

очистки воды и повторного использования, что позволит снизить потребление свежей воды и уменьшить объем загрязненных стоков.

Таким образом, вибропрессование как метод формования бетонных изделий имеет значительные экологические преимущества, такие как экономия ресурсов, снижение энергозатрат и возможность использования вторичных материалов. Однако для минимизации негативного воздействия на окружающую среду необходимо внедрять современные технологии пыле- и шумоподавления, организовывать рециклинг отходов и использовать экологически чистые материалы. Это позволит сделать процесс вибропрессования более устойчивым и экологически безопасным.

### **Литература:**

1. Батяновский, Э.И. Технология бетонных и железобетонных изделий: Учебное пособие. – Мн.: Высшая школа, 2017. – 305 с.

2. Бетонные отходы: виды, класс опасности, переработка Источник: <https://rcycle.net/othody/vidy/betonnye-vidy-klass-opasnosti-pererabotka/> Дата доступа 25.03.2025.

3. Кличова Ш. А. Экологические проблемы, возникающие от влияния цементного производства на окружающую среду // Вестник науки №4 (73) том 4, 2024. С. 909–914. / Электронный ресурс: <https://www.вестник-науки.рф/article/14172> / Дата доступа 25.03.2025.

**УДК 621.754**

## **НАИЛУЧШИЕ ДОСТУПНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Короткая Е.С., инженер-эколог**

**Научный руководитель: Скуратович И.В.**

**Белорусский национальный технический университет, Беларусь**

*В данной статье рассматриваются наилучшие доступные технические методы для литейного производства, а именно способ сокращения выбросов загрязняющих веществ в процессе плавки серого чугуна.*

*Ключевые слова: литейное производство, ваграночные печи, индукционные печи, электродуговые печи, плавка серого чугуна,*

В Республике Беларусь более работает 300 машиностроительных предприятий. Эта отрасль производства – одна из важнейших отраслей экономики страны. И на каждом из них есть литейные цеха, специализирующиеся на производстве металлических изделий и заготовок для

машиностроения. Посредством литья получают заготовки и детали практически любой конфигурации.

На машиностроительных предприятиях литейное производство - основной источник вредного воздействия на окружающую среду. В литейных цехах основное количество твердых частиц и других загрязняющих веществ в атмосферный воздух выделяется в процессе:

- плавки металла;
- переработки и складирования шихты и формовочных материалов;
- выбивки и очистки литья.

В процессе литья в воздух выделяется значительное количество твердых частиц, окиси углерода, сернистого ангидрида. Из формовочных смесей под действием теплоты жидкого металла выделяются бензол, фенол, формальдегид, метанол и другие загрязняющие вещества [1].

Количество выбросов определяется составом шихты и электродов, разгаром непрореагировавшей части известняка и подсосом воздуха. [2].

Наибольшее количество загрязняющих веществ выделяется при производстве чугуна в ваграночных печах.

Сравнительная характеристика усредненных выбросов при производстве одной тонны чугуна в ваграночной, индукционной и электродуговой печах приведена в таблице 1.

Сравнительный анализ удельных выбросов оксида углерода и твердых частиц, как основных выбросов, которые поступают в атмосферный воздух при выплавке чугуна в индукционных, электродуговых и ваграночных печах приведен на рисунке 1.

Таблица 1 – Характеристика выбросов ваграночной печи

Наименование вещества	Количество выбросов на 1 тонну выплавленного чугуна, кг		
	ваграночная печь	электродуговая печь	индукционная печь
Твердые частицы	До 20	10	До 1,5
Оксид углерода (CO)	До 200	До 80	До 0,13
Оксиды серы (SO <sub>x</sub> )	До 1,5	0,0015	–
Углеводороды	До 1	До 0,06	0,05
Оксиды азота (NO <sub>x</sub> )	До 0.1	До 0,6	До 0,08

Индукционные печи обладают более высокой энергоэффективностью, работают при более низких температурах, имеют меньшие габариты, потери

при окислении и производительность на уровне средних вагранок, а также оказывают намного меньшее шумовое воздействие. Также имеют более низкие первоначальные капитальные затраты, но более высокие затраты на техническое обслуживание и потребляют больше электроэнергии на тонну из-за низкого коэффициента мощности [3].

Электродуговые печи имеют более высокую плавильную способность, чем индукционные печи, но не обеспечивают контроль температуры, в отличие от индукционной печи.

