МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ СССР

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ПО САНИТАРНОЙ ОХРАНЕ ВОДОЕМОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ ЗАВОДОВ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Москва — 1977 г.

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ СССР

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САНИТАРНОЙ ОХРАНЕ ВОДОЕМОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ ЗАВОДОВ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Москва — 1977 г.

Методические указания переработаны д. м. н. **Я. И. Костовецким,** сотрудником Киевского научно-исследовательского института общей и коммунальной гигиены им. А. Н. Марзеева.

УТВЕРЖДАЮ:
Заместитель Главного
Государственного санитарного
врача СССР
В. Е. Ковшило
№ 1429-76
26 мая 1976 года

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САНИТАРНОЙ ОХРАНЕ ВОДОЕМОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ ЗАВОДОВ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Без металла нет и не может быть технического прогресса ни в одной отрасли народного хозяйства. Вот почему наша партия постоянно уделяет неослабное внимание увеличению производства стали, чугуна, проката. В 1975 году выплавка стали в нашей стране достигла 140 млн. тонн в год и заметно возрастает в X пятилетке с тем чтобы полностью покрыть растущие потребности народного хозяйства в соответствии с достигнутым к тому времени уровнем технического прогресса.

При этом существенное значение имеет то, что для современных металлургических заводов характерны потребления огромных количеств воды и соответственно значительный сброс сточных вод. Водопотребление крупного завода производительностью 10—12 млн. тонн стали в год составляет 250—300 тыс. м³/час, причем эти расходы имеют тенденцию к росту за счет применения новой технологии, широкого использования кислородного дутья, уборки пыли в подбункерном пространстве средствами гидросмыва и др. Одна доменная печь объемом 5000 м³ дает до 6000 м³ стоков в час, а крупный стан 2000 на одном из заводов дает до 30 000 м³ стоков в час.

Все это определяет большую значимость санитарной охраны водоемов от загрязнения их сточными водами предприятий металлургической промышленности. Последняя, как известно, представляет собой комплексную отрасль тяжелой промышленности в состав которой, наряду с собственно металлургическим производством, входят так же коксохимическое и железорудное.

Настоящие методические указания относятся к санитарной охране водоемов от загрязнения сточными водами только заводов черной металлургии, имеющих самостоятельное значение. Эти предприятия характерны своим технологическим режимом, образованием больших объемов сточных вод и их специфическим составом.

Условия образования и физико-химическая характеристика сточных вод металлургических заводов

Около 3/4 общего потребления воды металлургических заводов расходуется на охлаждение продукта, конструктивных элементов металлургических печей и машин. Если вода непосредственно не соприкасается с последними, то она только нагревается, в противном случае наряду с повышением температуры воды она также загрязняется.

Сточные воды современного металлургического завода формируются из отдельных цеховых стоков, которые во многом определяют расход общезаводского стока и его качественный состав. Наибольшее количество сточных вод образуется в основных цехах — доменном, прокатном и сталеплавильном.

Во время **доменного процесса** выплавки чугуна вьбрасывается газ, который уносит с собой до 20 и более грамм пыли на 1 м³ газа, что иногда соответствует 1/5 всего количества загруженной в шахту руды. Поэтому он подвергается очистке в скруберах — сухих пылеуловителях, где задерживается до 70% пыли, а также тонкой очистке в дезинтеграторах, или электрофильтрах; вода увлекает за собой механические примеси (частицы руды, кокса и известняка) и химические соединения (сульфаты, хлориды), а также газы. На 1000 м³ очищаемого газа образуется 4—6 м³ сточных вод, или около 20 м³ на 1 т чугуна. Стоки окрашены в красно-бурый, темно-серый или коричневый цвет с температурой порядка 40—50°, для них характерно высокое содержание взвешенных веществ за счет частиц пыли, попадающей из газа в воду (от 1000 до 4000 мг/л).

С повышением давления воздуха (дутья) под колошником доменной печи, а также при обогащении воздуха (перед подачей его в печь) кислородом и природным газом, количество выносимой пыли и крупность ее частиц уменьшается. Большой дисперсностью отличается также пыль, образующаяся при выплавке ферромарганцевого чугуна. В отличие от сточных вод производства предельного и литейного чугуна, ферромарганцевое производство имеет еще ту особенность, что образующиеся стоки содержат высокие концентрации нерастворимых и растворимых цианидов, а также роданистые соединения и аммиак.

