

Факультет инженерно-экологических систем и сооружений

Кафедра экологии и природопользования

Курсовая работа

по охране окружающей среды

на тему:

"Воздействие металлургических предприятий на окружающую среду"

Содержание

Введение

1. Загрязнение окружающей среды предприятиями металлургической отрасли
2. Воздействие металлургических предприятий на окружающую среду
 - 2.1 Влияние металлургических предприятий на атмосферный воздух
 - 2.2 Влияние металлургических предприятий на сточные воды
 - 2.3 Отходы металлургических предприятий
3. Мероприятия по очистке сточных вод металлургического производства
 - 3.1 Определение и классификация промышленных сточных вод
 - 3.2 Современные способы очистки сточных вод
4. Мероприятия по улавливанию пыли и газов металлургического производства
 - 4.1 Санитарная охрана атмосферного воздуха
 - 4.2 Планировочные мероприятия по снижению приземных концентраций вредных веществ
 - 4.3 Технологические мероприятия по снижению вредных выбросов в атмосферу

Заключение

Список литературы

загрязнение металлургический сточный очистка

Введение

Металлургическая отрасль находится на втором месте среди всех других отраслей промышленности по атмосферным выбросам. Предприятия черной и цветной металлургии при извлечении металлов вынуждены использовать руду с очень низким содержанием полезных компонентов. Таким образом, на обогащение и плавку поступает огромный объем руды, а это, в свою очередь, порождает большие количества отходящих газов из неиспользуемых компонентов. Именно загрязнение атмосферы является главной причиной экологических проблем, возникающих в результате деятельности металлургических гигантов. Выбросы из труб приводят к загрязнению почв, уничтожению растительности и образованию техногенных пустошей вокруг крупных заводов. К тому же, экологические проблемы отечественной металлургии обостряются из-за высокого износа оборудования и устаревших технологий. По данным Минпромэнерго, до 70% всех мощностей в отечественной металлургической промышленности являются изношенными, устаревшими и убыточными.

Как следует из подготовленного Росстатом бюллетеня "Основные показатели охраны окружающей среды", на металлургию (черную и цветную) приходится примерно треть всех промышленных выбросов в атмосферу, в то время как продукция металлургических предприятий составляет лишь 17% от общего объема

промпроизводства.

Предприятия черной металлургии "специализируются", прежде всего, на оксиде углерода, которого выбрасывают в воздух по 1,5 млн. тонн в год. Производители цветных металлов больше "предпочитают" диоксид серы, которым обогащают атмосферный воздух на 2,5 млн. тонн ежегодно. Всего металлургические предприятия выбрасывают в атмосферу 5,5 млн. тонн загрязняющих веществ. Все это в итоге выпадает на головы жителей крупных металлургических центров.

Существуют регионы, для которых присутствие металлургического комбината становится главной, если не единственной экологической проблемой. Крупные металлургические центры - Кемерово, Липецк, Магнитогорск и Новокузнецк - включены в список городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Аэрогенная нагрузка загрязняющих веществ в городах Орске и Новотроицке составила 0,71т/жителя и 1,9т/м², 0,83т/жителя и 1,7т/м² соответственно. От деятельности металлургических предприятий страдают не только атмосферный воздух, но и поверхностные и подземные воды, и почва.

Цель курсовой работы: Выяснить какое негативное воздействие оказывает металлургическое производство на окружающую среду, и разработать план мероприятий по снижению этого воздействия.

1. Загрязнение окружающей среды предприятиями металлургической отрасли
В мире потребляются миллиарды тонн минерального сырья, топлива, воды, атмосферного кислорода, а в готовый продукт переходит около 1% затраченных природных ресурсов. При этом ежегодно в атмосферу выбрасывается ок. 1 млрд. т аэрозолей и газов (в т.ч. CO, SO₂, NO, NO₂), приблизительно столько же сажи; в природные водоемы поступает больше 500 млрд. т промышленных и бытовых стоков.

Отходы и выбросы истощают запасы невозобновляемых природных ресурсов и оказывают вредное, а порой и смертельное влияние на окружающую среду и на условия жизни человека.

Наиболее серьезное влияние на ОС оказывает металлургия, в частности черная. Металлургия является энерго- и ресурсоемкой отраслью. При ежегодном потреблении нескольких тысяч тонн минеральных ресурсов в конечную продукцию переходит не более 30%, остальное же количество образуют отходы производства. Так, металлургический завод полного цикла с производительностью 10 млн. т стали в год, до введения строгого контроля выбрасывал ежегодно в атмосферу больше 200 тыс. т пыли, 50 тыс. т соединений серы, 250 тыс. т оксида углерода, оксидов азота и др. веществ. Концентрация пыли в выбросах достигала 50-120 кг/т получаемой стали. В усовершенствованных металлургических процессах эти выбросы снижаются до 10 кг/т стали.

Газообразные выбросы металлургических заводов составляют около 2500 м³/т стали. Источником сернистых соединений, выбрасываемых в атмосферу, являются, главным образом, кокс (40-60%) и руда (5-30%). Со шлаками из металлургических агрегатов удаляется 45-55% серы, а в стальные изделия переходит до 6% серы, остальное количество серы выбрасывается в атмосферу. Главным источником

выброса SO₂ является агломерирование (45-55% от общих выбросов SO₂). Значительное количество SO₂ или H₂S выбрасывается в атмосферу во время остывания и переработки шлака (10-35%). Остальное количество SO₂ поступает в окружающую среду из труб котельных установок, сталелитейных и прокатных цехов. Цианистый водород HCN присутствует, главным образом, в доменном газе. Концентрация его составляет, мг/м³: при производстве передельного чугуна 200-400, при производстве зеркального чугуна 300-400 и при производстве ферромарганца 1500-3500. Выбросы цианистого водорода агрегатами коксового завода могут достигать 0,5 кг/т кокса.

Оксиды азота образуются в доменных, мартеновских и нагревательных печах, в печах коксохимического производства и в паровых котлах. В доменных печах источником выброса окислов азота являются доменные воздухонагреватели, в уходящих газах которых содержание NO_x составляет (1,7ч6,6)·10⁻⁴%. Концентрация окислов азота в вертикальных каналах мартеновских печей при отоплении без интенсификаторов составляет в среднем 0,03%; при подаче кислорода она возрастает до 0,1% и в ряде случаев достигает 0,25%. Среднее количество выбросов окислов азота составляет 2,5 кг/т стали.

Содержание азота в уходящих газах металлургических газоиспользующих агрегатов различных производств приведено в таблице 1.1 .

