

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ПОСТРОЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ  
ПРОЦЕССА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТВЕРДЫМИ ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА  
НА ПРИМЕРЕ ТИПОВОГО ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*Парамонова Оксана Николаевна*

*канд. техн. наук, доцент, Донской государственный технический университет  
344022, РФ, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая 162*

*Штенске Ксения Сергеевна*

*магистрант, Донской государственный технический университет  
344022, РФ, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая 162*

*Мищенко Александра Николаевна*

*ассистент, Донской государственный технический университет  
344022, РФ, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, ул. Социалистическая 162*

**ANALYSIS OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS AND CONSTRUCTION OF A PHYSICAL MODEL OF  
THE PROCESS OF ENVIRONMENTAL POLLUTION BY SOLID WASTE PRODUCTION ON THE  
EXAMPLE OF A TYPICAL CASTING FOUNDRY**

*Paramonova Oksana Nikolaevna*

*candidate of Technical Sciences, associate Professor, Don State Technical University  
344022, Russia, Rostov Region, Rostov-on-Don, Sotsialisticheskaya str. 162*

*Shtenske Ksenia Sergeevna*

*master, Don State Technical University  
344022, Russia, Rostov Region, Rostov-on-Don, Sotsialisticheskaya str. 162*

*Mitshenko Alexandra Nikolaevna*

*assistant, Don State Technical University  
344022, Russia, Rostov Region, Rostov-on-Don, Sotsialisticheskaya str. 162*

**Аннотация.** В данной статье представлены результаты анализа технологических особенностей литейного производства с точки зрения загрязнения окружающей среды (ОС).

Построена балансовая схема материальных потоков, позволившая выявить наиболее негативно воздействующий на ОС источник загрязнения.

Анализ балансовой схемы материальных потоков лег в основу построения физической модели процесса загрязнения ОС, детальное изучение которого отражено в построении самой модели и позволило авторам выявить перспективные направления для снижения загрязнения ОС.

**Abstract.** In this article, the authors analyzed the technological features of the foundry industry in terms of environmental pollution. Built circuit carrying the material flow, which allowed to identify the source of pollution that have the most negative impact.

Analysis circuits carrying the material flow formed the basis for constructing a physical model of the process of environmental pollution.

A detailed study of pollution of the environment of the process by the authors, based on the process of building a physical model of the process of pollution, allowed to identify the most promising areas to reduce environmental pollution.

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

**Keywords:** foundry, solid waste production, environment, carrying the material flow diagram, a physical model of the process of environmental pollution.

---

В настоящее время достаточно остро для руководителей предприятий стоит вопрос о защите ОС от загрязнений твердыми отходами производства и потребления (ТОПП), о разработке комплекса мероприятий по снижению негативных воздействий на ОС, в частности на почву.

Образование в ходе технологических производственных процессов большого объема твердых отходов (ТО) разной массы, состава и свойств, нарушение требований к хранению и накоплению ТО, несвоевременная утилизация и обезвреживание токсичных отходов, неправильная транспортировка, нехватка экономического потенциала страны для переработки основного объема образующихся ТО, а также значительные финансовые потери из-за захоронения ценных компонентов ТО [1] приводят к значительному ухудшению состояния ОС. Ухудшение состояния ОС в результате образования большого количества ТО и неправильного обращения с ними является одной из глобальных экологических проблем настоящего времени.

Источники образования ТОПП - любые промышленные предприятия и производства, среди которых основными источниками образования отходов являются добыча полезных ископаемых, металлургическая, машиностроительная и химическая промышленности, а также строительство (рисунок 1).

