий и разработана процедура первоочередных действий при получении сигнала об аварии.

В качестве мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду было предложено оборудовать новым газоочистным оборудованием несколько самых крупных стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, а также предложены способы переработки некоторых видов отходов.

Работа включает семь разделов, пять рисунков, 16 таблиц, четыре приложения и семь листов графических материалов.

Содержание

Введение.....	3
Термины и определения	5
Перечень сокращений и обозначений.....	7
1 Описание технологического процесса.....	8
2 Анализ негативного воздействия на окружающую среду	10
3 Разработка мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду.....	18
4 Разработка регламентированной процедуры по охране труда.....	28
5 Разработка регламентированной процедуры по охране окружающей среды и экологической безопасности.....	31
6 Защита в аварийных и чрезвычайных ситуациях	33
7 Оценка затрат на внедрение мероприятий по снижению воздействия на окружающую среду.....	37
Заключение	51
Список используемых источников.....	53
Приложение А Технологический процесс.....	58
Приложение Б Источники выбросов загрязняющих веществ в цехе № 55	60
Приложение В Идентификация экологических аспектов	62
Приложение Г Основные требования законодательства в области охраны окружающей среды.....	69

Введение

Литейное производство входит в число производств, оказывающих высокое негативное влияние на окружающую среду. Это связано с тем, что в литейном производстве применяется большое разнообразие формовочных, стержневых, связующих и противопригарных материалов. Их обработка приводит к интенсивному выделению различных вредных газообразных веществ и пыли, а также к образованию сточных вод, отличающихся широким диапазоном количественных, качественных физико-химических и седиментационных характеристик [23].

Основную массу отходов литейного производства составляют отходы формовочных смесей, шлак плавки стали при литье стали и отходы модельной массы. Сточные воды литейных производств содержат высокие концентрации грубодисперсных примесей, для очистки которых требуется наличие локальных очистных сооружений [23].

Также литейное производство характеризуется наличием ряда производственных вредностей. В частности, к ним относятся пыль, вредные газы, избыточное тепло, производственный шум. Недостаточное обеспечение безопасности труда в литейных цехах, а также неэффективное удаление вредных загрязняющих веществ из рабочей зоны имеющимся вентиляционным оборудованием приводит к высокому риску возникновения профессиональных заболеваний работников.

Зачастую вредное воздействие литейных производств обусловлено:

- использованием устаревших технологических процессов и технологического оборудования,
- образованием значительных количеств выбросов вредных загрязняющих веществ,
- недостаточной оснащённостью производственного оборудования газоочистными установками или их неэффективной работой,

- наличием малоэффективных методов очистки сточных вод или их полным отсутствием,
- отсутствием переработки и утилизации образующихся отходов.

В связи с вышеперечисленными факторами разработка и внедрение эффективных мероприятий по очистке выбросов и минимизации образования отходов литейного производства на примере цеха № 55 точного корпусного литья по выплавляемым моделям ПАО «ОДК-Кузнецов» представляет высокую актуальность и является целью данной работы.

Основными задачами данной работы являются:

- проведение анализа негативного воздействия на окружающую среду технологического процесса литейного цеха,
- разработка эффективных и наиболее экономически выгодных мероприятий, минимизирующих негативное воздействие на окружающую среду,
- оценка затрат на проведение предложенных мероприятий.

Термины и определения

В настоящей работе применяют следующие термины с соответствующими определениями:

абсорбер – устройство для промышленной очистки воздуха, принцип работы которого основан на поглощении газо- и парообразных веществ жидкостью;

аудит – процедура независимой оценки деятельности организации, системы, процесса, проекта или продукта;

газоочистная установка (газоочистное оборудование, ГОУ) – «сооружение, оборудование, аппаратура, используемые для очистки и (или) обезвреживания выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух» [14];

источник выброса (ИВ) – «сооружение, техническое устройство, оборудование, которые выделяют в атмосферный воздух загрязняющие вещества» [14];

коагуляция – укрупнение дисперсных частиц в результате их взаимодействия и объединения в агрегаты;

негативное воздействие на окружающую среду (НВОС) – воздействие хозяйственной и иной деятельности, приводящее к негативным изменениям качества окружающей среды;

оборотная система охлаждения – техническая система охлаждения, осуществляющая отведение избыточного тепла от технологического оборудования с многократным использованием воды, циркулирующей по замкнутому контуру;

предельно допустимая концентрация (ПДК) – максимальное количество загрязняющего вещества, считающееся безопасным для здоровья человека;

предельно допустимый выброс (ПДВ) – «норматив выброса загрязняющего вещества, допустимый для выброса в атмосферный воздух

стационарным источником, при соблюдении которого обеспечивается выполнение требований в области охраны атмосферного воздуха» [14];

рукавный фильтр – устройство для очистки воздуха, принцип работы которого основан на прохождении загрязненного воздуха через поры нетканого фильтрующего материала с возможностью последующей его регенерации сжатым воздухом или вибровстряхиванием;

система экологического менеджмента – «часть системы менеджмента, используемая для управления экологическими аспектами, выполнения принятых обязательств и учитывающая риски и возможности» [3];

специальная оценка условий труда (СОУТ) – «комплекс последовательно осуществляемых мероприятий по идентификации вредных и (или) опасных факторов производственной среды и трудового процесса и оценке уровня их воздействия на работника с учетом отклонения их фактических значений от установленных гигиенических нормативов условий труда и применения средств индивидуальной и коллективной защиты работников» [18];

условно чистые сточные воды – сточные воды, которые используются в производственных системах водоснабжения без дополнительной очистки;

флокуляция – разновидность коагуляции, основанная на агрегатировании нестабильных коллоидных частиц при перемешивании;

экологический аспект – «элемент деятельности организации, ее продукции или услуг, который взаимодействует или может взаимодействовать с окружающей средой» [3].

Перечень сокращений и обозначений

- АП – абсорбер пенный (тип пенного абсорбера)
- БПК – биологическое потребление кислорода
- ГОСТ ИСО – государственный общесоюзный стандарт International Organization for Standartization
- ГОУ – газоочистная установка
- ИВ – источник выбросов
- ЛИОТ – Ленинградский институт охраны труда (тип циклона)
- ЛОС – локальные очистные сооружения
- НВОС – негативное воздействие на окружающую среду
- НПО – научно-производственное объединение
- ОДК – Объединенная Двигателестроительная Корпорация
- ООО – Общество с ограниченной ответственностью
- ПАО – Публичное Акционерное Общество
- ПАВ – поверхностно-активные вещества
- ПДВ – предельно допустимый выброс
- ПДК – предельно допустимая концентрация
- ПНООЛР – проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение
- РФ – Российская Федерация
- СанПиН – санитарные правила и нормы
- СЗЗ – санитарно-защитная зона
- СН – скруббер насадочный
- СОУТ – специальная оценка условий труда
- ОТ – охрана труда
- УЦВП – универсальный циклон с водяной пленкой
- ШВ – Шаймарданов Вазих (имя и фамилия патентообладателя)

1 Описание технологического процесса

ПАО «ОДК-Кузнецов» является крупным предприятием машиностроительного комплекса, специализирующимся на разработке, производстве, ремонте, испытаниях и сервисном обслуживании авиационных и газотурбинных двигателей [18].

Цех № 55 точного корпусного литья по выправляемым моделям представляет собой одно из самых крупных структурных подразделений ПАО «ОДК-Кузнецов», оказывающих существенное воздействие на окружающую среду.

Изучение цеха точного корпусного литья по выправляемым моделям проводилось на примере технологического процесса изготовления заготовок корпусов. Данный технологический процесс представлен следующими технологическими операциями:

- изготовление стержней,
- изготовление моделей,
- изготовление керамической оболочки,
- удаление модельной массы и стержней,
- приготовление формовочной смеси и набивка опок,
- расплавление металла и заливка форм,
- выбивка и очистка отливок,
- механическая обработка отливок,
- проведение визуального контроля готовых отливок,
- проведение люминесцентного контроля готовых отливок,
- проведение рентген-контроля готовых отливок.

Описание технологических операций, используемые вещества и оборудование приведены в таблице А.1.

Технологический процесс изготовления заготовок корпусов начинается с изготовления керамических стержней из стержневой массы для оформления внутренних полостей отливок.

Стержни прессуются из стержневой массы в металлических пресс-формах под гидропрессом, а затем засыпаются глиноземом в короба и передаются на прокалку с последующей зачисткой и полировкой.

Далее готовые стержни помещаются в пресс-формы и запрессовываются модельной массой.

Полученные модели собираются в блоки, а затем покрываются суспензией на основе этилсиликата, спирта и электрокорунда в специальных ваннах с последующей обсыпкой кварцевым песком в пескосыпах. После сушки на модельный блок наносится огнеупорное покрытие.

Удаление моделей производится путем выплавки модельной массы в ванне с горячей водой, либо паром в бойлерклавах с последующей прокалкой в печах при температуре 950 °С.

Приготовление формовочной смеси проводится на шаровой мельнице и вибросите с последующей ее засыпкой в графитовые опоки.

Приготовление расплава металла проводится в электроиндукционных печах. Полученный расплав заливается в формы.

Залитые блоки передаются на участок обрубки литья.

Отливки отбиваются вручную. Механическая обработка отлитых заготовок для удаления литниковой системы производится в пескоструйных камерах, на станках отрезных, полировальной бабке и наждаке.

В заключение детали подвергают термообработке и передают на производственный контроль качества отливок. Отливки, не прошедшие контроль, отправляются на переплавку.

Вывод по данному разделу сделан следующий. Анализ негативного воздействия на окружающую среду цеха № 55 точного корпусного литья было решено провести на примере технологического процесса изготовления заготовок корпусов. Для этого были рассмотрены все промежуточные стадии данного технологического процесса и условия их проведения, а также используемое сырье, оборудование и обрабатываемые материалы.

2 Анализ негативного воздействия на окружающую среду

Анализ проекта ПДВ ПАО «ОДК-Кузнецов» показал, что в цехе № 55 точного корпусного литья по выплавляемым моделям имеется 20 организованных стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (далее – ИВ), из которых 10 оснащены газоочистным оборудованием. Информация о составе выбросов по каждому ИВ приведена в таблице Б.1.

Газоочистное оборудование в цехе № 55 представлено сухими пылеуловителями – циклонами типа ЛИОТ, УЦ, ЦОК и УВЦП, которые позволяют улавливать только твердые частицы от механообрабатывающего оборудования с эффективностью очистки от 86 % до 88 %: оксид железа, пыль абразивную, этилсиликат, сажу, взвешенные вещества, пыль неорганическую и пыль меховую.

Принцип работы циклона основан на очистке воздуха от твердых частиц под действием инерционных сил. Вращательно-поступательное движение потока обеспечивает центробежную силу, которая относит твердые частицы к внутренним стенкам камеры устройства. Под действием гравитационных сил происходит осаждение отделенных твердых частиц в бункер [31].

Имеющееся в цехе № 55 вентиляционное и газоочистное оборудование эксплуатируется в основном с 1980-х годов. Тем не менее, обеспечиваемая им фактическая степень очистки составляет от 85 % до 88 %, что не более чем на 2 % ниже проектной.

При визуальном осмотре цеха № 55 было установлено, что у газохода и циклонов газоочистного оборудования пескоструйной камеры (ИВ 242) нарушена герметичность.

Анализ проекта ПНООЛР показал, что в цехе № 55 образуются 19 видов отходов, с I по V классы опасности, перечень которых представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Отходы производства и потребления цеха № 55

Наименование отхода	Код отхода по ФККО	Класс опасности	Лимит образования отхода, т/год
Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства	4 71 101 01 52 1	I	0,010
Отходы минеральных масел промышленных	4 06 130 01 31 3	III	1,272
Песок, загрязненный нефтью или нефтепродуктами (содержание нефти или нефтепродуктов 15 % и более)	9 19 201 01 39 3	III	0,325
Отходы модельной массы на основе воска при литье черных металлов	3 57 161 11 20 4	IV	8,500
Шлак плавки стали при литье стали	3 57 012 11 20 4	IV	0,450
Песок формовочный горелый отработанный малоопасный	3 57 150 01 49 4	IV	13,000
Пыль (порошок) от шлифования черных металлов с содержанием металла 50% и более	3 61 221 01 42 4	IV	0,456
Отходы песка от очистных и пескоструйных устройств	3 63 110 01 49 4	IV	16,000
Стружка магниевая, загрязненная нефтепродуктами (содержание нефтепродуктов менее 15 %)	3 61 215 31 22 4	IV	2,100
Отходы абразивных материалов в виде порошка	4 56 200 52 41 4	IV	2,800
Мусор и смет производственных помещений малоопасный	7 33 210 01 72 4	IV	5,000
Спецодежда из натуральных, синтетических, искусственных и шерстяных волокон, загрязненная нефтепродуктами (содержание нефтепродуктов менее 15%)	4 02 312 01 62 4	IV	0,055
Обувь кожаная рабочая, утратившая потребительские свойства	4 03 101 00 52 4	IV	0,030
Тара из черных металлов, загрязненная нефтепродуктами (содержание нефтепродуктов менее 15%)	4 68 111 02 51 4	IV	0,417
Стружка черных металлов несортированная незагрязненная	3 61 212 03 22 5	V	6,600
Отходы упаковочного картона незагрязненные	4 05 183 01 60 5	V	0,072
Абразивные круги отработанные, лом отработанных абразивных кругов	4 56 100 01 51 5	V	0,538
Лом шамотного кирпича незагрязненный	9 12 181 01 21 5	V	2,600

Продолжение таблицы 1

Наименование отхода	Код отхода по ФККО	Класс опасности	Лимит образования отхода, т/год
Лом и отходы, содержащие незагрязненные черные металлы в виде изделий, кусков, несортированные	4 61 010 01 20 5	V	3,100
Итого			63,325

При визуальном осмотре мест накопления отходов цеха № 55 было установлено, что условия их накопления соответствуют требованиям пунктов 213-219 СанПиН 2.1.3684-21 [28] и Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп [25].