Таблица 1.1 Содержание окислов азота в уходящих газах

Агрегат

Средняя концентрация

Максимальная концентрация

%

мг/м³

%

мг/м3

Доменные
воздухогреватели

0,0004

8

0,0007

14

Мартеновские печи:
-без интенсификатора
-на кислороде

0,029

0,098

580

1960

0,07

0,244

1400

4880

Нагревательные печи

0,0250

500

-

-

Вагранки

0,001

20

0,003

60

Установки кипящего слоя

0,03

600

0,04

800

Паровые котлы

0,058

1160

0,1

2000

Газотурбинные установки

0,01

200

0,02

400

Окись углерода образуется в основном в агломерационных, коксохимических и доменных цехах, т.е. в технологических циклах, не являющихся основными потребителями газового топлива. Содержание CO в мартеновских печах с кислородной продувкой составляет 0,53 кг/т стали, а в уходящих газах печей прокатного производства невелико и при отработанном режиме работы не превышает 0,1%.

После предприятий ТЭК металлургия занимает второе место среди отраслей промышленности по степени ущерба, наносимого ОС.

Черная металлургия включает предприятия, основная деятельность которых состоит в наполнении внутреннего рынка РФ. Кроме того, отрасль играет заметную роль на внешнем рынке страны. Наиболее крупные предприятия отрасли расположены в городах Липецкой, Свердловской, Челябинской областей, Красноярского края и ряде др. регионов.

За последнее десятилетие наблюдается заметное снижение производства основных видов продукции отрасли. Тем не менее, степень вредности влияния на ОС все еще высока.

Наиболее сильное воздействие черная металлургия оказывает на атмосферный воздух и

поверхностные воды, а также на уровень загрязненности подземных вод и почв.

Основные источники атмосферных выбросов в черной металлургии:

- в агломерационном производстве - агломерационные машины, машины для обжига окатышей;
- при производстве чугуна и стали - доменные, мартеновские и дуговые печи, установки непрерывной разливки стали, травильные отделения, ваграночные печи;
- дробильно-размольное оборудование, места разгрузки-погрузки и пересыпки материалов.

В городах, где расположены крупные предприятия отрасли, отмечаются высокие уровни загрязнения воздуха несколькими примесями, в т.ч. высокого класса опасности. Максимальные концентрации примесей достигали 10-155 ПДК. Например, в Магнитогорске - этилбензола и диоксида азота NO₂; в Новокузнецке - NO₂.

Снижение выбросов в последние годы происходит в основном за счет снижения объемов производства, а не за счет осуществления природоохранных мероприятий. На долю черной металлургии приходится 1/7 всех атмосферных выбросов от промышленных стационарных источников. Особенно существенна доля 6-ти валентного хрома.

По объему сброса загрязненных стоков вклад отрасли оценивается на уровне 1/14 общего объема сброса сточных вод этой категории в целом по промышленности РФ. Тем не менее, ежегодно сбрасывается около 1 млн. м³ сточных вод, 85% из них - загрязненные.

Вместе со сточными водами сбрасываются значительные количества загрязняющих веществ, в т.ч. взвешенные частицы, сульфаты, хлориды, соединения железа, тяжелых металлов и т.п.

По данным аэрокосмической съемки снежного покрова, зона действия предприятий черной металлургии просматривается на расстоянии до 60 км от источника загрязнения.

В атмосферу, водоемы и почву в мире ежегодно выбрасывается больше 3 млрд. т твердых промышленных отходов, 500 км³ опасных стоков и около 1 млрд. т аэрозолей, разных по крупности частиц и химическому составу. Номенклатурный состав ядовитых загрязнений содержит более 800 веществ, в т.ч. мутагены, влияющие на наследственность;

канцерогены - на зарождение и развитие злокачественных новообразований; нервные и кровяные яды - на отдельные организмы и др. Содержание этих веществ в воздухе иногда в 3-10 раз превышает ПДК. Наиболее высокий уровень загрязнения в городских условиях характерен для тяжелых металлов, таких как, свинец, ртуть, хром и никель. Тяжелые металлы способны накапливаться в организме человека и приводить к тяжелым последствиям, так как они обладают мутагенными, канцерогенными и тератогенными (повреждающими зародыш действиями некоторых химических веществ и биологических агентов с возникновением аномалий и пороков развития) свойствами. Техногенная доля цинка и меди в атмосфере составляет примерно 75%, кадмия и ртути - 50, никеля - 30, кобальта - 10%. Наиболее высокой эмиссией отличается свинец; по различным оценкам она достигает 80%.

Таблица 1.2 Классификация промышленных отходов по гигиеническому принципу

Категория

Характеристика промышленных отходов по видам загрязнения

Годовое накопление, % ко всей массе отходов

Рекомендуемые методы
утилизации или ликвидации

I

Инертные

57,0

Использование планировочных
или строительных работ

II

Легкоразлагающиеся
органические вещества

3,0

Складирование или переработка
вместе с твердыми отходами

III

Слаботоксичные
малорастворимые в воде

30,0

Складирование вместе с твердыми бытовыми отходами

IV

Нефтемаслоподобные

1,5

Сжигание

V

Токсичные со слабым
загрязнением воздуха

3,0

Складирование на полигоне
промышленных отходов

VI

Токсичные, в т.ч.:

-минеральные

-органические

3,5

2,0

Обеззараживание на специальных сооружениях

Кроме того, существует классификация отходов по гигиеническим и технологическим принципам. В таблице 1.2 приводится пример классификации отходов по гигиеническому принципу.

Экологически опасные отходы, не принятые в переработку, подлежат захоронению. Для этих целей реально использовать выработанные угольные карьеры, предварительно осуществив природоохранные мероприятия. Например, создать глиняную прослойку толщиной 1 м.

Помимо вышеперечисленных классификаций загрязнений существует деление вредных веществ по степени опасности (4 группы):

I - чрезвычайно опасные (ПДК $< 0,1$ мг/м³), примеры - свинец, ртуть, бериллий, озон и др.;

II - высоко опасные (ПДК 0,1-1,0 мг/м³) - окислы азота, йод, марганец, медь, хлор, кремнезем, сероводород, едкие щелочи;

III - умеренно опасные (ПДК 1,0-10 мг/м³) - окислы серы, железа, ацетон;

IV - малоопасные (ПДК > 10 мг/м³) - аммиак, CO₂, бензин, скипидар.

