

Научно-исследовательская работа

Экология

**МЕТОД ВЫВЕДЕНИЯ ВРЕДНОСНЫХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ  
ДОМЕННОГО ЦИКЛА**

***Выполнила***

***Чуканова Полина Дмитриевна***

*учащаяся 11 класса*

*МБОУ «Лицей №5 г. Ельца», Россия, г. Елец*

***Терехова Наталья Николаевна***

*научный руководитель,*

*МБОУ «Лицей №5 г. Ельца», Россия, г. Елец*

## Введение

Металлургия – это наука о промышленных способах получения металлов.

Металлургические процессы протекают в несколько стадий:

- природные руды обогащают (удаление примесей различными способами).
- в процессе химических превращений получают металл или его сплав.
- полученный металл или его сплав подвергают механической обработке

(давлением

или литьем придают металлу соответствующую форму).

В наше время чёрная металлургия является одной из важнейших отраслей производства. Представляя собой огромные комбинаты с множеством механизмов, она сохраняет ряд проблем. Одной из таких проблем является цинк, который при восстановлении из оксида затрачивает огромное количество энергии. Далее цинк поднимается вверх по доменной печи и там опять окисляется. Таким образом такой цикл вынуждает затрачивать огромное количество энергоресурсов. И при этом из печи в виде пыли выходит большое количества железа(Fe).

В ходе работы над проектом было подробно изучено доменное производство. Далее для решения проблемы были определены цели, задачи, четко сформулирована актуальность и выдвинута гипотеза. Затем была выявлена причина проблемы и определены возможные пути решения, из которых было выбрано самое оптимальное и практичное. Была разработана конструкция, позволяющая рассыпать кокс предложенным способом и отделять нужное нам железо(Fe) от вредоносных примесей. Отсутствие цинка в доменном цикле, а точнее быстрый его вывод из этого цикла, значительно сокращает расходы на энергию и ускоряет сам доменный процесс за счёт более быстрого прогрева агломерата, а отделение вредоносных примесей из шламов сокращает последующее количество цинка, попадающего в печь. Таким образом в ходе работы был предложен способ засыпки кокса в доменную печь,

способствующий отводу цинка, и метод по очистке шламов, способствующий отделению ненужных в производстве компонентов.

**Проблема работы:** на данный момент металлургия является одной из самых важных отраслей производства. Одним из важнейших участков металлургического комбината является доменный цех, где получают чугун. При доменном процессе образуются шламы, которые содержат в себе высокий процент железа в виде оксидов ( $\text{FeO}$  и  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Данные шламы отправляются на переработку, но цинк содержащийся в шламах увеличивает энергетические расходы при переплавке.

**Цель работы:** создать установку, способную отделять цинк от остальной массы шлама, что повлечёт за собой положительные технологические и экономические последствия.

**Задачи работы:**

1. Изучить нужную нам производственную площадку, чтобы ясно ощущать рамки, которые могут быть обусловлены ограниченным пространством, условиями эксплуатации и энергетическими ресурсами.
2. Определить возможные пути решения данной проблемы.
3. Выявить наиболее оптимальное решение для тех или иных условий.
4. Разработать конструкцию или метод по выбранному направлению решения и создать модель, наглядно показывающую принцип работы метода или устройства.
5. Оценить возможность принятия решения на производство.
6. Провести необходимые экономические расчеты.

**Актуальность работы:** Металлургия является одной из важнейших отраслей производства. Как и любому предприятию, металлургическим предприятиям важна прибыль от производства. Очищение шламов от цинка позволит значительно сократить расходы в ходе доменного цикла.

**Гипотеза:** Предполагается, что разработка методики выведения вредоносных компонентов из доменного цикла позволит сократить содержание ненужных компонентов в шламах, идущих на переработку.