Отходы в цехе сортируются по видам и классам опасности. Смешение отходов разных видов не допускается. Отходы I класса опасности накапливаются в упаковочной таре производителя на закрытом складе, отходы III класса опасности – в герметично или плотно закрывающейся таре, отходы IV класса опасности – в контейнерах с крышкой, V класса опасности – в открытых контейнерах или навалом. Емкости, предназначенные для накопления отходов, промаркированы с указанием соответствующего вида и класса опасности. Все площадки для накопления отходов имеют удобный подъезд автотранспорта. По мере накопления отходы вывозятся сторонними лицензированными организациями по договорам на обезвреживание, утилизацию или захоронение.

Часть отходов, образующихся в технологических операциях цеха № 55, повторно используется в производственном процессе путем их переработки. Например, лом шамотного кирпича передается на использование в кузнечный цех для изготовления шамотных тиглей. Отработанные промышленные масла используются повторно. Брак отливок подлежит переплавке.

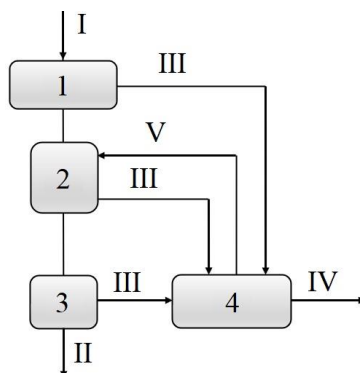
На основе анализа балансовых схем водопотребления и водоотведения ПАО «ОДК-Кузнецов» было установлено следующее.

Промышленная вода, отобранная из реки Волги при водозаборе, используется для наполнения ванны вымочки. К оборотной системе охлаждения подключены литейные печи. Стоки от ванны вымочки поступают в производственную канализационную сеть для последующей очистки на локальных очистных сооружениях (далее – ЛОС) ПАО «ОДК-Кузнецов». После очистки очищенная вода возвращается в общую производственную сеть. Условно чистые стоки после охлаждения литейных печей поступают в контактно-вентиляционную градирню, а затем вновь возвращаются в оборотную систему.

Очистка сточных вод от технологических процессов на ЛОС ПАО «ОДК-Кузнецов» осуществляется несколькими методами:

- механическими (отстаивание),
- химическими (коагуляция и флокуляция),
- физико-химическими (сорбция и обеззараживание ультрафиолетом).

Схема процесса очистки сточных вод на ЛОС ПАО «ОДК-Кузнецов» представлена на рисунке 1.



- 1 – подземный аккумулирующий резервуар, 2 – блок реагентной обработки,
 3 – блок осветления и обеззараживания, 4 – блок обработки промывных вод и осадка,
 I – неочищенные сточные воды, II – очищенные сточные воды; III – осадок;
 IV – обработанный осадок, V – промывная и иловая вода.

Рисунок 1 – Схема очистки сточных вод на ЛОС ПАО «ОДК-Кузнецов»

В аккумулирующем подземном резервуаре 1, расположенном на входе в ЛОС, происходит усреднение состава сточных вод, а также их гравитационное отделение от взвешенных веществ. В блоке реагентной обработки 2 стоки проходят предварительную химическую обработку с дозированием растворов коагулянта и флокулянта и процессом хлопьеобразования в смесителе. Реагент подается в смеситель через патрубок перпендикулярно основному потоку обрабатываемой воды. В блоке осветления и обеззараживания 3 осветление осуществляется сперва на осветительном фильтре с зернистой загрузкой, а затем – на сорбционном фильтре. Очистка сточных вод завершается обеззараживанием ультрафиолетом для уничтожения патогенных микроорганизмов.

Далее очищенная вода насосами подается на производственные нужды, а также для гидросмыва осадка в аккумулирующий резервуар для его повторной очистки. При достаточном накоплении образующийся в процессе очистки осадок утилизируется.

В таблице 2 представлена эффективность очистки сточных вод на ЛОС.

Таблица 2 – Эффективность очистки сточных вод на ЛОС ПАО «ОДК-Кузнецов»

Наименование загрязняющего вещества	Концентрация загрязняющего вещества в исходной сточной воды, мг/дм ³	Концентрация загрязняющего вещества в очищенной сточной воде, мг/дм ³	Эффективность очистки, %
БПК ₅	7,1	5,0	29,6
Взвешенные вещества	144,8	5,0	96,5
Железо общее	2,85	0,2	93,0
Нефтепродукты	0,25	0,05	80
ПАВ	0,74	0,5	32

Из таблицы 2 видно, что используемая система очистки сточных вод на ЛОС достаточно эффективна и позволяет повторно использовать очищенную воду в производстве, исключая ее сброс в систему хозяйственно-бытовой канализации.

На основе полученных данных была проведена идентификация экологических аспектов цеха № 55. Результаты проведенной идентификации экологических аспектов приведены в таблице В.1.

Уровень значимости выявленных экологических аспектов был установлен после изучения технической документации цеха № 55, проектов ПДВ, СЗЗ и ПНРЛОО, паспортов отходов I-IV классов опасности, форм статистической отчетности, расчетов платежей за НВОС, протоколов контроля качества окружающей среды, балансовых схем водопотребления и водоотведения, постановлений и предписаний надзорных и контролирующих организаций, а также после визуального осмотра технического состояния газоочистного оборудования и мест накопления отходов.

Основные требования законодательства в области охраны окружающей среды [13, 14, 26, 27], учтенные при определении уровня значимости экологических аспектов цеха № 55, приведены в таблице Г.1.

Перечень значимых экологических аспектов представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень значимых экологических аспектов цеха № 55

Экологический аспект	Характер воздействия на окружающую среду	Величина аспекта, т/год	Примечание
Загрязнение атмосферного воздуха			
Выбросы загрязняющих веществ при работе колеманов (ИВ 11)	Загрязнение атмосферного воздуха аммиаком	0,147312	Отсутствие газоочистной установки; вклад в общее количество выбросов более 5 % (по цеху)
Выбросы загрязняющих веществ от рабочего места приготовления гидролизного этилсиликата (ИВ 25)	Загрязнение атмосферного воздуха этанолом, этилсиликатом	0,095603	«»
Выбросы загрязняющих веществ от рабочих мест заделки и сборки (ИВ 35)	Загрязнение атмосферного воздуха аммиаком, предельными углеводородами, оксидом углерода	0,095448	«»

Продолжение таблицы 3

Экологический аспект	Характер воздействия на окружающую среду	Величина аспекта, т/год	Примечание
Выбросы загрязняющих веществ при работе печи (ИВ 53)	Загрязнение атмосферного воздуха аммиаком	0,04277	«»
Выбросы загрязняющих веществ при работе пескоструйной камеры (ИВ 242)	Загрязнение атмосферного воздуха взвешенными веществами, пылью неорганической (70-20 % SiO ₂)	0,34017	Требуется капитальный ремонт; вклад в общее количество выбросов более 10 % (по цеху)
Выбросы загрязняющих веществ при работе литейных печей (ИВ 251)	Загрязнение атмосферного воздуха оксидами никеля и железа, оксидами азота, углерода и серы, сажей, пылью неорганической (70-20 % SiO ₂)	0,144602	Отсутствие газоочистной установки; вклад в общее количество выбросов более 5 % (по цеху)
Загрязнение почвы			
Образование отходов модельной массы при выбивке литья ручным инструментом	Загрязнение почвы отходами IV класса опасности (отходы модельной массы на основе воска при литье черных металлов)	8,500	Вклад в общее количество образования отходов более 5 % (по цеху)
Образование отходов формовочного песка при выбивке литья ручным инструментом	Загрязнение почвы отходами IV класса опасности (песок формовочный горелый отработанный)	13,000	Вклад в общее количество образования отходов более 10 % (по цеху)
Образование отходов песка при опорожнении бункеров циклонов от ИВ 242	Загрязнение почвы отходом IV класса опасности (отходы песка от очистных и пескоструйных устройств)	16,000	То же

К значимым экологическим аспектам цеха № 55 были отнесены:

- источники выбросов загрязняющих веществ, которые не оснащены газоочистным оборудованием, вклад в общее количество выбросов которых за отчетный период составляет более 5 % (по цеху),
- отходы производства и потребления, вклад в общее количество образования отходов более 5 % (по цеху).

Экологические аспекты, которые не были отнесены к значимым, не имеют выраженных нарушений природоохранного законодательства, а также либо образуются в небольшом количестве, либо оснащены очистными устройствами.

Выводы по данному разделу сделаны следующие.

В цехе № 55 был проведен анализ негативного воздействия на окружающую среду, рассмотрены все источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, отходы производства и потребления, источники сбросов сточных вод. Также был проведен анализ существующих в цехе № 55 способов очистки выбросов и сбросов, условий сбора и вывоза отходов производства и потребления. На основе проведенного исследования был составлен перечень значимых экологических аспектов цеха № 55.

В результате проделанной работы было установлено, что разработку мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду для цеха № 55 целесообразно провести в отношении выявленных значимых экологических аспектов. Это источники выбросов, выбрасывающие вредные вещества в атмосферный воздух без очистки, и источники выбросов, количество выбросов от которых составляет более 0,042 т/год, а также отходы производства и потребления, образование которых составляет более 8 т/год.

Также было установлено, что производственные стоки и стоки после охлаждения оборудования цеха № 55 не оказывают негативного воздействия на окружающую среду. Это связано с тем, что производственные стоки проходят очистку на ЛОС ПАО «ОДК-Кузнецов», а затем используются повторно в системе производственного водоснабжения, а стоки после охлаждения оборудования возвращаются в оборотную систему водоснабжения.

3 Разработка мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду

В цехе точного корпусного литья по выплавляемым моделям рекомендуется провести мероприятия по охране атмосферного воздуха для литейных печей (ИВ 251), колемана (ИВ 11) и пескоструйной камеры (ИВ 242) для снижения количества их выбросов. Состав выбросов от этих источников представлен на рисунке 2.

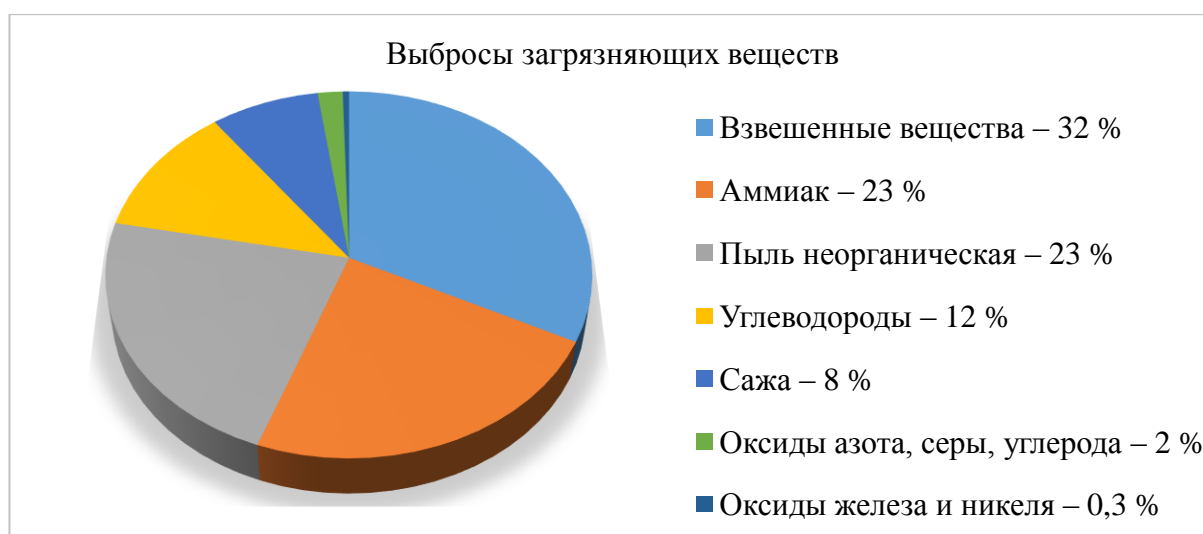


Рисунок 2 – Состав выбросов от ИВ 11, 242, 251

Из рисунка 2 видно, что в состав выбросов от ИВ 11, 242 и 251 преимущественно входят твердые частицы в виде взвешенных веществ и пыли неорганической, а также аммиак и предельные углеводороды.

Основными методами для очистки выбросов от газообразных и парообразных веществ являются абсорбция жидкостями, адсорбция твердыми поглотителями и каталитическая очистка.

Абсорбционные методы подходят для очистки выбросов, содержащих большие концентрации вредных загрязняющих веществ, тогда как

адсорбционные и каталитические – для доочистки, когда концентрации вредных загрязняющих веществ значительно снижены [32].

В основе процесса абсорбции лежит переход вещества из газообразной фазы в жидкую через поверхность раздела обеих фаз за счет растворения или химической реакции. Регенерацию абсорбента проводят нагреванием и снижением давления с десорбцией поглощенного газообразного вещества и его концентрированию [8, 32].

Газоочистное оборудование, использующее абсорбционные методы очистки, представлено абсорберами, насадочными скрубберами, барботажными и пенными аппаратами. Данные аппараты характеризуются простотой конструкции, сравнительно невысокой стоимостью и более высокой эффективностью по сравнению с циклонами. Они работоспособны при высоких температурах и повышенной влажности газов, а также в присутствии взрывоопасных газов; обеспечивают очистку воздуха как от твердых, так и от паро- и газообразных компонентов [8].