Отдельно необходимо упомянуть о радиоактивном загрязнении. В черной металлургии радиоактивные индикаторы могут применяться в сталеплавильном производстве (для исследования гидродинамики металла и шлака, причин появления неметаллических включений в слитках, скорости кристаллизации и т.д.), в прокатном производстве (например, как неразрушающие методы контроля), в

агломерационном производстве (исследование подготовки и окускования шихты), в доменном производстве (напр., для слежения за газовыми потоками).

Широкое применение р/а-изотопов, соответственно, сопровождается накоплением большого количества р/а-отходов.

В связи с длительным и опасным воздействием этого вида отходов на биосферу и живые организмы разработаны специальные правила, которые регламентируют систему утилизации и захоронения р/а-отходов. Согласно этим правилам выделяются специальные участки, расположенные за пределами перспективного развития населенных пунктов, зон отдыха, профилактических учреждений и т.п. и не ближе 500 м от скрытых водоемов. Вокруг пункта захоронения создается санитарно-защитная зона.

Вокруг металлургических предприятий образуются техногенные зоны, во всех поверхностных образованиях которых (почве, снеге, воде, растительности) содержится широкий набор вредных веществ.

Степень оснащения основных технологических агрегатов газоочистными установками составляет ок. 70%. Часть действующих установок (ок. 15%) работает неэффективно. Таким образом, около 40% газов от агрегатов поступают в атмосферу практически без очистки.

2. Воздействие металлургических предприятий на окружающую среду

Металлы играют в экономике любой страны исключительно важную роль. В то же время металлургия, в частности черная, является мощнейшим загрязнителем окружающей среды (ОС).

Современное металлургическое предприятие по производству черных металлов имеет следующие основные переделы: производство окатышей и агломерата, коксохимическое, доменное, сталеплавильное и прокатное производства. В состав предприятий могут входить также ферросплавное, огнеупорное и литейное производства. Все они являются источниками загрязнения атмосферы и водоемов. Кроме того, металлургические предприятия занимают большие производственные площади и отвалы, что предполагает отчуждение земель. Концентрация вредных веществ в атмосфере и водной среде крупных металлургических центров значительно превышает нормы.

Неблагоприятная экологическая обстановка наблюдается в таких металлургических городах России, как Липецк, Магнитогорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Челябинск, Череповец и др.

Вредное воздействие металлургических предприятий обуславливается рядом причин:

- недоучет при размещении городов экологического воздействия промышленных предприятий, в результате чего многие из них находятся в непосредственной близости к жилым районам;
- использование на старых металлургических заводах устаревших технологических процессов и технологического оборудования, при работе которого в атмосферу выделяется большее (по сравнению с современным производством) удельное количество загрязняющих веществ;

- недостаточная оснащённость технологических агрегатов системами очистки и обезвреживания и неэффективная работа действующих пыле- и газоочистных установок;
- значительное количество на предприятиях децентрализованных систем отвода и очистки газов и соответственно большое количество мелких источников загрязнения атмосферы с трубами относительно малой высоты.

2.1 Влияние металлургических предприятий на атмосферный воздух

Все известные технологические процессы, производства чугуна, стали и их последующего передела сопровождаются образованием больших количеств отходов в виде вредных газов и пыли, шлаков, шламов, сточных вод, содержащих различные химические компоненты, скрапа, окалины, боя огнеупоров, мусора и других выбросов, которые загрязняют атмосферу, воду и поверхность земли.

Все металлургические переделы являются источниками загрязнения пылью, оксидами углерода и серы (таблица 2.1.1).

Таблица 2.1.1 Газовые выбросы (до очистки) металлургического производства

Составляющие
выбросов

Агломерационное
производство, кг/т агломерата

Доменное
производство, кг/т чугуна

Сталеплавильное
производство, кг/т стали

Прокатное производство

Пыль

20-25

100-106

13-32

0,1-0,2 кг/т проката

Оксид углерода

20-50

600-605

0,4-0,6

0,7 т/м поверхности металла

Оксиды серы

3-25

0,2-0,3

0,4-35

0,4 т/м поверхности металла

Оксиды азота

0,3-3,0

0,5 т/м поверхности металла

Сероводород

10-60

Аэрозоли травильных растворов

в травильных отделениях

Пары эмульсии

при металлообработке

Современное металлургическое предприятие является сложным производственным комплексом, включающим самые разнообразные цехи, а иногда отдельные заводы, которые в значительной степени ухудшают состояние ОС (таблица 2.1.2).
Таблица 2.1.2 Источники регламентированных выбросов газа основных переделов металлургического предприятия

Вид производства

Основные операции

Вспомогательные операции

Агломерационное и
производство окатышей

Спекание агломерационной шихты, охлаждение агломерата и возврата, обжиг окатышей

Дробление, грохочение и
транспортировка шихты

Доменное

Загрузка шихтовых материалов,
выплавка и разливка чугуна

Доставка в доменный цех
шихтовых материалов и
выгрузка на рудном дворе и в бункеры эстакады

Сталеплавильное

Выплавка и разливка стали, загрузка шихтовых материалов в печь

Прокатное

Нагрев заготовки, зачистка металла

Резка металла на ножницах, удаление окалины, травление металла, охлаждение
валков

Ферросплавное

Выплавка ферросплавов и выпуск их из печи, загрузка шахтовых материалов

Грануляция, охлаждение отгрузка металла, сушка, подогрев, очистка ковшей; размягчение и коксование электродной массы

В доменном производстве выделяются дополнительно сероводород и оксиды азота, в прокатном - аэрозоли травильных растворов, пары эмульсий и оксиды азота. Наибольшее количество выбросов - в коксохимическом производстве. Здесь кроме перечисленных загрязнителей можно отметить пиридиновые основания, ароматические углеводороды, фенолы, аммиак, 3-4-бензопирен, синильную кислоту и др.

На долю предприятий черной металлургии приходится 15-20% общих загрязнений атмосферы промышленностью, что составляет более 10,3 млн. т вредных веществ в год, а в районах расположения крупных металлургических комбинатов - до 50%. В среднем на 1 млн. т годовой продукции заводов черной металлургии выделение составляет, т/сутки: пыли - 350, сернистого ангидрида - 200, оксида углерода - 400, оксидов азота - 42.

Основными источниками загрязнения атмосферы выбросами металлургических предприятий являются коксохимическое, агломерационное, доменное, ферросплавное и сталеплавильное производства.