В доменном цехе образуются так же загрязненные воды от **подбункерных помещений,** грануляции доменного шкала и разливочных машин. При транспортировке, грохочении и дозировке шихты в подбункерных эстакадах выделяется пыль и просыпается некоторое количество материала на пол,

который убирают водой смывом из дырчатых труб и сопел. Общее количество сточных вод образующихся от смыва осыпи и пыли составляет 300—360 м³/ч на каждую доменную печь, или около 2 м³ на 1 т выплавляемого чугуна. Стоки загрязнены только механическими примесями — мелочью агломерата в виде кусочков руды, кокса и известняка, концентрация которых составляет 2 г/л, с повышением до 20 г/л.

В процессе **грануляции доменного шлака** — охлаждения его водой, в зависимости от применяемого способа, сточные воды или почти совсем не образуются (на специальном барабане к которому шлак подводят в ковшах) или образуются до 1—2 м³ на 1 т гранулированного шлака (при грануляции в лотках или специальных камерах вблизи доменных печей с последующим гидравлическим транспортированием на склад).

Сточная вода имеет повышенную температуру (до 40°) и относительно невысокую концентрацию взвешенных веществ (до 1600—1700 мг/л).

Сточные воды **разливочных машин** получаются от охлаждения чугуна, разлитого в мульды на машине, и от охлаждения слитков чугуна после машины на вагонах с помощью душирующих устройств. Опорожненные мульды смачиваются известковым молоком, предохраняющим их от приваривания к ним чугуна при следующей разливке. Поэтому в сток, наряду с осколками застывшего чугуна, окалины, коксовой мелочью, графитом, попадает много недогашенной извести и известнякового шлама в виде недопала, что приводит к высокой щелочности стоков (до 28 мг-экв/л — общей и 1 мг/экв-л — гидратной). В среднем концентрация взвешенных веществ в стоках составляет 2000 мг/л, а температура отработанных вод повышается до 50°.

Количество сточных вод составляет до 3—4 м³ на 1 тонну разлитого чугуна (70—80% потребляемой воды или до 300 м³ и более на одну разливочную машину.

Наряду с доменным производством, значительными потребителями воды являются **прокатные цеха,** количество стоков в которых колеблется от 3 до 16 м³ на 1 т прокатного металла (в зависимости от типа стана, вспомогательного оборудования и сортов проката). Стоки образуются от охлаждения валков, шеек валков и подшипников, от смыва и транспортирования окалины, а также от охлаждения вспомогательных механизмов — пил, ножниц и др.

Исходя из особенностей использования воды в прокатных цехах, образующиеся стоки характеризуются:

а) более высокой чем поступающая вода температурой (примерно на 5°);

б) значительным содержанием взвешенных веществ в виде крупной, средней и мелкой окалины, количество которой в зависимости от типа станов колеблется в пределах 2—4% веса прокатного металла (до 2200 мг/л);

г) наличием некоторого количества масел: при установке на станах бронзовых подшипников в среднем 30—40 мг/л, текстолитовых — до 10—30 мг/л, а периодически, при остановках станов на ремонт и более. В станах трубопрокатных цехов содержание масел достигает от 38 до 170 мг/л.

Значительные загрязнения сбрасываются со сточными водами **сталеплавильных цехов.** Прежде всего это относится к стокам образующимся при мартеновском способе выплавки стали. Это связано с тем, что в настоящее время в нашей стране около 80% стали выплавляется в мартеновских печах. В связи с переходом на новую технологию, т. е. с подачей кислорода в ванну, резко возрастает содержание пыли в отходящих газах, количество которой может достигать 16—30 г/м^3, причем пыль эта чрезвычайно мелкодисперсная. Удельный расход воды принимается 1,5—2 м^3 на 1000 м^3 газа, а концентрация взвешенных веществ в них может доходить до 20 г/л. Наряду с мартеновским еще более быстро будут развиваться другие способы выплавки стали — кислородно-конверторный, электропечной. Типовым агрегатом для производства стали будут конверторы емкостью 300—400 тонн с продувкой чугуна кислородом.