## 1 Изучение производственной площадки

Металлургический цикл включает в себя огромное количество этапов. Одним из важнейших этапов является доменный цех. В доменном цеху выплавляется чугун - важнейшая составляющая при выплавке стали. В ходе выплавки чугуна образуется большое количество пыли. Далее эта пыль улавливается специальными установками. И вместе с водой попадает в отстойник. Воду сливают, а оставшуюся фракцию отправляют на обогатительную фабрику. Оттуда шламы опять попадают в доменную печь.

При плавлении агломерата в доменной печи пары цинка частично удаляются через шлак, а стальная часть продолжает циркулировать в печи. Чтобы могло происходить удаление паров цинка кокс и агломерат закладываются в печь неравномерно, а слоями. И так как кокс не плавится, то он является проводником паров цинка. Но этих мер недостаточно, чтобы избавиться от всего цинка. И это является серьёзной проблемой. Цинк может попадать между кладкой печи и постепенно нарастать. Это уменьшает рабочий объём печи, а если этот нарост обвалиться, то доменная печь может «замерзнуть», и её придётся прочищать. В таких случаях печи прочищают, сжигая огромное количество кокса, что ведёт к колоссальным экономическим затратам, а главное к прекращению рабочего процесса. Такая нестабильная работа ведёт к быстрому изнашиванию элементов печи, что приводит к длительным ремонтным работам.

На данный момент множество предприятий используют стандартную конструкцию доменных печей и стандартные методы обработки шламов. И они каждый день сталкиваются с этой проблемой. Таким образом, можно сказать, что проблема содержания цинка в шламах и в доменном процессе является серьёзной проблемой, требующей конкретного решения.

Таблица 1 - Химический состав доменных шламов

Элемент	Fe	SiO <sub>2</sub>	CaO	MnO	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C	Zn
Содержание, %	46,1	6,3	4,6	1,7	0,8	1,1	7,3	3,1

## **2 Описание проекта**

Основная проблема цинка в шламах – это затраты энергии при их вторичной переработке. При восстановлении цинка из оксида затрачивается большое количество энергии. Часть цинка при доменном процессе уходит через пористый кокс, но так как там, где агломерат уже расплавился, цинк не выходит из печи, и продолжает окисляться и восстанавливаться, расходуя при этом огромное количество энергии. Так как основным источником энергии является кокс, то увеличивается его потребление, а это ведёт к увеличению расходов. Также цинк имеет свойство накапливаться в печи, застревая между элементами внутренней кладки. Далее на этих местах появляются наросты из цинка, которые уменьшают рабочий объём печи, и требуют большое количество энергии, то есть кокса. Это также ведёт к дополнительным затратам.

Одним из наиболее явных решений является отвод паров цинка после первого восстановления цинка. Из вышесказанного известно, что пары можно отводить с помощью кокса, так как кокс имеет пористую структуру. И здесь проблемой уже является неравномерное распределение кокса и агломерата в печи. Где-то его слишком мало, и он не позволяет выходить парам цинка. Соответственно нужно распределить кокс равномерно по всей печи. В нашем случае такой способ представляет собой распределение кокса в печи в виде спирали. Это позволит выводить пар цинка со всего объёма печи.

Доменная пыль улавливается водяными фильтрами и подается в радиальные отстойники в виде шлама.

Из радиальных отстойников доменный шлам в виде пульпы подается в магнитный сепаратор. В магнитном сепараторе шлам разделяется на магнитные, слабомагнитные фракции и на немагнитные фракции, выталкиваемые магнитным полем.

После чего магнитные и слабомагнитные фракции брикетируются и далее повторно используются в металлургическом цикле.

## **3 Описание метода**

Одним из возможных вариантов конструкции установки для выведения цинка из печи являются два ковша, в которые отдельно загружаются кокс и агломерат (см. Приложение А). После их загрузки они начинают вращаться и рассыпать содержимое двух ковшей начинает засыпаться в печь. Таким образом внутри из агломерата и кокса образуется переплетённая коса. Такая технология поможет увеличить отвод цинка из печи, и, как следствие, сократить расходы.

Далее доменная пыль улавливается водяными фильтрами (мокрая газоочистка) и подается в радиальные отстойники в виде шлама.