Коксохимическое производство загрязняет атмосферу окислами углерода и серы. На 1 т перерабатываемого угля выделяется около 0,75 кг SO₂ и по 0,03 кг различных углеводородов и аммиака. Кроме газов, коксохимическое производство выделяет в атмосферу большое количество пыли. Имеются данные, что при производстве кокса на 1 т перерабатываемого угля выделяется около 3 кг угольной пыли. Также большое количество пыли выделяется при разгрузке и перегрузке угля, в среднем 0,005% от массы угля.

На аглофабриках источниками загрязнения воздуха являются аглоленты, барабанные и чашевые охладители агломерата, обжиговые печи, узлы пересыпки и сортировки агломерата и других компонентов шихты. Количество агломерационных газов 2,5-4,0 тыс. м³/т полученного агломерата с содержанием в них пыли от 5 до 10

г/м³. В состав газов входят оксиды серы и углерода, а пыль содержит железо и его оксиды, оксиды марганца, магния, фосфора, кремния, кальция, иногда частицы титана, меди, свинца.

Доменное производство характеризуется образованием большого количества доменного газа (? 2-4 тыс. м³/т чугуна). Этот газ содержит оксиды углерода и серы, водород, азот, некоторые другие газы и большое количество колошниковой пыли (до 150 кг/т чугуна). Пыль содержит окислы железа, кремния, марганца, кальция, магния, частицы шихтовых материалов.

Основные источники загрязнения воздуха при производстве ферросплавов - электродуговые печи. Выбросы этих печей состоят из нетоксичной и токсичной пыли (окислы железа, меди, цинка, свинца, хрома, кремния, газы).

В зависимости от вида выплавляемого сплава и мощности печей суммарное количество пыли, образующейся в результате технологических процессов, может составлять сотни тонн в сутки. При этом Cr+6 и пыль обнаруживают на расстоянии до 3 км от источника загрязнения. Заводы, выплавляющие ферросилиций, загрязняют атмосферный воздух в радиусе 2-3 км мельчайшими частицами SiO₂, наибольшее содержание которых наблюдается на расстоянии около 0,5 км от предприятия.

Промвыбросы феррованадиевого производства загрязняют атмосферу пылью, окислами ванадия, хлористого водорода на расстоянии до 2 км от завода.

При производстве чугуна и стали количество вредных выбросов также зависит от вида плавильного агрегата. Так, при производстве чугуна в литейном производстве, наибольшее количество выбросов зарегистрировано при использовании вагранок (количество газов достигает 1 тыс. м³/т чугуна). В них содержится 3-20 г/м³ пыли, 5-20% CO₂, 5-17% CO, до 05% SO₂. Основной составляющей пыли является кремнезем - до 45%.

В электродуговых печах на каждую тонну жидкой стали образуется 10-20 кг пыли из соединений железа, марганца, алюминия, кремния, магния, хлора, хрома и фосфора. Для сравнения, при плавке в индукционных печах образующихся пыли и газов в 5 раз меньше.

Большое количество вредных выбросов образуется и при подготовительных работах, и при последующей обработке металла. При выпуске чугуна из вагранки, например, в заливочные ковши на 1 т выделяется до 20 г графитовой пыли и до 130 г CO.

Смесеподготовительные отделения являются источниками выделения кварцевой пыли, сульфитного щелока, углеводородов и ряда др. органических примесей.

В литейных цехах при изготовлении форм и стержней в воздушную среду выделяются токсичные парогазовые смеси, содержащие фенол, формальдегид, фуриловый и метиловый спирты, аммиак, бензол, пары серной кислоты. В отделении обрубки и очистки литья образуются значительные количества металлической пыли.

В прокатном производстве пыли и газов образуется в меньших количествах, по сравнению с другими производствами черной металлургии, но все же - примерно 2-18 г/т при различных видах работ. По статистике, загрязнение окружающей среды

вокруг предприятий черной металлургии в зависимости от господствующих ветров ощущается в радиусе 20-50 км. На 1 квадратный метр этой территории выпадает 5-15 кг/сутки пыли.

2.2 Влияние металлургических предприятий на сточные воды

Черная металлургия - один из крупнейших потребителей воды. Её водопотребление составляет 15-20% общего потребления воды промышленными предприятиями страны. Современное металлургическое предприятие на производство 1 т стального проката расходует 180-200 м³ воды. Особенность сточных вод, например, у предприятий цветной металлургии заключается в том, что они содержат большое количество тяжелых металлов, которые имеют способность накапливаться в донных отложениях и аккумулироваться в трофических цепях. Дegrадируют экосистемы многих примыкающих к комбинатам рек и озер. За последние годы доля металлургии в общем объеме сброса сточных вод выросла с 16,5 до 17,9%.

Суточный оборот воды на отдельных предприятиях достигает 3 млн. м³ и более. Из этого количества около 48% приходится на охлаждение оборудования, 26% - на очистку газов, 12% - обработку и отделку металла, 11% - гидравлическую транспортировку и 3% - на прочие нужды. Безвозвратные потери, связанные с испарением и каплеуносом в системах оборотного водоснабжения, с приготовлением химически очищенной воды, с потерями в технологических процессах, составляют 6-8%. Остальная вода в виде стоков возвращается в водоемы. Около 60-70% сточных вод относятся к "условно-чистым" стокам, т.е. имеющим только повышенную температуру. Остальные сточные воды (30-40%) загрязнены различными примесями и вредными соединениями. Расход воды по видам металлургического производства приведен в таблице 2.2.1.

Таблица 2.2.1 Расход воды по видам металлургического производства

Вид производства

Продукция

Удельный расход воды, м³/т продукции

Доля в общем удельном расходе воды, %

всего

в т.ч. свежей

Горнорудное

руда

12

4,5

5,0

Агломерационное

агломерат

7,5

0,6

3,1

Коксохимическое

кокс

12,5

1,0

5,2

Доменное

чугун

60

4,5

25,0

Сталеплавильное

сталь

52

3,5

21,7

Прокатное

прокат

96

5,5

40,0

Всего

сталь

240

Вода, используемая металлургическими предприятиями, должна иметь определенные качественные характеристики: температуру, содержание взвешенных частиц, содержание масел и смол, водородный показатель рН.

Все сточные воды загрязнены взвешенными частицами, образующимися при очистке от пыли, золы и других твердых материалов. Прокатное производство, кроме того, является источником загрязнения маслами, эмульсиями и травильными растворами. Большое количество потребляемой воды металлургическими производствами требует создания на предприятиях эффективных систем водоочистки.