Недостатками данных аппаратов является образование в результате процесса десорбции значительных объемов шлама и загрязненной воды [8]. К тому же достаточно высокая степень извлечения загрязняющих веществ и полная регенерация поглотителей для данных аппаратов возможна только при наличии нескольких ступеней очистки [32].

«Адсорбционные методы основаны на избирательном извлечении из парогазовой смеси определенных компонентов при помощи адсорбентов – твердых высокопористых материалов, обладающих развитой удельной поверхностью» [32].

Промышленные сорбенты характеризуются высокой поглотительной способностью, селективностью, термической устойчивостью и возможностью легкой регенерации. Недостатками адсорбционных установок является периодичность процесса и связанная с этим малая интенсивность реакторов, высокая стоимость периодической регенерации адсорбентов [32].

Каталитические методы очистки газов основаны на реакциях в присутствии твердых катализаторов и обычно требуют применения дополнительных операций, если образовавшиеся вещества в процессе каталитических реакций подлежат удалению [32].

Для очистки выбросов, содержащих пары органических растворителей, может быть также применена биофильтрация – метод биологической очистки газа. Данный метод является экологически безопасным, поскольку в процессе биофильтрации вторичные загрязнения не продуцируются. Важным преимуществом биофильтрации являются малые капитальные и эксплуатационные затраты. Тем не менее, эффективность очистки и производительность отечественных биофильтров остается ограниченной вследствие несовершенства используемых в них нерегулярных насадок [9].

Для механической очистки газов от пыли и твердых частиц используют сухие и мокрые методы. К сухим методам относятся гравитационное осаждение, инерционное и центробежное пылеулавливание и фильтрация.

Сухие инерционные пылеуловители циклонного широко распространены вследствие простоты в изготовлении, монтаже и эксплуатации, достаточно высокой эффективности при уменьшении гидравлического сопротивления [22].

Недостатками циклонов являются пониженная эффективность улавливания мелкодисперсной пыли, повышенное сопротивление высокоэффективных циклонов, забиваемость слипающейся пылью и интенсивный износ при улавливании высокоабразивной пыли [22].

В качестве фильтров для очистки выбросов от твердых частиц широко распространены рукавные фильтры и электрофильтры.

Рукавные фильтры среди пылеуловителей сухого типа имеют наиболее высокую степень очистки, достигающую 99 %. К их недостаткам относится высокая стоимость по сравнению с циклонными аппаратами, необходимость замены фильтрующих рукавов и пневмоклапанов, большие габариты в развернутом виде, а также необходимость подвода сжатого воздуха [11].

Электрофилтры обеспечивают очистку выбросов до 99,9 %, характеризуются низкими затратами энергии, возможностью улавливания частиц широкого диапазона размеров, стабильную работу при высокой запыленности и температуре газа, высокой производительностью и полной автоматизацией процесса очистки. Однако электрофилтры высоко чувствительны к параметрам очищаемого газа и не могут быть использованы для очистки взрыво- и пожароопасных смесей [33].

После анализа наиболее эффективных способов очистки выбросов от различных типов загрязняющих веществ было принято решение оснастить ИВ 11, 242 и 251 следующими газоочистными установками, исходя из их экономичности, доступности и эффективности.

Для колемана (ИВ 11), выбросы которого содержат аммиак, предлагается использовать насадочный абсорбер СН-17, выпускаемый ООО «Приволжским центром газоочистного оборудования». Абсорбер данного типа способен обеспечить очистку выбросов от аммиака с эффективностью более 99 %. Схематично насадочный абсорбер представлен на рисунке 3.

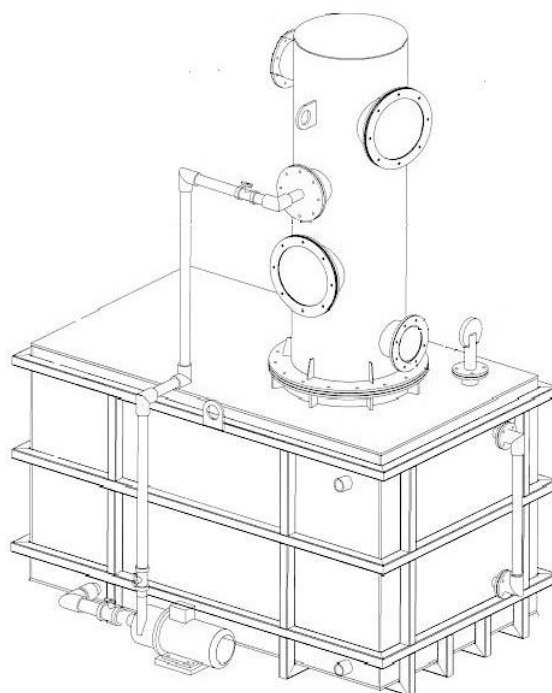


Рисунок 3 – Насадочный абсорбер СН-17

Принцип действия данного абсорбера основан на том, что очистка загрязненного воздуха осуществляется в расположенной в нижней части аппарата секции с массообменной насадкой, в противотоке с улавливающей жидкостью, равномерно распыляемой по всей площади насадочного абсорбера полноконусными форсунками. Высокая удельная поверхность массообменной насадки обеспечивает высокоэффективную очистку. В качестве улавливающей жидкости применяется вода. Массообменная насадка изготовлена из полимерных материалов с большой удельной поверхностью и в процессе эксплуатации не требует замены. После очистки воздух проходит через каплеуловитель и после поступает на выход из насадочного абсорбера.

Абсорберы данного типа характеризуются низкими гидравлическим сопротивлением и энергопотреблением, полной автоматизацией и высокоэффективной очисткой промышленных высокотемпературных газов.

Для очистки выбросов от литейных печей (ИБ 251) предлагается использовать пенный абсорбер АП-25, представленный на рисунке 4.

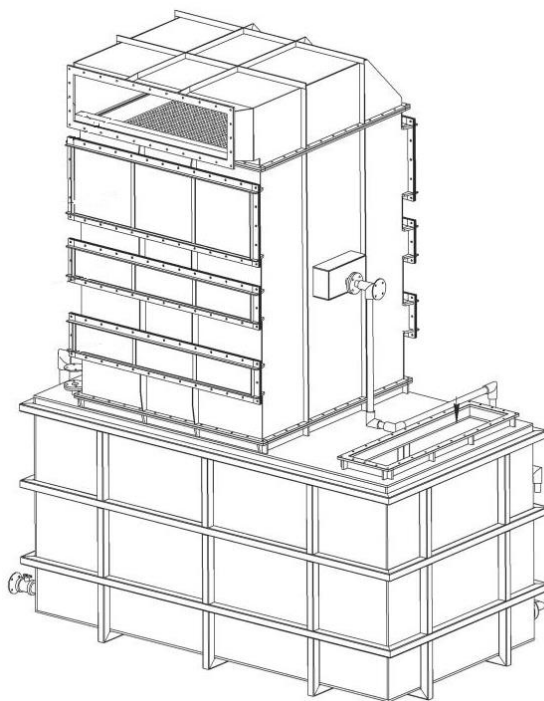


Рисунок 4 – Скоростной пенный абсорбер мокрой очистки АП-25

Пенный абсорбер предназначен для очистки выбросов, содержащих газообразные компоненты и механические примеси. В нем загрязненный воздух поступает в камеру приема воздуха, находящуюся между встроенной в аппарат емкостью для циркуляции жидкости и массообменными секциями. Каждая из секций очистки является массообменной решеткой провального типа, на поверхности которой образуется слой пены за счет интенсивного перемешивания воды восходящими потоками воздуха. Очищенный воздух после прохождения двух ступеней очистки отделяется от капельной влаги в каплеуловителе.

Абсорбер данной конструкции эффективен для очистки высокотемпературных газов и пыли при возможности ее возгорания. Аппарат не имеет подвижных узлов, что снижает вероятность его поломки.

Газоочистное оборудование пескоструйной камеры (ИВ 242) требует капитального ремонта в виду полной изношенности воздухопроводов и циклонов. Предлагается провести его полную модернизацию с заменой циклонов на рукавный фильтр ШВ(Р)-14, выпускаемый ООО НПО «Центр ШВ», который представлен на рисунке 5.

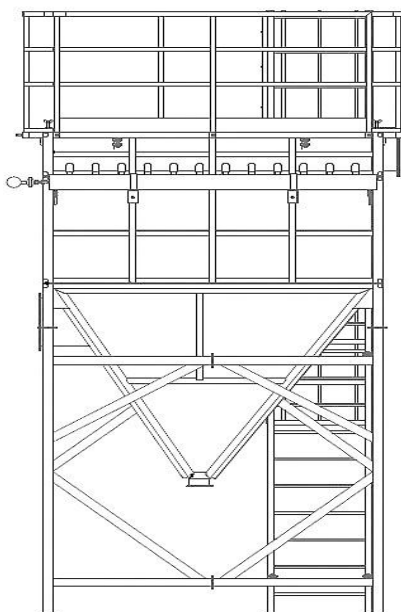


Рисунок 5 – Рукавный фильтр ШВ(Р)-14

При прохождении газопылевой смеси через фильтровальные элементы рукавного фильтра происходит ее удержание на их наружной поверхности, а очищенный воздух через выпускной патрубок выходит из фильтра. Регенерация запыленных фильтровальных элементов осуществляется импульсами сжатого воздуха с последующим осыпанием пыли в бункер.

Основные технические характеристики предлагаемого газоочистного оборудования представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические характеристики рекомендуемого газоочистного оборудования

№ ИВ	Тип ГОУ	Производительность, м ³ /час	Гидравлическое сопротивление, Па	Температура очищаемого воздуха, °С	Загрязняющее вещество	Эффективность очистки, %	Стоимость, тыс. руб.
11	Насадочный абсорбер СН-17	17450	Не более 750	30	Аммиак	99,9	1550
242	Рукавный фильтр ШВ(Р)-14	13893	Не более 2000	27	Пыль	99	1400
251	Пенный абсорбер АП-17	17760	Не более 3000	80	Углеводороды С ₁₂ -С ₁₉	80	1750
					Пыль	90	

После введения в эксплуатацию указанного газоочистного оборудования необходимо провести корректировку инвентаризации источников выбросов в цехе № 55 (пункт 3 статьи 22 Федерального закона от 04.05.1999 № 96) [14] с последующим внесением изменений в паспорт ГОУ (пункт 6 Правил эксплуатации установок очистки газа) [26].

Поскольку ИВ 11 и 251 предлагается оборудовать абсорберами, то необходимо предусмотреть очистку отводимых с них загрязненных стоков на ЛОС ПАО «ОДК-Кузнецов». Имеющаяся в настоящее время на ЛОС система очистки имеет все необходимые для этого стадии: механическую, осветление, коагуляцию, флокуляцию и обеззараживание.

Также после введения в эксплуатацию абсорберов для ИВ 11 и 251 в результате их работы будет образовываться шлам, который необходимо подвергнуть процедуре отнесения к конкретному классу опасности и паспортизации (пункт 1 статьи 14 Федерального закона от 24.06.1998 № 89-ФЗ) [13].

Отходы модельной массы, отходы песка от пескоструйных устройств, песок формовочный горелый отработанный, а также шлак плавки стали при литье стали, образующиеся в цехе № 55, являются значимыми экологическими аспектами. Для минимизации их негативного воздействия на окружающую среду необходимо предусмотреть способы повторного их использования или переработки.

Шлак плавки стали при литье стали можно перерабатывать в шлаковый щебень, шлакоцементное вяжущее, безлинкерное шлаковое вяжущее, а также различные наполнители, которые могут быть использованы как при производстве керамических изделий из тугоплавких глин, так и в качестве материала дорожного основания [6, 7]. Все эти сырьевые компоненты могут быть изготовлены из литейного шлака после его дробления и извлечения из него металлических включений [6].

Отходы модельной массы могут быть использованы в качестве наполнителя для бетонных смесей, засыпки выемок, а также при устройстве насыпей дорожного полотна и дренирующих слоев, если их также подвергнуть предварительной подготовке, включающей в себя дробление, просеивание и отделение металла от смеси путем магнитной сепарации [1, 6].

Отходы песка от очистных и пескоструйных устройств, а также песок формовочный горелый отработанный могут использоваться повторно в производстве либо в производстве разнообразных строительных материалов, если будет проведено удаление пленок связующего с зерен кварцевого песка. Это может быть достигнуто механической регенерацией, при которой происходит отделение пленок связующего от кварцевых песчинок за счет механического перетирания смеси. Пленки связующего разрушаются,

превращаются в пыль и удаляются [7].

Кварцевый песок, являющийся основным компонентом отходов песка от очистных и пескоструйных устройств, может быть также использован в качестве инертного наполнителя для засыпки котлованов при рекультивации плодородных земель [1].

В патенте № 2455414 РФ [19] промышленный отход, в качестве которого могут быть использована смесь шлака плавки стали при литье стали и песка формовочного горелого отработанного, в количестве от 50 % до 20 % может быть включен в состав строительного материала, пригодного как для покрытия автомобильных, железных дорог, и аэродромов, так и для фундаментов зданий и сооружений и безобжигового кирпича и блоков.

Отходы модельной массы в количестве от 55 % до 65 % могут быть включены в состав керамических масс по способу, описанному в патенте № 2491249 РФ [20]. Данная керамическая масса может быть использована в производстве керамических облицованных материалов.

В патенте № 2731236 РФ [21] описано включение отходов модельной массы или формовочного песка в количестве от 17 % до 25 % в состав асфальтобетона, который может быть использован в дорожном и аэродромном строительстве покрытий и оснований автомобильных дорог предприятий в I-III климатических зонах, характеризующихся холодным и влажным климатом.

Переработка указанных отходов литейного производства может быть осуществлена при установке в цехе № 55 шаровой мельницы, магнитного сепаратора и дополнительного оборудования для организации подачи в них сырья [10].

