

Физическая модель процесса загрязнения окружающей среды твердыми отходами производства на примере литейного производства

Парамонова Оксана Николаевна, кандидат технических наук, доцент;
Штенске Ксения Сергеевна, магистрант
Донской государственной технической университет (г. Ростов-на-Дону)

Аннотация. В данной статье представлены результаты анализа технологического процесса литейного производства с позиции загрязнения окружающей среды при его реализации.

С этой целью авторами построена балансовая схема материальных потоков для вышеуказанного процесса, которая позволила выявить наиболее негативно воздействующий на окружающую среду источник загрязнения – индукционную электротечь.

Более детальное изучение процесса загрязнения окружающей среды проведено авторами на основе построения физической модели процесса загрязнения, что позволило выявить наиболее перспективные направления для снижения загрязнения окружающей среды (ОС).

Ключевые слова: литейное производство, твердые отходы производства, окружающая среда, балансовая схема материальных потоков, физическая модель процесса загрязнения окружающей среды.

Значительный рост потребностей населения в товарах и услугах привел к стремительному развитию промышленной индустрии и, как следствие, данного процесса - крайне негативному воздействию на ОС. Образование в ходе технологических производственных процессов большого количества твердых отходов производства (ТОП) разной массы, состава и свойств, нарушение требований к хранению и накоплению ТОП, несвоевременная утилизация и обезвреживание токсичных отходов, неправильная транспортировка, нехватка экономического потенци-

ала Российской Федерации для переработки основного объема образующихся твердых отходов, а также значительные финансовые потери из-за захоронения ценных компонентов ТОП [1] ведут к стремительному ухудшению состояния ОС, что является одной из наиболее значимых глобальных экологических проблем настоящего времени.

Основными источниками образования ТОП являются добыча полезных ископаемых, металлургическая и химическая промышленности, строительство (рисунок 1).

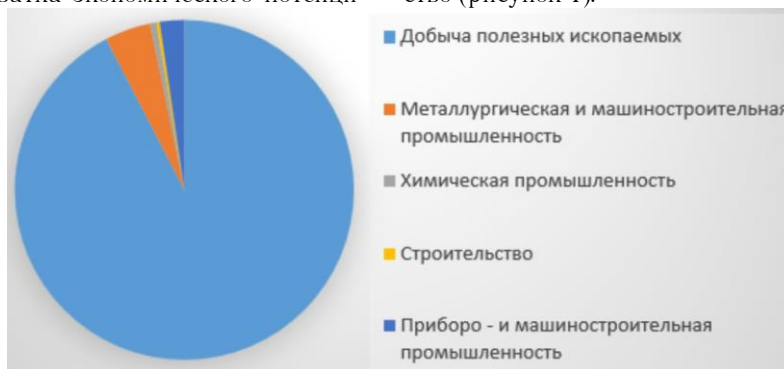


Рисунок 1 – Основные источники образования ТПО

В качестве объекта исследования нами выбрана приборо- и машиностроительная отрасль, в состав которой входит литейное производство – один из источников наиболее негативного воздействия на ОС. В литейном производстве для плавки металла используют печи из огнеупорного кирпича с применением дополнительного футеровочного материала для уменьшения теплопотерь. Основным сырьевым материалом для изготовления футеровочной массы служат глина и горные породы, обладающие особыми свойствами. По сырьевой основе материалы можно классифицировать на:

- А - кремнезем в качестве основы
- В – тугоплавкая шамотная глина как основа для футеровочного состава, кирпича или панелей
- С – комбинированный базовый состав

В качестве футеровочного материала чаще всего используются материалы группы В, однако также большим спросом пользуются облицовочные асбе-

стовые листы (группа А), что обусловлено низкой стоимостью футеровочного материала и низкой теплопроводностью. Данный вид футеровки при высоких температурах – свыше 1500⁰С осыпается с образованием большого количества твердого отхода – асбеста в кусковой форме, оказывающего крайне негативное воздействие на состояние окружающей среды.

Для определения степени негативного воздействия рассматриваемой отрасли нами исследована деятельность литейного цеха на примере типового технологического процесса литья под давлением.