Несмотря на широкое использование системы оборотного водоснабжения на металлургических предприятиях, количество сточных вод велико. Они содержат механические примеси органического и минерального происхождения, в т.ч. $Me(OH)_2$, нефтепродукты, токсические соединения. Примерный качественный состав сточных вод одинаков, а концентрация загрязняющих веществ изменяется широко в зависимости от технологического процесса.

Наибольшее количество воды требуется в прокатном, доменном и сталеплавильном производствах (таблица 2.2.2).

Взвесь сточных вод аглофабрики содержит железо, окись кальция, углерод. На коксохимических заводах сточные воды образуются от химических цехов (фенольные стоки) и от процесса тушения кокса. Расход свежей воды на 1 т кокса составляет 1,2-1,6 м³.

В процессе очистки коксового газа от сероводорода мышьяково-содовым методом образуется 4-6 м³/час стоков, в которых содержатся фенолы, аммиак, сероводород, цианиды, бензолы, смолы.

В доменном производстве сточные воды образуются при очистке доменного газа, гидравлической уборке осевшей пыли и просыпей, от установок грануляции доменного шлака и разливающих машин. В этих стоках содержатся частицы руды, кокса, известняка, сульфаты, хлориды, осколки застывшего чугуна, окалины, графита, недогашенной извести. При выплавке ферромарганцевого чугуна стоки также содержат цианиды, радонистые соединения, аммиак.

Таблица 2.2.2 Источники образования сточных вод металлургического предприятия

Вид производства

Операции

Доменное

Очистка доменного газа; гидравлическая сборка осевшей пыли и просыпи в подбункерном помещении; грануляция доменного шлака и разливка чугуна

Агломерационное и
производство окатышей

Очистка газов; сборка просыпи от обжиговых машин и пылевых мешков; мокрая уборка помещений

Коксохимическое

Углеобогащение и пылеулавливание; химические процессы (фенольные сточные воды); тушение кокса

Сталеплавильное

Очистка газов; охлаждение и гидроочистка изложниц и МНЛЗ; при обмывке котлов-утилизаторов

Прокатное

Охлаждение валков, шеек валков и подшипников; смыв и транспортировка окалины; охлаждение вспомогательных механизмов; гидравлическое испытание труб

В сталеплавильном производстве сточные воды образуются при очистке газов мартеновских печей, конвертеров, электропечей, охлаждении и гидроочистке изложниц, установок непрерывной разливки стали и обмывке котлов-утилизаторов. Содержание взвешенных частиц в таких стоках достигает 7000 мг/л.

Сточные воды ферросплавного производства характеризуются наличием взвешенных веществ, обладают щелочной реакцией, содержат фенолы, цианиды, роданиды, марганец, железо, хром, мышьяк, ванадий и др.

В стоках литейных цехов содержатся большие количества глины, песка, зольных остатков от выгоревшей части стержневой смеси. В зависимости от применяемого оборудования и исходных формовочных материалов концентрация всех этих веществ может достигать 5000 мг/л.

При сбросе загрязненных сточных вод металлургических заводов в водоеме повышается количество взвешенных частиц, значительная часть которых осаждается вблизи места спуска, повышается температура воды, ухудшается кислородный режим, образуется маслянистая пленка на поверхности воды. Если в поступающих стоках содержатся кислоты, то повышается и кислотность воды, нарушается ход биологических процессов. Все это может привести к гибели водных организмов и нарушению естественных процессов самоочищения водоемов. Общий сток предприятия имеет следующие характеристики (таблица 2.2.3):

Таблица 2.2.3 Характеристика сточных вод предприятия

Характеристика

Вода, подаваемая от источника

Общий сток

Цвет

Без цвета

Желто-бурый

Запах

Без запаха

Шлама и нефти

Взвешенные вещества, мг/л

20-30

220-822

pH

7,5

7,6-8,5

Щелочность, мг-экв/л

2,8-3,0

3,0-7,6

Химический состав, мг/л

Cl₂

13-28

41-198

S04

73-78

108-290

NO2

0.07-0.1

0.1-7.0

NO3

Следы

NH4

1-40 (16,3)

Fe+ общий

0,1-02

9-40 (23)

Нефтепродукты и смола,
мг/л

0-92 (32)

Окисляемость, мг/л O₂

6,6-7,1

13-90 (40,8)

Экспериментально обнаружено, что поступление в организм с питьевой водой таких элементов как мышьяк, селен, цинк, радий, палладий, иттрий приводит к возникновению злокачественных опухолей у теплокровных животных. Такое же

действие оказывают при поступлении в организм другими путями - хром, бериллий, свинец, ртуть, кобальт, никель, тантал, уран и ряд других элементов. Кроме того, кадмий, свинец, литий и галлий оказывают мутагенное действие.

Многие неорганические соединения даже в малых концентрациях оказывают вредное воздействие на рыб и их кормовые ресурсы.

Особенно опасно наличие неорганических соединений в питьевой воде.

2.3 Твердые отходы металлургических предприятий

Металлургические предприятия с большим количеством цехов и вспомогательных служб занимают до 1000 га. Площадь же земельных угодий, нарушенных горными работами, занятая отвалами, золо- и шламонакопителями, составляет примерно 130 тыс. га.

В металлургическом производстве, в частности в черной металлургии, образуется большое количество твердых отходов при технологических процессах. Под твердыми промышленными отходами понимаются остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшихся при производстве продукции или при выполнении работ и утратившие полностью или частично потребительские свойства.

Отходы складываются на больших площадях, которые занимают тысячи гектаров полезных земель. В них накоплено ~500 млн. т шлаков и ежегодно прибавляется примерно 80 млн. т. Шлакоотвалы в большинстве случаев оказывают пагубное воздействие на окружающую среду.

Твердые отходы образуются практически на всех стадиях металлургического производства. По ориентировочным подсчетам, на получение 1 т стали используется 4,7 т сырья, из которых в твердые отходы уходит 0,406 т.

На металлургических предприятиях образуется около 3 млн. т отходов, из них утилизируется всего 34%. Основными источниками образования лома и отходов на металлургическом предприятии являются (таблица 1.3.1): доменное производство (1%), сталеплавильное (5%), прокатное (30%), литейное (9% от общего количества лома черных металлов). Образование металлоотходов по видам продукции, кг/т: при производстве чугуна - 7-10, стали - 35-40, проката - 280, стального литья - 530, чугуна литья - 350, стальных труб - 110-120, отливок чугунных труб - 170-200, поковок и штамповок - 175-180.

