

УДК 621.74

Гражевская А.И. Науч. рук. Малькевич Н.Г.

## **Анализ воздействия литейного производства на окружающую среду**

Литье является основными технологическим процессом с точки зрения загрязнения окружающей среды, так как на каждом из частичных процессов производства происходит значительное загрязнение окружающей среды. При производстве 1 т отливок из черных сплавов выделяется до 50 кг пыли, 250 кг оксида углерода и 1 кг углеводородов [1]. Характер производства бывает трех видов: массовый, серийный и мелкосерийный. В таблице 1 представлены усредненные данные об объеме выбросов литейного производства, в зависимости от характера производства в литейном цехе.

Таблица 1 – Выбросы вредных веществ литейного цеха с различным характером производства

Вредные вещества	Объем выбросов, %		
	массовое	серийное	мелкосерийное
Пыль	10,40	8,4	5,1
Углерода оксид	75,20	84,0	91,1
Азота диоксид	0,50	0,6	0,84
Серы диоксид	0,78	1,3	1,5
Фенол, формальдегид, фурфурол, аммиак, метанол	0,76	0,6	0,2
Углеводороды (толуол, бутанол)	12,02	5,1	0,8

Исходя из данных, представленных в таблице 1 видно, что объем выбросов оксида углерода возможно снизить, внедряя новые совершенные технологии [2].

*Выбросы литейного производства.* Все этапы технологического процесса литейного производства сопровождаются выделением вредных выбросов, большого количества тепла и образованием различных твердых отходов, что влияет на состояние окружающей среды. Основными загрязнителями воздуха являются пыль, оксид углерода, диоксид азота, диоксид серы, фенол, формальдегид, аммиак, предельные алифатические углеводороды и другие. Количество выбросов загрязняющих веществ зависит от характера производства, от участка литейного цеха, т.е. от технологического процесса, происходящего на данном участке, от степени автоматизации и механизации процесса, от эффективности очистного оборудования, от состава применяемых исходных и дополнительных материалов и связующих, а также от сезона года, от степени очистки отходящего воздуха и т.д. Анализ данных таблицы 1 показывает, что с увеличением уровня механизации и автоматизации (массовое производство) доля в выбросах пыли, толуола, бутанола и др. (образующихся при окраске и сушке отливок) значительно возрастает, а оксида углерода, диоксида азота, диоксида серы – снижается.

На уровень выбросов загрязняющих веществ при плавке металла в плавильном отделении большое влияние оказывает вагранка, её производительность, используемое топливо, вид дутья и др. В среднем при работе вагранок на каждую тонну чугуна приходится 1000 м<sup>3</sup> выбрасываемых в атмосферу газов, содержащих 3 – 20 г/ м<sup>3</sup> пыли; 5 – 20 % оксида углерода 5 – 17 % диоксида углерода; до 2 % кислорода; до 1,7 % водорода; до 0,5 % диоксида серы; 70–80 % оксида азота. Химический состав ваграночной пыли

зависит от состава металлозавалки, шихты, состояния футеровки, вида топлива, условий работы вагранки.

На рисунке 1 представлено распределение валовых выбросов загрязняющих веществ литейного производства по участкам цеха.

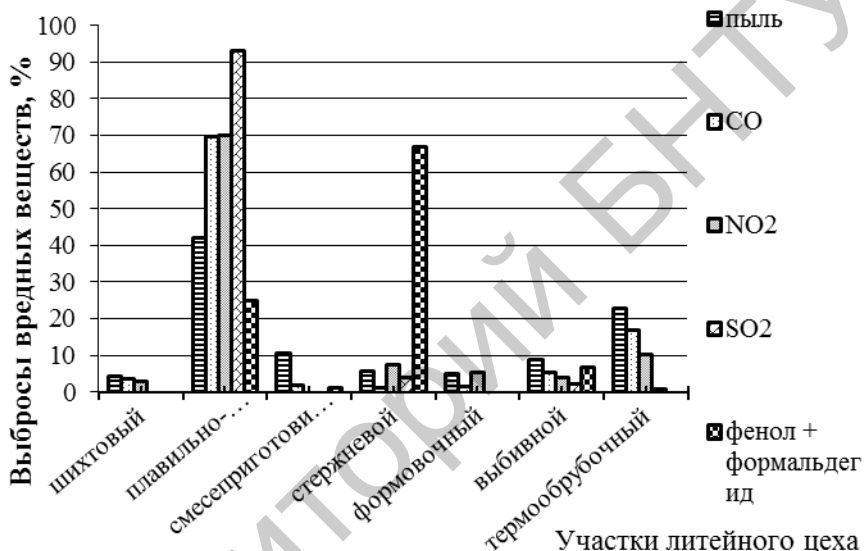


Рисунок 1 – Распределение выбросов загрязняющих веществ литейного производства по участкам литейного цеха

Из рассмотренных данных видно, что распределение выбросов по участкам литейных цехов происходит неравномерно, так как на каждом из участков происходит свой технологический процесс, используется различное оборудование и материалы.