Выводы по данному разделу сделаны следующие.

Были изучены существующие методы очистки и газоочистное оборудование, применяемые для очистки выбросов загрязняющих веществ от литейного производства. Также были изучены различные способы переработки и утилизации отходов, характерных для литейных цехов.

Колеман, литейные печи и пескоструйную камеру (ИВ 11, 251, 242) было предложено оборудовать насадочным абсорбером, пенным абсорбером и рукавным фильтром соответственно.

Было предложено внедрить технологический процесс переработки некоторых видов IV класса опасности (отходов модельной массы, песка от очистных и пескоструйных устройств, песка формовочного горелого отработанного, шлаков плавки стали) с получением сырья для строительных смесей. Для переработки предлагается использовать магнитный сепаратор и шаровую мельницу.

Было рекомендовано после введения в эксплуатацию нового газоочистного оборудования провести корректировку инвентаризации источников выбросов и отходов производства и потребления, провести паспортизацию отходов. Предусмотреть подвод стоков от абсорберов в производственную систему канализации с возможностью их очистки на ЛОС ПАО «ОДК-Кузнецов».

В результате проведения предложенных мероприятий ожидается, что в цехе № 55 количество выбросов загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух, снизится на 0,577 т/год с эффективностью очистки выбросов до 99,9 %, а количество отходов модельной массы, формовочного песка и шлака стали, передаваемых на захоронение, – на 30,36 т/год с эффективностью переработки 80 %.

4 Разработка регламентированной процедуры по охране труда

В 2019 году в цехе № 55 вредные и опасные производственные факторы на рабочих местах были идентифицированы в ходе проведения плановой специальной оценки условий труда (далее – СОУТ) в соответствии с Федеральным законом от 28.12.2013 № 426-ФЗ [18] и методикой проведения СОУТ [16].

Плановая СОУТ для рабочих мест проводится комиссией по СОУТ один раз в пять лет. Внепланово СОУТ проводится при изменении технологических процессов, оборудования, состава используемых материалов или сырья, средств индивидуальной и коллективной защиты, которые способны оказать влияние на уровень воздействия вредных или опасных производственных факторов на работников [18].

В настоящее время наиболее вредными производственными факторами в цехе № 55 являются «производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания» [5].

Такое загрязнение обусловлено присутствием в воздухе рабочей зоны различных химических веществ, выделяющихся в результате проведения разнообразных технологических процессов.

Вредные химические вещества могут находиться в парообразном, газообразном и аэрозольном состояниях и способны поступать в организм человека через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы и слизистые оболочки. Их повышенное содержание в воздухе рабочей зоны в основном связано с отсутствием в цехе эффективного газоочистного оборудования. При длительном воздействии на организм человека они могут вызывать острые или хронические заболевания.

Например, при изготовлении формовочных смесей и керамической оболочки, а также при отбивке отливок и их механической обработке в большом количестве в воздух рабочей зоны выделяется мелкодисперсная пыль различного состава с преимущественным содержанием двуокиси

кремния, обладающая раздражающим действием и способная приводить к фиброзу легких. При приготовлении стержневой и модельной масс на основе мочевины в воздух рабочей зоны в большом количестве поступает аммиак и этанол. А при операциях сушки и прокалики керамических форм – оксиды азота и углерода. При выплавке жаропрочных сталей дополнительно к оксидам азота и углерода в воздух рабочей зоны могут также поступать аэрозоли конденсации окислов железа и никеля. Все эти вещества обладают токсическим действием.

Другими вредными и опасными производственными факторами в цехе № 55 являются:

- производственные факторы, связанные с силами и энергией механического движения, в том числе в поле тяжести (неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним; движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования) [5];
- «производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [5];
- «производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха, скоростью движения (подвижностью) воздуха относительно тела работающего, а также с тепловым излучением окружающих поверхностей, зон горения, фронта пламени» [5];
- производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей (повышенный уровень общей или локальной вибрации; повышенный уровень шума; действие электрического тока и электромагнитных полей) [5];

– производственные факторы, связанные со световой средой (отсутствие или недостаток необходимого естественного или искусственного освещения; повышенная яркость света; пониженная световая и цветовая контрастность; прямая и отраженная блескость; повышенная пульсация светового потока) [5].

Введение в эксплуатацию абсорберов для колемана (ИБ 11) и литейных печей (ИБ 251) и рукавного фильтра для пескоструйной камеры (ИБ 242) обеспечат снижение чрезмерного загрязнения воздушной среды в зоне дыхания. В то же время внедрение технологического процесса переработки некоторых видов отходов с помощью измельчения и магнитной сепарации, наоборот, может привести к его увеличению.

Регламентированная процедура проведения СОУТ представлена в графическом материале 22.БР.ИИиЭБ.210.56.000.

Ключевыми этапами проведения внеплановой СОУТ являются создание комиссии, идентификация потенциально вредных и опасных производственных факторов, их исследование и измерение, а затем – отнесение условий труда на рабочем месте к определенной степени вредности или опасности и к классу условий труда [15].

Выводы по данному разделу сделаны следующие.

В цехе № 55 были проанализированы вредные и опасные производственные факторы, разработана регламентированная процедура СОУТ.

После внедрения предлагаемых мероприятий рекомендуется провести внеплановую СОУТ для идентификации вредных и опасных производственных факторов на рабочих местах.

5 Разработка регламентированной процедуры по охране окружающей среды и экологической безопасности

На ПАО «ОДК-Кузнецов» в соответствии с требованиями ГОСТ ИСО14001-2016 [3] разработана система экологического менеджмента, которая:

- «соответствует целям и среде организации, включая характер, масштаб и экологические воздействия ее видов деятельности, продукции и услуг;
- создает основу для установления экологических целей;
- включает обязательство защищать окружающую среду, включая предотвращение загрязнения и другие отдельные обязательства, относящиеся к среде организации;
- включает обязательство выполнять ее принятые обязательства;
- включает обязательство постоянно улучшать систему экологического менеджмента для улучшения экологических результатов деятельности» [3].

Система экологического менеджмента постоянно дорабатывается и актуализируется, доведена до сведения работников ПАО «ОДК-Кузнецов» и доступна для всех заинтересованных сторон.

Для того, чтобы определить, что разработанная система экологического менеджмента результативно внедрена и функционирует, соответствует нормативным требованиям и требованиям руководства организации, на ПАО «ОДК-Кузнецов» на регулярной основе планово проводятся внутренние аудиты.

Также проведение экологических аудитов способствует:

- «разработке программы уменьшения воздействия промышленного предприятия на окружающую среду;
- подготовке программы вторичного использования отходов;

– предварительной подготовке предприятия для работы в условиях нового, более жесткого, природоохранного законодательства» [4].

Аудиты позволяют руководству организации разработать корректирующие действия и выявить возможности для улучшения как отдельных процессов, так и всей системы экологического менеджмента в целом. Рекомендации по организации процесса аудита содержатся в ГОСТ ИСО 19011-2021 [4].

Регламентированная процедура «Аудит системы экологического менеджмента» представлена в графическом материале 22.БР.ИИиЭБ.210.57.000.

Важными этапами проведения аудита является формирование аудиторской группы, проведение обследования объекта аудита, планирование аудиторской группой корректирующих мероприятий, направленных на достижение поставленных задач и контроль их выполнения.

Вывод по данному разделу сделан следующий.

Была разработана регламентированная процедура внутреннего аудита для цеха № 55. После внедрения предлагаемых мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду рекомендуется проведение внутреннего аудита для подтверждения эффективности этих мероприятий.

6 Защита в аварийных и чрезвычайных ситуациях

Поскольку в результате технологических процессов цехе № 55 точного корпусного литья по выплавляемым моделям происходит образование отходов с I по V классы опасности, а также образуются стоки и выбросы различных по составу и степени опасности загрязняющих веществ, то при определенных обстоятельствах существуют риски возникновения различных техногенных аварий и чрезвычайных ситуаций.

Наиболее вероятной аварией в цехе № 55 является возникновение пожара. Потенциально опасными местами, где может появиться очаг возгорания, являются участок изготовления керамической оболочки, литейный участок, а также места накопления отработанных масел, песка, загрязненного нефтепродуктами, магниевой стружки и отходов упаковочного картона вследствие пожароопасности указанных видов отходов.

Другими примерами аварий в цехе № 55 может быть пролив масел, пролив ртути в результате боя отработанных люминесцентных ламп, аварийные выбросы при неисправной работе оборудования, а также несанкционированный сброс сильно загрязненных стоков при авариях канализационных сетей.

Общая процедура первоочередных действий при возникновении аварии, в том числе пожара, на рабочих местах в цехе № 55 должна включать следующие действия:

- немедленно доложить о возникновении аварии/пожара руководству (начальнику смены), оповестить персонал о происшествии;
- при возникновении пожара незамедлительно сообщить в пожарную охрану по одному из телефонов – 01, 101 с мобильного, 112;
- при необходимости (в случае возникновения пожара или угрозе его возникновения) обесточить электроприборы, находящиеся на рабочем месте (в помещении);
- лица, назначенные ответственными за ликвидацию данного типа

аварии, должны надеть соответствующие средства индивидуальной защиты и приступить к выполнению мероприятий по ликвидации аварии необходимыми первичными средствами в соответствии с инструкциями, разработанными на случай возникновения данного типа аварий (в случае возникновения пожара при отсутствии угрозы для жизни очевидец может самостоятельно приступить к тушению первичными средствами пожаротушения);

- при наличии угрозы для жизни, а также при получении сигнала тревоги по системе оповещения или от сослуживцев покинуть помещение и выйти на улицу, оказывая помощь в эвакуации другим работникам;
- эвакуировавшиеся из здания работники собираются в заранее условленном месте, где старшие проводят подсчет и сообщают руководству о количестве эвакуированных и отсутствующих (оставшихся в здании);
- прибывшее подразделение пожарной охраны следует встретить и указать ему место пожара.

Мероприятия по ликвидации техногенных аварий в цехе № 55 приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Мероприятия по ликвидации техногенных аварий

Аварийная ситуация	Наименование отходов, загрязняющих веществ	Последствие техногенной аварии	Первоочередные действия по ликвидации аварии
Пролив масел	Отходы минеральных масел промышленных	Загрязнение почвы	Ответственному должностному лицу место разлива масла обильно засыпать песком. Собрать песок с помощью лопаты в специальную герметичную емкость. В случае разлива в помещении тщательно вымыть загрязненный участок мыльной водой

Продолжение таблицы 5

Аварийная ситуация	Наименование отходов, загрязняющих веществ	Последствие техногенной аварии	Первоочередные действия по ликвидации аварии
Возгорание пожароопасных отходов	Отходы минеральных масел промышленных, песок, загрязненный нефтью или нефтепродуктами; отходы бумаги и картона	Загрязнение почвы, атмосферы, угроза здоровью людей, гибели флоры, фауны	Очевидцу сообщить в пожарную охрану. Приступить к тушению пожара первичными средствами пожаротушения
Бой люминесцентных ламп	Лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства	Загрязнение почвы, атмосферы, угроза здоровью людей, флоры, фауны	Ответственному должностному лицу устранить ртутное загрязнение посредством использования демеркуризационного набора. Организовать проведение лабораторного контроля на предмет обнаружения остаточных паров ртути и эффективности проведения демеркуризации
Неисправная работа оборудования вследствие отказа, поломки, отсутствия технического обслуживания	Выбросы загрязняющих веществ	Загрязнение атмосферы	Ответственному должностному лицу организовать полное прекращение работ на неисправном оборудовании. Организовать ремонт неисправного оборудования
Загрязнение водных ресурсов при аварии канализационных сетей	Сбросы вредных загрязняющих веществ	Загрязнение почвы, водных объектов, угроза здоровью людей, флоры, фауны	Ответственному должностному лицу выявить источник и причину несанкционированного сброса. Организовать проведение ремонта и устранения повреждений канализационных сетей. Провести при необходимости разъяснительную работу с работниками цеха о недопущении несанкционированного загрязненных сточных вод. Организовать проведение лабораторного контроля сточной воды на предмет наличия в ней загрязнений, превышающих ПДК

Процедура первоочередных действий при получении сигнала об аварии в цехе № 55 представлена в графическом материале 22.БР.ИИиЭБ.210.58.000.

В цехе № 55 разработаны мероприятия по предупреждению различных техногенных аварий.

Например, работа вентиляционного оборудования регулярно проверяется в рамках технического осмотра и отлаживается при планово-предупредительном ремонте. Бункера циклонов своевременно опорожняются, ведется контроль за герметичностью воздухопроводов. На периоды возникновения неблагоприятных метеорологических условий соблюдаются мероприятия по снижению выбросов вредных загрязняющих веществ в атмосферный воздух. Сыпучие отходы хранятся в контейнерах с крышками, а отходы, способные к проливам и возгоранию – в герметично закрывающихся емкостях. Рядом с местами хранения пожароопасных отходов предусмотрено размещение огнетушителей и средств первичной защиты на случай пожара. Помещение для накопления отработанных люминесцентных ламп снабжено демеркуризационным набором и средствами индивидуальной защиты на случай их боя.

На каждом участке хранятся инструкции по обеспечению пожарной безопасности и планы эвакуации рабочего персонала. Распоряжениями назначены ответственные должностные лица, руководящие ходом работ по ликвидации аварий на случай их возникновения. Курение на предприятии разрешено только в специально отведенных для этого местах.

Вывод по данному разделу сделан следующий.

Внедрение в эксплуатацию нового газоочистного оборудования для источников выбросов 11, 242 и 251, а также оборудования для переработки некоторых видов отходов IV класса опасности может привести к риску возникновения техногенных аварий, связанных с неисправной работой указанного оборудования вследствие его отказа, поломки или отсутствия технического обслуживания.

