

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия (ДГМА)

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ВЫБРОСОВ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Методические указания
для студентов специальностей ЛП, ОЛП

Утверждено
на заседании
методического совета
Протокол № 3 от 18.10.2012

Краматорск
ДГМА
2012

УДК 658.382.3

Охрана окружающей среды от выбросов литейного производства : методические указания для студентов специальностей ЛП, ОЛП / сост. Н. М. Глиняная. – Краматорск : ДГМА, 2012. – 60 с.

Содержит рекомендации по выполнению раздела дипломного проекта, посвященного вопросам охраны окружающей среды от вредных выбросов литейного производства. В данном пособии приведен анализ методов и аппаратов очистки газовоздушных выбросов, сточных вод, а также методы утилизации твердых отходов. Предназначено для студентов высших учебных заведений технического профиля дневной и заочной формы обучения специальностей ЛП, ОЛП.

Составитель Н. М. Глиняная, доц.

Отв. за выпуск А. П. Авдеенко, проф.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| 1 ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЫБРОСАМИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА | 5 |
| 1.1 Классификация источников загрязнения атмосферного воздуха | 5 |
| 1.2 Нормирование загрязнителей воздушной среды..... | 7 |
| 1.3 Основные источники загрязнения атмосферы в литейном производстве | 9 |
| 2 ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ ВРЕДНЫХ ГАЗОВОЗДУШНЫХ ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА..... | 17 |
| 2.1 Способы очистки газозвушных выбросов литейных цехов..... | 17 |
| 2.2 Выбор аппаратурного оформления процессов газоочистки | 24 |
| 3 ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ..... | 27 |
| 3.1 Характеристика сточных вод в литейном производстве | 27 |
| 3.2 Выбор схемы и способов очистки сточных вод литейных цехов | 28 |
| 4 ТВЕРДЫЕ ОТХОДЫ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА И МЕТОДЫ ИЗ УТИЛИЗАЦИИ..... | 32 |
| Приложение А | 35 |
| Приложение Б..... | 37 |
| Приложение В | 38 |
| Приложение Г..... | 40 |
| Приложение Д | 40 |
| Приложение Е | 41 |
| Приложение Ж | 41 |
| Приложение К | 42 |
| Приложение Л | 44 |
| Приложение М | 45 |
| Приложение Н..... | 49 |
| Приложение П | 50 |
| Приложение Р..... | 51 |
| Приложение С | 54 |
| Приложение Т | 56 |
| Приложение У | 57 |
| Приложение Ф..... | 58 |
| ЛИТЕРАТУРА..... | 59 |

ВВЕДЕНИЕ

В пояснительной записке дипломного проекта должны быть рассмотрены вопросы охраны окружающей среды, проведен анализ выполненной разработки с позиций рационального использования конкретных ресурсов, обращено внимание на то, чтобы проект не ухудшил состояние природной среды.

При выполнении раздела, который посвящен охране окружающей среды, необходимо в полном объеме использовать знания по экологии и охране окружающей среды, полученные в процессе обучения. Любой проект устройства или технологии должен быть сам по себе экологичным, в нем необходимо обосновать технические решения с позиций охраны природы и связать их с общими природоохранными и технологическими задачами. При этом необходимо выбрать эффективные средства защиты окружающей среды, позволяющие исключить или снизить выбросы вредных веществ.

Общая структура раздела, включающего вопросы по охране окружающей природной среды, может быть следующей:

- общая экологическая оценка технических и технологических решений проекта;
- анализ источников возможных загрязнений атмосферного воздуха, природных водоемов, природных территорий;
- выбор и обоснование применяемых средств газоочистки, и средств очистки сточных вод, способов утилизации твердых отходов.

Действующими нормативными документами по проектированию предусматривается, чтобы выполненные проекты были направлены на решение следующих задач:

- реализацию достижений науки, техники и передового отечественного и зарубежного опыта с тем, чтобы построенные или реконструируемые предприятия были технически передовыми и обеспечивали выпуск продукции высокого качества в соответствии с научно обоснованными нормативами по затратам труда, сырья, материалов и топливно-энергетических ресурсов, утвержденными по отрасли промышленности;
- внедрение высокопроизводительного оборудования;
- механизацию и автоматизацию производственных процессов и дальнейшее сокращение ручного труда;
- использование наиболее экологичных схем и решений при проектировании и модернизации оборудования, участков и цехов.

Именно с этих позиций необходимо обосновывать выбор технологических схем, оборудования, технологических решений, используемых в дипломном проекте.

1 ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЫБРОСАМИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

1.1 Классификация источников загрязнения атмосферного воздуха

Источником загрязнения атмосферного воздуха называется технологический агрегат (установка, устройство, аппарат и т.п.), выделяющий в процессе эксплуатации вредные вещества.

Согласно ГОСТ 17.2.1.04-77 «Источники и метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. Термины и определения» источники выбросов вредных веществ делятся на организованные и неорганизованные.

Организованный промышленный выброс – выброс, поступающий в атмосферу через специально сооруженные газоходы, воздухопроводы и трубы.

Неорганизованным называется выброс, поступающий в атмосферу в виде направленных потоков газа в результате нарушения герметичности оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы отсосов в местах перегрузки или хранения продукта.

Кроме того, источники загрязнения подразделяются по следующим признакам:

- степени подвижности (стационарные и подвижные),
- характеру выброса (постоянные, залповые, переменные),
- оснащенности газоочистными устройствами (оснащенные и не оснащенные),
- геометрическим параметрам (точечные, площадные, линейные),
- организации выброса (затененные и незатененные),
- условиям выброса (высокие, низкие, наземные, холодные, нагретые, высокоскоростные, низкоскоростные и т.п.).

Защита атмосферного воздуха от загрязняющих веществ требует учета особенностей рассеивания промышленных выбросов в атмосфере. Технологические газы и вентиляционный воздух после выхода из труб или вентиляционных устройств, подчиняется законам турбулентной диффузии. В направлении распространения промышленных выбросов по мере их удаления от организованного высокого источника выброса (трубы) можно условно выделить три зоны загрязнения атмосферы: зону переброса факела выбросов, характеризующуюся относительно невысоким содержанием вредных веществ в приземном слое атмосферы; зону задымления с максимальным содержанием вредных веществ и зону постепенного снижения уровня загрязнения. Зона задымления наиболее опасна для населения и должна быть исключена из территории застройки. Размеры этой зоны в зависимости от метеорологических условий находятся в пределах 10...49 высот трубы.

Максимальная концентрация примесей в приземной зоне прямо пропорциональна производительности источника и обратно пропорциональна квадрату его высоты над землей. Подъем горячих струй почти полностью обусловлен подъемной силой газов, имеющих более высокую температуру, чем окружающий воздух. Повышение температуры и момента количества движения выбрасываемых газов приводит к увеличению подъемной силы и снижению их приземной концентрации.

Распространение газообразных примесей и пылевых частиц диаметром менее 110 мкм, имеющих незначительную скорость осаждения, подчиняется общим закономерностям. Для более крупных частиц эта закономерность нарушается, так как скорость их осаждения под действием силы тяжести возрастает. Поскольку при очистке от пыли крупные частицы улавливаются, как правило, легче, чем мелкие, в выбросах остаются очень мелкие частицы; их рассеивание в атмосфере рассчитывают так же, как и газовые выбросы.

Точечные источники выбросов используют тогда, когда удаляемые загрязнения сосредоточены в одном месте. К ним относят выбросные трубы, крышные вентиляторы и другие источники. Выделяющиеся из них вредные вещества при рассеивании не накладываются одно на другое на расстоянии двух высот здания (с заветренной стороны). Линейные источники имеют значительную протяженность в направлении, перпендикулярном к ветру. Это аэрационные фонари, открытые окна, близко расположенные вытяжные шахты и крышные вентиляторы.

Незатененные источники выбросов свободно расположены в недеформированном потоке ветра. К ним относят высокие трубы, а также точечные источники, удаляющие загрязнения на высоту, превышающую $2,5 H_{зд}$. Затененные, или низкие источники расположены в зоне подпора или аэродинамической тени, образующейся на здании или за ним (в результате обдувания его ветром) на высоте $h \leq 2,5 H_{зд}$ [1].

Выбросы, поступающие в атмосферу от промышленных предприятий, классифицируются следующим образом:

– по агрегатному состоянию: I класс – газообразные и парообразные, II класс – жидкие, III класс – твердые (жидкие и твердые частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе, образуют аэрозоли), IV класс – смешанные;

– по химическому составу: SO_2 , NO_2 , CO, H_2S , фтор, хлор, аммиак, кислоты, щелочи, сажа, металлы и их соединения и т.п.

– по размерам частиц: $< 0,5 \cdot 10^{-6}$ м; $0,5 \cdot 10^{-6} \dots 3 \cdot 10^{-6}$ м; $3 \cdot 10^{-6} \dots 10 \cdot 10^{-6}$ м; $10 \cdot 10^{-6} \dots 50 \cdot 10^{-6}$ м; $> 50 \cdot 10^{-6}$ м;

– по массе вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени: < 1 кг/ч; $1 \dots 10$ кг/ч; $10 \dots 100$ кг/ч; $100 \dots 1000$ кг/ч; $1000 \dots 10000$ кг/ч; > 10000 кг/ч.

1.2 Нормирование загрязнителей воздушной среды

Для оценки состояния атмосферного воздуха устанавливаются нормативы – **предельно допустимые концентрации** загрязняющих веществ. Эти нормативы должны отвечать интересам охраны здоровья людей и охраны окружающей природной среды.

Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ (ПДК) – это максимальная масса вредного вещества в единице объема воздуха (миллиграмм на кубический метр), воздействие которой (прямо или опосредованно) на организм человека, животных и растений не вызывает никаких отклонений в нормальном их функционировании на протяжении всей жизни настоящего и последующего поколений.

Для каждого вещества, загрязняющего атмосферный воздух населенных мест, установлены два норматива: **максимальная разовая** и **среднесуточная ПДК** (табл. А.1 прилож. А) [2].

Максимальная разовая ПДК устанавливается для предупреждения рефлекторных реакций у человека через раздражение рецепторов органов чувств (ощущение неприятных запахов, чихание, аллергические реакции, световая чувствительность глаз и т. д.) при кратковременном воздействии (до 20 мин) атмосферных загрязнений.

Среднесуточная ПДК устанавливается для предупреждения общетоксического, канцерогенного, мутагенного и других прямых и косвенных вредных воздействий на человека в условиях неопределенно долгого круглосуточного вдыхания.

Наибольшая концентрация каждого вредного вещества в приземном слое при 20-минутном времени воздействия не должна превышать максимальную разовую ПДК, т. е. $C \leq \text{ПДК}_{\text{max разовая}}$. Если время воздействия больше 20 мин, то $C \leq \text{ПДК}_{\text{сут}}$.

При совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ, обладающих одинаправленным действием, их общая концентрация должна удовлетворять условию

$$C_1/\text{ПДК}_1 + C_2/\text{ПДК}_2 + \dots + C_n/\text{ПДК}_n \leq 1, \quad (1.1)$$

где $C_1, C_2 \dots C_n$ – фактические концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе при отборе в одной и той же точке местности, мг/м³;

$\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots \text{ПДК}_n$ – предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе, мг/м³.

Одинаправленным действием обладают сочетания вредных веществ: 1) SO₂, NO₂; 2) CO, NO₂; 3) SO₂, H₂S; 4) формальдегид и гексан; 5) ацетон и фенол.

Наряду с ПДК важную роль в обеспечении чистоты воздушного бассейна играет регулирование и нормирование **предельно допустимых выбросов (ПДВ)** загрязняющих веществ, находящихся в атмосфере.

Для каждого проектируемого и действующего предприятия устанавливается предельно допустимый выброс вредных веществ в атмосферу при условии, что выбросы вредных веществ от данного источника в совокупности с другими источниками не создадут приземную концентрацию, превышающую ПДК, т.е. должно выполняться условие

$$C + C_{\phi} \leq \text{ПДК}, \quad (1.2)$$

где C – концентрация вещества в приземном слое, создаваемая расчетным источником выброса;

C_{ϕ} – фоновая концентрация вещества.

Для соблюдения ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест устанавливают **предельно допустимый выброс (ПДВ)** вредных веществ из систем вытяжной вентиляции, различных технологических и энергетических установок.

В соответствии с требованиями ГОСТ 17.2.3.02–78 «Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями» для каждого проектируемого и действующего промышленного предприятия устанавливается ПДВА вредных веществ в атмосферу при условии, что выбросы вредных веществ от данного источника в совокупности с другими источниками (с учетом перспективы их развития) не создадут приземную концентрацию, превышающую ПДК [1].

Расчет ПДВ проводят в тоннах за год.

Государственному контролю подлежат выбросы предприятий, для которых установлены предельно допустимые или временно согласованные величины, а также выбросы предприятий, для которых выполняются следующие неравенства:

$$\frac{M}{\text{ПДК}_{\text{мр}} N} \geq 0,01 \text{ при } N \geq 10 \text{ м}; \quad (1.3)$$

$$\frac{M}{\text{ПДК}_{\text{мр}} N} \geq 0,1 \text{ при } N \leq 10 \text{ м}, \quad (1.4)$$

где M – суммарное значение выброса вредного вещества от всех источников предприятия, г/с;

$\text{ПДК}_{\text{мр}}$ – максимально-разовая предельно допустимая концентрация;

N – средняя по предприятию высота источников выброса, м.

При этом производят разделение источников на **две категории**. К **первой категории** относят источники, вносящие наиболее существенный негативный вклад в загрязнение воздуха и подлежащие систематическому контролю, ко **второй категории** – более мелкие источники, которые можно контролировать эпизодически. Ко второй категории относят источники предприятий, не удовлетворяющие условиям 1.3, 1.4, но для которых установлены нормативы ПДВ по фактическим выделениям вредных веществ при обеспечении проектных показателей работы пылегазоочистных установок.

Контроль газоздушных выбросов осуществляется автоматически приборами, а также с помощью инструментальных методов измерения. В процессе контроля определяются следующие показатели: концентрация загрязняющих веществ в газовом потоке, скорость, температура, влажность и давление газоздушной смеси.

1.3 Основные источники загрязнения атмосферы в литейном производстве

Основными источниками загрязнений атмосферы пылью, окисью углерода, сернистым ангидридом в литейных цехах являются чугуно- и сталеплавильные агрегаты, участки складирования и переработки шихты и формовочных материалов, оборудование смесеприготовительного отделения, сушильные барабаны, участки выбивки и очистки литья. Литейный цех с годовым выпуском 100 тыс. т литья, оборудованный пылеуловителями с эффективностью очистки 0,70-0,80 выбрасывает в окружающий воздушный бассейн до 1000 т пыли в год.