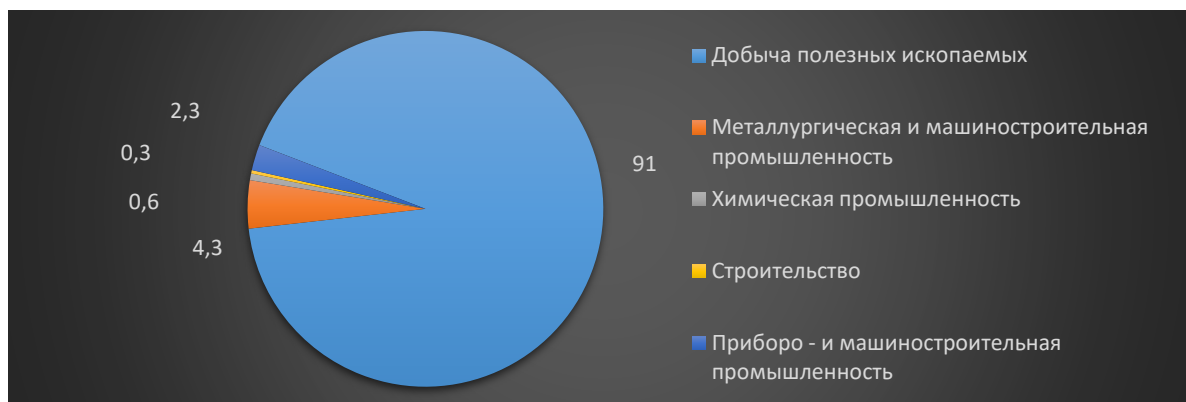


Рисунок 1 – Основные источники образования ТОПП

Проведенный анализ технологических особенностей производства основных источников образования ТОПП позволил выделить приборо- и машиностроительную отрасль промышленности, в частности литейное производство - как источник наиболее негативного воздействия на ОС, требующий особого внимания в области обращения с отходами.

В литейном производстве производится плавка металла в индукционных электропечах из огнеупорного кирпича. Для уменьшения теплопотерь используется дополнительный футеровочный материал. Основным сырьевым материалом для изготовления футеровочной массы служат глина и горные породы, обладающие особыми свойствами (рисунок 2).

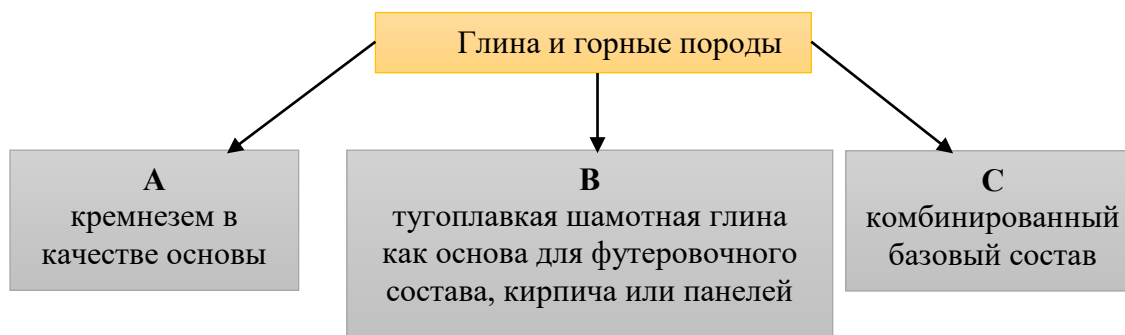


Рисунок 2 – Классификация футеровочного материала по сырьевой основе

В качестве футеровочного материала для облицовки печей наиболее часто используются материалы групп А и В. Материалы группы А, в частности облицовочные асбестовые листы, пользуются большим спросом по сравнению с материалами группы В, что обусловлено достаточно низкой теплопроводностью, а также стоимостью футеровочного материала.

С целью определения степени негативного воздействия приборо- и машиностроительной отрасли промышленности на ОС нами исследован типовой технологический процесс производства участка литья под давлением.

Краткое описание технологического процесса производства на участке литья под давлением выглядит следующим образом. Плавку металла ведут индукционных электропечах, в графитовых тиглях при температуре 620-640°C с добавлением таблеток дегазала и микрозала для рафинирования расплава. На поверхности расплава образуется шлак, который удаляют специальными приспособлениями. При воздействии высоких температур футеровочный материал – облицовочные асбестовые листы осыпаются с образованием большого количества крупнодисперсной фракции (более 100 мкм) твердого отхода – асбеста в кусковой форме, оказывающего негативное воздействие на ОС и состояние здоровья человека. Согласно классификации Международного агентства по исследованию рака (МАИР) отход – асбест в кусковой форме – является крайне опасным

канцерогенным веществом, вызывающим у работников профессиональное заболевание – асбестоз, а также возможность возникновения рака легких.