На начальном этапе нашего исследования были поставлены следующие задачи:

1. Ознакомиться с технологией реализации процесса литья под давлением;
2. Построить балансовую схему материальных потоков для типового технологического процесса с известным количеством входящих и выходящих материалов/компонентов;

3. На основе анализа балансовой схемы материальных потоков построить физическую модель процесса загрязнения ОС (ФМПЗОС) для наиболее негативно воздействующего на ОС технологического оборудования;

4. На основе ФМПЗОС изучить особенности всех участвующих в процессе загрязнения физических объектов, в особенности уделяя внимание самим загрязняющим веществам (ЗВ);

5. Базируясь на основных свойствах и поведении ЗВ в ОС, выделить основные направления снижения загрязнения ОС

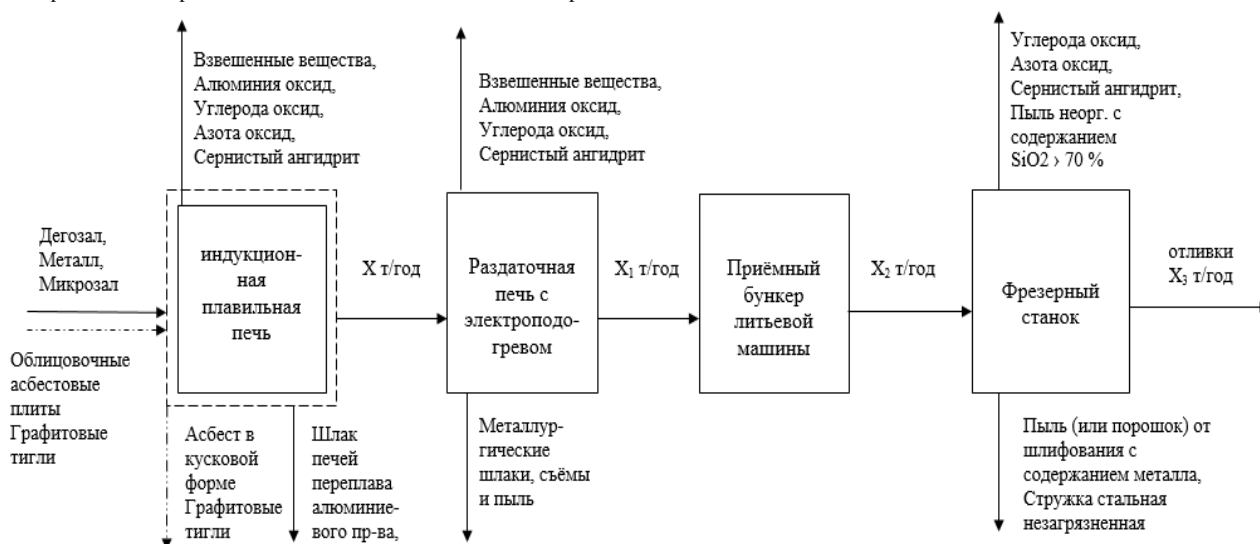
Наиболее часто, как показал проведенный нами анализ, плавку металла ведут в индукционных электропечах в графитовых тиглях.

Вкратце типовой технологический процесс можно описать следующим образом. В процессе ведения плавки в тигель загружают чушковой силумин. Газовыми горелками металл нагревают до $t=620-640^{\circ}\text{C}$. Для рафинирования расплава добавляют дегазал и микрозал. В процессе ведения плавки на поверхно-

сти расплава образуется шлак, который удаляют специальными приспособлениями в виде сита.

После доведения расплава до необходимых условий его ковшем переносят в раздаточную печь с электроподогревом. По мере необходимости расплав ковшем загружают в приемный бункер литейной машины, в которой происходит формирование отливки.

Для количественной оценки загрязнений, образующихся в ходе производственных процессов, необходима схема материальных потоков, которая позволит определить источник образования наибольшего количества отходов и выбросов в атмосферу. Анализ технологического процесса производства позволил нам построить балансовую схему материальных потоков (рисунок 2), которая представляет собой структурное отображение последовательных стадий производственного процесса с приведенными качественными и количественными характеристиками потоков [2-4].



Материальный баланс:

$$\text{Сырье} = \text{готовая продукция} + \text{выбросы} + \text{сбросы} + \text{отходы}$$

Рисунок 2 – Балансовая схема материальных потоков на примере литейного производства

Анализ технологического процесса производства отливок на участке литья под давлением в литейном цехе и построение балансовой схемы материальных потоков позволили выявить основные этапы производства, а также технологическое оборудование, участвующие в процессе загрязнения ОС, что явилось основой для построения ФМПЗОС.