Основной составляющей пыли в литейных цехах является кремнезем. Пыль образуется при приготовлении и регенерации формовочных и стержневых смесей, плавке литейных сплавов в 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 [2].

В воздушной среде литейных цехов кроме пыли в больших количествах находятся окись углерода, углекислый и сернистый газ, азот и его окись, водород, аэрозоли, насыщенные окислами железа и марганца, пары углеводородов и др. Их источниками являются плавильные агрегаты, печи термической обработки, сушилка для форм, стержней и ковшей и т.п.

Вредные выбросы при выплавке металлов и сплавов

Выплавка металлов в вагранках. При выплавке металла в вагранках количество и состав отходящих газов, их запыленность предопределены типом вагранок, которые различаются типом дутья, видом используемого топлива, конструкцией горна, шахты, колошника.

В среднем при работе вагранок на каждую тонну чугуна приходится 1000 м³ выбрасываемых в атмосферу газов, содержащих 5...20% окиси углерода; 5...17% углекислого газа; до 2% кислорода; до 1,7% водорода; до 0,5% сернистого ангидрида; 70...80% азота. Количество пыли, попадающей в воздух, из расчета на каждую тонну чугуна составляет 3...20 г/м³ (табл. Б.1 – Б.3 прилож. Б) [4].

Значительно меньше количество выбросов из вагранок закрытого типа. Так, в дымовых газах отсутствует окись углерода, а к.п.д. очистки от взвешенных частиц достигает 98...99%.

Химический состав ваграночной пыли различен и зависит от состава металлозавалки, шихты, состояния футеровки, вида топлива, условий работы вагранки.

Теоретически количество колошникового газа можно рассчитать [3] по формуле

$$Q = K \frac{C}{100} \left(5,4 + \frac{3,5\eta}{100} \right) 100 F \frac{21}{21 - [O_2]}, \quad (1.5)$$

где K – масса коксовой калоши (кг/100 кг металлической шихты), %;

C – содержание углерода в коксе, %;

$\eta = 100 \text{ CO} / (\text{CO}_2 + \text{CO})$ – коэффициент полноты горения углерода кокса, %;

F – производительность вагранки, т/ч.

Выплавка металлов в электродуговых печах. Сравнительно большой выход технологических газов наблюдается при плавке стали в электродуговых печах. В данном случае состав газов зависит от периода плавки, марки выплавляемой стали, герметичности печи, способа газоотсоса и наличия кислородной продувки. При плавке углеродистых сталей газы на уровне выступа рабочего окна содержат (по объему) 0,05...0,22% окиси углерода, 0,8...6% углекислого газа, 15...20% кислорода, до 0,01% водорода, до 0,07% окислов азота и до 0,005% оксидов серы. В среднем за плавку выделяется 10...20 кг пыли на каждую тонну жидкой стали, но интенсивность ее выделения меняется по периодам плавки. Во время плавления шихты, окисления примесей и в восстановительный период выносятся соответственно 0,15...0,6; 2,3...3,6 и 0,3...1,3 кг/ч пыли на 1 т стали. Примерный химический состав пыли, %: Fe_2O_3 – 56,8; Mn_2O_3 – 10; Al_2O_3 – 5; SiO_2 – 6,9; CaO – 6,9; MgO – 5,8; остальное – хлориды, оксиды хрома и фосфора. Размер частиц пыли 0...20 мкм, однако основную ее массу (около 75%) составляют частицы 0...4 мкм. Количество выбрасываемых газов и пыли в зависимости от вместимости печи приведено в таблице В.1, В.2 приложения В [3].

Выплавка металла в индукционных печах. При плавке в индукционных печах основной составляющей пыли являются окислы железа, остальное – окислы кремния, магния, цинка, алюминия в различном соотношении в зависимости от химического состава металла и шлака. Выделяемые при плавке чугуна в индукционных печах частицы пыли имеют дисперсность от 5 до 100 мкм. Количество газов и пыли в 5...6 раз меньше, чем при плавке в электродуговых печах (табл. В.3 прилож. В).

Вредные выбросы при выполнении основных технологических процессов в литейных цехах

Выбросы при выпуске чугуна. При выпуске чугуна из вагранки в заливочные ковши выделяется 20 г/т графитовой пыли и 130 г/т окиси углерода; из других плавильных агрегатов вынос пыли менее значителен.

Выбросы при заливке форм. При заливке форм в атмосферу цеха попадают водяные пары, водород и повышенное количество окиси углерода, образующейся в результате реакции горения органических примесей.

При разливе чугуна в формы выделение окиси углерода в атмосферу цеха зависит от массы отливок (табл. Г.1 прилож. Г) [1, 3]. В состав выделяющихся газов входит более 50% водорода, 30...35% окиси углерода и некоторое количество (около 10%) двуокиси углерода, сероводород, сернистый ангидрид, предельные углеводороды, непредельные углеводороды, азот и кислород.

Наиболее интенсивно окись углерода выделяется на начальной стадии застывания отливки (около 70%). Окись углерода, ПДК которой равна 20 мг/м^3 , относится к наиболее вредным компонентам газа, выделяющегося из литейных форм после заливки в них металла. Фактическое содержание CO в таком газе в зависимости от состава смесей изменяется в пределах 8...35% по объему, т.е. превышает ПДК в $(6...20) \cdot 10^3$ раз. Содержание других компонентов (фенола, формальдегида, аммиака и т. п.) также в 10...1000 раз выше соответствующих ПДК [3].

Процесс газообразования в форме описывается формулами

$$Q = aS\sqrt{t}, \quad (1.6)$$

$$\omega = aS / (2\sqrt{t}), \quad (1.7)$$

где Q – количество образующихся газов, м^3 ;

S – поверхность контакта металла с формой и стержнями, м^2 ;

t – время от момента заливки металла до кристаллизации отливки, с;

ω – скорость газовой выделенной форм, $\text{м}^3/\text{с}$.

Приведенный коэффициент газообразования

$$a = \frac{a_{\phi}S_{\phi} + a_{ст}S_{ст}}{S_{\phi} + S_{ст}}, \quad (1.8)$$

где a_{ϕ} , $a_{ст}$ – коэффициенты газообразования формовочной и стержневой смесей, $\text{С}^{0.5}$;

S_{ϕ} , $S_{ст}$ – поверхности контакта металла с формой и со стержнями, м^2 .

Выбросы при изготовлении форм и стержней. Изготовление форм и стержней связано с продувкой углекислым газом, применением различных катализаторов и связующих на основе синтетических смол. Поэтому помимо окиси углерода и углекислого газа в атмосферу выносятся токсичные парогазовые смеси, включающие в себя фенол, формальдегид, фурфурол и метиловый спирты, аммиак, бензол, серную кислоту и т.п.

Интенсивность выделения вредных веществ (приведено к формальдегиду) при изготовлении стержней из холоднотвердеющей смеси в зависимости от связующего вещества (газовыделение отнесено к 1 дм^2 площади поверхности стержня) представлено в таблице Д.1 приложения Д [1].

Выбросы при сушке форм и стержней. При сушке форм и стержней в сушиле выделяется, главным образом, окись углерода и сернистый газ (табл. Е.1, прилож. Е) [1]. Их количество зависит от вида сжигаемого топлива. Твердое топливо дает 200...250 г/кг окиси углерода и 15...20 г/кг сернистого газа, жидкое дает соответственно 30...50 г/кг и 40...60 г/кг. Наименьшие выделения наблюдаются при сжигании природного газа – всего 0,75 г/кг СО.

Выбросы при изготовлении отливок. При литье под действием теплоты жидкого металла из формовочных смесей выделяются бензол, фенол, формальдегид и другие токсичнее веществ. Их количество зависит от состава формовочных смесей, массы и способа получения отливки и других факторов.

Для форм и стержней в литейных цехах широко применяются песчаные самотвердеющие смеси: химически твердеющие (СО₂-процесс), пластичные самотвердеющие (ПСС), холоднотвердеющие (ХТС), быстрохолоднотвердеющие (БХТС), горячетвердеющие (ГТС), наливные самотвердеющие (НСС).

Для отверждения НСС используют соединения шестивалентного хрома (в частности, триоксид хрома, водный раствор которого представляет собой сильную хромовую кислоту). Триоксид хрома при температуре плавления (197°С) начинает диссоциировать и с повышением температуры его диссоциация резко возрастает. Соединения шестивалентного хрома очень вредны, поэтому их ПДК_{р,з} составляет 0,01 мг/м³.

Изготовление форм и стержней, связанное с продувкой углекислым газом, применением различных катализаторов и связующих на основе синтетических смол, вызывает дополнительные газовыделения. Помимо окиси углерода и углекислого газа в атмосферу выносятся токсичные парогазовые смеси, включающие формальдегид, фуриловый и метиловый спирт, аммиак, серную кислоту и т.п. [4].

Степень загрязнения воздушной атмосферы токсичными веществами на некоторых участках литейных цехов, где для приготовления ХТС используется смола СФ-3042–2,5 и бензолсульфоокислота, приведена в таблице 1.1 [1].

Выбросы при выполнении смесеприготовительных работ. В смесеприготовительных отделениях литейных цехов источниками пыли являются смесители. Выделяющаяся пыль насыщена парами сульфитного щелока, различных углеводородов и других органических примесей. Например, в цехе оболочкового литья с годовой программой 15 тыс. т от установки по приготовлению плакированной смеси воздушная среда загрязняется кварцевой пылью, превышающей ПДК в 4 раза. Так, количество отсасываемого воздуха от бегунов с горизонтальными и вертикальными катками достигает 3 тыс. м³/ч (при содержании пыли 7,5 г/м³), от центробежных маятниковых бегунов – 15 тыс. м³/ч (40 г/м³), дисперсный состав пыли приведен в таблице М.1 приложения М.

Таблица 1.1 – Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м³

| Вещество | ПДК, мг/м ³ | Рабочая зона | | | | |
|-----------------|------------------------|----------------------------|-------------|----------------------------------|---|---|
| | | оператора стержневой линии | стерженщика | у заливочной металлической формы | в 3 м от заливочной металлической формы | в кабине крановщика заливочного участка |
| Фенол | 0,3 | 1/0,8 | 2,7/0,7 | 1,3 | 0/0,1 | 0,1/0 |
| Формальдегид | 0,5 | 0,3/0,2 | 0,9/0,2 | не обнаружен | | |
| Метиловый спирт | 5,0 | 1,2/0,8 | 2,1/0,8 | 0,5/0,3 | 0,3/0,2 | 0,3/0 |
| Бензол | 5,0 | – | – | 7/30,8 | 1,1/2,6 | 0/10,2 |
| Оксид углерода | 20 | – | – | 66/54,5 | 4/12 | 10,5/6,3 |

Примечание. В числителе даны значения для теплого периода года, в знаменателе – для холодного периода.

Выбросы при операциях выбивки отливок. Операция выбивки отливок из опок – одна из наиболее вредных в литейном производстве. Она сопровождается значительным выделением пыли, газов, различных паров и высоким уровнем шума. Запыленность воздуха над выбивочной решеткой при подвесных вытяжных зонтах составляет 2...7 кг/м³, а при боковых зонтах – 1,2...2,5 кг/м³. Объем воздуха, отсасываемого с 1 м² площади решетки, колеблется в пределах 6...10 тыс. м³/ч, дисперсный состав пыли, выделяющейся от выбивочных решеток различных конструкций приведен в таблице М.1 приложения М.

От участков выбивки отливок на 1 м² площади решетки выделяется до 45...60 кг/ч пыли, 5...6 кг/ч оксида углерода, до 3 кг/ч аммиака.

Выбросы при операциях обрубки и очистки литья. Большое количество пыли образуется в отделении обрубки и очистки литья. При обрубке концентрация ее в воздухе достигает 6...8 г/м³, а в непосредственной близости от обрабатываемых отливок – 20 г/м³. Дисперсный состав пыли представлен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Дисперсный состав пыли, образующейся при обрубке

| Параметр | Состав пыли | | | |
|-----------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| | до 2 | 2...5 | 5...10 | более 10 |
| Диаметр частиц, мкм | до 2 | 2...5 | 5...10 | более 10 |
| Содержание фракций, % | 90...32 | 4,9...5,2 | 2,7...1,8 | 2,4...1,0 |

Концентрация пыли в воздухе рабочей зоны и удельные выбросы пыли при различных способах очистки отливок приведены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Концентрация пыли в воздухе и удельные выбросы пыли при различных способах очистки отливок

| Оборудование | Запыленность воздуха, мг/м ³ | Количество выделяющейся пыли, кг/т литья | Количество отсасываемого воздуха, м ³ /ч |
|----------------------|---|--|---|
| Очистные барабаны | 4000...7000 | 4...7 | 1800D* |
| Обдирочные станки | 25...440 | 0,4...7 | 1700 |
| Дробеметные аппараты | 5...60 | 0,08 | 17000 |
| Дробеструйные камеры | 53...76 | 0,04...0,06 | – |

Примечание: D* – диаметр барабана, м.

Повышенными вредными выделениями отличаются также следующие участки литейных цехов: *подготовки шихтовых материалов* (запыленность воздуха достигает 5...15 г/м³), *термической обработки, грунтовки и окраски отливок*.

Вентиляционный воздух, выбрасываемый от участков термической обработки, обычно загрязнен парами и продуктами горения масла, аммиаком, циановодородом и другими веществами, поступающими в систему местной вытяжной вентиляции от ванн и агрегатов для термической обработки. Источниками загрязнений на участках термической обработки являются нагревательные печи, работающие на жидком и газообразном топливе, а также дробеструйные и дробеметные камеры.

Для определения массы выделений вредных веществ от пламенных нагревательных печей целесообразно пользоваться удельными показателями по выбросам, приведенным к единице массы (т) или объема (м³) сжигаемого топлива (табл. 1.4).

Концентрация пыли в воздухе, удаляемом из дробеструйных и дробеметных камер, где металл очищается после термической обработки, достигает 2...7 г/м³. При закалке и отпуске деталей в масляных ваннах в отводимом от ванн воздухе содержится до 1% паров масла от массы металла. При цианировании выделяется до 6 г/ч циановодорода на один агрегат цианирования.

Таблица 1.4 – Вредные вещества, выделяющиеся в атмосферу от пламенных нагревательных печей

| Вид топлива | Вещества, содержащиеся в газоздушных выбросах при использовании жидкого топлива, кг/т, и при использовании газообразного топлива, кг/тыс. м ³ | | | | |
|---------------|--|--------------|--------------|---------------------|--------------|
| | Пыль | Оксиды азота | Диоксид серы | Оксид углерода | Углеводороды |
| Мазут | 1,2 | 12,4 | 19 | $4,8 \cdot 10^{-3}$ | 0,38 |
| Природный газ | $2,4 \cdot 10^{-3}$ | 6,24 | – | Следы | Следы |

На участках окраски токсичные вещества выделяются при обезжиривании поверхностей органическими растворителями перед окраской, подготовке лакокрасочных материалов, нанесении их на поверхность изделий и сушке покрытия. Воздух, удаляемый вентиляционными отсосами от окрасочных камер, напольных решеток, сушильных установок и других устройств, всегда загрязнен парами растворителей, а при окраске распылением, кроме того, окрасочным аэрозолем. При окраске изделий порошковыми полимерными материалами в вентиляционном воздухе содержится пыль.