По мере накопления в радиальных отстойниках, доменный шлам в виде пульпы подается шламовыми насосами в магнитный сепаратор. В магнитном сепараторе шламовая пульпа разделяется на магнитные, слабомагнитные фракции (в основном это Fe и его соединения FeO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) и немагнитные фракции, выталкиваемые магнитным полем (в основном Zn и его соединения, Cu, S, Hg и др.)

После магнитной сепарации разделенные фракции доменного шлама (железосодержащие и цинкосодержащие) подаются в радиальные сгустители.

Далее разделенные фракции подаются шламовыми насосами на ленточные фильтры (каждая фракция на свой фильтр).

Далее каждая фракция перерабатывается по своей технологической схеме.

1. Железосодержащая фракция ленточным транспортером подается на участок брикетирования в шнековый смеситель, где смешивается до однородной массы со связующей добавкой (портландцемент, жидкое стекло или др.). Затем полученная масса подается в валковый брикетировочный пресс, где под высоким давлением (до 200тн), формируются брикеты. Далее брикеты ленточным транспортером подаются в ленточную сушилку где происходит заключительный этап обезвоживания и обеспечения достаточной прочности брикетов для их последующей транспортировки и дозирования при загрузке в доменную печь.

2. Цинкосодержащая фракция ленточным транспортером подается в сушильный барабан. Далее обезвоженная цинкосодержащая фракция отгружается потребителям:

- предприятия цветной металлургии;
- производства цемента;
- дорожное строительство.

#### 4 Экономическая часть

Одним из составляющей всего устройства является магнитный сепаратор, средняя цена которого 2 млн. рублей. Ещё один важный механизм - электродвигатель, который должен будет проворачивать ковши. Самой подходящей будет установка двух электродвигателей МТФ-311-8. Розничная цена на данный двигатель начинается от 100 тыс. рублей. Основные расходы, конечно, пойдут на ковши. Учитывая стоимость работы и материалов, они обойдутся производству в 300 тыс. руб. Для брикетирования необходим двухшнековый смеситель стоимостью около 5 тыс. рублей и пресс валкового брикетирования ценой 1 млн. рублей. Для формирования самих брикетов понадобится ленточная сушилка, цена которой 750 тыс. рублей. Стоимость электрического оборудования обойдется еще примерно в 300 тыс. руб. Одной из самых важных статей расхода будут человеко-часы. Учитывая среднюю стоимость человеческого труда и работу оборудования, получается сумма 150 тыс. рублей. Итого стоимость всей установки составила –7.500.000 рублей.

Таблица 2 - Расходы на осуществление проекта на реальном производстве

Экономический расчет стоимости оборудования			
Статья расхода	Количество, шт.	Стоимость 1 шт., руб.	Всего, руб.
Электродвигатель	2	100000	200000
Ковши	2	300000	600000
Магнитный сепаратор	1	2 700 000	2 700 000

Шламовый насос	3	400 000	1 200 000
Двушнековый смеситель	1	500 000	500 000
Пресс валкового брикетирования	1	1 100 000	1 100 000
Ленточная сушилка	1	750000	750000
Электрическое оборудование		300 000	300 000
Человеко-часы		150 000	150 000
Итого			7 500 000