7 Оценка затрат на внедрение мероприятий по снижению воздействия на окружающую среду

После разработки мероприятий по снижению негативного воздействия цеха № 55 на окружающую среду был составлен план мероприятий, представленный в таблице 6.

Таблица 6 – План мероприятий по снижению негативного воздействия цеха № 55 на окружающую среду

Наименование мероприятия	Цель мероприятия	Срок выполнения	Структурные подразделения, привлекаемые для выполнения мероприятия	Источники финансирования
Оборудование ИВ 11 насадочным абсорбером СН-17	Снижение количества выбросов аммиака на 0,147165 т/год	01.02.2023	Теплоэнергетический цех № 185	Внутренние, внешние
Модернизация ИВ 242 с заменой циклона ЦОК-3 на рукавный фильтр ШВ(Р)-14	Снижение количества выбросов взвешенных веществ и пыли на 0,33677 т/год	01.02.2023	Теплоэнергетический цех № 185	То же
Оборудование ИВ 251 пенным абсорбером АП-25	Снижение количества выбросов углеводородов, пыли, сажи и оксидов железа и никеля на 0,112399 т/год	01.02.2023	Теплоэнергетический цех № 185	«»
Подвод стоков от абсорберов к системе очистки локальных очистных сооружениях	Предотвращение загрязнения водных ресурсов	20.01.2023	Теплоэнергетический цех № 185	«»
Отнесение шлама от абсорберов к конкретному классу опасности и паспортизация	Соблюдение требований природоохранного законодательства	31.03.2023	Отдел охраны окружающей среды	Без затрат

Продолжение таблицы 6

Наименование мероприятия	Цель мероприятия	Срок выполнения	Структурные подразделения, привлекаемые для выполнения мероприятия	Источники финансирования
Внедрение технологии переработки некоторых видов отходов IV класса опасности, основанной на их измельчении шаровой мельницей и отделении от металлических включений в магнитном сепараторе	Снижение количества образования отходов модельной массы, шлака плавки стали, отходов песка очистных устройств, песка формовочного горелого отработанного на 30,36 т/год	01.02.2023	Цех № 55 точного корпусного литья по выплавляемым моделям	Внутренние

После разработки плана мероприятий был проведен расчет стоимости затрат на их реализацию. Смета расходов (инвестиций) на приобретение газоочистного оборудования приведена в таблице 7, а смета расходов (инвестиций) на приобретение шаровой мельницы и магнитного сепаратора – в таблице 8.

Таблица 7 – Смета расходов на приобретение газоочистного оборудования

Статьи затрат	Сумма, руб.
Оборудование ИВ 11 насадочным абсорбером СН-17	
Строительно-монтажные работы	367 500
Стоимость оборудования (насадочный абсорбер)	1 350 000
Материалы и комплектующие (насос, трубная обвязка насоса с запорной арматурой, щит управления кабельной продукцией)	200 000
Пуско-наладочные работы	20 000
Итого на приобретение насадочного абсорбера	1 937 500
Оборудование ИВ 242 рукавным фильтром ШВ(Р)-14	
Строительно-монтажные работы	320 000
Стоимость оборудования (рукавный фильтр)	1050 000

Продолжение таблицы 7

Статьи затрат	Сумма, руб.
Материалы и комплектующие (комплект фильтрующих рукавов, бункер для уловленной пыли, опорные конструкции, лестница и площадка для обслуживания, щит управления кабельной продукцией)	350 000
Пуско-наладочные работы	30 000
Итого на приобретение рукавного фильтра	1 750 000
Оборудование ИВ 251 пенным абсорбером АП-17	
Строительно-монтажные работы	417 500
Стоимость оборудования (аппарат газоочистки пенного типа)	1 100 000
Материалы и комплектующие (циркуляционный бак для оборотной улавливающей жидкости, насос, трубная обвязка с запорно-регулируемой аппаратурой, щит управления кабельной продукцией)	650 000
Пуско-наладочные работы	20 000
Итого на приобретение пенного абсорбера	2 187 500
Итого	5 525 000

Таблица 8 – Смета расходов на приобретение шаровой мельницы и магнитного сепаратора

Статьи затрат	Сумма, руб.
Строительно-монтажные работы	240 000
Стоимость оборудования (шаровая мельница, магнитный сепаратор)	650 000
Материалы и комплектующие (щит управления кабельной продукцией)	100 000
Пуско-наладочные работы	10 000
Итого	1 000 000

Текущие затраты на эксплуатацию нового оборудования включают годовые затраты на энерго- и водопотребление, обслуживание оборудования, обеспечение рабочими материалами, проведение профилактического обслуживания и ремонта, а также затраты на амортизационные отчисления, налоги, страховые выплаты и административные расходы. Дополнительно необходимо учитывать при расчете текущих затрат такой параметр, как затраты на обработку и передачу отходов, которые образуются в результате эксплуатации нового оборудования, на захоронение.

Поскольку для пескоструйной камеры (ИВ 242) предлагается провести полную модернизацию газоочистного оборудования с заменой циклона

ЦОК-3 на рукавный фильтр ШВ(Р)-14, то текущие расходы на эксплуатацию нового оборудования были определены как разность текущих затрат на эксплуатацию рукавного фильтра и циклона.

Результаты проведенных расчетов текущих затрат на эксплуатацию нового оборудования приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Текущие затраты на эксплуатацию нового оборудования

Параметр ИВ	Характеристика параметра				
	11	242		251	–
Новое оборудование	Насадочный абсорбер СН-17	Рукавный фильтр ШВ(Р)-14	Циклон ЦОК-3	Пенный абсорбер АП-17	Шаровая мельница, магнитный сепаратор
Текущие расходы на эксплуатацию оборудования, тыс. руб.	361,3	368,3	104,7	399,6	100
Текущие расходы на эксплуатацию только нового оборудования, тыс. руб.	361,3	263,6		399,6	100

Далее был проведен расчет эффективности предлагаемых мероприятий.

Величина предотвращенного экономического ущерба от загрязнения окружающей среды была определена по формуле:

$$П = Y_1 - Y_2, \quad (1)$$

где П – величина предотвращенного годового экономического ущерба от загрязнения среды;

Y_1 – ущерб от загрязнения окружающей среды до проведения мероприятий;

Y_2 – ущерб от загрязнения окружающей среды после проведения мероприятий [30].

Экономическая оценка ущерба от годового количества выбросов вредных веществ до и после проведения мероприятия по снижению негативного воздействия на атмосферный воздух для конкретного источника была определена по формуле:

$$Y = \gamma \cdot \delta \cdot f \cdot M, \quad (2)$$

где γ – множитель, определяемый как удельный ущерб от выброса вредных веществ, руб./усл. т (примем $\gamma = 74$ тыс. руб./усл. т);

δ – показатель опасности загрязнения атмосферного воздуха над территориями различных типов (для поселка Управленческий с населением 40000 человек и плотностью 91 чел./га примем $\delta = 9,1$);

f – поправка, учитывающая характер рассеяния примеси в атмосфере, усл. т/год (примем для упрощения вычислений $f = 1$ усл. т/год);

M – приведенная масса годового выброса загрязнений из источника в природную среду, усл. т/год [30].

Приведенная масса годового выброса загрязнений от конкретного источника в природную среду M была рассчитана по формуле:

$$M = \sum_{i=1}^n A_i \cdot m_i, \quad (3)$$

где m_i – фактическая или прогнозируемая масса годового выброса i -го загрязняющего вещества, т/год;

A_i – показатель относительной агрессивности i -го загрязняющего вещества, усл. т/т;

n – общее число загрязняющих веществ, выбрасываемых данным источником в атмосферу [2].

Значения показателя относительной агрессивности A_i , использованных при определении приведенных масс годовых выброс загрязнений от ИВ 11, 242, 251 представлены в таблице 10.

Таблица 10 – Значения величины A_i для веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух от ИВ 11, 242, 251

Наименование загрязняющего вещества	Показатель относительной агрессивности примеси i -го загрязняющего вещества A_i , усл. т/т [2]
Железа оксид	15,1
Никель оксид	5475
Азота диоксид	41,1
Аммиак	10,4
Азота оксид	41,1
Сажа	41,5
Сера диоксид	22
Углерод оксид	1
Углеводороды предельные $C_{12}-C_{19}$	3,16
Взвешенные вещества	41,6
Пыль неорганическая: 70-20 % SiO_2	41,6

Результаты расчета предотвращенного годового экономического ущерба для ИВ 11, 242, 251 представлены в таблице 11.

Таблица 11 Результаты расчета предотвращенного годового экономического ущерба от загрязнения среды ИВ 11, 242, 251

Параметр ИВ	Характеристика параметра		
	11	242	251
Газоочистное оборудование	Насадочный абсорбер СН-17	Рукавный фильтр ШВ(Р)-14	Пенный абсорбер АП-17
Приведенная масса годового выброса загрязнений до проведения мероприятия (M_1), усл. т/год	1,532045	14,151072	6,937533
Приведенная масса годового выброса загрязнений после проведения мероприятия (M_2), усл. т/год	0,001529	0,943405	0,863041
Ущерб от загрязнения окружающей среды до проведения мероприятия ($У_1$), тыс. руб.	1031,68	9529,33	4671,73
Ущерб от загрязнения окружающей среды после проведения мероприятия ($У_2$), тыс. руб.	1,03	635,29	581,17
Предотвращенный годовой экономический ущерб от загрязнения среды (Π), тыс. руб.	1030,65	8894,04	4090,56

Расчет годового экономического эффекта от проведения мероприятий по снижению негативного воздействия на атмосферный воздух для ИВ 11, 242, 251 был проведен по формуле:

$$\mathcal{E} = \Pi - \mathcal{Z}, \quad (4)$$

где \mathcal{Z} – величина приведенных затрат на проведение мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду, тыс. руб. [32].

Приведенные затраты были найдены по формуле:

$$\mathcal{Z} = C + E_n \cdot K, \quad (5)$$

где C – текущие расходы на эксплуатацию устройства, тыс. руб.;

E_n – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений средозащитного назначения (примем $E_n = 0,15$ для окупаемости капитальных вложений в течение шести лет);

K – инвестиции на приобретение и установку нового оборудования, тыс. руб. [30].

Общая (абсолютная) экономическая эффективность затрат на мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду была рассчитана по формуле:

$$\mathcal{E}_z = \mathcal{E}/\mathcal{Z}. \quad (6)$$

Общая (абсолютная) экономическая эффективность инвестиций в проводимые мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду определялась по формуле:

$$\mathcal{E}_k = (\mathcal{E} - C)/K. \quad (7)$$

Результаты расчетов эффективности затрат на проведение мероприятий по снижению негативного воздействия на атмосферный воздух приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Экономическая эффективность природоохранных затрат на проведение мероприятий по снижению негативного воздействия на атмосферный воздух

Параметр ИВ	Характеристика параметра		
	11	242	251
Газоочистное оборудование	Насадочный абсорбер СН-17	Рукавный фильтр ШВ(Р)-14	Пенный абсорбер АП-17
Инвестиции на приобретение и установку газоочистного устройства (К), тыс. руб.	1937,5	1750,0	2187,5
Текущие расходы на эксплуатацию устройства (С), тыс. руб.	361,3	263,6	399,6
Предотвращенный годовой экономический ущерб от загрязнения среды (П), тыс. руб.	1030,65	8894,04	4090,56
Нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений средозащитного назначения (E_n)	0,15	0,15	0,15
Приведенные затраты на проведение природоохранных мероприятий (З), тыс. руб.	651,9	630,8	727,7
Годовой экономический эффект от проведения природоохранных мероприятий (Э), тыс. руб.	378,75	8263,24	3362,86
Общая (абсолютная) экономическая эффективность затрат (Δ_3)	0,58	13,1	4,62
Общая (абсолютная) экономическая эффективность инвестиций (Δ_k)	0,009	4,511	1,355

Расчет эффективности проведения мероприятий в области обращения с отходами производства и потребления, заключающихся во внедрении технологии переработки некоторых видов отходов IV класса опасности в сырье для приготовления строительных смесей был проведен следующим образом.

Расчет годового экономического эффекта от проведения мероприятий в области обращения с отходами производства и потребления был рассчитан по формуле:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_p - \mathcal{Z}, \quad (8)$$

где \mathcal{E}_p – годовая экономия денежных средств предприятия, достигаемая после проведения мероприятий в области обращения с отходами производства и потребления, тыс. руб.

Годовая экономия денежных средств предприятия в результате проведения мероприятий в области обращения с отходами производства и потребления рассчитывалась по формуле:

$$\mathcal{E}_p = \mathcal{E}_{\text{НВОС}} + \mathcal{E}_3 + B - \mathcal{E}_c, \quad (9)$$

где $\mathcal{E}_{\text{НВОС}}$ – годовая экономия денежных средств предприятия, достигаемая за счет снижения размера выплат экологических платежей в области обращения с отходами производства и потребления, тыс. руб.;

\mathcal{E}_3 – годовая экономия денежных средств предприятия, достигаемая за счет снижения размера платы за передачу отходов на захоронение по договору, тыс. руб.;

B – годовая выручка предприятия в результате продажи сырья, полученного в результате переработки отходов, тыс. руб.;

\mathcal{E}_c – величина экологического сбора на производимый товар и упаковку товара, тыс. руб.

Годовая экономия денежных средств предприятия, достигаемая за счет снижения размера выплат экологических платежей в области обращения с отходами производства и потребления ($\mathcal{E}_{\text{НВОС}}$) была определена как разность платы за НВОС в результате размещения отходов до и после проведения мероприятий.