Концентрация вредных веществ в вентиляционных выбросах, удаляемых от мест окраски, зависит от состава и расхода лакокрасочных материалов, способа их нанесения на окрашиваемую поверхность, устройства вентиляции, окрасочного оборудования, метода окрашивания. В вентиляционных выбросах участков окраски могут содержаться окрасочный аэрозоль (до 1 мг/м³) и пары растворителей (до 10 г/м³).

Масса паров растворителей, выбрасываемых в атмосферу от окрасочного и сушильного оборудования [1], может быть определена по формуле

$$m = m_1 k_1 k_2 k_3 (1 - \eta_p), \quad (1.9)$$

где m_1 – расход лакокрасочных материалов, г/ч;

k_1 – доля растворителей в лакокрасочных материалах (при покрытии лаком в лакокрасочных машинах k_1 равен 0,6 и 0,8 соответственно для металлических и деревянных изделий);

k_2 – коэффициент, учитывающий количество выделяющегося растворителя из лакокрасочного материала за время окраски и сушки (для камер окраски распылением $k_2 = 0,3$, для сушильных установок $0,7$);

k_3 – коэффициент, учитывающий поступление паров растворителей в рабочую зону (обычно $2...3\%$);

η_p – эффективность улавливания паров растворителей в системе очистки вентиляционных выбросов (для гидрофильтров $0,3...0,35$).

Масса выбросов аэрозолей от окрасочного оборудования с вентиляционным воздухом в атмосферу рассчитывается по формуле

$$m = m_1 k_4 k_5 (1 - \eta_a), \quad (1.10)$$

где k_4 – доля лакокрасочных материалов, расходуемых на образование окрасочного аэрозоля (зависит от способа распыления краски);

k_5 – коэффициент, учитывающий поступление окрасочного аэрозоля в рабочую зону; $k_5 = k_3$;

η_p – эффективность улавливания окрасочного аэрозоля гидрофильтрами, обычно $0,92...0,98$.

Значения k_1 и k_4 для различных способов окраски металлических изделий приведено в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Значения коэффициентов k_1 и k_4 для различных способов окраски металлических изделий

| Способ окраски | k_1 | k_4 |
|------------------|-------|-------|
| Распыление: | | |
| пневматическое | 0,4 | 0,3 |
| безвоздушное | 0,22 | 0,25 |
| Электроосаждение | 0,1 | – |
| Окунание | 0,35 | – |
| Струйный облив | 0,25 | – |

2 СНОВНЫЕ СПОСОБЫ УМЕНЬШЕНИЯ ВРЕДНЫХ ГАЗОВОЗДУШНЫХ ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРЕДПРИЯТИЯМИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

2.1 Способы очистки газовоздушных выбросов литейных цехов

Предприятия, деятельность которых связана с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу, должны быть оснащены сооружениями, оборудованием и аппаратурой для очистки выбросов в атмосферу, средствами контроля за количеством и составом выбрасываемых загрязняющих веществ.

Аппараты очистки вентиляционных и технологических выбросов в атмосферу делятся на следующие типы: пылеуловители (сухие, мокрые, электрические, фильтры,); туманоуловители (низкоскоростные, высокоскоростные); аппараты для улавливания паров и газов (абсорбционные, хемосорбционные, адсорбционные и нейтрализаторы); аппараты многоступенчатой очистки (уловители пыли и газов, уловители туманов и твердых примесей, многоступенчатые пылеуловители).

Работа аппаратов очистки газовоздушных выбросов характеризуется следующими основными параметрами: эффективностью очистки, гидравлическим сопротивлением, потребляемой мощностью.

Эффективность очистки газов от примесей может быть определена, исходя из формулы

$$\eta = \frac{C_{\text{ВХ}} - C_{\text{ВЫХ}}}{C_{\text{ВХ}}}, \quad (2.1)$$

где $C_{\text{ВХ}}$, $C_{\text{ВЫХ}}$ – массовая концентрация примесей в газе до и после очистки, соответственно, мг/м³.

Иногда для пылей используется понятие фракционной эффективности очистки:

$$\eta_i = \frac{C_{\text{ВХ}_i} - C_{\text{ВЫХ}_i}}{C_{\text{ВХ}_i}}, \quad (2.2)$$

где $C_{\text{ВХ}_i}$, $C_{\text{ВЫХ}_i}$ – массовая концентрация i -й фракции пыли до и после пылеуловителя, соответственно, мг/м³.

Для оценки эффективности процесса очистки также используют *коэффициент проскока* веществ K через аппарат очистки:

$$K = \frac{C_{\text{ВЫХ}}}{C_{\text{ВХ}}}, \quad (2.3)$$

Как следует из формул 2.1 и 2.2, коэффициент проскока и эффективность очистки связаны соотношением

$$K = 1 - \eta \quad (2.4)$$

Гидравлическое сопротивление аппаратов очистки $\Delta\rho$ определяют как разность давлений газового потока на входе в аппарат $\rho_{\text{вх}}$ и выходе $\rho_{\text{вых}}$ из него. Значения $\Delta\rho$ находят экспериментально или рассчитывают по формуле

$$\Delta\rho = \rho_{\text{вх}} - \rho_{\text{вых}} = \frac{\zeta\rho W^2}{2}, \quad (2.5)$$

где ζ – коэффициент гидравлического сопротивления аппарата;

ρ и W – плотность и скорость газа в расчетном сечении аппарата, соответственно.

Если в процессе очистки гидравлическое сопротивление аппарата изменяется (обычно увеличивается), то необходимо регламентировать его начальное $\Delta\rho_{\text{нач}}$ и конечное значение $\Delta\rho_{\text{кон}}$. При достижении $\Delta\rho = \Delta\rho_{\text{кон}}$ процесс очистки нужно прекратить и провести регенерацию (очистку) аппарата. Последнее обстоятельство имеет принципиальное значение для фильтров. Для фильтров $\Delta\rho_{\text{кон}} = (2 \dots 5) \Delta\rho_{\text{нач}}$.

Мощность N побудителя движения газов определяется гидравлическим сопротивлением и объемным расходом Q очищаемого газа:

$$N = \frac{k\Delta\rho Q}{\eta_M \rho_V}, \quad (2.6)$$

где k – коэффициент запаса мощности, обычно $k = 1,1 \dots 1,15$;

η_M – КПД передачи мощности от электродвигателя к вентилятору; обычно $\eta_M = 0,92 \dots 0,95$;

η_V – КПД вентилятора; обычно $\eta_V = 0,65 \dots 0,8$.

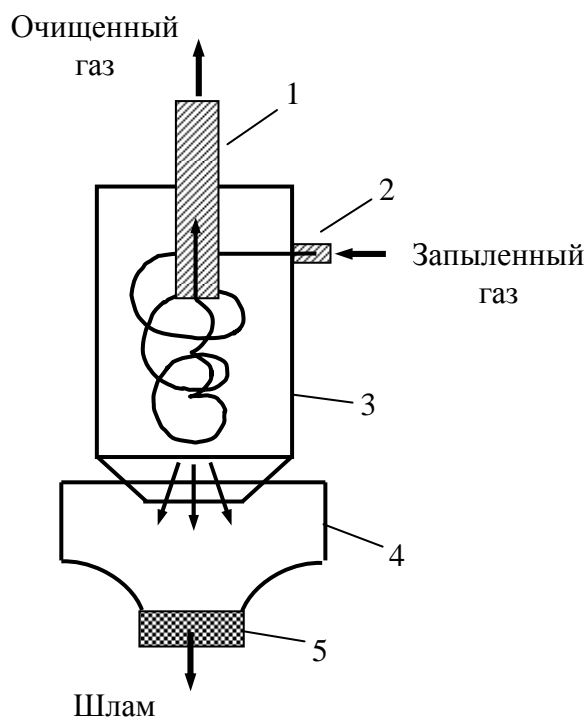
Классификация методов и аппаратов для очистки промышленных выбросов в атмосферу представлена в таблице Н.1 приложения Н.

Аппараты сухой инерционной очистки газов от примесей (циклоны)

В этой группе аппаратов отделение примесей от газового потока осуществляется механически при использовании **гравитационных, инерционных** и **центробежных** сил. Основное их достоинство – простота конструкции. Однако эффективность очистки невысока, поэтому их применяют для грубой очистки газов.

Принцип работы центробежного аппарата может быть рассмотрен на примере циклона (рис. 2.1). Запыленный воздух с большой скоростью вводится тангенциально в верхнюю часть циклона. Вращающийся поток опускается по кольцевому пространству в коническую

часть. Затем, продолжая вращаться, выходит через выхлопную трубу. Под действием гравитационных сил твердые частицы опускаются в бункер циклона. Отделение частиц пыли от газа, попавшего в бункер, происходит при повороте газового потока в бункере на 180°. Для нормальной работы циклона необходима герметичность бункера. Если бункер негерметичен, то из-за подсоса наружного воздуха происходит вынос пыли с потоком через выходную трубу.



*1 – выхлопная труба; 2 – входной патрубок; 3 – корпус;
4 – пылесадочный бункер; 5 – пылевой затвор*

Рисунок 2.1 – Схема циклона

Многие задачи по очистке газов от пыли решаются цилиндрическими (ЦН-11, ЦН-15, ЦН-24, ЦП-2) и коническими (СК-ЦН-34, СК-ЦН-34 М, СКД-ЦН-33) циклонами. Цилиндрические циклоны предназначены для улавливания сухой пыли аспирационных систем. Их рекомендуется использовать для предварительной очистки газов и устанавливать перед фильтрами или электрофильтрами.

Конические циклоны серии СК предназначены для очистки газа от сажи, они обладают повышенной эффективностью по сравнению с циклонами типа ЦН, что достигается за счет большего гидравлического сопротивления циклонов серии СК.

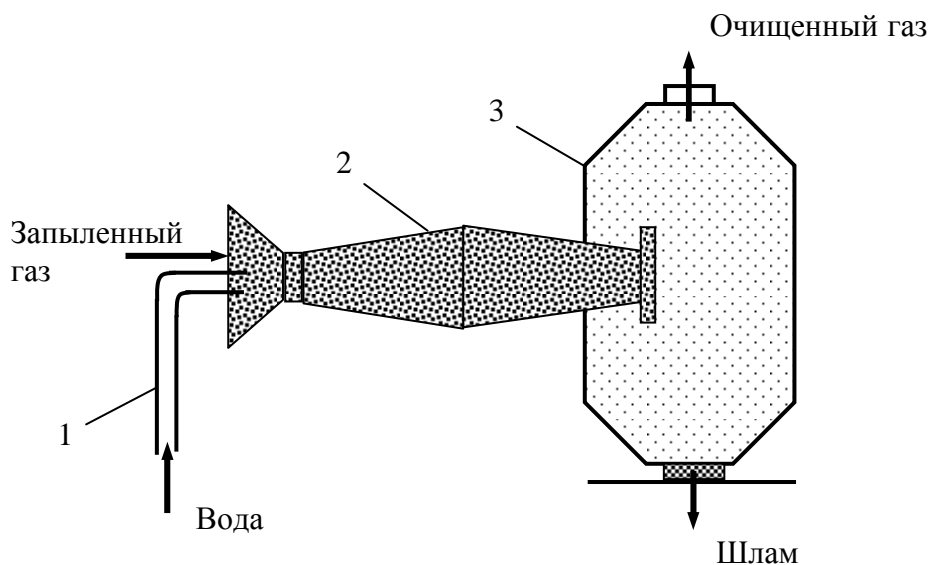
Для очистки больших масс газов применяют батарейные циклоны, состоящие из большого числа параллельно установленных циклонных элементов. Конструктивно они объединяются в один корпус

и имеют общий подвод и отвод газа. Опыт эксплуатации батарейных циклонов показал, что эффективность очистки у таких циклонов несколько ниже эффективности отдельных элементов из-за перетока газов между циклонными элементами.

Аппараты мокрой очистки газов от твердых и жидких примесей

Аппараты работают по принципу осаждения частиц примесей на поверхность капель или пленки жидкости. Процесс очистки тем эффективнее, чем лучше смачиваемость примеси жидкостью. Чаще всего в качестве орошающей жидкости используется вода. Эти аппараты имеют широкое распространение, т.к. характеризуются высокой эффективностью очистки от мелкодисперсной пыли, во-первых, а также возможностью очистки горячих, во-вторых, и взрывоопасных, в-третьих, газов. Однако они имеют ряд недостатков: 1) образование в процессе очистки шлама, что требует специальных систем для его переработки, 2) вынос влаги в атмосферу, 3) необходимость создания оборотных систем подачи воды.

Принцип работы скруббера Вентури. В конфузур трубы Вентури вводится запыленный газ, скорость газового потока увеличивается до 150 м/с по мере уменьшения поперечного сечения. Через центробежные форсунки подается жидкость для орошения. Жидкость в потоке газа распыляется на мельчайшие капельки и перемешивается с пылью, смачивая ее. В диффузоре сопла поток тормозится до 15-20 м/с и подается в каплеуловитель. Коагулированная пыль выделяется в виде шлама (рис. 2. 2).



1 – форсунки; 2 – сопло Вентури; 3 – каплеуловитель

Рисунок 2.2 – Схема скруббера Вентури

Аппараты для очистки газов от твердых и жидких примесей методом фильтрации

Процесс очистки газов от твердых или жидких частиц с помощью пористых сред называется ***фильтрацией***.