При **кислородно-конверторной** выплавке стали жидкий чугун продувают воздухом, обогащенным кислородом. При этом образуется 1200—1600 м^3 отходящего газа на 1 т выплавляемой стали. В нем содержится до 80 г/м^3 мелкой, в основном металлической пыли.

Такая высокая концентрация пыли в газах обусловливает значительное содержание взвешенных веществ в сточной воде от очистки газа — до 7000 мг/л от одной очистки при работе конвертора на сталь и 15 000 мг/л — при работе на полупродукт. Обычно максимум содержания взвешенных веществ приходится на начало плавки и затем постепенно снижается. Среднее содержание взвешенных веществ ниже также в общем стоке от нескольких параллельно работающих конверторов.

Аналогичная очистка газов водой производится и от **электросталеплавильных печей.** Количество сточных вод от газоочистки составляет 4 м^3 на 1000 м^3 газа, или 4,5—6,5 м^3 на 1 т выплавляемой стали. В сточных водах содержится от 200 до 500 мг/л и более взвешенных веществ, а при продувке выплавляемой стали кислородом концентрация взвеси возрас-

тает до 2000 мг/л и более. Взвесь характеризуется мелкодисперсностью и плохо смачивается водой.

Для утилизации тепла отходящих газов почти за всеми мартеновскими, многими нагревательными (прокатными) печами и конвертерами устанавливаются **котлы-утилизаторы.** В результате периодической обмывки их образуются сточные воды загрязненные механическими и химическими примесями. Концентрация механических примесей (продукты шихтового уноса, содержащие до 84% окислов железа) достигает в начале промывки котла 160—180 г/л, а затем резко снижается, составляя в среднем 20 г/л. Химические загрязнения (повышенный сухой остаток, высокая жесткость, содержание марганца до 30—40 мг/л) представляют собой растворимые продукты шихтового уноса. Количество стоков от промывки одного котла составляет в среднем 70 м³/час.

Взвешенные вещества, как основной загрязнитель стоков металлургического завода, находятся в сравнительно высоких концентрациях также в сточной воде от внедренных в современное производство установок по душирующему охлаждению и гидравлической очистке изложниц после разливки стали. Количество стоков от первых составляет 180—360 м³/час, а от гидроочистки изложниц 25—50 м³/час. Общая концентрация взвешенных веществ в воде от 750 до 2000 мг/л (окалина, шлак, известь).

В общем балансе сточных вод металлургического завода следует учитывать и те которые образуются от все шире внедряемых установок непрерывной разливки стали. На строящихся новых предприятиях, этот метод должен полностью заменить разливку стали в изложницы. В основном эта вода незагрязненная — от охлаждения, с температурой на 5° выше поступающей, количество ее от одной установки до 300 м³/ч. Одновременно поступает вода и от зоны вторичного загрязнения металла в количестве до 20 м³/час, но она содержит до 5—7 г/л взвешенных веществ, состоящих на 93% из окиси железа; масла в воде около 30 мг/л.

Самостоятельное значение имеют сточные воды **ферросплавных заводов** и **флюсоплавильного производства.** Эти предприятия обычно расположены отдельно от собственно металлургических заводов. Сточные воды образуются при очистке газов, разливке и грануляции ферросплавов и производстве электродной массы. Стоки их также характеризуются наличием высоких концентраций взвешенных веществ (несколько тысяч мг/л), но состав их имеет некоторую специфику — стоки часто щелочной реакции, с повышенным сухим остатком и содержат фенолы (стоки цеха электродных

масс); в стоках обычно находятся цианиды и роданиды (газоочистка электроплавильных печей при выплавке ферросплавов); наблюдается наличие высоких концентраций марганца и особенно фтора (стоки флюсоплавильного производства), в них могут содержаться и такие растворимые вредные вещества как хром, мышьяк, ванадий и другие.