ФМПЗОС представляет собой совокупность поэтапного взаимодействия отходов с другими объектами, каждый из которых вступает во взаимодействие на определенном этапе [5]. На каждой из стадий производственного процесса отход меняет свои качественные и количественные характеристики.

ФМПЗОС строится на основании анализа параметров, характеризующих отходы, участвующие в процессе загрязнения ОС, а в результате взаимодействия отходов и ОС определяют особенности ее загрязнения. ФМПЗОС на примере типичного литейного производства представлена на рисунке 3.

На технологическом участке в процессе производства отливок выделены основные объекты, с помощью которых происходит процесс образования выделения и распространения отходов. В общем объеме загрязнений, образующихся на технологическом участке, наибольшее количество принадлежит асбесту в кусковой форме.

Выбросами в воздушную среду пренебрегаем из-за незначительного их количества. Источником образования асбеста в кусковой форме являются внешние стенки индукционной электропечи.

На этапе процесса образования отхода основными объектами, взаимодействующими между собой, являются технологическое оборудование и технологическое сырье.

На этапе накопления (внутреннего) основными физическими объектами являются техническое оборудование, внутренний источник помещения, внутренний объем помещения и твердый отход (ТО-1).

Процесс распространения (внутреннего) отходов происходит во внутренний объем помещения.

На этапе выделения (внешнего) основными физическими объектами являются внешний источник выделения и твердый отход (ТО-3).

Процесс распространения (внешнего) отходов происходит на территории предприятия. Основными физическими объектами являются внешний источник накопления и твердый отход (ТО-4).