Фильтры бывают:

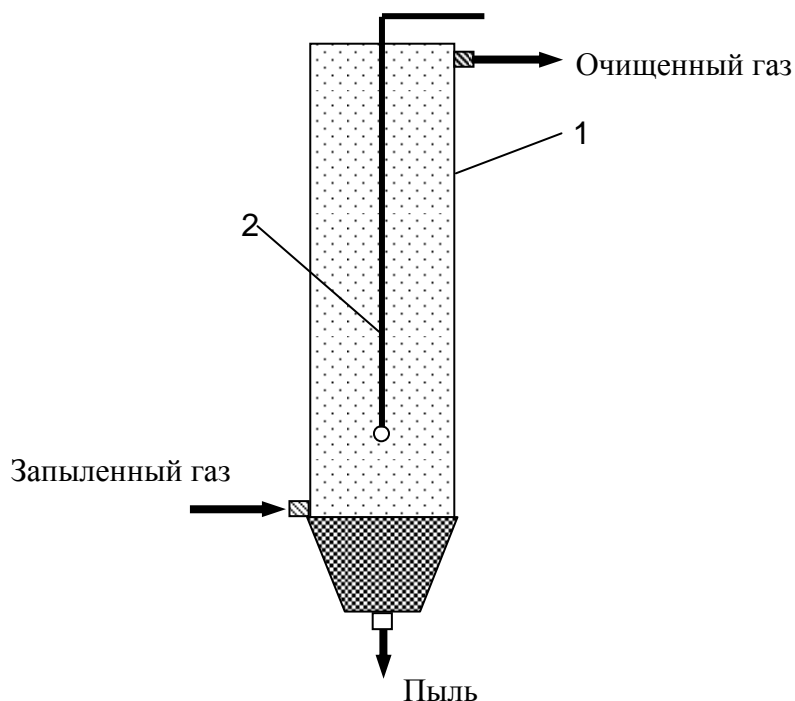
– *Зернистые*. Могут работать при 700...1100 К в условиях агрессивных сред, выдерживают механические нагрузки, перепады температур и давлений. Они бывают трех типов: 1) зернистые, в которых улавливающие элементы (галька, гравий, песок, гранулы) не связаны жестко друг с другом, 2) жесткие пористые, в которых зерна прочно связаны друг с другом в результате спекания или склеивания (пористая керамика, пластмассы), 3) полужесткие (вязаные и тканые).

– *Волокнистые*. Изготавливают из слоев волокнистых материалов различной толщины: 1) тонковолокнистые, представляют собой слои синтетических волокон диаметром 1...2 мкм, нанесенные на марлевую подложку или основу из более толстых волокон, применяются для тонкой очистки высокодисперсных аэрозолей, регенерация их практически невозможна; 2) грубоволокнистые, применяются для грубой очистки, их можно легко регенерировать или заменять.

– *Тканевые*. Фильтровальным материалом являются различные ткани: хлопчатобумажные, шерстяные, лавсановые и другие.

Аппараты электрической очистки газов от вредных и жидких примесей

Электрическая очистка – один из наиболее совершенных видов очистки газов, который основан на ударной ионизации газа в зоне коронирующего разряда, передаче заряда ионов частицам примесей и осаждении последних на осадительных и коронирующих электродах (рис. 2. 3).



1 – осадочный электрод; 2 – коронирующий электрод

Рисунок 2.3 – Схема аппарата электрической очистки газов от примесей

Аэрозольные частицы загрязнителей адсорбируют на своей поверхности ионы, получают заряд и движутся в сторону электрода с противоположным знаком заряда. По мере накопления на электродах осажденные частицы удаляются встряхиванием или с помощью промывки электродов.

Аппараты химической и термокаталитической очистки газов от газообразных примесей

Методы очистки промышленных выбросов от газообразных загрязнителей по характеру протекания физико-химических процессов делят на пять основных групп:

- 1) промывка выбросов растворителями примесей (***абсорбция***);
- 2) промывка выбросов растворами реагентов, связывающих примеси химически (***хемосорбция***);
- 3) поглощение газообразных примесей твердыми активными веществами (***адсорбция***);
- 4) термическая нейтрализация отходящих газов;
- 5) поглощение примесей с использованием катализатора.

Метод абсорбции заключается в разделении газовой смеси на составляющие путем поглощения одного или нескольких газовых компонентов (абсорбатов) смеси жидким поглотителем (абсорбентом). Решающим условием при выборе абсорбента является растворимость в нем извлекаемого компонента и зависимость растворимости от температуры и давления. Если растворимость газов при н.у. более 100 г на 1 кг растворителя, то такие газы относят к хорошо растворимым.

Контакт газового потока с жидким растворителем осуществляется либо распылением жидкости, либо барботажем газа через слой жидкости, либо пропусканием газа через насадочную колонку.

Метод хемосорбции основан на поглощении газов и паров твердыми или жидкими поглотителями с образованием малолетучих или мало-растворимых химических соединений. Хемосорбцию применяют в основном для очистки технологических газов от сероводорода, хлора, сернистого ангидрида. В качестве жидких поглотителей применяют растворы аммиака, карбоната натрия, карбоната калия, ортофосфата калия, моно- и диэтанолamina.

Преимущество этих двух методов заключается в экономичности очистки большого количества газов и возможности осуществления непрерывных технологических процессов.

Недостатком является громоздкое оборудование, образование большого количества отходов.

Метод адсорбции основан на свойствах некоторых твердых тел избирательно поглощать и концентрировать на своей поверхности отдельные компоненты из газовой смеси. В качестве адсорбентов применяют вещества, имеющие большую площадь поверхности на единицу массы. Например, активированные угли имеют удельную поверхность $10^5 \dots 10^6$ м²/кг. Их применяют для очистки газов от органических паров. Хорошими адсорбентами являются также оксиды (активированный глинозем, силикагель).

Конструктивно адсорберы выполняются в виде вертикальных, горизонтальных или кольцевых емкостей, заполненных неподвижным или движущимся слоем адсорбента, через который фильтруется поток очищаемого газа. Адсорбенты применяются для очистки: 1) выхлопных газов автомобилей, 2) удаления ядовитых компонентов, 3) радиоактивных паров при эксплуатации ядерных реакторов, в частности радиоактивного йода.

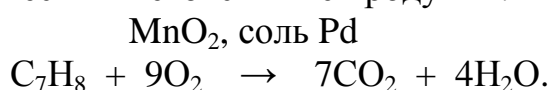
Недостатки метода: большое количество шламов, большие габариты установок.

Термическая нейтрализация основана на способности токсичных компонентов окисляться до менее токсичных. Данный метод имеет *преимущества* перед методами адсорбции и абсорбции, которые заключаются в отсутствии шламов, малых габаритах установок, простоте их обслуживания, высокой эффективности обезвреживания при низкой стоимости очистки. *Недостатком* является то, что область применения метода ограничивается характером образующихся при окислении продуктов реакции, он применим для выбросов, содержащих токсичные компоненты органического происхождения, но не содержащих галогены, серу, фосфор (оксиды этих элементов по токсичности превосходят исходный газовый выброс).

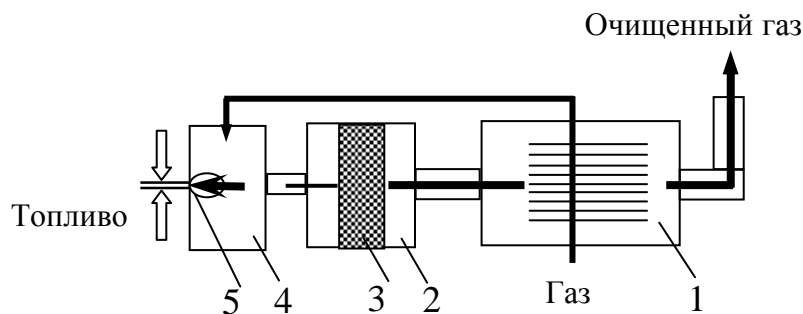
Каталитический метод используют для окисления токсичных компонентов промышленных выбросов с использованием дополнительных веществ – катализаторов. *Достоинством* метода являются: кратковременность протекания процесса (иногда доли секунды), малые габариты реактора, низкие температуры в сравнении с термической нейтрализацией, незначительные количества катализатора.

Катализаторами могут быть металлы (Pt, Pd) или их соединения (CuO, MnO₂). Методы подбора индикатора, как правило, эмпирические. Для проведения очистки необходимы незначительные количества катализатора, расположенного так, чтобы обеспечить максимальную поверхность контакта с газовым потоком.

Каталитический реактор, например, может быть предназначен для окисления толуола, содержащегося в газоздушных выбросах цехов окраски. Загрязненный воздух подогревается в теплообменнике, затем по переходным каналам поступает в подогреватель. Продукты сгорания природного газа, сжигаемого в горелке, смешиваются с воздухом, повышая его температуру до 250-350°C. Процесс химического превращения происходит на поверхности катализатора, помещенного в контактном устройстве (рис. 2.4). Катализатор, который используется в данном процессе, – пиролюзит (MnO₂) в виде гранул с добавками соли Pd. Толуол окисляется каталитически в нетоксичные продукты:



Смесь воздуха и продуктов реакции охлаждается в теплообменнике и выбрасывается в атмосферу. Эффективность очистки составляет 95...98%.



1 – теплообменник-рекуператор; 2 – контактное устройство;
3 – катализатор; 4 – подогреватель; 5 – горелка природного газа

Рисунок 2.4 – Схема аппарата термokatалитической очистки газов от примесей

Аппараты биохимической очистки

Биохимические методы основаны на способности микроорганизмов разрушать и преобразовывать различные соединения. Разложение веществ происходит под действием ферментов, вырабатываемых микроорганизмами под влиянием отдельных соединений или группы веществ, находящихся в очищаемых газах.

Биоскрубберами называют абсорбционные аппараты, в которых абсорбентом служит **водяная суспензия активного ила**. Вредные компоненты улавливаются абсорбентом и расщепляются микроорганизмами активного ила.

В **биофильтрах** очищаемый газ пропускают через слой фильтра – насадки, орошаемой водой. Насадкой служат почва, торф, компост, на котором предварительно выращивают биологически активную пленку.

2.2 Выбор аппаратного оформления процессов газоочистки

Основные требования при выборе аппаратного оформления для процессов газоочистки:

- максимальная эффективность при малых энергозатратах;
- простота конструкции и несложность ее обслуживания;
- компактность;
- возможность изготовления отдельных узлов из полимерных материалов;
- максимально возможное удержание вредных веществ и теплоты;
- возврат неочищенных газов, теплоты в технологический процесс.

Современные литейные цеха имеют общеобменную вентиляцию, а наиболее запыленные и загазованные участки оснащены индивидуальными установками, обеспечивающими местный отсос газов.

Очистка ваграночных газов. Наибольшее количество пыли и вредных веществ выделяется при ваграночной плавке металла. Это объясняется тем, что в вагранках сжигается кокс, являющийся источником пыли, окиси углерода, двуокиси серы и других газов.

Количество выделяемой из вагранок пыли зависит от многих факторов: размеров и конструкции печи, способов загрузки шихты, вида дутья (холодное или горячее), расхода воздуха, сорта применяемого кокса и чистоты шихтовых материалов. Ваграночные газы могут содержать от 4,5 до 22 кг (на 1 т выплавляемого чугуна) пыли, 5...15% (от общего объема газов) окиси углерода, 5...8 кг/т двуокиси серы.

Ваграночные газы целесообразно очищать в *две ступени*. **На первой ступени** вагранки оснащают *искрогасителями* и *установками для дожигания окиси углерода*. Это позволяет в 8...10 раз уменьшить выброс пыли и в 40...100 раз - окиси углерода. **На второй ступени** для вагранок с холодным дутьем используют циклоны различных конструкций, а при горячем дутье – пенные аппараты или скрубберы Вентури (табл. П.1 прилож. П).

Искрогасители и очистные устройства с водяными завесами обеспечивают степень очистки соответственно 55...60% и 70%. Эффективность очистки газов циклонами более высокая (80...85%), однако они улавливают только крупные частицы (свыше 10 мкм) пыли, которые характерны для вагранок с холодным дутьем. Поэтому более целесообразно применять комплексы последовательно установленных циклонов – мультициклоны.

Для вагранок с горячим дутьем, газы которых содержат более мелкие частицы пыли, циклоны и мультициклоны можно использовать для предварительной очистки газовых потоков. Это позволяет улучшить условия работы и удлинить срок службы дорогостоящих аппаратов, применяемых на второй ступени очистки.

Наиболее эффективными пылеуловителями являются скрубберы Вентури с фильтрами или электростатическими ловушками, которые совместно с дезинтегратором обеспечивают степень очистки ваграночных газов 95...99%. Хорошие результаты по улавливанию тонкой пыли высокой концентрации показывают пылеуловители со стекловолоконным наполнителем, устойчивым против влаги, кислот, щелочей и высоких температур (до 300°C).

Очистка газов, выходящих из дуговых электропечей. Отбор газов из этих печей осуществляется двумя способами: *косвенным* и *прямым*. *Косвенный способ* заключается в удалении уходящих газов при помощи отсасывающего зонта и применяется для печей малой вместимости (0,5...10 т). При *прямом способе* газы из рабочего пространства печи отбираются через отверстие в своде. Соединение конструктивных элементов отбора газов и обеспыливающей установки должно быть свободным, чтобы печь могла вращаться в любом направлении. Такой способ чаще используется для печей большой вместимости.

Удаление пыли из электропечных газов осуществляют с помощью матерчатых фильтров. Если в цехе имеется централизованная система шламоудаления, применяют аппараты мокрой очистки.

При использовании матерчатых фильтров следует контролировать температуру отходящих газов и в случае необходимости охлаждать их. Способов охлаждения три: смешивание с воздухом, засасываемым из окружающей среды (для печей малой вместимости при косвенном способе отбора газов); поверхностное – в холодильниках или газоходах (для крупных печей с прямым отбором газов); водяное (для любых печей).

Удаление абразивно-металлической пыли. При очистке отливок выделяется значительное количество абразивно-металлической пыли с частицами размером от 40 до 200 мкм.

Для удаления пыли из зоны обдирочно-шлифовальных станков применяют *кожух-пылеуловитель*. Принцип работы пылеуловителя следующий. Через центральное всасывающее окно воздух поступает в верхнюю и нижнюю части кожуха. В верхней части под действием разрежения, создаваемого аспирационной системой, он проходит в отсасывающие торцевые каналы, а оттуда через вытяжной патрубок - в систему. В нижней части кожуха отсасываемый воздух поступает в вертикальный канал. Именно этот поток воздуха захватывает образующуюся под действием вращающегося абразивного круга абразивно-металлическую пыль из зоны резания. В вертикальном канале крупные частицы пыли выпадают и оседают в выдвижной ящик. Мелкая пыль вместе с отсасываемым воздухом попадает через вытяжной патрубок в аспирационную систему.

При оценке технических решений относительно защиты атмосферы при проектировании литейных цехов и участков необходимо исходить из того, что снижению выбросов вредных веществ оказывает содействие:

- замена литья в разовые песчаные формы на специальные средства литья (в металлические формы, литье под давлением, по выплавляемым моделям и т.п.);
- автоматизация процессов, которые сопровождаются выделением пыли (изготовление формовочной смеси, распределение ее по бункерам, прием и отвод обрабатываемой смеси из-под выбивных решеток и др.), которая позволяет частично или полностью герметизировать данные участки;
- использование гидравлического и электрогидравлического очищения литья;
- внедрение для передвижения пылевидных материалов пневматического транспорта;
- использование в сушилах, печах, горнах природного газа вместо твердого и жидкого видов топлива;
- применение самотвердеющих смесей вместо песчано-глинистых для изготовления форм и стрижней;
- использование закрепителей с минимальным содержанием серы и других вредных компонентов;
- замена вагранок на индукционные печи и т.п.