Таким образом, основными источниками пыли, оксида углерода, диоксида серы, оксида азота являются плавильный и термический участки, источниками выделения фенола и формальдегида – стержневой, а также плавильный участок.

Пыль, основной составляющей которой в литейных цехах являются оксиды кремния (20–70%). Она образуется при приготовлении и регенерации формовочных и стержневых смесей, плавке литейных сплавов и различных плавильных агрегатах, выпуске жидкого металла из печи, внепечной обработке его и заливке в формы, на участке выбивки отливок, в процессе обрубки и очистки литья, при подготовке и транспортировке исходных сыпучих материалов.

Наибольшее распространение получили вагранки открытого типа производительностью 3 – 20 т/ч. Количество пылегазовых выбросов увеличивается с ростом производительности плавильного агрегата при примерно одинаковых выбросах на 1 т выплавляемого чугуна.

Закрытые вагранки выбрасывают аналогичные вещества. На 1 т выплавляемого чугуна приходится 4,5 кг пыли, 193 кг окиси углерода, 0,4 кг сернистого ангидрида. Ваграночная пыль характеризуется наличием большого числа компонентов. Пыль, содержащаяся в колошниковых газах вагранок, весьма различна по фазовому составу. Коксовая пыль образуется в результате истирания несожженного кокса при передвижении шихты в шахте вагранки.

Известняковая (шпатовая) пыль образуется в результате механического истирания известняка. Коксовая зола образуется в зоне горения кокса. Она уносится отходящими газами

Кварцевый песок выносится газами с поверхности плохо очищенной металлической шихты. Окалина на

поверхности металлической шихты представляет собой слой ржавчины, которая отслаивается в результате трения опускающейся шихты. Металлолом содержит остатки смазочных масел, краску, иногда резиновые покрытия.

Изменение режима плавки вызывает соответствующие отклонения величины выбросов. Средняя запыленность отходящих газов в вагранках колеблется от 2 до 7 г/м<sup>3</sup>, при этом для колошниковых газов запыленность равна 4–10 г/м<sup>3</sup>. Однако мгновенные концентрации пыли по ходу плавки могут достигать 25–40 г/м<sup>3</sup> для колошниковых и 12–20 г/м для отходящих газов.

Резкое увеличение запыленности наблюдается в моменты загрузки шихты. Запыленность возрастает с 1,5 до 5,0 г/м<sup>3</sup> при увеличении удельного расхода кокса с 10 до 20% от веса металлозавалки при прочих равных условиях.

На процесс пылевыделения воздействует режим завалки шихты: при повышении скорости плавки и соответствующем увеличении частоты завалок запыленность возрастает в 2–3 раза. Увеличение пыли в газах вызывается дроблением металлозавалки, т.е. загрузкой по компонентам: кокс, чушковый чугун, возврат, стальной лом и т.д. Такой ступенчатый режим приводит к увеличению общего объема выбросов и не способствует повышению металлургических характеристик ваграночной плавки. С целью сокращения объемов пылевыделений целесообразно производить завалку не более 8–10 раз в час, т.е. по весу одна завалка должна составлять 10–13% часовой производительности печи, а все компоненты шихты следует загружать одновременно[3].

Большое значение имеет качество загружаемых материалов, в особенности стального лома и возврата собственного производства. В зависимости от типа выплавляемого чугуна, шихтовых материалов, способа ведения плавки, типа дутья, пыль, выбрасываемая из

вагранки, характеризуется в основном как мелкодисперсная (80,5% частиц мельче 5 мкм). Более 90% пылевых частиц имеет размер менее 2 мкм. Количество выбрасываемой вагранками пыли и химический состав ее зависит от многих факторов: производительности вагранки, продолжительности и технологии ведения плавки, состава, количества и качества металла, завалки, шихты, топлива, расхода воздуха, вида дутья, способа загрузки, высоты слоя шихты, состояния футеровки и другие. В таблице 2 представлены усредненные данные по химическому составу ваграночной пыли.

Таблица 2 – Химический состав ваграночной пыли

Компоненты пыли	Содержание компонентов, % от всего объема пыли
SiO <sub>2</sub>	10– 45
CaO	2– 18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,5– 25
MgO	0,5 – 5
Fe (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe)	5 – 26
MnO	0,5 – 9
C	10 – 64
PbO	до 8
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,4
Na <sub>2</sub> O	1,5

При плавке чугуна в индукционной печи выделяется намного меньше загрязняющих веществ, чем при плавке в вагранке. Это связано с тем, что в вагранке в качестве топлива используется кокс, а в индукционных печах нагрев шихты производят с помощью электричества.