Основную массу металлургических шлаков составляют доменные шлаки (при получении 1 т чугуна образуется 0,4-0,65 т шлака). В сталеплавильном производстве шлаков образуется в 2 раза меньше. Все металлургические шлаки содержат, помимо железа, значительные количества соединений фосфора и СаО, а также другие элементы, используемые в сельском хозяйстве в качестве удобрений.

До 1975 г. основная масса шлаков (? 87,6%) направлялась в отвалы.

Таблица 2.3.1 Источники образования лома и отходов основных переделов металлургического предприятия

Вид производства

Операции

Доменное

Выпуск и разливка чугуна на канавах и в чугуновозных ковшах (остатки, брак чушкового чугуна)

Сталеплавильное

Выпуск и разливка стали (литники, недоливки, бракованные слитки, остатки металла в ковшах), зачистка слитков (стружка, скрап)

Прокатное

Резка (обрезь, стружка), прокатка (недокат), зачистка заготовок (пыль, стружка)

Литейное

Разливка металла (остатки в ковшах, литники), литье, брак
скрап)

Кроме шлаков ежегодно образуется около 1 млн. т шламов, которые содержат большое количество железа (ок. 50%), и ок. 110 тыс. т пыли.

Как уже было сказано, твердые отходы занимают полезные площади. Из-за ветров происходит постоянное пыление отвалов, что приводит к загрязнению воздушного бассейна. Осадки (дожди, снег) выщелачивают из отвалов элементы и соединения, что приводит к заражению почвы.

В итоге, даже освобожденные из-под отвалов земли становятся непригодными для сельскохозяйственного использования, образуются так называемые "индустриальные пустыни".

3. Мероприятия по очистки сточных вод металлургического производства

3.1 Определение и классификация промышленных сточных вод

"Правилами" установлены ПДК для 1925 вредных веществ.

Ниже приведены данные, характеризующие ПДК в водоемах хозяйственно-бытового использования некоторых вредных веществ, наиболее распространенных в сточных водах предприятий черной металлургии (таблица 3.1.1).

Таблица 3.1.1 ПДК наиболее распространенных загрязнений в стоках предприятий черной металлургии, мг/л

Вещества

ПДК

Вещества

ПДК

Аммиак (по азоту)

2,0

Роданиды

0,1

Барий

0,1

Сероуглерод

1,0

Бензин топливный

0,1

Свинец

0,03

Бор

0,5

Сульфат аммония

0,5

Ванадий

0,1

Фенол

0,001

Вольфрам

0,05

Флотореагент ОПС-6

2,0

Железо

0,5

Флотореагент этилксантогенат калия

0,1

Кальций

180

Хлорид аммония (по азоту)

2,0

Кремний

10

Хлорид кальция

550

Масла

0,02-0,4

Хром (в пересчете на Cr³⁺)

0,6

Медь

1,0

Хром (в пересчете на Cr⁶⁺)

0,1

Нефть многосернистая

0,1

Цинк

1,0

Нефть прочая

0,3

Цианиды простые и комплексные
(кроме цианоферритов) в пересчете
на циан

0,1

Правила запрещают сбрасывать в водоемы сточные воды, если этого можно избежать, используя более рациональную технологию и оборотное водоснабжение. Наибольшее количество сточных вод образуется в основных цехах металлургических предприятий (доменный, сталеплавильный, прокатный и др.), но степень их загрязнения относительно невелика. Отличительная особенность общезаводских стоков - наличие большого количества взвешенных частиц (800-4300 мг/л), в основном руды и окалины, которые придают стокам красновато-бурый оттенок. Также в стоках содержится незначительное количество органических загрязнений; стоки имеют относительно высокую температуру 35-55 °С. Один металлургический завод выбрасывает около 200 т/сут. взвешенных веществ.

В доменном производстве количество стоков наибольшее - 15 м³/т чугуна. Наименее загрязнены стоки от грануляции шлака, когда расплавленный шлак быстро охлаждается водой. Большая часть воды при этом испаряется, а оставшая возвращается для повторного использования. Стоки от грануляции имеют температуру до 40 °С. Количество взвешенных частиц канцерогены 3,4-бензпирен. Стоки коксохимического производства вообще нежелательно сбрасывать в водоемы, т.к. вода в них становится непригодной для любого использования. Наиболее вредные стоки образуются в процессе обработки металлических

поверхностей кислотами. В этих цехах образуется две категории стоков:

1) Более концентрированные, включающие в себя отработанные растворы из травильных ванн. Содержат H_2SO_4 , $Fe_2(SO_4)_3$; $t = 30-80$ °С.

2) Менее концентрированные, включающие воду от промывки обработанных изделий. Количество стоков:

- первой категории - 0,5 м³/т готовой продукции;

- второй категории - 3 м³/т.

Наименее вредными являются стоки рудо-обогатительных фабрик. Количество стоков велико, но они содержат в основном большое количество глины, песка, пустой породы.

3.2 Современные способы очистки сточных вод

Универсального метода очистки загрязненных промышленных сточных вод, который отвечал бы всем современным требованиям, пока не существует.

Для очистки промышленных стоков используют механический способ и реагентную химическую очистку. Также разрабатываются и внедряются безреагентные способы: электрохимический, электроионитовый, применение ионнообменных смол, озонирование.

Механические методы используются в основном как предварительные. Они предназначены для отделения от воды нерастворимых примесей различной крупности. Для этих целей используют решетки, барабанные сетки, фильтры, песколовки, отстойники, нефтеловушки, смолжиромаслоуловители. Основным оборудованием механической очистки сточных вод являются отстойники различных принципов действия, отстойные пруды. В настоящее время для механической очистки применяют гидроциклоны, требующие значительно меньших площадей и отличающиеся более высокой производительностью. Сточные воды после механической очистки в зависимости от состава и предъявляемых к ним требований направляют на химическую, физико-химическую или биологическую очистку. Химическую реагентную очистку применяют в случаях, когда выделение загрязнений возможно только в результате химической реакции между примесью и реагентом с образованием новых веществ, которые легко удалить. Для такой очистки используют реакции окисления, нейтрализации, перевод вредных примесей в безвредные, обезвреживание методом хлорирования и др. Подобные методы требуют большого расхода реагентов. Кроме того, образующиеся в результате реакции соединения необходимо удалять из стоков и обрабатывать. Наиболее широко применяется нейтрализация сточных вод для удаления из них кислот, щелочей, солей металлов.

Физико-химические методы очистки подразделяют на реагентные и безреагентные.