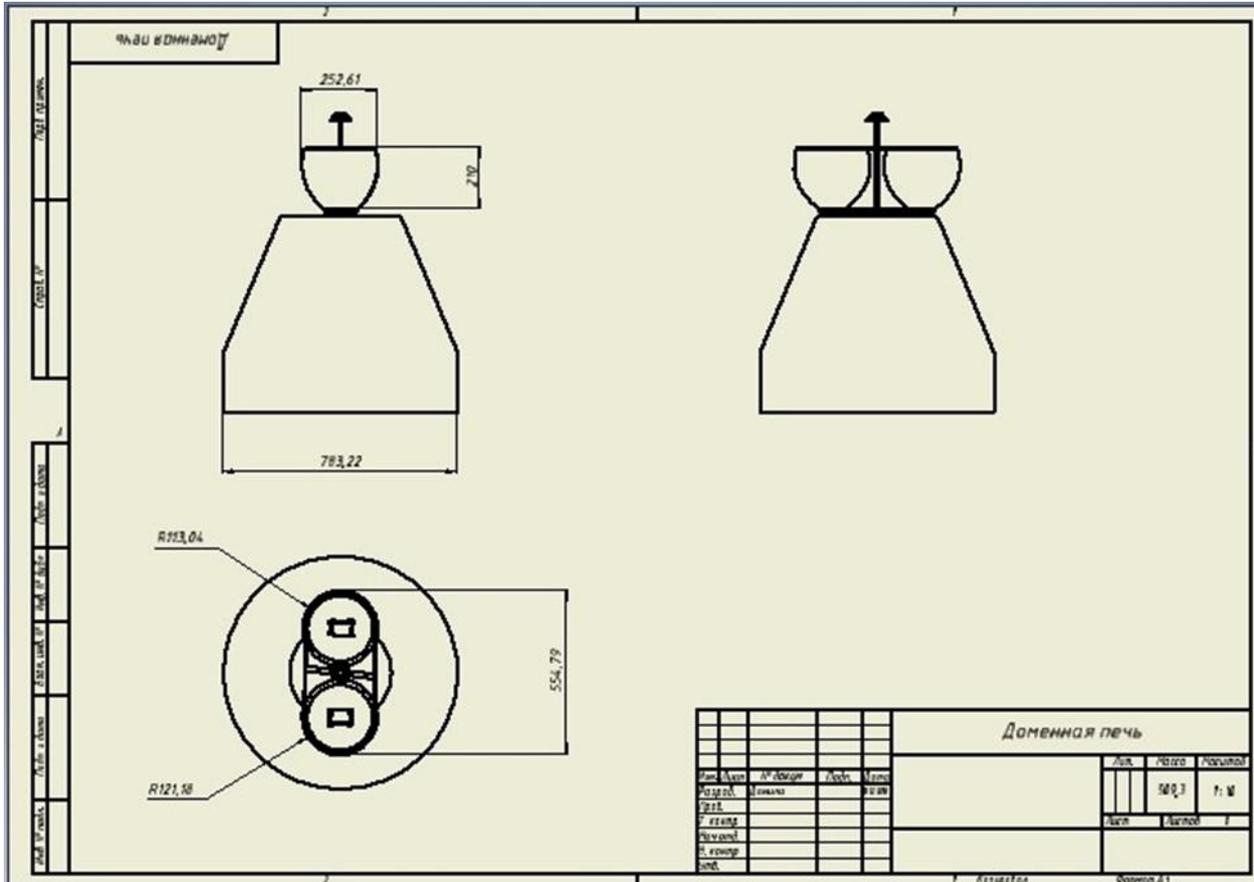
### **Заключение:**

Таким образом первым этапом в ходе работы стала постановка проблемы, задач, целей и гипотезы. Затем была проведена проработка возможных вариантов решения проблемы, связанной с наличием цинка в доменных шламах. Определив составляющие компоненты шлама, было выявлено наиболее оптимальное решение. В нашем случае это способ засыпки кокса, для вывода цинка из печи. Магнитная сепарация для отделения железа от нежелательных компонентов, помогает вывести цинк из цикла. Брикетирование, способствующее наиболее комфортному использованию вторичного сырья. Далее для реализации разработанной методики были предложены конструкции. Была просчитана приблизительная себестоимость.