Расчет платы за НВОС в результате размещения отходов производства и потребления проводился в соответствии с постановлением Правительства РФ от 03.03.2017 № 255 [24] по формуле:

$$P_{\text{отх}} = \sum_{i=1}^n (C_{i \text{ отх}} \cdot M_{i \text{ отх}} \cdot K_{\text{инд}}), \quad (10)$$

где i – вид отхода ($i = 1, 2, 3, \dots n$);

$C_{i \text{ отх}}$ – ставка платы за размещение одной тонны i -го отхода в пределах установленных лимитов, с учетом коэффициентов, руб.;

$M_{i \text{ отх}}$ – фактическое размещение i -го отхода, т [30].

Значение ставки платы для отходов IV класса опасности и поправочного коэффициента $K_{\text{инд}}$ были определены в соответствии с постановлением Правительства РФ от 13.09.2016 № 913 [28]. Дополнительные и стимулирующие коэффициенты, не учитывались, поскольку количество образующихся отходов на ПАО «ОДК-Кузнецов» за отчетный период не превышает утвержденных нормативов. Результаты расчета платы за НВОС в результате размещения производственных отходов приведены в таблице 13.

Таблица 13 – Плата за НВОС за размещение производственных отходов в цехе № 55 до и после проведения мероприятий

Наименование отхода	Код отхода по ФККО	Краткое описание мероприятия	Ставка платы, руб.	$K_{\text{инд}}$	Плата за НВОС, руб.	
					до	после
Отходы песка от очистных и пескоструйных устройств	3 63 110 01 49 4	Переработка; передача на утилизацию с эффективностью 80 %	663,2	1,08	11460	2292,02
Отходы модельной массы на основе воска при литье черных металлов	3 57 161 11 20 4	То же	663,2	1,08	6088,18	1217,64
Шлак плавки стали при литье стали	3 57 012 11 20 4	«»	663,2	1,08	322,32	64,46
Песок формовочный горелый отработанный малоопасный	3 57 150 01 49 4	«»	663,2	1,08	9311,33	1862,27
Итого					27181,84	5436,39

Следовательно, годовая экономия денежных средств предприятия, достигаемая за счет снижения размера выплат экологических платежей в области обращения с отходами производства и потребления ($\text{Э}_{\text{НВОС}}$) составит 21 745,45 тыс. руб.

Переработанные отходы IV класса опасности (отходы модельной массы, песок формовочный горелый отработанный, песок от очистных и пескоструйных устройств, шлак плавки стали при литье стали) будут использоваться в качестве сырья для приготовления строительных смесей, которые предприятие сможет продавать сторонним организациям.

Экологический сбор будет выплачиваться только в отношении упаковки, в которой будет поставляться на продажу получаемое сырье для строительных смесей. поскольку сырье для приготовления строительных смесей не входит в перечень товаров, упаковки товаров, подлежащих утилизации после утраты ими потребительских свойств [16]. Предполагается, что выпускаемое цехом № 55 сырье для приготовления строительных смесей будет поставляться в бумажной упаковке, которая отнесена к группе № 47 «Упаковка из бумаги и негофрированного картона» [16].

Расчет величины экологического сбора за упаковку из бумаги был проведен по формуле:

$$\text{Э}_{\text{уп.}} = C_{\text{ЭС}} \cdot M_{\text{уп.}} \cdot N_{\text{ут}} \quad (11)$$

где $\text{Э}_{\text{уп.}}$ – сумма экологического сбора за упаковку, руб.;

$C_{\text{ЭС}}$ – ставка экологического сбора, руб./т;

$M_{\text{уп.}}$ – масса упаковки, т;

$N_{\text{ут}}$ – норматив утилизации.

Ставка сбора по группе упаковки товаров из бумаги № 47, составляет 2 378 руб./т [29], а норматив утилизации отходов от использования товаров – 20 % [12].

Для расчета экологического сбора было принято, что в результате переработки 80 % отходов IV класса опасности (отходы модельной массы, песок формовочный горелый отработанный, песок от очистных и пескоструйных устройств, шлак плавки стали при литье стали) будет образовываться 30,36 т сырья для строительных смесей. Данное сырье будет продаваться сторонним организациям по цене 10 000 руб./т. в бумажной упаковке весом 0,0002 т по 0,025 т. В этом случае общее число упаковок составит 1 215 штук. Следовательно, общая масса всех упаковок за год будет равна 0,243 т.

Расчет величины экологического сбора за бумажную упаковку, отнесенной к группе № 47 «Упаковка из бумаги и негофрированного картона», приведен в таблице 14.

Таблица 14 – Расчет экологического сбора за бумажную упаковку сырья для строительных смесей

Наименование упаковки	Ставка экологического сбора (С _{эс}), руб./т;	Масса упаковки (М _{уп}), т	Норматив утилизации (Н _{ут})	Сумма экологического сбора за упаковку (ЭС _{уп.}), руб.
Бумага из группы № 47 «Упаковка из бумаги и негофрированного картона»	2 378	0,243	0,2	115,57

Полученная величина экологического сбора для упаковки сырья для строительных смесей составляет 115,57 руб.

Плата за передачу отходов IV класса опасности на захоронение по договору составляет 1200 руб./т. Тогда после внедрения технологии переработки отходов IV класса опасности снижение платы за передачу отходов на захоронение по договору (Э_з) составит 36 432 руб.

Результат расчета экономии денежных средств предприятия после проведения мероприятий в области обращения с отходами производства и потребления (\mathcal{E}_p) приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Расчет экономии денежных ресурсов после проведения мероприятий в области обращения с отходами производства и потребления

Параметр	Характеристика параметра
Годовое снижение количества образования отходов в результате проведения мероприятия, т	30,36
Годовая экономия денежных средств предприятия, достигаемая за счет снижения размера выплат экологических платежей ($\mathcal{E}_{\text{НВОС}}$), тыс. руб.	21,745
Годовая экономия денежных средств предприятия, достигаемая за счет снижения размера платы за передачу отходов на захоронение по договору (\mathcal{E}_3), тыс. руб.	36,432
Годовая выручка от продажи сырья в результате переработки отходов (В), тыс. руб.	303,6
Величина экологического сбора на производимый товар и упаковку товара (\mathcal{E}_c), тыс. руб.	0,116
Годовая экономия денежных средств предприятия в результате проведения мероприятия (\mathcal{E}_p), тыс. руб.	361,661

Результаты расчетов экономической эффективности затрат на проведение мероприятий в области отходов производства и потребления приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет экономической эффективности природоохранных затрат на проведение мероприятий в области обращения с отходами производства и потребления

Параметр	Характеристика параметра
Инвестиции на приобретение и установку магнитного сепаратора и шаровой мельницы (К), тыс. руб.	1000,0
Текущие расходы на эксплуатацию приобретенных устройств (С), тыс. руб.	100,0
Годовая экономия денежных средств предприятия в результате проведения мероприятий (\mathcal{E}_p), тыс. руб.	361,661

Продолжение таблицы 16

Параметр	Характеристика параметра
Нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений средозащитного назначения (E_n)	0,15
Приведенные затраты на проведение природоохранных мероприятий (Z), тыс. руб.	250
Годовой экономический эффект от проведения природоохранных мероприятий (Δ), тыс. руб.	111,66
Общая (абсолютная) экономическая эффективность средозащитных затрат (Δ_z)	0,45
Общая (абсолютная) экономическая эффективность инвестиций (Δ_k)	0,012

По данному разделу сделаны следующие выводы.

Был составлен план мероприятий по снижению по снижению негативного воздействия цеха № 55 на окружающую среду и проведен расчет стоимости затрат на их реализацию. Затем был проведен расчет их эффективности.

Проведенные расчеты показали, что предложенные мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду являются экономически эффективными и полностью покроют инвестиционные и текущие затраты в течение шести лет после их реализации. Внедрение технологии переработки некоторых видов отходов IV класса опасности в сырье для строительных смесей является экономически выгодным, поскольку позволит получать прибыль за счет его продаж.

Будет достигнуто уменьшение количества выбрасываемых в атмосферный воздух вредных загрязняющих веществ и образования некоторых видов отходов IV класса опасности. При этом количество и качество пригодных к использованию земельных, лесных и водных ресурсов увеличится.

Заключение

В бакалаврской работе было проведено исследование литейного производства на примере цеха № 55 точного корпусного литья по выплавляемым моделям ПАО «ОДК-Кузнецов» и разработан ряд мероприятий по снижению его негативного воздействия на окружающую среду.

В процессе исследования литейного производства были изучены основные технологические процессы литья, проведен анализ их негативного воздействия на окружающую среду и наличие средозащитных средств, которые снижают такое воздействие. Далее была проведена идентификация экологических аспектов литейного производства и составлен перечень значимых из них. На основе установленного перечня был разработан ряд природоохранных мероприятий.

Для снижения негативного воздействия цеха № 55 на атмосферный воздух было предложено оборудовать такой источник выбросов, как колеман, насадочным абсорбером. Источник выбросов от литейных печей – пенным абсорбером, а циклон на источнике выбросов от пескоструйной камеры заменить на рукавный фильтр. Выбор данного газоочистного оборудования был обусловлен его доступностью, практичностью, сравнительно невысокой стоимостью и возможностью обеспечения высокой степени очистки выбросов до 99,9 %.

В ходе изучения научных публикаций и патентов на изобретения было установлено, что образующиеся в большом количестве отходы модельной массы, песок от очистных и пескоструйных устройств, песок формовочный горелый отработанный, а также шлак плавки стали при литье стали можно перерабатывать путем их измельчения с последующей магнитной сепарацией в полезные компоненты строительных смесей или использовать повторно в литейном производстве. Поэтому в качестве мероприятий в области обращения с отходами производства и потребления было предложено

внедрение технологии переработки отходов IV класса опасности, основанной на использовании шаровой мельницы и магнитного сепаратора.

Дополнительно были разработаны регламентированные процедуры по проведению специальной оценки условий труда и аудиту системы экологического менеджмента, а также составлена процедура первоочередных действий при возникновении аварий в литейном производстве и различные мероприятия по их ликвидации.

В завершение бакалаврской работы были проведены расчеты предотвращенного экономического ущерба и экономической эффективности для природоохранных мероприятий.

Предлагаемые мероприятия для литейного производства, направленные на снижение негативного воздействия на окружающую среду, экономически и экологически полностью оправдывают вложенные средства на их приобретение и обслуживание.

Список используемых источников

1. Бутовский М. Э., Штокаленко В. П. Твердые отходы литейного производства и пути их реализации // Экология промышленного производства. 2010. № 3. С. 39–42.
2. Быстров А. С., Варанкин В. В. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. М. : Экономика, 1986. 96 с.
3. ГОСТ Р ИСО 14001-2016. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению : утв. и введен в действие приказом Росстандарта от 29.04.2016 № 285-ст // Консультант плюс: справочно-правовая система.
4. ГОСТ Р ИСО 19011-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Оценка соответствия. Руководящие указания по проведению аудита систем менеджмента : утв. и введен в действие приказом Росстандарта от 21.04.2021 № 261-ст // Консультант плюс: справочно-правовая система.
5. ГОСТ 12.0.003-2015. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация : введен в действие приказом Росстандарта от 09.06.2016 № 602-ст // Консультант плюс: справочно-правовая система.
6. Добрынина А. В. Рациональное применение отходов литейного производства // Научный альманах. 2018. № 6–2 (44). С. 22–25.
7. Короткова С. Д. Виды отходов литейного производства и пути снижения их негативного воздействия на окружающую среду // Сборник научных статей III международного конгресса : Энергетическая безопасность (16-17 октября 2020 года). Т. 1. С. 539–541.

8. Мирошниченко С. Т., Пухлий Р. А. Применение метода абсорбции для очистки газовоздушных выбросов // Энергетические установки и технологии. 2020. Т. 6. № 1. С. 105–117.

9. Митин А. К., Николайкина Н. Е. Экологически безопасный метод очистки выбросов от летучих органических соединений при обслуживании авиатехники // Crede Experto: транспорт общество, образование, язык. 2017. № 2 (13). С. 28–40.

10. Морозов В. М., Дорошенко Т. Ф. Рециклинг отходов производства как фактор снижения негативного воздействия на окружающую среду // Научный вестник НИИГД «Респиратор». 2017. № 3 (54). С. 102–109.

11. Николаев М. Ю., Есимов А. М. Электрофильтры : принцип работы и основные достоинства // Технические науки – от теории к практике. 2014. № 41. С. 59–65.

12. Нормативы утилизации отходов от использования товаров на 2021 и 2022 годы : утв. распоряжением Правительства РФ от 31.12.2020 № 3722-р (ред. от 29.12.2021) // Консультант плюс: справочно-правовая система.

13. Об отходах производства и потребления : Федеральный закон от 24.06.1998 № 89 (ред. от 02.07.2021). // Консультант плюс: справочно-правовая система.

14. Об охране атмосферного воздуха : Федеральный закон от 04.05.1999 № 96 (ред. от 11.06.2021) // Консультант плюс: справочно-правовая система.

15. Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению : приказ Минтруда России от 24.01.2014 № 33н (ред. от 27.04.2020). // Консультант плюс: справочно-правовая система.

16. Об утверждении перечней товаров, упаковки товаров, подлежащих утилизации после утраты ими потребительских свойств : распоряжение Правительства РФ от 31.12.2020 № 3721-р (ред. от 25.11.2021) // Консультант плюс: справочно-правовая система.

17. О предприятии [Электронный ресурс] : ПАО «ОДК-Кузнецов», 2022.
URL: <http://www.kuznetsov-motors.ru/company/> (дата обращения: 27.03.2022).

18. О специальной оценке условий труда : Федеральный закон от 28.12.2013 № 426 (ред. от 30.12.2020) // Консультант плюс: справочно-правовая система.