К реагентным относятся методы, при которых для осаждения и выделения соединений из стоков применяются специальные вещества - коагулянты (соли алюминия и железа, аммиачная вода и др.) и флокулянты (полиакриламид, синтетические полимеры, природные полимеры, неорганические вещества, например, кремниевая кислота). Очистка сточных вод реагентным способом включает несколько стадий: приготовление и дозирование реагентов, смешение их с

водой, хлопьеобразование, отделение хлопьевидных примесей от воды.

К безреагентным методам относятся: сорбционные, электрохимические, радиационные и др. Безреагентные методы протекают без введения в реакционную среду дополнительных химических соединений. Тем не менее осуществление процесса требует дополнительных затрат энергии и использование нейтральных веществ в качестве сорбентов, которые при регенерации дают вторичное загрязнение в виде шлама.

К электрохимическим методам очистки относятся ионный обмен, электролиз и др. составляет 600-700 мг/л. В стоках также содержатся кремний, кальций, сернистые соединения, сульфаты.

Сточные воды коксохимического производства характерны наличием в них фенолов, количество которых может быть значительно.

Наиболее широко применяются синтетические ионнообменные смолы, цеолиты, гидроксиды и соли поливалентных металлов. Ионный обмен является одним из основных способов обессоливания, опреснения и умягчения воды.

В последние годы широкое применение нашли мембранные процессы очистки сточных вод (ультрафильтрация, обратный осмос, микрофильтрация, испарение через мембраны, диализ, электродиализ). Мембраны изготавливают из ацетатов целлюлозы, полиамида, фторопласта, различных полимеров, стекла, графита, оксидов металлов.

Ультрафильтрация характеризуется большими скоростями движения разделяемой жидкости. При повышении давления и уменьшении скорости движения разделяемой жидкости наступает обратный осмос. При обратноосмотическом процессе мембраны могут задерживать практически все растворимые вещества и взвеси минерального и органического происхождения (в том числе микробы, вирусы, бактерии, споры грибов и т.п.).

Мембранные процессы разделения жидкостей, смесей, деминерализация воды, разделение и концентрирование сточных вод являются наиболее эффективными в экологическом отношении, т.к. позволяют извлекать из сточных вод ценные вещества, повторно использовать воды, регенерировать отработанные составы. Биологический метод применяется для очистки воды от многих растворимых органических веществ, ионов тяжелых металлов и некоторых неорганических веществ (сероводорода, аммиака, нитритов). Процесс основан на способности микроорганизмов использовать эти вещества для питания. Контактная с органическими веществами микроорганизмы частично разрушают их, превращая в воду, диоксид углерода и другие вещества. Другая часть органических веществ идет на образование биомассы.

Известны аэробные и анаэробные методы биологической очистки. Аэробный метод основан на использовании аэробных микроорганизмов, для жизнедеятельности которых необходимы постоянный приток кислорода и температура 20-40 °С.

Анаэробные методы осуществляются без доступа кислорода, их используют в основном для обезвреживания осадков.

Термические методы используют для очистки сильно минерализованных сточных

вод, содержащих соли кальция, магния и др. Очищенную воду получают в основном путем её испарения в специальных установках. В некоторых случаях используют огневой метод, при котором сточные воды распыляют непосредственно в топочные горячие газы. При этом вода полностью испаряется, органические примеси сгорают, а минеральные вещества превращаются в твердые или расплавленные частицы, которые затем улавливаются.

Способы очистки сточных вод от некоторых вредных веществ приведены в таблице 3.2.1

Таблица 3.2.1 Способы очистки сточных вод от вредных веществ

Вредные вещества

Способ очистки

Азот, аммиак

Биологическая очистка стоков, а при недостаточной эффективности доочистка:

- 1) подщелачивание известью до pH 9,5-11,5 и отдувка аммиака воздухом;
- 2) окисление хлором, адсорбция образовавшихся хлораминов и фильтрование через гранулированный активированный уголь;
- 3) адсорбция иона аммония ионитами - адсорбция цеолитами (эффективность 54-100%)

Соединения аммония: гидроксид, карбонат аммония, сульфид, роданит аммония

Биологическая очистка

Алюминий (содержится в стоках от гальванических ванн)

Нейтрализация щелочами с последующим осаждением алюминия или извлечение ионитами

Ванадий

Биологическая, химическая очистка: извлечение ионитами, методами обратного осмоса; осаждение гидроксидом железа при pH 8,5-10, сульфидом железа, адсорбция активированным углем

Вольфрам

Извлечение ионитами

Железо

Наиболее распространенные методы извлечения - аэрация, осаждение, фильтрование, коагуляция, ионный обмен. Применяются осаждение известью, цементация, электродиализ, метод обратного осмоса, адсорбция активированным углем. Механическая и биологическая очистка стоков снижает концентрацию железа в сточных водах на 86%; очистка с помощью катионных фильтров снижает концентрацию железа с 11 до 0,01 мг/л.

Кадмий (особенно в сточных водах цехов электролитического покрытия)

Биологическая очистка (извлекается 80% кадмия); химическая очистка при добавлении щелочи, извести; осаждение и фильтрование (извлекается 60% кадмия). Эффект очистки сточных вод от кадмия известью 98,9%.

Медь и её соединения

Биологическая очистка, химическая очистка, осаждение известью или едким натром, осаждение ферроцианидом калия, физико-химические методы, ионный обмен, метод обратного осмоса

Молибден

Извлечение ионитами. Эффект очистки сточных вод от молибдена составляет при применении химических методов (квасцов) 85%, извести 12%, физических методов - 72%.

Мышьяк

Химические и физико-химические методы. Двойным биофильтрованием мышьяк извлекается из сточных вод полностью.

Никель

Биологическая очистка; химическая, физико-химическая очистка; метод обратного осмоса (эффект 92-96%); адсорбция активированным углем (эффект - 95-99%).

Свинец

Адсорбция активированным углем; химические методы, биологическая очистка

Сера и её соединения

Биологическая и физико-химическая очистка; химические методы

Фосфор

Биологическая и химическая очистка; ионный обмен; метод обратного осмоса

Хлор

Методы химической очистки, аэрация

Хром

Биологическая, химическая очистка: извлечение ионитами, методами обратного осмоса; механические способы очистки; физико- химические методы

Цинк

Биологическая очистка; нейтрализация щелочами; известкование; цементация; ионный обмен; метод обратного осмоса

Цианиды

Биологическая, химическая очистка, ионный обмен, адсорбция активированным углем

Соляная кислота

Нейтрализация известью

Концентрация
водородных ионов (рН)

При рН=6,7 биологическая очистка (оптимальное значение рН=6,5); методы
нейтрализации кислых и щелочных вод

Фенол, роданиды

Биологическая очистка

4. Мероприятия по снижению негативного воздействия металлургического
производства на окружающую среду

4.1 Санитарная охрана атмосферного воздуха

Большинство пирометаллургических процессов характеризуется образованием
больших количеств газов. Помимо возможного использования ценных составляющих
газов (в основном SO₂), необходимо производить их обезвреживание с целью охраны
ОС.