После получения расплава необходимой консистенции его переносят в раздаточную печь с электроподогревом при помощи ковша и по мере необходимости загружают в приемный бункер литейной машины, где происходит формирование отливки.

На начальном этапе нашего исследования, нами были определены и поставлены следующие задачи:

С целью определения технологического оборудования, оказывающего наиболее негативное воздействующего на ОС, построить балансовую схему материальных потоков для типового технологического процесса.

Анализ технологического процесса производства позволил нам построить балансовую схему материальных потоков (рисунок 3), которая представляет собой структурное отображение последовательных стадий производственного процесса с приведенными качественными и количественными характеристиками входящих и выходящих потоков [2-4].

Анализ балансовой схемы материальных потоков позволил выявить стадию производственного процесса, оказывающую наиболее значимое воздействие на ОС – плавка металла, осуществляющаяся в индукционной электропечи. Также нами определено загрязняющее вещество, образующееся в наибольшем объеме - асбест в кусковой форме, источником образования которого являются внешние стенки индукционной электропечи.

Выбросами в воздушную среду пренебрегаем из-за незначительного их количества, что подтверждает рисунок 3.



Материальный баланс:

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

Рисунок 3 – Балансовая схема материальных потоков на примере литейного производства

Анализ балансовой схемы материальных потоков лег в основу построения физической модели процесса загрязнения ОС (ФМПЗОС).

Для технологического оборудования, оказывающего негативное воздействие на состояние ОС, что выявлено из балансовой схемы материальных потоков, построена ФМПЗОС.

ФМПЗОС (рисунок 4) представляет собой совокупность поэтапного взаимодействия отходов с другими физическими объектами, каждый из которых вступает во взаимодействие на определенном этапе [5].

ФМПЗОС строится на основании анализа параметров – качественных и количественных характеристик отхода, изменяющихся на каждой стадии производственного процесса и участвующих в процессе загрязнения ОС.

Для выбора направлений снижения загрязнения ОС изучить особенности всех участвующих в процессе загрязнения физических объектов, основываясь на анализе балансовой схемы материальных потоков и ФМПЗОС.

Так, например, 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 загрязнения, внутренний объем помещения и твердый отход (ТО-1).

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

Предыдущие три процесса в рассматриваемых производственных условиях осуществляются во внутренней среде, т.к. реализуются в производственном помещении.