3 ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

3.1 Характеристика сточных вод в литейном производстве

В литейных цехах производственную воду расходуют на охлаждение оборудования, гидрорегенерацию песка, очистку вентиляционного воздуха, ваграночных газов, грануляцию шлаков, для транспортирования отработанных смесей, гидравлической и электрогидравлической очистки отливок и т.п.

Воды, используемые для охлаждения оборудования, загрязняются остатками масел. Требования, предъявляемые в качестве воды, которая используется для охлаждения технологического оборудования, представлены в таблице 3. 1 [3].

Таблица 3.1 – Характеристика воды, используемой для охлаждения технологического оборудования

| Показатели | Количественная характеристика |
|---|-------------------------------|
| Температура охлаждающей воды, °С | 25...40 |
| Взвешенные вещества, мг/л | 20...30 |
| Масла и смолообразные продукты, мг/л | 10...20 |
| Запах, балл | До 3 |
| рН среды | 7,2...8,5 |
| Жесткость, мг-экв/л | 7 |
| Общее количество солей, мг/л | 1300...2000 |
| Хлориды, мг/л | 150...130 |
| Сульфиды, мг/л | 350...500 |
| Окисляемость перманганатом, г O ₂ /л | 10...15 |

Основными видами загрязнений сточных вод, образующихся в результате процессов гидрорегенерации песка, очистки вентиляционного воздуха, ваграночных газов, грануляцию шлаков, для транспортирования отработанных смесей, гидравлической и электрогидравлической очистки отливок являются песок, окалина, пыль, флюсы и т. п. Массовая концентрация взвесей в сточных водах может достигать 3000 мг/л.

Производственные сточные воды (ПСВ) подразделяются на **условно чистые** (ПСВ_ч) и **грязные** (ПСВ_г).

Условно чистые – это воды, которыми охлаждается технологическое оборудование. После охлаждения в заводских прудах или градирнях воды очищают от механических загрязнений и масел, а затем возвращают в производство с ограниченной добавкой свежей воды. Химический состав и свойства условно чистой воды зависят от организации технологического процесса.

Производственные сточные воды, *загрязненные химическими соединениями*, в разных литейных цехах и отдельных установках различаются по количеству и составу.

Для правильного выбора метода обезвреживания ПСВг условно классифицируют следующим образом:

По составу:

- содержащие только органические вещества;
- содержащие только неорганические вещества;
- содержащие как те, так и другие вещества.

По физическим свойствам веществ, находящихся в ПСВг:

- обладающие высоким давлением паров и температурой кипения $t_{\text{кип}} = 110 \dots 120^\circ\text{C}$;
- обладающие $t_{\text{кип}} = 120 \dots 250^\circ\text{C}$;
- обладающие $t_{\text{кип}} > 250^\circ\text{C}$.

По концентрации химических веществ: 1) от 1 до 500 мг/л, 2) 0,5...5 г/л, 3) 5...30 г/л, 4) более 30 г/л.

Окончательный выбор метода обезвреживания и конструктивное оформление процесса очистки производится с учетом:

- 1) санитарных и технических требований, предъявляемых к очищенным ПСВг;
- 2) количества ПСВг;
- 3) наличия в литейных цехах или на предприятии необходимых для процесса обезвреживания и очистки энергетических и материальных ресурсов;
- 4) наличия площадей под установку очистного оборудования;
- 5) экономичности процесса обезвреживания.

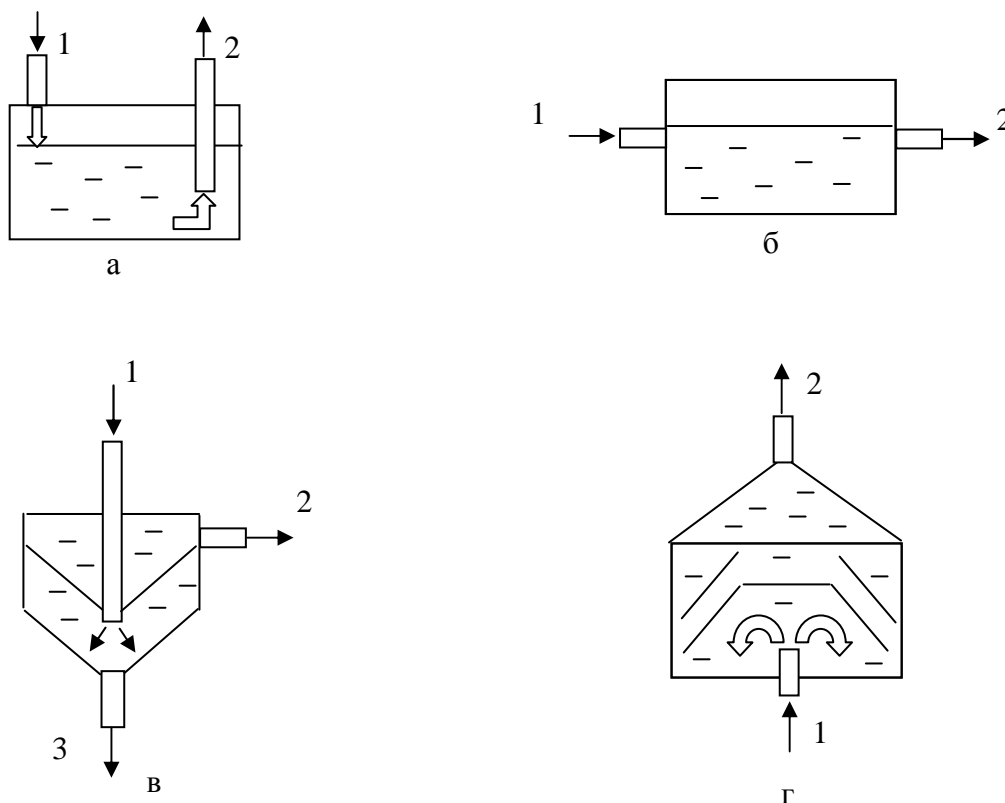
3.2 Выбор схемы и способов очистки сточных вод литейных цехов

Для очистки ПСВг применяются *механические, химические, физико-химические* (флотационные, экстракционные, электрохимические, сорбционные), *термические* и *комбинированные* методы.

Механическим методом воды очищают от грубодисперсных примесей и масел. Для этого используют различные аппараты: отстойники, решетки, песколовки, фильтры, гидроциклоны.

Радиальные и горизонтальные статические отстойники периодического действия служат для удаления механических примесей (рис. 3. 1). Они имеют невысокую производительность и низкую эффективность, особенно при очистке сточных вод, содержащих высокодисперсные примеси. Цикл работы простейшего отстойника включает: заполнение емкости жидкостью, ее отстаивание до полного оседания механических загрязнений в осадок, выдачу очищенной воды и удаление осадка. Показатели работы

таких отстойников значительно ухудшаются при переводе систем оборотного водоснабжения на полностью замкнутый (бессточный) или близкий к нему режим работы. Что связано с трудоемкостью удаления наиболее мелких фракций взвешенных веществ. Кроме того, отстойники традиционных конструкций не предназначены для коагуляции. Это не позволяет интенсифицировать процесс очистки.



а – статический; б – динамический прямоточный; в – многоярусный; г – тарельчатый; 1 – загрязненная вода; 2 – очищенная вода; 3 – илам
 Рисунок 3.1 – Схема основных типов отстойников

Для повышения эффективности очистки используют динамические многоярусные отстойники, общая площадь осаждения которых равна суммарной площади всех ярусов, или тарельчатые.

Совершенствование конструкций отстойников в настоящее время идет по пути организации непрерывного механического удаления осадка и всплывших масел. Такие отстойники оснащены трубчатыми, пластинчатыми и другими элементами.

Основным принципом работы открытых гидроциклонов для вторичной очистки вод является отстаивание воды в тонких слоях, заключенных между коническими поверхностями секций. Масло в гидроциклоне улавливается в незначительной степени.

В результате совершенствования открытых гидроциклонов разработан аппарат – флокулятор (служит для укрупнения механических примесей), в котором совмещены конструктивные элементы открытого гидроциклона и радиального отстойника. Эти аппараты предназначены для систем водоснабжения машин непрерывного литья заготовок.

Физико-химические методы. Если в сточных водах находятся полидисперсные взвешенные вещества, в состав которых входит более 80% частиц размером более 25 мкм, помимо *флокуляции* для них дополнительно проводят процесс *коагуляции*. В качестве коагулянтов и флокулянтов используют хлорное и сернокислое железо, сернокислый алюминий, известь, высокомолекулярные органические соединения (полиакриламид и др.).

Для *нейтрализации щелочных сточных вод* применяют добавки кислоты, обычно серной. *Нейтрализацию кислых сточных вод* можно осуществить практически любым основанием или щелочью, но наиболее дешевым является известковое молоко.

Сточные воды с небольшим количеством примесей очищают *методами сорбционными, ионитовыми, электродиализа* и др. В качестве сорбентов используют активированный уголь и двуокись марганца, но чаще различные ионообменные смолы. В каждом конкретном случае необходимо подбирать соответствующий сорбент, ионообменную смолу и условия проведения операции очистки жидкости и регенерации сорбента.

Особый интерес представляют процессы очистки сточных вод *в кипящем слое ионита*, которые проводятся без предварительной обработки очищаемых смесей и сводят к минимуму пассивацию сорбента осадками, содержащимися в стоке.

При повышенных требованиях к качеству очищаемой воды в систему включают *тонкую очистку методом фильтрования через зернистую загрузку, намывной слой, сетки или другие незернистые материалы*. Процесс фильтрования заключается в адгезии примесей поверхностью фильтрующего материала. В качестве последних используют крупнозернистый антрацит, мелкий кварцевый песок, гранулы вспененного полистирола и т.п.

Разрабатываются и другие физико-химические методы очистки сточных вод, содержащих твердые механические примеси, масла и другие вещества. К ним относятся методы *электрокоагуляции и электрофлотации, флотационно-напорные, колонной флотации, ультразвуковые, магнитных полей* и др.

Одним из наиболее перспективных направлений рационального решения проблемы очистки сточных вод является ***организация системы оборотного водоснабжения предприятий***. В каждом конкретном случае в эту систему включается ряд очистных сооружений и установок, позволяющих организовать замкнутый цикл использования производственных вод.

Принципиальная схема замкнутой системы оборотного водоснабжения представлена на рисунке 3.2.

Вода из систем охлаждения через усреднитель 1 поступает в нейтрализатор 2, где в зависимости от рН среды нейтрализуется кислотой (мерник 3) или щелочным раствором (мерник 4). Вода с рН = 6,5...8,5 поступает в смеситель 5, в нем она смешивается с раствором коагулянтов, соды и хлорной воды, которые подаются соответственно из мерников 6, 7 и 8.

Для отделения осадка гидрата окиси солей металлов и взвешенных частиц вода проходит осветлитель 9, кварцевый фильтр 10 и собирается в приемнике очищенной воды 11. Очищенная вода насосом 12 подается в градирню 13, охлаждается воздухом и далее насосом 14 направляется на сорбционную очистку. Адсорбционные колонны 15, 16 заполнены катионитами, а колонна 17 – анионитами. После дополнительной очистки от катионов вода собирается в емкости 18, куда при необходимости подается свежая вода. Насосом 19 вода возвращается в производство.

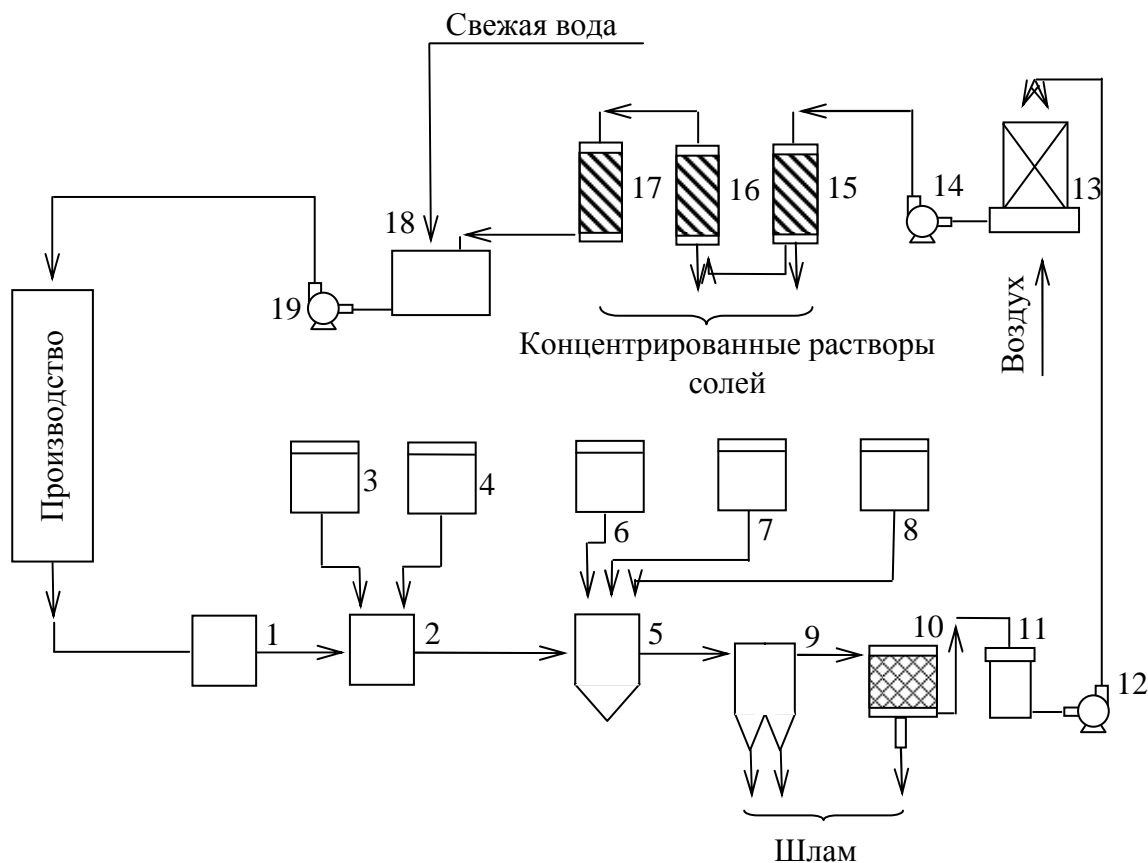


Рисунок 3.2 – Принципиальная схема замкнутой системы оборотного водоснабжения

В настоящее время применяют в основном **двухступенчатую схему очистки сточных вод**: вначале в заглубленных отстойниках в виде ям гидроциклонного типа, а затем - в горизонтальных. При повышенных требованиях к качеству очищенной воды используют трех- и четырехступенчатые схемы. В данном случае вторая ступень – это отстойники со встроенной камерой флокуляции, а третья и четвертая – фильтры различных конструкций или один из физико-химических методов.