19. Патент № 2455414 Российская Федерация, МПК E01C 7/36 (2006.01). Способ изготовления строительного материала и способ строительства оснований автодорог и наземных сооружений на его основе : № 2010150132/03 : заявл. 08.12.2010 : опубл. 10.07.2012 / Мымрин В. А. ; заявитель Мымрин В. А. Бюл. № 19. 11 с.

20. Патент № 2491249 Российская Федерация. МПК C04B 33/132 (2006.01). Керамическая масса : № 2012112572/03 : заявл. 30.03.2012 : опубл. 28.07.2013 / Никифорова Э. М., Еромасов Р. Г. ; заявитель Сибирский федеральный университет. Бюл. № 24. 5 с.

21. Патент № 2731236 Российская Федерация. МПУ C04B 26/26 (2006.01), C08L 95/00 (2006.01), E01C 7/22 (2006.01). Асфальтобетон : № 2019143790 : заявл. 23.12.2019 : опубл. 31.08.2020 / Вайсман Я. И., Пугин К. Г., Рудакова Л. В., Глушанкова И. С., Тюрюханов К. Ю., Власов А. С. ; заявитель Пермский национальный исследовательский политехнический ун-т. Бюл. № 25. 6 с.

22. Подпоринов Б. Ф., Семиненко А. С. Пути повышения эффективности пылеулавливающих аппаратов в системах очистки вентиляционных выбросов // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2016. № 11. С. 104-107.

23. Пономарев А. Я., Манвелов А. Н. Технологические и экономические проблемы очистки сточных вод литейного производства и методы их решения // Человеческий капитал. 2016. № 3 (87). С. 45–47.

24. Правила исчисления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду : утв. постановлением Правительства РФ от 03.03.2017 № 255 (ред. от 17.08.2020) // Консультант плюс: справочно-правовая система.

25. Правила обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде : утв. постановлением Правительства РФ от 28.12.2020 № 2314 // Консультант плюс: справочно-правовая система.

26. Правила эксплуатации установок очистки газа : утв. приказом Минприроды России от 15.09.2017 № 498 // Консультант плюс: справочно-правовая система.

27. СанПиН 2.1.3684-21. Санитарные правила и нормы. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению населения, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий : утв. постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 № 3 (ред. от 14.02.2022) // Консультант плюс: справочно-правовая система.

28. Ставки платы за негативное воздействие на окружающую среду : утв. постановлением Правительства РФ от 13.09.2016 № 913 (ред. от 29.06.2018) // Консультант плюс: справочно-правовая система.

29. Ставки сбора по каждой группе товаров, группе упаковки товаров, отходы от использования которых подлежат утилизации, уплачиваемого производителями товаров, импортерами товаров, которые не обеспечивают самостоятельную утилизацию отходов от использования товаров (экологического сбора) : утв. постановлением Правительства РФ от 09.04.2016 № 284 (ред. от 31.10.2018) // Консультант плюс: справочно-правовая система.

30. Фрезе Т. Ю. Оценка эффективности мероприятий по обеспечению техносферной безопасности : учебно-методическое пособие по выполнению

раздела выпускной квалификационной работы (бакалаврской работы).
Тольятти: ТГУ, 2022. 60 с.

31. Циклон промышленный – сухой инерционный фильтр для очистки воздуха от твердых частиц [Электронный ресурс] : ПЗГО, 2022. URL: <https://gas-cleaning.ru/article/cyclone#a3> (дата обращения: 27.03.2022).

32. Чесноков С. А., Аксеновский А. В. Методы очистки выбросов в атмосферу // Наука и образование. 2021. Т. 4. № 3. С. 43–54.

33. Электрофильтры. Предназначены для очистки газов от твердых частиц [Электронный ресурс] : Экологическая литература, 2022. URL: <https://portaleco.ru/ekologija-goroda/elektrofiltry.html> (дата обращения: 11.03.2022).

Приложение А
Технологический процесс

Таблица А.1 – Технологический процесс изготовления заготовок корпусов

Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Виды работ
Изготовление стержней			
Получение стержневой массы	Смеситель с мешалкой	Электрокорунд, полиэтиленовые гранулы	Поместить сырье в смеситель
Штамповка стержневой массы	Гидропресс, металлические пресс-формы	Стержневая масса	Запрессовать стержневую массу в пресс-форме
Подготовка сырых стержней к прокалке	Вытяжной шкаф, керамический короб	Сырой стержень, глинозем	Поместить стержни в короба и засыпать глиноземом
Прокалка стержней	Прокалочная печь	Керамический короб, стержни	Прокалить стержни при температуре 1250-1300 °С
Зачистка стержней	Рабочий стол, полировальная бабка	Стержень	Провести зачистку стержней на полировальной бабке
Изготовление моделей			
Приготовление модельной массы	Электрическая печь, колеман	Мочевина, парафин, канифоль, церезин	Приготовить модельную массу в колеманах и печах
Получение моделей	Пресс-форма, гидропресс	Стержни, модельная масса	Запрессовать стержни модельной массой в пресс-формах
Сборка моделей в блоки	Рабочее место заделки и сборки	Модель, ручной инструмент	Собрать полученные модели в блоки
Изготовление керамической оболочки			
Приготовление суспензии	Ванна покраски корпусов	Этилсиликат, спирт, электрокорунд	Приготовить суспензию в ванне
Покрытие блоков суспензией	Ванна покраски корпусов	Суспензия, блок	Погрузить блоки в суспензию
Обсыпка блоков электрокорундом	Пескосып	Электрокорунд, блок	Обсыпать блок электрокорундом
Сушка блоков	Камера сушки блоков	Блок	Просушить блоки в камере сушки при 80 °С
Нанесение лака	ванна с лаком	Лак, блок	Окунуть блок в лак
Удаление модельной массы и стержней			
Выплавка модельной массы	Ванна вымочки, бойлерклав	Блок с керамической оболочкой	Удалить модельную массу выплавкой горячей водой либо паром

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Наименование операции, вида работ	Наименование оборудования	Обрабатываемый материал, деталь, конструкция	Наименование экологического фактора
Прокалка керамической формы	Печь прокалки корпусов, печь прокалки форм	Керамическая форма	Прокалить керамические формы при температуре 950 °С
Приготовление формовочной смеси и набивка опок			
Измельчение формовочных материалов	Шаровая мельница	Отработанные графитовые тигли	Провести дробление в крошку сырья для формовочных материалов
Приготовление формовочной смеси	Вибросито	Графитовая крошка, электрокорунд	Провести сепарацию, смешение и дозирование формовочной смеси
Набивка опок формовочной смесью	Графитовая опока	Формовочная смесь, керамическая форма	Поместить керамические формы в графитовые опоки и засыпать их формовочной смесью
Расплавление металла и заливка форм			
Получение расплава металла	Печь вакуумной плавки, печь плавно-порционная	Сталь, лигатуры, графитовые тигли, флюс, шлак	Получить расплав металла в печах в графитовых тиглях с применением флюса, лигатур и рафинированием, а также проводить съем шлака
Заливка керамических форм расплавом металла	Вакуумная печь, печь подогрева формы, литниковая чаша	Керамическая форма, расплав металла	Залить расплав металла в керамические формы с полным заполнением литниковой чаши
Выбивка и очистка отливок			
Выбивка и обрубка отливок	Рабочее место обрубки	Кувалда, пневматическое зубило, отливки	Выбить и обрубить отливки ручным инструментом
Отрезка отливок от литниковой системы	Отрезной станок	Отливки	Провести отрезку отливок от литниковой системы
Обдувка отливок	Пескоструйная камера	То же	Провести обдувку отливок
Механическая обработка отливок			
Зачистка отливок	Наждак	«»	Провести механическую зачистку
Полировка отливок	Полировальная бабка	«»	Провести полировку отливок
Термообработка отливок	Прокалочная печь	«»	Провести термообработку отливок для снятия внутренних напряжений

Приложение Б

Источники выбросов загрязняющих веществ в цехе № 55

Таблица Б.1 – Источники выбросов загрязняющих веществ в цехе № 55

№ ИВ	Наименование источника выброса	Тип и степень очистки	Наименование загрязняющего вещества	Выброс, т/год
Изготовление стержней				
275	Шкаф вытяжной; полировальная бабка; рабочее место ручного инструмента	ЦОК-1, 86 %	Железа оксид	0,004018
			Сажа	0,008640
			Пыль меховая (шерстяная, пуховая)	0,038102
			Пыль абразивная	0,000887
234	Смеситель приготовления стержневой массы	–	Углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁₉	0,000027
		УЦВП-9, 80 %	Пыль абразивная	0,000469
233	Рабочее место заполнения коробов глиноземом	УЦВП-9, 89 %	Пыль абразивная	0,001056
244	Печь прокалочная	–	Углерод оксид	0,000336
			Этилсиликат	0,000051
			Углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁₉	0,000154
Изготовление моделей				
53	Печь приготовления мочевины; рабочее место изготовления моделей	–	Аммиак	0,042770
11	Колеман (приготовление модельной массы); рабочий стол (изготовление моделей)	–	Аммиак	0,147312
18	Электropечь; рабочий стол	–	Углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁₉	0,000502
35	Рабочее место заделки; рабочее место сборки	–	Аммиак	0,094450
			Углерод оксид	0,000154
			Углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁₉	0,000844
Изготовление керамической оболочки				
25	Рабочее место приготовления гидролизного этилсиликата	–	Этанол	0,094595
			Этилсиликат	0,001008
21	Ванна покраски корпусов; пескосыпы	–	Этанол	0,13480
		ЛИОТ-4, 85 %	Этилсиликат	0,00504
239	Ванна обсыпки корпусов; рабочее место окунания в лаке	–	Ксилол	0,024435
			Толуол	0,061223
		ЛИОТ-4, 85 %	Этилсиликат	0,000410
			Пыль абразивная	0,000221

Продолжение Приложения Б

Продолжение таблицы Б.1

№ ИВ	Наименование источника выброса	Тип и степень очистки	Наименование загрязняющего вещества	Выброс, т/год
243	Камера сушки блоков	–	Аммиак	0,029721
			Этанол	0,061472
			Этилсиликат	0,00112
Удаление модельной массы и стержней				
269	Ванна вымочки	–	Углерод оксид	0,000977
			Углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁₉	0,007759
235	Печь прокалики корпусов; печь прокалики форм	–	Углерод оксид	0,002520
			Этилсиликат	0,000056
			Углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁₉	0,001153
Приготовление формовочной смеси и набивка опок				
238	Место формовки; рабочее место набивки опок	ЦОК-3, 86 %	Сажа	0,002264
			Этилсиликат	0,000114
248	Шаровая мельница; вибросито; конвектор	ЦОК-8, 86 %	Пыль абразивная	0,010080
Расплавление металла и заливка форм				
251	Печь плавно-механизированная; печь плавно-порционная; печь прокалочная	–	Железа оксид	0,002229
			Никель оксид	0,000702
			Азота диоксид	0,000230
			Азота оксид	0,000038
			Сажа	0,049980
			Сера диоксид	0,006720
			Углерод оксид	0,004509
			Углеводороды предельные C ₁₂ -C ₁₉	0,073954
	Пыль неорганическая: 70-20 % SiO ₂	0,00624		
Выбивка и очистка отливок с последующей механообработкой				
242	Камера пескоструйная	ЦОК-3, 85 %	Взвешенные вещества	0,204102
			Пыль неорганическая: 70-20 % SiO ₂	0,136068
241	Станок наждачный	ЦОК-8, 87 %	Железа оксид	0,004493
			Пыль абразивная	0,002995
246	Станок отрезной; полировальная бабка	ЦОК-8, 88 %	Железа оксид	0,052685
			Пыль меховая (шерстяная, пуховая)	0,033022

Приложение В

Идентификация экологических аспектов

Таблица В.1 – Идентификация экологических аспектов цеха № 55

Наименование процесса, операции	Экологический аспект	Характер воздействия аспекта на окружающую среду	Величина аспекта, т/год	Защита от негативного воздействия на ОС
Изготовление стержней				
Получение стержневой массы	Выбросы загрязняющих веществ при работе смесителя (ИВ 234)	Загрязнение атмосферного воздуха предельными углеводородами, пылью абразивной	0,000496	Циклон УЦВП-9, 80 %
Подготовка стержней к прокатке	Выбросы загрязняющих веществ при засыпке коробов (ИВ 233)	Загрязнение атмосферного воздуха пылью абразивной	0,001056	Циклон УЦВП-9, 89 %
Прокатка стержней	Выбросы загрязняющих веществ при работе печи (ИВ 244)	Загрязнение атмосферного воздуха оксидом углерода, предельными углеводородами, этилсиликатом	0,000541	–
Зачистка стержней	Выбросы загрязняющих веществ при работе полировальной бабки (ИВ 275)	Загрязнение атмосферного воздуха оксидом железа, сажей, пылью меховой и абразивной	0,051647	Циклон ЦОК-1, 86 %
Изготовление моделей				
Разведение мочевины	Выбросы загрязняющих веществ при работе печи (ИВ 53)	Загрязнение атмосферного воздуха аммиаком	0,04277	–
	Выбросы загрязняющих веществ при работе колеманов (ИВ 11)	Загрязнение атмосферного воздуха аммиаком	0,147312	–
Приготовление модельной массы	Выбросы загрязняющих веществ при работе электропечи (ИВ 18)	Загрязнение атмосферного воздуха предельными углеводородами	0,000502	–