Количество выбросов загрязняющих веществ при плавке металла в различных плавильных агрегатах зависит

также от их производительности. С увеличением производительности плавильного оборудования увеличивается объем газов и концентрация выбросов веществ.

Состав загружаемых материалов в плавильный агрегат оказывает влияние на количество выбросов, в основном, пыли, оксидов углерода и серы, углеводородов. Выбросы оксида серы и углеводородов при плавке зависит в основном от наличия в шихте доменного чугуна с большим содержанием серы, от повторного применения замасленной стружки, которая также способствует увеличению содержания углеводородов (таблица 3).

Таблица 3 – Валовые выбросы загрязняющих веществ

Вредные вещества	Количество вредных веществ, кг/ч	
	Шихта без стружки	Шихта со стружкой
Пыль	45	230–570
Оксид углерода	525	815–1210
Бензол	–	28–350
Окислы азота	–	17–25
Окислы серы	–	21–38
Углеводороды	–	800–1120

Смесеприготовительное, стержневое, выбивное и термическое отделения литейного цеха вносят также большой вклад в выделение пыли в атмосферу, количество выбросов которой зависит от технологического процесса и применяемого оборудования.

При приготовлении стержней выделяются такие опасные вещества, как фенол, формальдегид и метанол, так как в стержневые смеси в качестве связующих материалов добавляют фенолформальдегидные,

карбамидные, фурановые и комбинированные смолы. Соотношение концентраций этих загрязняющих веществ зависит от технологической операции (заполнение стержневых ящиков смесью, отверждение смесей, при заливке металла в форму, где применялись подобные стержни), а также от технологического оборудования стержневых участков.

Таким образом, источники выбросов загрязняющих веществ литейных цехов оказывают значительное влияние на загрязнение окружающей среды, степень которой в основном определяется выбросами плавильных и стержневых участков. При этом масштабы загрязнения зависят в значительной степени от используемого плавильного агрегата, технологического процесса изготовления стержней, от состава загружаемой шихты и состава используемых связующих материалов, а также от характера производства.

*Сточные воды в литейном производстве.* В литейных цехах производственную воду расходуют на охлаждение оборудования, гидрорегенерацию песка, очистку вентиляционного воздуха, ваграночных газов, грануляцию шлаков, приготовление красителей, для гидравлической выбивки стержней, транспортировки и промывки формовочной смеси, охлаждения агрегатов грануляции шлаков, гидротранспорта отходов горелой земли и в системе обеспыливающей вентиляции.

Образующиеся при выполнении этих операций сточные воды загрязняются глиной, песком, зольными остатками от выгоревшей части стержневой смеси и связующими добавками формовочной смеси. Производственные сточные воды, загрязненные химическими соединениями, в разных литейных цехах и отдельных установках различаются по количеству и по составу.



*Отходы литейного производства.* В литейном производстве на 1 т отливок образуется от 1 до 3 т отходов, включающих отработанные формовочные смеси, лом огнеупорных изделий, старые лаки и затвердевшие краски, шлаки и т.д.

Основные источники отходов плавильных агрегатов литейных цехов – отработанные формовочные смеси и литейные шлаки. В среднем на 1 т металла выход шлака составляет от 10 до 30 % массы плавки. Зачастую шлак сливается в приямок, оттуда после отверждения извлекается из-за сложностей в разделке и вывозится в отвал.

Твердые отходы литейного производства содержат до 90% отработанных формовочных и стержневых смесей. Отработанные формовочные смеси как отходы относятся к 4-му классу опасности. Это связано с тем, что содержание загрязняющих веществ в отходах незначительно, и все эти вещества обладают низкой летучестью и растворимостью в воде. Такие отходы в ряде случаев не требуют каких-либо специальных мероприятий по захоронению, и их можно складировать на полигонах захоронения твердых бытовых отходов. Но это возможно только в том случае, если объем литейных отходов  $\leq 50\%$  количества твердых бытовых отходов.

#### Библиографический список

1. Жуковский, С.С. Технология литейного производства: формовочные и стержневые смеси/ С.С. Жуковский. – Брянск 2016 – 256 с.
2. Гайдамака, Р.Г. Воздействие литейных производств на окружающую среду и способы снижения наносимого ущерба / Р.Г. Гайдамака. – М.: ГТНТБ СО РАН, 2010.–165 с.
3. Белый, О.А. Решение проблем экологии в литейном производстве/ О.А.Белый. – Минск: Минприроды РБ, - 2013. – 240с.