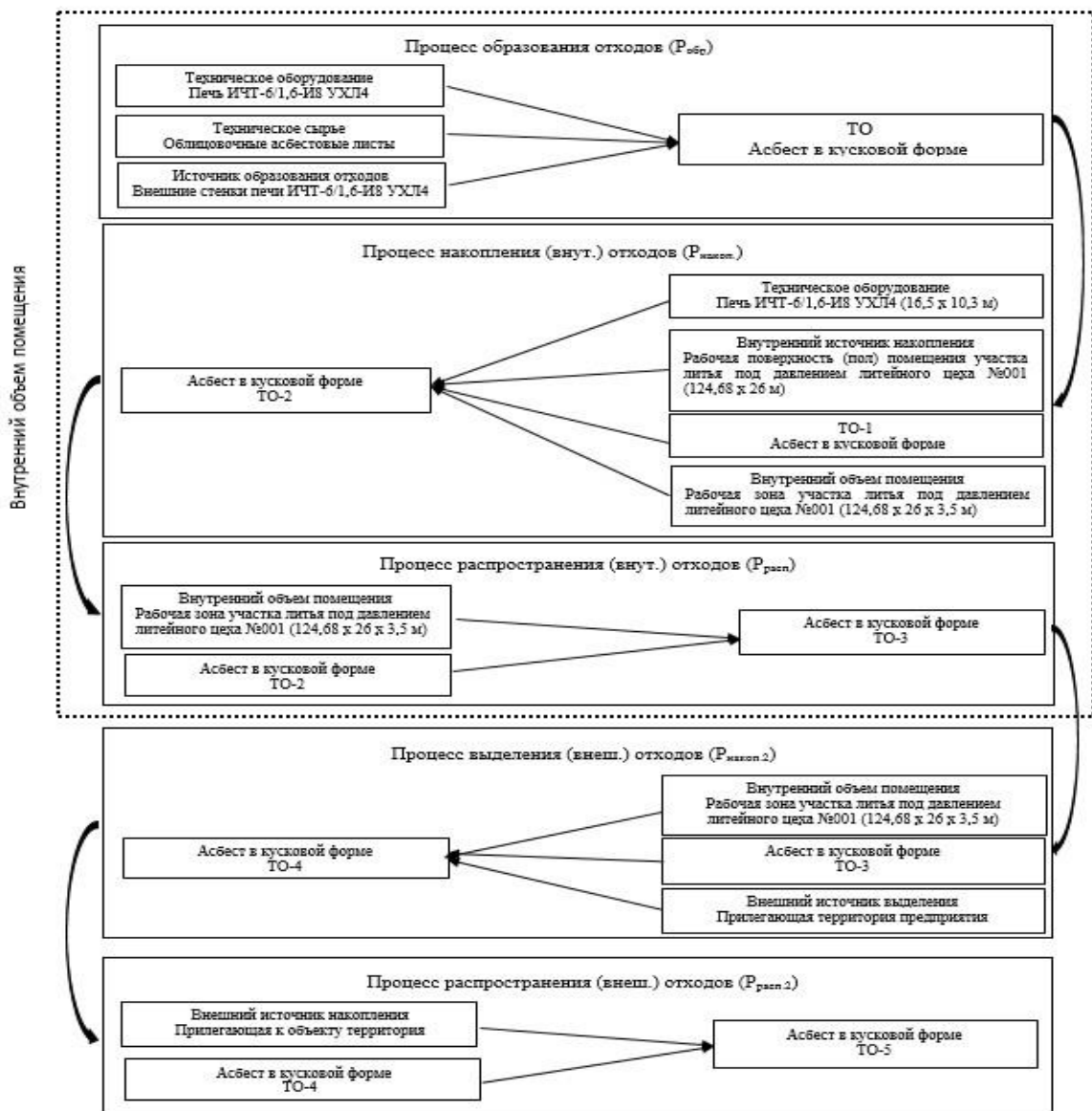


Рисунок 4 – Физическая модель процесс загрязнения ОС на примере литейного производства

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).

Основной процесс загрязнения осуществляется во внутреннем объеме помещения и загрязнение внешней среды зависит от недопущения выхода загрязнений наружу.

Для определения основных направлений снижения загрязнения ОС, провести анализ основных параметров свойств и особенностей поведения загрязняющего вещества в ОС, в качестве которых нами выделены:

- 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 экономически и экологически оптимальной технологией утилизации асбеста в кусковой форме на данном моменте возможностей большинства предприятий является замена существующей печи на более современную и экологически безопасную.

#### **Список 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](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 бетоносмесительных отделений заводов железобетонных изделий и конструкций. – Ростов-наДону: изд-во Рост. гос. строит. ун-та, 2015.-126 с.

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

#### **References:**

1. Physical model of reducing pollution of the environment of the process solid domestic waste management // Ecology / 2. Ekologicheskie and meteorological problems of large cities and industrial zones.

URL: [http://www.rusnauka.com/4\\_SND\\_2013/Ecologia/2\\_128148.doc.htm](http://www.rusnauka.com/4_SND_2013/Ecologia/2_128148.doc.htm) (reference date: 07.12.2019).

2. Bepalov VI, Gurov OS, Paramonov ON Scientific substantiation of construction of balance and the environmental assessment process streams in the manufacture of concrete products and structures of factories ZhBliK Engineering // Vestnik Don. - 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. Bepalov VI, Gurov OS, Yudina NV et al. Improved ways and means of dust control air environment offices concrete mixing plant concrete products and structures. - Rostov-on-Don: Publishing House growth. state. building. University Press, 2015.-126 with.

5. Bepalov VI, Paramonov ON The physical model of the process of environmental pollution solid household waste // Engineering Gazette Don. - 2012. - № 4.