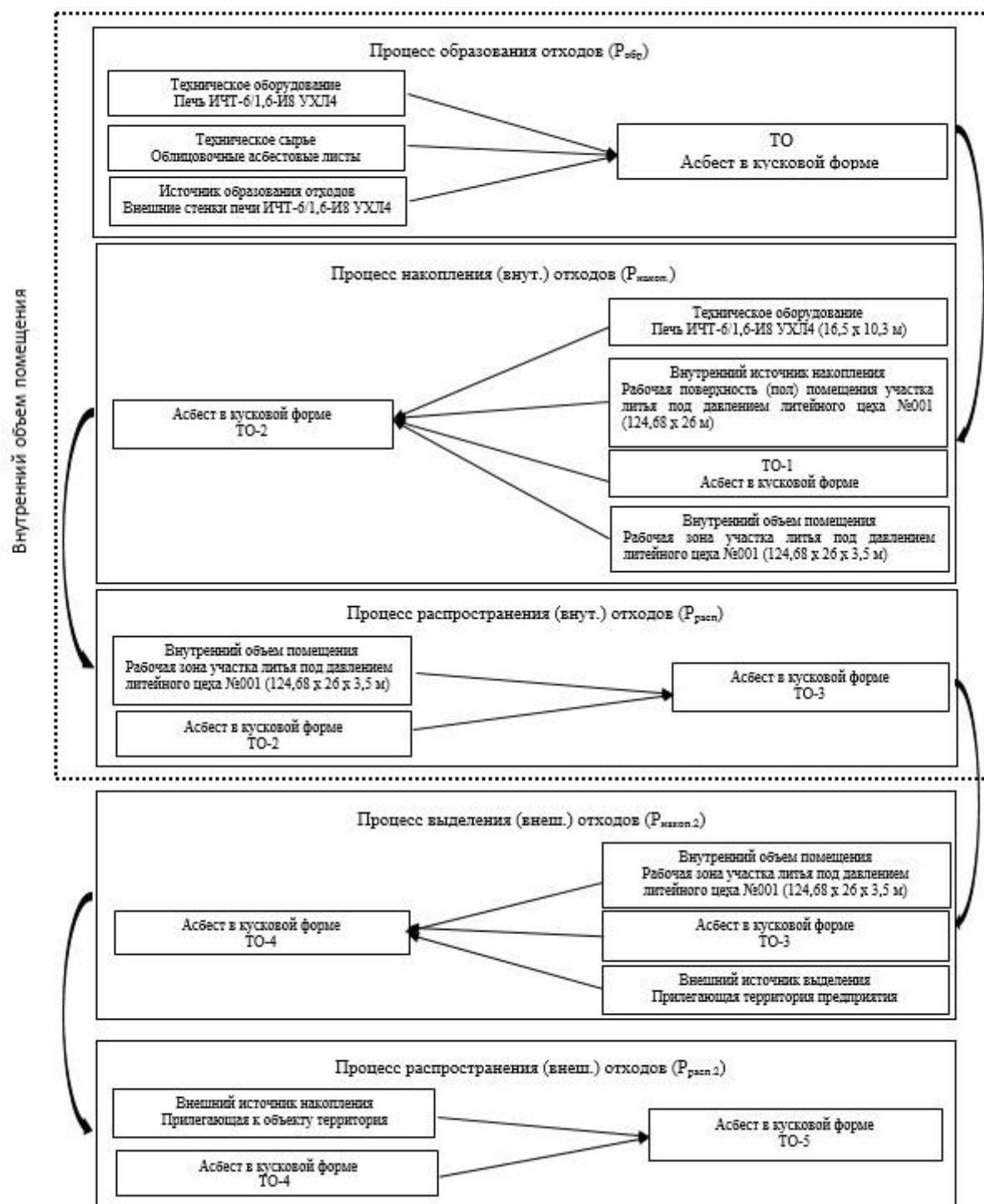


Рисунок 3 – Физическая модель процесс загрязнения ОС на примере литейного производства

Сущность физической модели процесса загрязнения ОС с учетом возможности реализации последовательно зависимых событий может быть выражена формулой [5]:

$$P_{\text{загр.}} = P_{\text{обр.}} \cdot P_{\text{накоп.}} \cdot P_{\text{расп.}}$$

где: $P_{\text{загр.}}$ – вероятность реализации процесса загрязнения;

$P_{\text{обр.}}$ – вероятность реализации этапа образования отхода;

$P_{\text{накоп.}}$ – вероятность реализации этапа накопления;

$P_{\text{расп.}}$ – вероятность реализации этапа внутреннего распространения

В результате решения поставленных нами задач, нами были выделены следующие направления снижения загрязнения ОС:

1. Замена исходного оборудования — индукционной электропечи на новую и экологически безопасную печь, футерованную безопасным материалом KEROMATECO не содержащим асбест, менее габаритную;

2. Замена футеровочного материала на новый материал KEROMATECO, не содержащий в своем составе асбест;

3. Применение дробильной установки для переработки асбеста в кусковой форме во вторичное сырье. Для данного мероприятия также необходима разработка и установка циклона и системы воздухопроводов для улавливания мелкодисперсной асбестовой пыли. Это требует дополнительных затрат с незначительной вероятностью окупаемости.

4. Применение специальной установки для переработки асбеста в кусковой форме в специализированный клеящий состав, используемый для изготовления форм в литейном производстве. Это позволит вернуть кусковой асбест обратно в производство.

5. Применение специальных реактивов (серной, соляной кислот) для растворения данного отхода, с получением раствора солей магния с оксидом кремния в осадке. Данный раствор далее передается в химические лаборатории, где из него в дальнейшем получают чистый магний.

Таким образом, проведя предварительный сравнительный анализ, нами сделан вывод, что наиболее экономически и экологически выгодным вариантом оптимальной технологии утилизации асбеста в кусковой форме, на данном моменте возможностей большинства предприятий, является замена существующей печи на более современную и экологически безопасную.

Литература:

1. Физическая модель процесса снижения загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления // Экология / 2. Экологические и метеорологические проблемы больших городов и промышленных зон. URL: http://www.rusnauka.com/4_SND_2013/Ecologia/2_128148.doc.htm (дата обращения: 07.08.2019).

2. Беспалов В.И., Гурова О.С., Парамонова О.Н. Научное обоснование построения баланса и экологической оценки производственных потоков при изготовлении железобетонных изделий и конструкций заводов ЖБИиК // Инженерный вестник Дона. — 2015. — № 4.

3. Bepalov VI, Gurova OS, Samarskaya NS, Lysova EP, Mishchenko AN (2014). Development of Physical and Energy Concept for Assessment and Selection of Technologies for Treatment of Emissions from Urban Environment Objects // Biosciences biotechnology research asia, December 2014. pp.1615-1620. 5.

4. Беспалов В.И., Гурова О.С., Юдина Н.В. и др. Совершенствование способов и средств обеспыливания воздушной среды бетономесительных отделений заводов железобетонных изделий и конструкций. — Ростов-на-Дону: изд-во Рост. гос. строит. ун-т, 2015.-126 с.

5. Беспалов В.И., Парамонова О.Н. Физическая модель процесса загрязнения окружающей среды твердыми отходами потребления // Инженерный вестник Дона. — 2012. — № 4.