Осадки из отстойников рекомендуется удалять гидротранспортом в шламонакопители, расположенные вблизи территории завода. Отходы производства вывозят автомобильным или железнодорожным транспортом в места, определенные органами санитарного надзора. Обязательно должна

быть рассмотрена возможность использования отходов для собственных нужд производства или для отраслей народного хозяйства. Например, в цехах точного литья при обезвоживании осадка сточных вод после выщелачивания остатков керамики применяют вакуум-фильтровальные установки. За 1 ч работы с вакуум-филтра снимается до 10 кг осадка следующего химического состава, %: влага – 85,14; Fe – 1,53; Ni – 0,26; Cr – 0,35; Ca – 14,4; Mg – 0,72; SiO₂ – 7,6. После сушки в камере состав осадка меняется, %: влаги – 3,78; Fe – 21,85; Ni – 5,5; Cr – 6,65; Ca – 27,22; Mg – 17; SiO₂ – 18. За один год на одном заводе может накопиться до 6 т таких отходов. На основании проведенных экспериментов сделаны выводы, что осадки с таким химическим составом можно применять в качестве раскислительной лигатуры в металлургическом производстве.

Наиболее радикальным и прогрессивным решением проблемы предотвращения загрязнения водохранилищ сточными водами является использование безотходных (малоотходных) технологических процессов. Перспективным является внедрение бессточных технологических систем и водозаборных циклов на базе существующих и тех, которые подлежат усовершенствованию, средств очистки и доочистки промышленных и хозяйственно-бытовых стоков.

4 ТВЕРДЫЕ ОТХОДЫ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА И МЕТОДЫ ИХ УТИЛИЗАЦИИ

Твердые отходы литейного производства занимают особое место в схеме утилизации отходов машиностроительных заводов. Литейное производство характеризуется одновременным перемещением многих тонн металла, песка, глины и других компонентов, которые входят в песчано-глинистые и другие смеси в качестве основных или вспомогательных материалов. Абсолютное большинство вспомогательных материалов может быть использовано многократно, хотя и подпадает под категорию отходов одного литейного цикла. Поэтому необходимо рассматривать утилизацию твердых литейных отходов в зависимости от их вида и состояния, используя при этом методы переплава и регенерации. Например, литники, литейный брак, застывшие расплески расплавленного металла после соответствующей очистки и дробления являются полноценным материалом, который используется в определенном соотношении (не больше 40%) в составе шихты для повторного использования.

Все формовочные и стержневые смеси можно подвергать регенерации, которая обеспечивает, наряду с другими мероприятиями, экономическую конкурентоспособность литейного производства и оказывает содействие снижению загрязнения окружающей среды за счет более совершенной технологии.

К числу других твердых отходов литейного производства относятся продукты сгорания технологического топлива и печного переплава, т.е. пепел и шлаки. Переработка этих отходов непосредственно на машиностроительном заводе экономически не оправдана, поэтому их собирают в специальную тару и отправляют централизованно на предприятия, где производятся строительные материалы: цемент, кирпич, минеральная вата, теплоизолирующие плиты и др. [1].

Вредные вещества в отходах литейного производства

Широкое использование в литейном производстве различных химических веществ создает опасность загрязнения окружающей среды токсичными веществами. Твердые отходы литейного производства содержат до 90% отработанных формовочных и стержневых смесей, включая брак форм и стержней. Гидравлическая и электрогидравлическая очистка отливок, гидрорегенерация отработанных смесей и шламов мокрых пылеуловителей обуславливают попадание вредных веществ в сточные воды литейных цехов [1]. Токсичные вещества, которые могут попасть в отвалы и сточные воды, в основном зависят от класса связующего вещества в отработанных смесях (табл.У.1 прилож. У).

Большинство токсических веществ в отработанных смесях содержится в небольшом количестве и поэтому не представляют большой опасности для окружающей среды.

Наиболее стабильными в отработанных смесях являются фенол, карбоновые кислоты, формальдегид и соединения шестивалентного хрома. Количество фенолов, попадающих в отвалы, превышает содержание других токсических веществ. Фенолы хорошо растворимы в воде, а это создает опасность попадания их в водоемы при вымывании поверхностными или грунтовыми водами.

Кроме отработанных формовочных и стержневых смесей к отходам литейного производства относят просыпи и шламы из отстойников пылеочистой аппаратуры и установок регенерации песков (80...85%); литейные шлаки (10...15%); абразивную и галтовочную пыль, огнеупорные материалы, керамику (2...3%); древесные и бумажные отходы (1...2%).

Твердые отходы литейного производства относятся к веществам 4 класса опасности. По своему составу отходы подразделяются на три категории опасности:

– первая категория – практически инертные: смеси, содержащие в качестве связующего элемента глину, бентонит, цемент; отсутствуют добавки и катализаторы, содержащие соединения хрома. Количество микроэлементов в них находится на уровне содержания в почвах.

Эта категория отходов безвредна для окружающей среды и может быть использована для проведения планировочных работ, устройства насыпей.

– вторая категория – отходы, содержащие биохимически окисляемые вещества: смеси после заливки, связующим в которых являются синтетические и природные композиции; отработанные формовочные и стержневые смеси на основе карбамидных, фенольных, фурановых, древесных,

каменноугольных смол, лигносульфонатов, растительных масел и смеси, отверждаемые органическими катализаторами, фосфорной кислотой или хлорным железом. Присутствующие в отходах органические вещества имеют пониженную растворимость в воде и способны разлагаться под действием внешних факторов (кислорода, озона, солнечного света), а также микроорганизмов, содержащихся в почве.

Основным требованием при захоронении отходов второй категории опасности является отсутствие контакта с грунтовыми и поверхностными водами, имеющими выход в открытые водоемы. Атмосферные осадки не играют роли переносчика вредных органических веществ из отходов в почву ввиду низкой растворимости и быстрого биологического разложения.

– третья категория – отходы, содержащие слаботоксичные, малорастворимые в воде вещества: жидкостекольные смеси, неотожженные песчано-смоляные смеси, смеси, отверждаемые соединениями цветных и тяжелых металлов: отходы, содержащие соединения меди, хрома, цинка и свинца, которые могут переноситься даже атмосферными осадками в почву и накапливаются в растениях, отрицательно влияя на экологию окружающей среды.

Захоронение таких отходов целесообразно проводить либо на грунт с низким коэффициентом фильтрации (менее 10^{-6} см/сут.), либо на предварительно складированные отходы первой и второй категорий. Соединения различных отработанных и бракованных смесей в единую смесь улучшает агрохимические свойства отходов. Согласно ГОСТ 17.5.1.03-86 отходы литейного производства можно отнести к малопригодным для биологической рекультивации субстратам. Отходы второй и третьей категорий опасности относятся к промышленным отходам (табл.Ф.1, прилож. Ф).

При отдельном складировании полигоны следует располагать в обособленных, свободных от застройки местах, которые допускают осуществление мероприятий, исключающих возможность загрязнения населенных пунктов, зон массового отдыха и источников водопользования, а также объектов рыбохозяйственного назначения. Полигоны следует размещать на участках со слабофильтрующими грунтами (глина, суглинок, сланцы) с коэффициентом фильтрации не более 10^{-6} см/сут.

Приложение А

Таблица А.1 – ПДК некоторых загрязняющих веществ в атмосферном воздухе для населенных мест

| Вещество | ПДК, мг/м ³ | | | Класс опасности | Агрегатное состояние |
|---|------------------------|----------------------------|----------------|-----------------|----------------------|
| | в воздухе рабочей зоны | в воздухе населенных мест | | | |
| | | максимальная разовая | среднесуточная | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Азота окислы (в пересчете на NO ₂) | 2 | 0,04 | 0,085 | 2 | п |
| Акролеин | 0,2 | 0,03 | 0,03 | 2 | п |
| Алюминия окись в виде аэрозолей дезинтеграции (глинозем, электрокорунд, монокорунд) | 6 | – | – | 4 | а |
| Алюминия окись, в том числе с примесью двуокиси кремния в виде аэрозоля конденсации | 2 | – | – | 4 | а |
| Алюминия окись (электрокорунд) в смеси со сплавом никеля до 15% | 4 | – | – | 4 | а |
| Аммиак | 20 | 0,04 | 0,2 | 4 | п |
| Ангидрид сернистый (SO ₂) | 10 | 0,05 | 0,5 | 3 | п |
| Ацетон | 200 | 0,35 | 0,35 | 4 | п |
| Бензол ⁺ | 5 | 0,1 | 1,5 | 2 | п |
| 3,4 – Бензпирен | 0,00015 | 0,1 мкг/100 м ³ | – | 1 | а |
| Керосин (в пересчете на С) | 300 | – | – | 4 | п |
| Кремния двуокись кристаллическая (SiO ₂) | 1 | 0,05 | 0,15 | 3 | а |

Продолжение таблицы А.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------------------------------|------|-------|-------|---|---|
| Кремния карбид (карборунд) | 6 | – | – | 4 | а |
| Марганец (в пересчете на MnO) | 0,3 | 0,001 | 0,01 | 2 | а |
| Никеля окись (в пересчете на Ni) | 0,5 | 0,001 | – | 2 | а |
| Сажа | 4 | 0,05 | 0,15 | 3 | а |
| Сероводород ⁺ | 10 | 0,008 | 0,008 | 2 | п |
| Серовуглерод | 1 | 0,005 | 0,03 | 2 | п |
| Спирт амиловый | 10 | 0,01 | 0,01 | 3 | п |
| Спирт метиловый | 5 | 0,5 | 1,0 | 3 | п |
| Спирт пропиловый | 10 | 0,3 | 0,3 | 3 | п |
| Спирт этиловый | 1000 | 5,0 | 5,0 | 4 | п |
| Титан и его двуокись | 10 | – | – | 4 | а |
| Толуол | 50 | 0,6 | 0,6 | 3 | п |
| Углерода окись (CO) | 20 | 3,0 | 5,0 | 4 | п |
| Углерода пыль (кокс) | 6 | – | – | 4 | а |
| Формальдегид | 0,5 | 0,003 | 0,035 | 2 | п |
| Хлор | 1 | 0,03 | 0,1 | 2 | п |
| Хрома окись | 1 | – | – | 2 | а |
| Цинка окись | 0,5 | 0,05 | – | 2 | а |
| Чугун | 6 | – | – | 4 | а |

Примечание. + – вещество опасно при поступлении через кожу. Агрегатное состояние: п – пары или газы, а – аэрозоли.

Приложение Б

Таблица Б.1 – Общая характеристика выбросов от вагранок

| Производительность вагранки, т/год | Показатели | | | | | | |
|------------------------------------|----------------------------|---|---|--|------|-----------------|-----------------|
| | Диаметр шахты вагранки, мм | Объем отходящих газов, тыс. м ³ /год | Температура газов (после искрогасителя), °С | Среднее количество вредных веществ, кг/год | | | |
| | | | | Пыль | СО | SO ₂ | NO _x |
| 2 | 600 | 2,3 | 160 | 23 | 130 | 3 | 0,10 |
| 3 | 700 | 3,2 | 160 | 30 | 190 | 5 | 0,15 |
| 4 | 800 | 4,1 | 170 | 40 | 300 | 6 | 0,25 |
| 5 | 900 | 5,4 | 180 | 55 | 370 | 8 | 0,30 |
| 7 | 1100 | 7,8 | 200 | 80 | 500 | 11 | 0,45 |
| 10 | 1300 | 11,0 | 250 | 100 | 700 | 13 | 0,80 |
| 15 | 1500 | 14,5 | 250 | 140 | 920 | 17 | 1,20 |
| 20 | 1800 | 20,5 | 300 | 200 | 1100 | 30 | 1,80 |
| 25 | 2100 | 27,0 | 300 | 200 | 1500 | 32 | 2,20 |

Таблица Б.2 – Дисперсный состав ваграночной пыли, %

| Дутье | Диаметр частиц, мкм | | | | | |
|----------|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 5 | 5...10 | 10...20 | 20...40 | 40...60 | 60 |
| Холодное | 5...14 | 2...12 | 5...6 | 6...12 | 12...26 | 70...30 |
| Горячее | 15...17 | 13...20 | 4...16 | 5...13 | 10...16 | 53...18 |

Таблица Б.3 – Химический состав ваграночной пыли, %

| Компоненты пыли | Среднее значение | Предельные значения | Компоненты пыли | Среднее значение | Предельные значения |
|--|------------------|---------------------|-------------------------------|------------------|---------------------|
| SiO ₂ | 30 | 10...45 | С | 30 | 10...64 |
| CaO | 4 | 2...18 | PbO | – | до 8 |
| Al ₂ O ₃ | 3 | 0,5...25 | P ₂ O ₅ | 0,4 | – |
| MgO | 2 | 0,5...5 | Na ₂ O | 1,5 | – |
| Fe(Fe ₂ O ₃ , FeO) | 14 | 5...26 | K ₂ O | 1,0 | – |
| MnO | 2 | 0,5...9 | | | |

Приложение В

Таблица В.1 – Удельные выделения загрязняющих веществ при плавке чугуна в открытых чугунолитейных вагранках и электродуговых печах

| Тип плавильного аппарата | Удельное содержание загрязняющего вещества, кг/т | | | | |
|--|--|----------------|--------------|--------------|--------------|
| | Пыль | Оксид углерода | Углеродороды | Оксиды азота | Диоксид серы |
| Открытая вагранка | 19 | 200 | 2,4 | 0,014 | 1,5 |
| Электродуговая печь, производительностью 7 т/ч | 8,1 | 1,5 | – | 0,29 | – |

Таблица В.2 – Количество выбрасываемых газов и пыли из дуговых печей различной вместимости

| Вместимость печи, т | Количество газов, выбрасываемых из печи, м ³ /ч | | Средняя запыленность газов, г/м ³ | Удельный выброс пыли, кг/т |
|---------------------|--|--------------------|--|----------------------------|
| | без подсоса воздуха | с подсосом воздуха | | |
| 5 | 700 | 2000 | 27 | 9,4 |
| 10 | 1100 | 4000 | 22 | 8,8 |
| 20 | 2200 | 8000 | 18 | 8,1 |
| 40 | 3900 | 16000 | 15 | 7,0 |
| 100 | 7800 | 40000 | 14 | 6,6 |