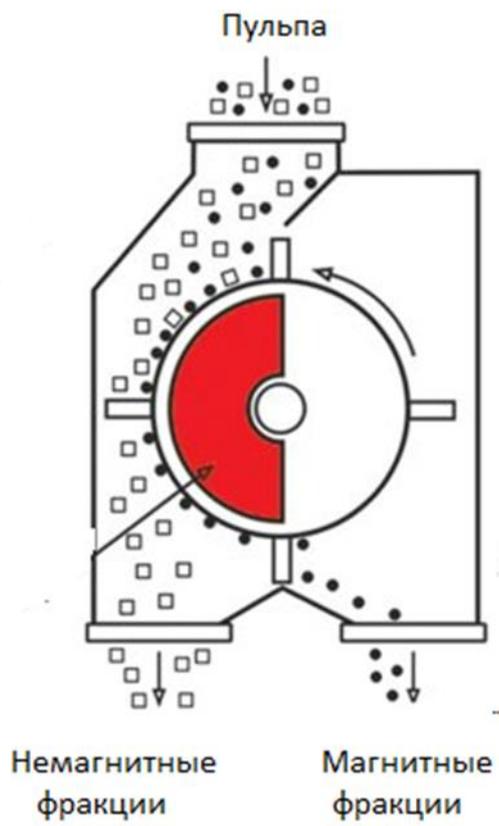
Если говорить об экономической пользе, то из расходов может показаться, что осуществление проекта не выгодно. Однако, установка значительно снижает расходы на энергию, так как выводится большая часть цинка. Но расходы на энергию уменьшаются не только за счёт отсутствия цинка, но и за счёт большей теплоотдаче поднимающихся газов. Также это скажется на долговечности печи. Отделенные от шламов немагнитные компоненты могут продаваться определенным компаниям, работающим с этими

элементами. Вариантом конструкции установки для выведения цинка из печи являются два ковша, в которые отдельно загружаются кокс и агломерат. После их загрузки они начинают вращаться и рассыпать содержимое двух ковшей начинает засыпаться в печь. Таким образом внутри из агломерата и кокса образуется переплетённая коса. Такая технология поможет увеличить отвод цинка из печи, и, как следствие, сократить расходы. Принцип действия магнитного сепаратора основан на использовании сил магнитного поля, способного притягивать магнитные, слабомагнитные соединения и отталкивать немагнитные соединения. Вращающаяся матрица сепаратора попеременно находится в зоне высокого электромагнитного поля и в зоне его отсутствия, вследствие чего происходит захват и перенос магнитных и слабомагнитных частиц смываются водой в зону своего приемника, а немагнитная фракция разгружается под действием силы тяжести.

## Приложения



**Рисунок 1 - Схема засыпающей установки**



**Рисунок 2 - Схема работы магнитного сепаратора**

## Список литературы:

1. Литейные сплавы и технологии их плавки в машиностроении. М.: Машиностроение. 1984.
2. Теория литейных процессов. Л.: Машиностроение. 1976.
3. Отливки из алюминиевых сплавов. М.: Машиностроение. 1970.
4. Производство отливок из сплавов цветных металлов. М.: Metallургия. 1986.
5. Производство литых алюминиевых деталей. М.: Metallургия. 1979.
6. Алюминиевые сплавы. Справочник. М.: Metallургия. 1983.
7. Беляев, А. И. Поверхностные явления в металлургических процессах / А.И. Беляев, Е.А. Жемчужина. - М.: Государственное научно-техническое издательство литературы по черной и цветной металлургии, 2016. - 172 с
8. Время свершений. История Ленинградского сталепрокатного завода. - М.: Лениздат, 2013. - 182 с.
9. Гамбург, Ю. Д. Гальванические покрытия. Справочник по применению / Ю.Д. Гамбург. - М.: Техносфера, 2014. - 216 с.
10. Готлиб, Б. М. Основы статистической теории обработки металлов давлением / Б.М. Готлиб, И.А. Добычин, В.М. Баранчиков. - М.: Metallургия, 2013. - 168 с.
11. Кекало, И. Б. Физическое металловедение прецизионных сплавов. Сплавы с особыми магнитными свойствами / И.Б. Кекало, Б.А. Самарин. - М.: Metallургия, 2013. - 496 с.
12. Климовицкий, М. Д. Приборы автоматического контроля в металлургии / М.Д. Климовицкий, В.И. Шишкинский. - М.: Metallургия, 2014. - 296 с.