Защита ОС от вредных выбросов является одной из острейших проблем
современности. Современное металлургическое предприятие -- это сложный про-
изводственный комплекс, включающий разнообразные цехи, а иногда и отдельные
заводы, которые в значительной степени могут загрязнить воздушный бассейн
окружающего района. Избежать этого полностью при существующем уровне
развития техники невозможно. Поэтому законодательством РФ предусмотрена
санитарная охрана атмосферного воздуха, т. е, система мероприятий, направленных
на обеспечение необходимой чистоты воздуха и поддержание ее на уровне,
безопасном для жизни и здоровья человека.

На долю предприятий металлургии (и цветной и черной) приходится около 20-25%
общих вредных выбросов в атмосферу, а в районах расположения крупных
металлургических заводов - более 50% всего количества загрязнений. В связи с этим
в отрасли проделана и продолжает проводиться значительная работа по увеличению
количества газоочистных установок и улучшения показателей их работы.

Основной характеристикой загрязненности воздуха является концентрация в нем

примеси, т.е. количество того или иного вещества в единице объема воздуха при нормальных условиях, обычно выраженное в мг/м³.

В нашей стране установлены два вида предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в воздухе. Это ПДК в воздухе рабочей зоны и ПДК в атмосферном воздухе населенных мест.

В свою очередь ПДК вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест подразделяются на два вида: максимально разовая ПДК_{м.р.} - предельно допустимая максимальная разовая концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не должна вызывать при вдыхании в течение 30 мин рефлекторных реакций в организме человека, и среднесуточная ПДК_{с.с.} - предельно допустимая среднесуточная концентрация вредного вещества в воздухе населенных мест, которая не должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного действия при неопределенно долгом (годы) воздействии.

В таблице 4.1.1 приведены ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны и в воздухе населенных мест, а также классы опасности ряда вредных веществ, наиболее часто встречающихся в атмосфере районов размещения предприятий черной металлургии. Там же приведена оценка состояния воздушного бассейна.

Наиболее эффективным средством борьбы с выбросами пыли и вредных газообразных компонентов в воздушный бассейн предприятиями является установка газоочистных аппаратов. Однако, как показала практика, пылегазовыделения можно значительно сократить путем их подавления и локального отсоса, а также осуществления ряда мероприятий технологического и планировочного характера. В первую очередь следует внедрять малоотходную технологию, позволяющую значительно уменьшить нагрузку на газоочистные аппараты и тем самым повысить эффективность их работы, а иногда и обойтись без их установки.

Таблица 4.1.1 ПДК вредных веществ

Вещество

Класс опасности

Предельно допустимая концентрация, мг/м³

Состояние воздушного бассейна при концентрации свыше, мг/м³

Действие на организм человека

В воздухе
рабочей зоны

В атмосферном воздухе
населенных мест

Вызывает опасение

Опасное

Чрезвычайно опасное

ПДК м.р.

ПДК с.с.

Оксид углерода

4

20

5,0

3,0

1,0

5,0

26,0

Сильно токсичен, кровяной яд, нарушает дыхание, уменьшает потребление тканями кислорода, вызывает судороги

Предельные углеводороды (в пересчете на углерод)

4

300

-

-

1,5

7,6

37,5

Оказывает наркотическое действие,
вызывает головокружение, кашель,
влияет на кроветворную систему

Сажа (копоть)

4

4

0,15

0,05

0,05

0,25

1,25

Канцерогенное действие, вызывает
кожные заболевания

Аммиак

4

20

0,2

0,2

0,2

1,0

5,0

Оказывает раздражающее действие

Фенол

3

0,3

0,01

0,01

0,1

0,04

0,16

Общетоксичное, канцерогенное действие, всасывается через кожу

Пыль нетоксичная

3

10

0,5

0,15

0,15

0,76

3,75

Оказывает раздражающее действие, вызывает конъюнктивит, дерматиты, фиброз легких

Диоксид серы

3

10

0,5

0,06

0,06

0,18

0,2

Оказывает общетоксичное, раздражающее, эмбриотоксическое действие

Диоксид азота

2

5

0,085

0,085

0,085

0,250

0,766

Сильно токсичен, оказывает общетоксичное, раздражающее, аллергенное действие

Сероводород

2

10

0,008

0,008

0,006

0,024

0,072

Сильно токсичен, оказывает общетоксичное действие, адсорбируется неповрежденной кожей, вызывает головокружение, слезоточение, расстройство сердечно-сосудистой системы

Сероуглерод

2

1

0,03

0,005

0,005

0,015

0,045

Оказывает общетоксичное и эмбриотическое действие, способствует развитию сердечно-сосудистых заболеваний, язвенной болезни желудка

Серная кислота

2

1

0,3

0,1

0,1

0,3

0,8

Оказывает раздражающее, прижигающее действие. Вызывает спазм гортани, поражение легких, ожоги

Соляная кислота

2

5

0,2

0,2

0,2

0,6

1,8

Оказывает раздражающее действие на верхние дыхательные пути, вызывает ожоги

Формальдегид

2

0,5

0,036

0,012

0,012

0,036

0,108

Оказывает раздражающее, общетоксичное, канцерогенное и аллергенное действие

Фтор

2

1

0,02

0,005

0,005

0,015

0,045

Оказывает раздражающее, общетоксичное, прижигающее действие, вызывает сильное раздражение глаз, отек легких, при длительном действии в малых концентрациях - флюороз

Свинец

1

0,01

-

0,0003

0,0007

0,00126

0,00224

Сильно токсичен, оказывает общетоксичное, канцерогенное, мутагенное действие, вызывает поражение нервной системы, крови и сосудов

Ртуть

1

0,01

-

0,0003

0,0003

0,00064

0,00096

Сильно токсична, оказывает раздражающее, общетоксичное, канцерогенное и аллергенное действие, всасывается неповрежденной кожей

4.2 Планировочные мероприятия по снижению приземных концентраций вредных веществ