Таблица В.3 – Пыле-газообразование и уровень шума агрегатов для плавки чугуна

| Показатели | Водоохлаждаемые вагранки закрытого типа | Индукционные тигельные печи при частоте | | Дуговые печи |
|---|---|---|----------------------------|--------------------------|
| | | повышенной | промышленной | |
| Содержание пыли в отходящих газах, кг/т | 10...18 | 0,3 | 0,3 | 5...10 |
| Газообразование, м ³ /т | 1000 | 4 | 5 | 120 |
| Уровень шума, дБ | 80 (постоянно) | 30 (при загрузке шихты) | 50 (при загрузке шихты) | 90 (при расплавлении) |

Таблица В. 4 – Удельные выделения загрязняющих веществ при плавке цветных металлов и сплавов

| Тип плавильного аппарата | Удельное содержание загрязняющего вещества, кг/т | | | | |
|--|--|--------------|--------------|----------------|-----------------|
| | Пыль | Оксиды азота | Диоксид серы | Оксид углерода | Прочие вещества |
| Индукционные печи | 1,2 | 0,7 | 0,4 | 0,9 | 0,2 |
| Электродуговые печи | 1,8 | 1,2 | 0,8 | 1,1 | 0,3 |
| Печи сопротивления | 1,5 | 0,5 | 0,7 | 0,5 | 0,3 |
| Газомазутные плавильные печи (плавка алюминия) | 2,8 | 0,6 | 0,6 | 1,4 | 0,18 |

Приложение Г

Таблица Г.1 – Количество окиси углерода, которая выделяется при заливке металла в формы

| Масса отливки, т | СО, кг/т |
|------------------|----------|
| 0,1 | 1,05 |
| 0,2...0,3 | 0,90 |
| 0,5...1 | 0,75 |
| 1...2 | 0,70 |
| 5 | 0,55 |
| 10 | 0,5 |
| 20 | 0,4 |

Приложение Д

Таблица Д.1 – Интенсивность выделения вредностей при изготовлении стержней

| Связующие вещества | Интенсивность выделения вредных веществ | |
|-----------------------------------|---|--|
| | При заполнении ящиков смесью, мг/(кг·ч) | При отверждении смеси, мг/(дм ² ·ч) |
| Фенолформальдегидные (ОФ-1) | 9,2 | 1,46 |
| Карбаминоформальдегидные (УКС) | 215 | 37,8 |
| Карбаминофурановые (БС-40) | 41 | 5,7 |
| На основе синтетических смол УГТС | 61 | 10,3 |

Приложение Е

Таблица Е.1 – Выделение загрязняющих веществ при сушке форм и стержней

| Тип оборудования | Выделение веществ, кг/т | | | | | | |
|-----------------------------------|-------------------------|-------|-----------------|-------|--------------|-----------------|----------|
| | СО | NO | SO ₂ | HF | Формальдегид | CH ₄ | Акролеин |
| Горизонтальные конвейерные сушила | 0,511 | 0,253 | 0,140 | – | 0,080 | 0,031 | 0,086 |
| Конвейерные сушила | 0,4 | 0,013 | - | 0,017 | – | – | – |
| Вертикальные сушила | 0,119 | 0,032 | 0,097 | 0,016 | – | – | – |
| Камерные сушила | 0,055-0,070 | 0,012 | 0,102 | – | – | 0,033 | – |

Приложение Ж

Таблица Ж.1 – Выделение загрязняющих веществ при выбивке форм и стержней

| Оборудование | Выделение веществ, кг/т | | | | |
|--|-------------------------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Пыль | СО | SO ₂ | NO _x | NH ₃ |
| Подвесные вибраторы при высоте опоки над решеткой не менее 1 м | 9,97 | 1,2 | 0,04 | 0,2 | 0,4 |
| Решетки выбивные эксцентриковые производительностью до 2,5 т/год | 4,8 | 1,0 | 0,03 | 0,2 | 0,3 |
| Решетки выбивные инерционные грузоподъемностью, т/год до: | | | | | |
| – 10 | 7,9 | 1,1 | 0,03 | 0,2 | 0,4 |
| – 20 | 10,2 | 1,2 | 0,04 | 0,3 | 0,6 |
| – 30 | 22,3 | 1,2 | 0,04 | 0,3 | 0,6 |

Приложение К

Таблица К.1 – Удельное газовыделение при изготовлении форм и стержней из ХТС [4]

| Связующие | Удельное газовыделение | | | | | | | | | |
|----------------------------|---|---------|-------|----------|-------------|--|---------|-------|----------|-------------|
| | при заполнении ящиков смесью, мг/(кг·ч) | | | | | при отверждении смеси, мг/(дм ² ·ч) | | | | |
| | Формаль-дегид | Метанол | Фенол | Фурфурол | Приведенное | Формаль-дегид | Метанол | Фенол | Фурфурол | Приведенное |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Карбамидоформальдегидные: | | | | | | | | | | |
| М-3 | 0,66 | 124,2 | – | – | 13,1 | 0,09 | 20,07 | – | – | 2,2 |
| ВК-1 | 1,20 | 104,7 | – | – | 10,6 | 0,15 | 16,1 | – | – | 1,8 |
| Карбамидофурановые: | | | | | | | | | | |
| КФ-90 | 2,90 | 280,8 | – | 0,72 | 31,0 | 0,30 | 43,6 | – | 0,09 | 4,7 |
| БС-40 | 3,00 | 186,0 | – | 0,45 | 21,7 | 0,30 | 21,8 | – | 0,04 | 2,5 |
| КФ-Ж (с фуриловым спиртом) | 0,20 | 108,0 | – | 0,50 | 11,1 | 0,03 | 16,6 | – | 0,03 | 1,7 |

Продолжение таблицы К.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|--|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| Фенолформальдегидные: | | | | | | | | | | |
| РСФ-3010 | 4,90 | 11,7 | 1,30 | – | 9,2 | 0,08 | 2,0 | 0,20 | – | 1,5 |
| СФ-3042 | 2,00 | 41,4 | 2,10 | – | 11,1 | 0,30 | 6,2 | 0,30 | – | 1,5 |
| Фенолфурановые типа ФФ-65 | 1,10 | 25,2 | 0,50 | – | 4,5 | 0,10 | 2,9 | 0,01 | – | 0,6 |
| Полифурановые ПФС | 0,80 | 0,8 | – | 4,00 | 11,0 | 0,09 | 0,1 | – | 0,50 | 1,3 |
| Карбамидофено- лоформальдегид- ные КФФ-Л | 12,0 | 148,8 | 0,96 | – | 28,5 | 2,23 | 25,2 | 0,11 | – | 5,0 |

Примечания:

1 В качестве катализатора для всех карбамидоформальдегидных смол и КФФ-Л использовалась ортофосфорная кислота; для всех фенолформальдегидных – бензолсульфокислота.

2 Содержание связующего в смеси 3 мас. ч. на 100 мас. ч. песка, во всех остальных смесях – не более 2 мас. ч.

Приложение Л

Таблица Л.1– Удельное газовыделение, мг/(кг·ч), при заливке и охлаждении форм и стержней из ХТС [4]

| Связующие | Оксид углерода | Метанол | Фенол | Бензол | Формальдегид | Фурфурол | Аммиак | Цианиды | Приведенное (в пересчете на СО) |
|--|----------------|---------|-------|--------|--------------|----------|--------|---------|---------------------------------|
| Карбамидоформальдегидные: | | | | | | | | | |
| М-3 | 45,6 | 72,3 | – | – | 46,3 | – | 383,0 | 107,9 | 9800 |
| ВК-1 | 61,6 | 41,7 | – | – | 39,4 | – | 205,8 | 75,5 | 7000 |
| Карбамидофурановые: | | | | | | | | | |
| КФ-90 | 587,1 | 12,1 | – | – | – | 0,2 | 190,1 | 56,2 | 4600 |
| БС-40 | 146,1 | 20,9 | – | – | 0,1 | 0,1 | 815,3 | 84,5 | 6700 |
| Фенолформальдегидные: | | | | | | | | | |
| РСФ-3010 | 551,2 | 5,5 | 389,7 | 418,3 | – | – | – | – | 28200 |
| СФ-3042 | 498,6 | 15,8 | 222,5 | 419,4 | – | – | – | – | 17100 |
| Фенолформальдегидофурановые «Фуритол-68» | 1754,9 | 22,1 | 38,4 | 278,1 | 1,5 | 1,1 | – | – | 5700 |
| Фурановые ПФС | 173,9 | 5,4 | – | 538,6 | – | 0,9 | – | – | 2400 |
| Карбамидофенолоформальдегидные КФФ-Л | 461,8 | 192,4 | 66,0 | 15,8 | – | – | 629,2 | 698,0 | |

Примечания:

1 В качестве катализатора для всех карбамидоформальдегидных смол и КФФ-Л использовалась ортофосфорная кислота; для всех фенолформальдегидных – бензолсульфоуксусная кислота.

2 Содержание связующего в семи 3 мас. ч. на 100 мас. ч. песка, во всех остальных смесях – не более 2 мас. ч.

Приложение М

Таблица М.1 – Количество и дисперсный состав пыли, удаляемой от основных видов технологического оборудования литейных цехов [3]

| Наименование оборудования | Количество пыли, мг/м ³ | Дисперсный состав пыли (в % по массе) при размерах частиц, мкм | | | | | | Объем отсасываемого воздуха, м ³ /ч |
|---|------------------------------------|--|--------|---------|---------|---------|----------|--|
| | | до 5 | 5...10 | 10...20 | 20...40 | 40...60 | более 60 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Склады шихты и формовочных материалов | | | | | | | | |
| Дробилки щековые производительностью 30 т/ч | 1600 | 2,60 | 10,00 | 18,2 | 30,40 | 18,30 | 20,50 | 500...2000 |
| Мельницы шаровые производительностью 75 кг/ч | 9000 | 45,00 | 27,30 | 19,20 | 5,00 | 2,50 | 1,00 | 900 |
| Сушилка для песка и глины, м: | | | | | | | | |
| d _c = 0,8, l _c = 4 | – | – | – | – | – | – | – | 1450 |
| d _c = 1,2, l _c = 6 | – | – | – | – | – | – | – | 3250 |
| d _c = 1,4, l _c = 7 | 300...500 | – | – | – | – | – | 100,00 | 4400 |
| d _c = 1,6, l _c = 8 | – | – | – | – | – | – | – | 5700 |
| d _c = 4, l _c = 10 | – | – | – | – | – | – | – | 8000 |
| Смесеприготовительное отделение | | | | | | | | |
| Бегуны смешивающиеся с вертикально вращающимися катками | 1000 | 1,00 | 9,00 | 20,00 | 21,00 | 18,90 | 30,10 | 3000 |
| То же, с горизонтально вращающимися катками | 1000 | 1,00 | 9,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 30,00 | 15000, 18000 |

Продолжение таблицы М.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------------|
| Сита плоские вибрационные (инерционные) С12-19 и плоские механические (качающиеся) СМ-50 | 2000 | 11,50 | 2,00 | 43,10 | 29,21 | 4,01 | 39,58 | 600...3000 |
| Сита барабанные (полигональные) при просеивании материалов: холодных с температурой более 50°С | 2000 | – | 2,00 | 9,5 | 17,40 | 20,70 | 50,40 | 1200...1500 |
| | 3000 | 0,50 | 12,00 | 30,50 | 24,50 | 15,00 | 18,00 | 1500...2000 |
| Конвейеры ленточные | 1000 | – | – | – | – | – | – | более 300 на 1 м |
| Элеваторы ковшовые для сыпучих материалов: отсос от башмака при перемещении холодного материала отсос от головки при перемещении материала с температурой более 50°С | 1000 | – | 0,80 | 4,00 | 18,00 | 21,40 | 55,80 | по расчету |
| | 2000 | – | 2,20 | 10,80 | 14,90 | 32,40 | 39,70 | то же |
| Узлы пересыпания сухих сыпучих материалов | 1000 | 3,40 | 4,00 | 17,40 | 21,80 | 8,40 | 45,00 | то же |

Продолжение таблицы М.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|-------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------|
| Бункеры для оборотной формовочной смеси, сухого песка и сухой глины, загружаемые: через течи с ленточных конвейеров | 2000 | – | 1,20 | 2,20 | 5,60 | 17,00 | 74,20 | то же |
| | 2000 | 0,30 | 1,00 | 3,40 | 7,00 | 15,90 | 72,40 | то же |
| Отделение выбивки форм и стержней | | | | | | | | |
| Решетки для выбивки форм высотой: от 30...60% ширины решетки 35% ширины решетки | 800 | 6,00 | 8,00 | 22,00 | 26,00 | 23,00 | 15,00 | 12000 |
| | 2500 | 0,12 | 2,98 | 6,00 | 25,00 | 4,00 | 26,00 | 12000 |
| Выбивные решетки площадью более 3 м ² | 2500 | 5,80 | 7,80 | 30,20 | 23,60 | 11,60 | 21,00 | 16000 |
| Станки вибрационные | 2500 | – | – | – | – | – | – | 8000 |
| Отделение обрубки, очистки отливок | | | | | | | | |
| Бараны очистные галтовочные периодического действия | 3000 | 7,40 | 10,40 | 28,30 | 27,40 | 12,20 | 14,30 | 1800D ² |
| Камеры дробеструйные различных типов | 3000...5150 | 0,50 | 2,50 | 11,00 | 20,90 | 40,10 | 25,00 | 1000...18000 |

Продолжение таблицы М.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|
| Станки обдирочно-шлифовальные | 250...600 | 13,04 | 12,06 | 22,80 | 22,92 | 21,74 | 7,44 | – |
| Установки для очистки мелкого литья | 1000 | 6,70 | 5,50 | 24,70 | 9,00 | 2,50 | 31,60 | 3200 |
| Барабаны очистные галтовочные модели 314 | 12500 | 1,60 | 8,30 | 27,40 | 29,73 | 17,30 | 15,70 | 11000 |
| Машины очистные дробебетные | 6000 | 0,70 | 1,70 | 8,50 | 14,00 | 21,40 | 51,00 | 6000 |
| Барабаны дробебетные очистные | 5400 | 0,70 | 3,00 | 14,60 | 39,10 | 21,20 | 21,40 | 8000 |
| Столбы дробебетные очистные | 5650 | – | 1,00 | 10,00 | 10,50 | 11,30 | 67,20 | 6000 |
| Камеры дробебетные очистные различных типов | 4900...5500 | 1,00 | 2,00 | 12,00 | 13,80 | 30,70 | 40,50 | 8000...10000 |