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

Наименование процесса, операции	Экологический аспект	Характер воздействия аспекта на окружающую среду	Величина аспекта, т/год	Защита от негативного воздействия на ОС
Сборка моделей в блоки	Выбросы загрязняющих веществ от рабочих мест заделки и сборки (ИВ 35)	Загрязнение атмосферного воздуха аммиаком, предельными углеводородами, оксидом углерода	0,095448	–
Изготовление керамической оболочки				
Приготовление суспензии	Выбросы загрязняющих веществ от рабочего места приготовления гидролизного этилсиликата (ИВ 25)	Загрязнение атмосферного воздуха этанолом, этилсиликатом	0,095603	–
Покрывание блоков суспензией	Выбросы загрязняющих веществ от ванны покраски и пескосыпов (ИВ 21)	То же	0,13984	Циклон ЛИОТ-4, 85 %
Нанесение лака	Выбросы загрязняющих веществ от рабочего места окунания в лаке (ИВ 239)	Загрязнение атмосферного воздуха этилсиликатом, пылью абразивной, ксилолом, толуолом	0,086289	Циклон ЛИОТ-4, 85 %
Удаление модельной массы и стержней				
Сушка модельных блоков	Выбросы загрязняющих веществ при работе камеры сушки блоков (ИВ 243)	Загрязнение атмосферного воздуха аммиаком, этанолом и этилсиликатом	0,092316	–
Выплавка модельной массы	Выбросы загрязняющих веществ от ванны вымочки (ИВ 269)	Загрязнение атмосферного воздуха оксидом углерода, предельными углеводородами	0,008736	–

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

Наименование процесса, операции	Экологический аспект	Характер воздействия аспекта на окружающую среду	Величина аспекта, т/год	Защита от негативного воздействия на ОС
Выплавка модельной массы (продолжение)	Потребление воды из производственной системы водоснабжения для наполнения ванны вымочки	Истощение водных ресурсов при водозаборе из водного объекта для возобновления потерь оборотной воды	2,74	Экономия водных ресурсов при повторном использовании и очищенной воды на ЛОС
	Сброс стоков при замене воды в ванне вымочки в производственную систему канализации	Загрязнение водных объектов стоками 60 °С, загрязненными аммонием-ионом, взвешенными веществами	2,74	Очистка стоков на ЛОС; возврат в производственную сеть
Прокалка керамической формы	Выбросы загрязняющих веществ при работе печей прокалки корпусов и форм (ИВ 235)	Загрязнение атмосферного воздуха оксидом углерода, предельными углеводородами, этилсиликатом	0,003729	—
Приготовление формовочной смеси и набивка опок				
Приготовление формовочной смеси	Выбросы загрязняющих веществ при работе шаровой мельницы, вибросита (ИВ 248)	Загрязнение атмосферного воздуха пылью абразивной	0,01008	Циклон ЦОК-8, 86 %
Набивка опок формовочной смесью	Выбросы загрязняющих веществ с места формовки (ИВ 238)	Загрязнение атмосферного воздуха сажей, этилсиликатом	0,002378	Циклон ЦОК-3, 86 %
Расплавление металла и заливка форм				
Получение расплава металла	Выбросы загрязняющих веществ при работе литейных печей (ИВ 251)	Загрязнение атмосферного воздуха оксидами никеля и железа, оксидами азота, углерода и серы, сажей, пылью неорганической	0,144602	—
	Потребление условно чистой воды оборотного водоснабжения для охлаждения литейных печей	Истощение водных ресурсов при водозаборе из водного объекта для возобновления потерь оборотной воды	299,6	Экономия водных ресурсов при использовании и оборотной воды

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

Наименование процесса, операции	Экологический аспект	Характер воздействия аспекта на окружающую среду	Величина аспекта, т/год	Защита от негативного воздействия на ОС
Получение расплава металла (продолжение)	Сброс условно чистых стоков после охлаждения оборудования в оборотную систему	Загрязнение грунтовых вод, водных объектов стоками 80 °С, загрязненными веществами, железом	299,6	Охлаждение стоков в градирне; возврат в оборотную систему
	Образование отходов в результате съема шлака	Загрязнение почвы отходами IV класса опасности (шлаки плавки стали при литье стали)	0,200	Контейнер с крышкой; передача на захоронение
	Образование отходов при ремонте печей	Загрязнение почвы отходами V класса опасности (лом шамотного кирпича незагрязненный)	2,600	Контейнер; передача на захоронение
Выбивка и очистка отливок				
Выбивка и обрубка отливок	Образование отходов модельной массы при выбивке литья	Загрязнение почвы отходами IV класса опасности (отходы модельной массы на основе воска при литье черных металлов)	8,500	Контейнер; передача на захоронение
	Образование отходов формовочного песка при выбивке литья	Загрязнение почвы отходами IV класса опасности (песок формовочный горелый)	13,000	То же
	Образование лома черных металлов	Загрязнение почвы отходами V класса опасности (лом и отходы, содержащие незагрязненные черные металлы)	3,100	Контейнер; передача на утилизацию
Обдувка отливок	Выбросы загрязняющих веществ при работе пескоструйной камеры (ИВ 242)	Загрязнение атмосферного воздуха взвешенными веществами, пылью неорганической	0,34017	Циклон ЦОК-3, 85 %

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

Наименование процесса, операции	Экологический аспект	Характер воздействия аспекта на окружающую среду	Величина аспекта, т/год	Защита от негативного воздействия на ОС
Механическая обработка отливок				
Отрезка отливок	Выбросы загрязняющих веществ при работе отрезных станков и полировальной бабки (ИВ 246)	Загрязнение атмосферного воздуха оксидом железа, пылью меховой	0,085707	Циклон ЦОК-8, 88 %
Зачистка отливок	Выбросы загрязняющих веществ при работе наждака (ИВ 241)	Загрязнение атмосферного воздуха оксидом железа, пылью абразивной	0,007488	Циклон ЦОК-8, 87 %
	Образование отходов после металлообработки отливок из черных металлов	Загрязнение почвы отходами V класса опасности (стружка черных металлов несортированная незагрязненная)	6,600	Контейнер; передача на утилизацию
	Образование отходов после металлообработки отливок из магниевых сплавов	Загрязнение почвы отходами V класса опасности (стружка магниевая, загрязненная нефтепродуктами). Загрязнение компонентов биосферы продуктами горения при возгорании отхода	2,100	Контейнер; передача на захоронение
	Образование отходов при замене абразивных кругов	Загрязнение почвы отходами V класса опасности (абразивные круги отработанные)	0,538	Контейнер; передача на захоронение
Общепроизводственные процессы				
Ликвидация проливов масел и нефтепродуктов	Образование отходов в результате ликвидации проливов нефтепродуктов и масла песком	Загрязнение почвы отходом IV класса опасности (песок, загрязненные нефтью или нефтепродуктами). Загрязнение компонентов биосферы продуктами горения при возгорании отхода	0,325	Герметично закрытая тара; передача на захоронение

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

Наименование процесса, операции	Экологический аспект	Характер воздействия аспекта на окружающую среду	Величина аспекта, т/год	Защита от негативного воздействия на ОС
Замена масел в станках	Образование отходов при замене масла в станках	Загрязнение почвы отходом V класса опасности (отходы минеральных масел индустриальных). Загрязнение компонентов биосферы продуктами горения при возгорании отхода	1,272	Герметично закрытая тара; передача на захоронение
Опорожнение бункеров циклонов	Образование отходов при опорожнении бункеров циклонов от ИВ 21, 233, 234, 238, 239, 248	Загрязнение почвы отходом IV класса опасности (отходы абразивных материалов в виде порошка)	2,800	Контейнер с крышкой; передача на захоронение
	Образование отходов при опорожнении бункеров циклонов от ИВ 241, 246, 275	Загрязнение почвы отходом IV класса опасности (пыль от шлифования черных металлов)	0,456	То же
	Образование отходов при опорожнении бункеров циклонов от ИВ 242	Загрязнение почвы отходом IV класса опасности (отходы песка от очистных и пескоструйных устройств)	16,000	«»
Растваривание сырья	Образование отходов при растаривании растворителей и рабочих жидкостей из тары из черных металлов	Загрязнение почвы отходом IV класса опасности (тара из черных металлов, загрязненная нефтепродуктами)	0,417	Использование для сбора отработанных жидкостей; передача на захоронение
	Образование отходов при растаривании сырья из картонной тары	Загрязнение почвы отходом V класса опасности (отходы упаковочного картона незагрязненные). Загрязнение компонентов биосферы продуктами горения при возгорании отхода	0,072	Навалом; передача на утилизацию

Продолжение Приложения В

Продолжение таблицы В.1

Наименование процесса, операции	Экологический аспект	Характер воздействия аспекта на окружающую среду	Величина аспекта, т/год	Защита от негативного воздействия на ОС
Обеспечение персонала спецодеждой, спецобувью	Образование отходов при замене спецодежды из натуральных, синтетических, искусственных и шерстяных волокон	Загрязнение почвы отходом IV класса опасности (спецодежда из натуральных, синтетических, искусственных и шерстяных волокон, загрязненная нефтепродуктами). Загрязнение компонентов биосферы продуктами горения при возгорании отхода	0,055	Контейнер; передача на захоронение
	Образование отходов при замене спецобуви	Загрязнение почвы отходом IV класса опасности (обувь кожаная рабочая, утратившая потребительские свойства)	0,030	То же
Обслуживание производственных помещений	Образование отходов при замене люминесцентных ламп	Загрязнение почвы отходом I класса опасности (лампы ртутные, ртутно-кварцевые, люминесцентные, утратившие потребительские свойства). Отравление компонентов биоты в случае боя	0,005	Отдельное помещение, герметичная тара; демеркуризационный набор; передача на обезвреживание
	Образование отходов при поддержании необходимого санитарного состояния производственных помещений	Загрязнение почвы отходами IV класса опасности (мусор и смет производственных помещений малоопасный)	5,000	То же

Приложение Г

Основные требования законодательства в области охраны окружающей среды

Таблица Г.1 – Основные требования законодательства, учтенные при определении уровня значимости экологических аспектов цеха № 55

Нормативный акт	Краткое описание
Охрана атмосферного воздуха	
Пункт 1 статьи 30 Федерального закона от 04.05.1999 № 96-ФЗ [14]	Юридические лица и индивидуальные предприниматели, имеющие стационарные источники, обязаны внедрять наилучшие доступные технологии, малоотходные и безотходные технологии в целях снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха; планировать и осуществлять мероприятия по улавливанию, утилизации, обезвреживанию выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сокращению или исключению таких выбросов; осуществлять мероприятия по предупреждению и устранению аварийных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, а также по ликвидации последствий его загрязнения; осуществлять учет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и их источников, проводить производственный контроль за соблюдением установленных нормативов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух; обеспечивать соблюдение режима санитарно-защитных зон объектов хозяйственной и иной деятельности, оказывающих вредное воздействие на атмосферный воздух; обеспечивать своевременный вывоз загрязняющих атмосферный воздух отходов с соответствующей территории объекта хозяйственной и иной деятельности на специализированные места складирования или захоронения таких отходов, а также на другие объекты хозяйственной и иной деятельности, использующие такие отходы в качестве сырья.
Пункты 9-14 Правил эксплуатации установок очистки газа [26]	Газоочистная установка (далее – ГОУ) на уровне своих технических характеристик должна действовать бесперебойно и обеспечивать очистку выбросов от технологического оборудования в течение всего периода его работы. Достижимый в результате работы ГОУ уровень фактической чистки выбросов должен обеспечивать соблюдение нормативов выбросов, установленных для конкретного стационарного источника выбросов и для производственного объекта в целом. Мероприятия по реконструкции, модернизации ГОУ не должны приводить к снижению ее эффективности работы, указанной в паспорте. Сведения об отходах, образующихся в процессе эксплуатации ГОУ, должны быть внесены в нормативы образования отходов и лимитов на их размещение.

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

Нормативный акт	Краткое описание
Охрана водных объектов	
Часть 2 пункта 221 СанПиН 2.1.3684-21 [27]	Поступление загрязненного ливнестока в общегородскую систему дождевой канализации или сброс в ближайшие водоемы без очистки не допускается.
Обращение с отходами производства и потребления	
Пункт 1 статьи 14 Федерального закона № ФЗ-89 от 24.06.1998 [13]	Хозяйствующие субъекты, в процессе деятельности которых образуются отходы I-IV класса опасности, обязаны осуществить отнесение данных отходов к конкретному классу опасности с подтверждением такого отнесения.
Пункт 2 статьи 3 Федерального закона № ФЗ-89 от 24.06.1998 [13]	Приоритетным направлением в области обращения с отходами являются максимальное использование исходных сырья и материалов, предотвращение образования отходов, сокращение образования отходов и снижение класса опасности отходов в источниках их образования, обработка отходов, утилизация отходов, обезвреживание отходов.
Пункты 216-219 СанПиН 2.1.3684-21 [27]	Накопление отходов допускается только в специально оборудованных местах накопления отходов. Хранение сыпучих и летучих отходов в открытом виде допускается в открытом виде на промплощадках только при условии применения средств пылеподавления. Тара для селективного сбора и накопления отдельных разновидностей отходов должна иметь маркировку, характеризующую находящиеся в ней отходы. Накопление промышленных отходов I класса опасности допускается исключительно в герметичных емкостях (контейнеры, бочки, цистерны), II – в надежно закрытой таре (полиэтиленовых мешках, пластиковых пакетах), на поддонах; III – в бумажных мешках и ларях, хлопчатобумажных мешках, текстильных мешках, навалом; IV – навалом, насыпью, в виде гряд. Накопление отходов I-II классов опасности должно осуществляться в закрытых складах отдельно. При накоплении отходов во временных складах, на открытых площадках без тары (навалом, насыпью) или в негерметичной таре должны соблюдаться следующие условия: поверхность отходов, накапливаемых насыпью на открытых площадках или открытых приемниках-накопителях, должна быть защищена от воздействия атмосферных осадков и ветров (укрытие брезентом, оборудование навесом); поверхность площадки должна иметь твердое покрытие (асфальт, бетон, полимербетон, керамическая плитка).