На данный момент для плавки чугуна широко используются индукционные тигельные печи средней частоты. Их преимущества перед вагранками:

- исключение дефицитного кокса из процесса плавки;
- меньшая себестоимость получаемого чугуна, в силу использования стального лома, чугунной и стальной стружки в шихте;

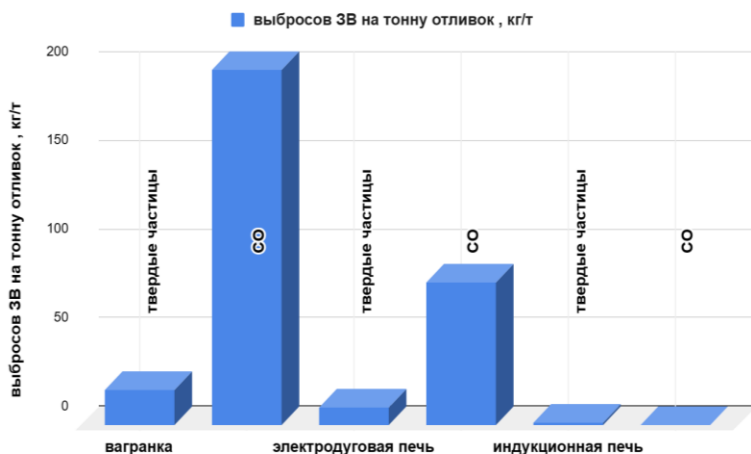


Рисунок 1 – Выбросы загрязняющих веществ при выплавке чугуна в индукционных, электродуговых и ваграночных печах, кг/т

- стабилизация химического состава выплавляемого металла;
- возможность производства нескольких марок чугуна;
- снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;
- улучшение условий труда [4].

Индукционные печи средней частоты (ПСЧ) имеют больший КПД, по сравнению с индукционными печами промышленной частоты, так как шихта в

печь загружается в «холодном» состоянии, что позволяет сохранять ферромагнитные свойства чугуна.

Удельная мощность ПСЧ в три раза выше (1 000 кВт·ч/т), чем в ППЧ (300 кВт·ч/т), плавление идет быстрее и, соответственно, меньше тепловые потери.

Индукционная тигельная печь средней частоты более энергоэффективна, имеет меньшие габариты и более низкие потери при окислении. Капитальные затраты и себестоимость получаемого чугуна ниже, но более высокие затраты на техническое обслуживание. Такое оборудование обеспечивает стабильный химический состав, позволяет уменьшить выбросы и улучшить санитарно-гигиенические условия труда.

Меры по снижению выбросов в процессе литья чугуна главным образом направлены на улавливание пыли. Используемые методы должны обеспечивать уровень выбросов пыли менее 0,2 кг/тону расплавленного чугуна.

К наилучшим доступным техническим методам для плавки литейного чугуна и стали в индукционной электропечи относятся:

- Плавка чистого лома, без использования ржавого и грязного сырья и налипшего песка;

- Оптимизация материалов шихты, загрузки и работы;

- Использование электроэнергии со средней частотой, и при монтаже новой печи, перевод рабочей частоты в средний диапазон частот;

- Оценка возможности рекуперации вторичной тепловой энергии и внедрение системы поддержания высокой температуры, если это возможно;

- Использование кожухов, вытяжек для сливных носков или крышек для всех индукционных электропечей для сбора отходящих газов и осуществление максимального сбора отходящих из печи газов в течение всего рабочего цикла;

- Использование сухой очистки топочного газа.

## **Литература:**

1. Александрова, О.Б Экология отрасли (машиностроение) / О.Б. Александрова, О.П. Гаршина. – Сызрань : изд-во Самарского гос. техн-го ун-та в г. Сызрани, 2011. – 148 с.

2. Невар, Н.Ф. Отраслевая экология: конспект лекций для студентов специальности 1-36 02 01 «Машины и технология литейного производства» / Н.Ф. Невар. – Минск: БНТУ, 2010. – 122 с.

3. Оборудование литейных цехов: учеб, пособие. В 2 т. / И. В. Матвеенко. – М.: МГИУ, 2009.

4. Самохвалов Г.В. Электрические печи черной металлургии / Г.В. Самохвалов, Г.И. Черныш. – М.: Металлургия, 1984. – С.452.