Приложение Н

Таблица Н.1 – Классификация методов и аппаратов для очистки промышленных выбросов в атмосферу

| № п/п | Наименование метода очистки | Типы аппаратов |
|-------|--|--|
| 1 | Сухая инерционная очистка газов от твердых примесей | Гравитационные, инерционные, центробежные (циклоны) |
| 2 | Мокрая очистка газов от твердых и жидких примесей | Полые, насадочные, барбатажно-пенные, ударно-инерционные, центробежные, турбулентные (скрубберы) |
| 3 | Очистка газов методом фильтрации от твердых примесей | Фильтры: зернистые, волокнистые, тканевые |
| 4 | Электрическая очистка газов от твердых и жидких примесей | Однозональные, двухзональные, электромагнитные |
| 5 | Физико-химическая очистка газов от газообразных примесей | Абсорбционные, адсорбционные, хемосорбционные |
| 6 | Термическая и термokatалитическая очистка газов от газообразных примесей | Термические, каталитические |
| 7 | Биохимическая очистка | Биофильтры, биоскрubberы |

Приложение II

Таблица П.1 – Характеристика устройств для очистки газозоудинных выбросов, отходящих от плавильных агрегатов

| Плавильный агрегат | Тип аппарата для очистки отходящих газов | Степень очистки, % |
|--------------------------------------|---|--------------------|
| Вагранки | Сухой искрогаситель | 50 |
| | Мокрый искрогаситель | 70 |
| | Низконапорный скруббер Вентури | 85 |
| | Двухступенчатая очистка (групповая установка из циклонов ЦН-15 – 1-я ступень, полый скруббер Вентури – 2-я ступень) | 95 |
| | Рукавный фильтр | |
| | Дожигатели СО (очистка от СО) | 98 |
| | Циклон | 95 |
| | Насадочный скруббер | 85 |
| Дуговая электро-сталеплавильная печь | Труба Вентури | 68 |
| | Тканевый фильтр | 97 |
| | Электрофильтр | 99 |
| | | 92 |

Приложение Р

Таблица Р.1 – Пыле- и туманоуловители для очистки газовоздушных выбросов, применяемые в машиностроении [1]

| Вид очистного устройства | Допустимая входная концентрация пыли, г/м ³ | Гидравлическое сопротивление, кПа | Производительность по газу, тыс. м ³ /ч | Эффективность очистки | Наибольшая температура газов, °С | Область применения |
|-------------------------------------|--|-----------------------------------|--|-----------------------|----------------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Циклоны: ЦН-11 ЦН-15 ЦН-24 | 1000 (слабослипающая пыль) 250 (среднеслипающая пыль) | Не более 0,5 | 0,162...48 | 0,8 | 400 | Сухая очистка от пыли взрывоопасных газов, кроме сильнослипающихся пылей. Очистка выбросов деревообрабатывающих и механических цехов, сушилок, печей и т.д. |
| ЦП-2 | 1500 | Не более 0,4 | 38...230 | 0,86...0,9 | 250 | Сухая очистка от пыли взрывоопасных газов (дымовые газы парогенераторов и т.п.) |
| СК-ЦН-34 | 1000 | 4 | 2,54...92 | 0,95 | 250 | Очистка газов от сажи |
| Батарейные циклоны БЦ-2 | 75 (слабослипающая пыль) 35 (среднеслипающая пыль) | 0,45...0,6 | 15...49 | 0,85 | 400 | Очистка дымовых газов от золы, улавливание волокнистой и неслипающейся пыли |

Продолжение таблицы Р.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|----------------------------|------|-------------|----------|----------|--|---|
| Электрофильтры: УГМ | 60 | 4 | 36...950 | До 0,999 | 250 | Тонкая очистка технологических выбросов от пыли |
| С | 3 | 5 | 18...36 | До 0,99 | 60 | Тонкая очистка от аэрозолей смолы генераторных газов |
| УУП | – | 0,04 | 5...30 | 0,95 | 80 | Тонкая очистка вентиляционных выбросов от пыли, туманов масел, пластификаторов и т.п. |
| ФЭ | 0,01 | 0,03...0,05 | 1 | 0,95 | 20 | Очистка вентиляционного воздуха от пыли |
| Рукавные фильтры ФРО | 20 | 2...3 | До 50 | 0,98 | 130 (рукав из лавсана) 230 (рукав из стекловолокна) | Очистка сухих газов от слабослипающихся пылей |

Продолжение таблицы Р.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|-------------------------------------|---------------|------------|----------|---|-----|--|
| Фильтры: Д, Д-КЛ | 0,0005 | 0,4...0,6 | До 3,5 | 0,999 | 60 | Ультратонкая очистка вентиляционных выбросов от радиоактивных, биологических и высокотоксичных пылей |
| ФАРТОС | – | 0,5 | 0,500 | 0,999 | 100 | Ультратонкая очистка технологических сдувок от радиоактивной пыли |
| Скрубберы Вентури ГВПВ | 30 | 6...12 | 1,7...84 | 0,95...0,98 | 400 | Высокоэффективная очистка газов от пылей любого дисперсного состава |
| Сепаратор капель КЦТ | Не более 1000 | 0,35 | 1,7...84 | Концентрация влаги в газе на выходе не более 70 мг/м ³ 0,97 | 400 | Улавливание капель после скруббера Вентури |
| Центробежный скруббер СЦВБ-20 | Не более 10 | 1,7 | 20 | 0,98 для частиц размером 10 мкм | 60 | Мокрая очистка нетоксичных и невзрывоопасных пылей |
| Волокнистый фильтр ФВГ-Т | – | 0,15...0,5 | 3,5...80 | 0,96...0,99 | 90 | Тонкая очистка аспирационного воздуха ванн хромирования от тумана и брызг |

Приложение С

Таблица С.1 – Ориентировочный состав промышленных сточных вод

| Тип производства | Вид сточных вод | Основные примеси | Основные примеси, кг/м ³ | Температура сточных вод, °С |
|--------------------|---|--|-------------------------------------|-----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Металлургическое | От охлаждения печей | Взвешенные вещества | 0,01...0,05 | 40...50 |
| | | Масла | 0,01 | |
| Литейное | От влажной газоочистки | Мелкодисперсная минеральная пыль | 2...5 | 65 |
| | От грануляторов стержневых смесей | Песок, частицы шлака | 20...40 | 50 |
| | От гидробивки отливок и регенерации смеси | Песок, окалина, глина | 0,5...15 | 15...30 |
| | | Органические вещества | 0,05 | |
| Кузнечно-прессовое | От охлаждения поковок и оборудования | Взвешенные вещества минерального происхождения | 0,1...0,2 | 30...40 |
| | | Окалина | 5...8 | |
| | | Масла | 10...15 | |
| Механические цеха | Отработанные СОЖ | Взвешенные вещества | 0,2...1 | 15...20 |
| | | Сода | 5...10 | |
| | | Масла | 0,5...2 | |
| | Из гидрокамер окрасочных отделений | Органические растворители | 0,1...0,2 | 15...25 |
| | | Масла, краски | 0,1...0,3 | |
| | Из отделений гидравлических испытаний | Взвешенные вещества | 0,1...0,2 | 15...20 |
| | | Масла | 0,03...0,05 | |

Продолжение таблицы С.1

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|------------------------------|------------------------------|--|----------------------|--------------|---------|
| Термические цеха | Промывные растворы | Окалина | 0,02...0,03 | 50...60 | |
| | | Щелочи | 0,02...0,03 | | |
| | | Масла | 0,01...0,02 | | |
| | Из закалочных ван | Взвешенные вещества минерального происхождения | Тяжелые металлы | 0,05...0,25 | 30...40 |
| | | | Тяжелые металлы | 0,03...0,15 | |
| | | | Масла | 0,001...0,01 | |
| | | | Цианиды | 0,002...0,05 | |
| Травильные цеха | Промывные воды | Механические примеси | 0,4 | 15...25 | |
| | | Масло-эмульсии | 0,05...0,1 | | |
| | | Щелочи | 0,02...0,2 | | |
| | | Кислоты | 0,02...0,25 | | |
| | Отработанные растворы | Механические примеси | Механические примеси | 10...20 | |
| | | | Масло-эмульсии | 10 | |
| | | | Щелочи | 20...30 | |
| | | | Кислоты | 30...50 | |
| | Гальванические участки | Промывные воды | Хром | 0,005...0,2 | 20...30 |
| | | | Циан | 0,005...0,15 | |
| Отработанные электролиты | | Тяжелые металлы | Тяжелые металлы | 0...10 | 20...25 |
| | | | Кислоты | 0,04...20 | |
| | | | Щелочи | 0,02...30 | |
| | | | Масла | 0,02...0,05 | |
| | | | Хром | 5...200 | |
| | | | Циан | 10...100 | |
| Коксохимическое производство | От технологических процессов | Взвешенные вещества | 0,3...0,5 | | |
| | | Аммиак | 0,2...3,0 | | |
| | | Фенолы | 0,4...1,8 | | |
| | | Смолы и краски | 0,3...0,5 | | |
| | | Цианиды | 0,1-0,4 | | |

Приложение Т

Таблица Т.1 – Классификация вод по жесткости

| Количество ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} , мг-экв/л | Класс жесткости |
|---|------------------|
| 0,0...1,5 | Очень мягкая |
| 1,5...3,0 | Мягкая |
| 3,0...6,0 | Умеренно жесткая |
| 6,0...10,0 | Жесткая |
| > 10,0 | Очень жесткая |

Таблица Т.2 – Интенсивность запаха сточных вод

| Баллы | Интенсивность запаха |
|-------|----------------------|
| 0 | Никакого |
| 1 | Очень слабый |
| 2 | Слабый |
| 3 | Заметный |
| 4 | Отчетливый |
| 5 | Очень сильный |

Приложение У

Таблица У.1 – Токсичные вещества в отработанных смесях

| Класс связующего | Катализатор | Токсичные вещества |
|--------------------------|---|--|
| Карбаминоформальдегидные | Щавелевая и орто-фосфорная кислота | Формальдегид, метанол, аммиак, метиламины, цианиды, ацетонитрил, уротропин, фосфаты |
| Фенолоформальдегидные | Бензолсульфокислота, уротропин | Формальдегид, метанол, толуол, ксилол, фенол, креозолы, кселенолы, сульфаты, цианиды |
| Карбаминофурановые | Ортофосфорная и бензолсульфокислоты, хлорная медь | Формальдегид, метанол, фуран, аммиак, метиламины, фенол, фурфурол, фосфаты, цианиды |
| Жидкостекольные | Диоксид углерода, амины, феррохромовый шлак, алкилацетаты | Силикаты, карбонаты и ацетат натрия, соединения хрома |

Приложение Ф

Таблица Ф.1 – Категорирование отходов литейного производства

| Категории опасности | Связующие | Катализатор, отвердитель, добавки | рН водной вытяжки | Сумма токсичных солей, % в водной вытяжке | Возможное использование для биологической рекультивации |
|---------------------|---|--|-------------------|---|--|
| I | Глина, бентонит, этилсиликат, жидкое стекло | Вода, мазут, лигносульфонаты, HCl, алюмохромофосфат, MgO, FeO, NaOH, CO ₂ , антипирен, стеорат кальция, крахмалит | 5,5...12,1 | 0,1...0,8 | Под лесонасаждения различного назначения, травосеяние (сенокосы), коллективные сады (после мелиорации пород и специальных агротехнических мероприятий) |
| II | Синтетические, карбамидные, фенольные, фурановые, древесные, каменноугольные смолы, растительные масла, лигносульфонаты | Бензолсульфокислота, фенолоспирт, FeCl ₂ | 7,7...8,9 | 0,1...1,1 | То же |
| III | Лигносульфонаты, жидкое стекло | Стеорат цинка, феррохромовый шлак | 5,6...11,2 | 0,4...1,4 | Создание экрана из капиллярпрерывающих пород (галька, гравий), засыпка слоем потенциально плодородной породы |

ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1 Безопасность жизнедеятельности : учебник для вузов / С. В. Белов [и др.] ; под общ. ред. С. В. Белова. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Высш. шк., 1999. – 448 с. : ил. – ISBN 5-06-003605-7.

2 Безопасность производственных процессов : справочник / С. В. Белов, [и др.] ; под общ. ред. С. В. Белова. – М. : Машиностроение, 1985. – 448 с. : ил.

3 **Сперанский, Б. С.** Охрана окружающей среды в литейном производстве / Б. С. Сперанский, Б. Ф. Туманский. – Киев ; Донецк : Вища шк. Головное издательство, 1985. – 80 с.

4 Инженерная экология литейного производства : учеб. пособие / А. Н. Болдин [и др.] ; под общ. ред. А. Н. Болдин. – М. : Машиностроение, 2010. – 352 с. : ил. – ISBN 978-5-94275-523-2.

5 Практикум з охорони праці : навчальний посібник / В. Ц. Жидецький [та ін.] ; за ред. В. Ц. Жидецького. – Львів : Афіша, 2000. – 352 с. – ISBN 966-7760-09-X.

6 **Глиняна, Н. М.** Охрана праці у ливарному виробництві : курс лекцій для студентів вищих навчальних закладів напряму 0904 «Металургія» / Н. М. Глиняна. – Краматорськ : ДДМА, 2009. – 184 с. – ISBN 978-966-379-341-2.

Дополнительная литература

7 Безопасность жизнедеятельности в машиностроении / под ред. Ю. М. Соломийцева. – М. : Высш. шк., 2002. – 310 с. – ISBN 5-06-004078-8.

8 **Ефанов, П. Д.** Техника безопасности и производственная санитария в черной металлургии : справочник / П. Д. Ефанов, Н. Н. Карнаух. – М. : Металлургия, 1980. – 406 с. : ил.

9 **Ефанов, П. Д.** Безопасность труда в основных производственных процессах черной металлургии : справочник / П. Д. Ефанов, Н. Н. Карнаух. – М. : Металлургия, 1981. – 245 с.

10 **Зафиров, К. К.** Безопасность труда в процессном производстве заводов по обработке цветных металлов / К. К. Зафиров, П. А. Пинчук. – М. : Металлургия, 1988. – 72 с.

11 **Зиньковский, М. М.** Техника безопасности и производственная санитария : краткий справочник металлурга / М. М. Зиньковский. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1973. – 255 с.

12 **Злобинский, Б. М.** Охрана труда в металлургии / Б. М. Злобинский. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1975. – 535 с.

13 **Иванов, Б. С.** Охрана труда в литейном и термическом производстве : учебник / Б. С. Иванов. – М. : Машиностроение, 1990. – 224 с.

14 **Козьяков, А. Ф.** Охрана труда в машиностроении / А. Ф. Козьяков, Л. Л. Морозова. – М. : Машиностроение, 1990. – 256 с.

Навчальне видання

**ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА
ВІД ВИКИДІВ ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА**

**Методичні вказівки
для студентів спеціальностей ЛВ, ОЛВ**

(Російською мовою)

Укладач ГЛИНЯНА Наталія Михайлівна

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання О. П. Ордіна

50/2012. Формат 60 x 84/16. Ум. друк. арк. 3,49.
Обл.-вид. арк. 2,40. Тираж пр. Зам. №

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК №1633 від 24.12.2003