Наиболее опасная в санитарном отношении категория сточных вод заводов черной металлургии образуется в процессе обработки (травления) кислотами поверхности металлических изделий, покрытых окалиной и ржавчиной. При погружении изделий в ванны с растворами кислот (главным образом серной) и последующей промывкой этих изделий водой, образуются два вида стоков — отработанные растворы и промывные воды. Количество первых составляет примерно 0,5 м³ на 1 т готовой продукции (10 м³ на 1 т расходуемой кислоты) и сбрасываются они периодически два-три раза в сутки. В этих стоках содержится 30—100 г/л свободной серной кислоты, 100—300 г/л солей железа (железного купороса), а температура их достигает 80° С. Промывные воды содержат от 0,6 до 0,8 г/л кислоты и от 1,8 до 2,5 г/л солей железа и механических загрязнений. Количество этих вод зависит от вида обрабатываемых металлоизделий и в среднем составляет 3 м³ на 1 т обработанного кислотой металла. На современных заводах количество промывных вод достигает 300—400 м³/час и более.

К сточным водам предприятий металлургической промышленности, относятся также и те, которые образуются на горнорудных производствах в частности горнообогатительных и агломерационных.

Первые характеризуются главным образом значительным количеством взвешенных примесей, а также реагентами флотации. В качестве флотареагентов применяют окисленный уайт-спирит, окисленный керосин, кубовые остатки и др. Эта категория сточных вод, учитывая их состав и значительные объемы, обычно направляется в шламонакопители. Осветленная вода должна повторно использоваться на производстве. Сточные воды аглофабрик образуются при очистке дымовых газов, гидротранспорте и гидросмыве. Количество стоков составляет примерно 0,5—0,6 м³ на 1 т агломерата. Загрязнены стоки главным образом механическими примесями-частицами шихтовых материалов и готового агломерата. Количество примесей составляет до 30 г/л, а концентрация свободной извести достигает насыщения — 44—46 мг/экв/л. Много образуется и шлама. На аглофабрике в составе шести лент площадью по 75 м² количество шлама составляет 1000—1200 т/сутки.

О составе общего стока металлургического комбината можно судить по приведенным А. Ф. Шабалиным (1968) данным одного из комбинатов с полным металлургическим циклом производства (включая кокс, аглофабрики, огнеупоры и ТЭЦ). Для сравнения приводится анализ воды, подаваемой на завод из источника (табл. 1).

Таблица 1

Физико-химические свойства общего стока металлургического комбината и воды, подаваемой из источника

Показатели	Общий сток	Вода, подаваемая из источника
Цвет	желто-бурый	бесцветная
Запах	шлама и нефти	без запаха
Взвешенные в-ва, мг/л	220—822	20—30
pH	7,6—8,5	7,5
Щелочность, мг-экв/л	3,0—7,6	2,8—3
Химический состав, мг/л	429—825(797)*	275—324
Cl^- —	41—198	13—28
SO_4^{-2} —	108—290	73—78
NO_2^- —	0,1—7	0,07—0,1
NO_3^- —	0—следы	0
NH_4^+ —	1—40(16,3)	0
Fe общ. —	9—40(23)	0,1—0,2
Нефтепродукты и смола, мг/л	0—92(32)	0
Окисляемость, мг/л O_2	13—90(40,8)	6,6—7,1

Приведенные данные общезаводского стока дают представление о характере вносимых загрязнений. Но этот состав может меняться в зависимости от того какие производства имеются на предприятии, периода отбора проб (в сезоны дождей, таяния снегов, удаления осадка из очистных сооружений концентрация загрязнений заметно возрастет).

* В скобках указано среднее значение.

Влияние выпуска сточных вод металлургических заводов на санитарный режим водоемов

Влияние на водоем сточных вод металлургических заводов определяется не только качественным составом, но и количеством сбрасываемой воды, которое, по данным Института «Гипросталь» составляет 8230 м³/час, в расчете на 1 млн. тонн стали в год.

При сбросе таких огромных количеств загрязненных вод заметно ухудшается санитарное состояние водоема. Прежде всего это выражается в увеличении содержания взвешенных веществ, значительная часть которых осаждается вблизи места выпуска. Отложения осадка в водоеме могут достигать нескольких десятков сантиметров и служить источником вторичного загрязнения. Параллельно с этим отмечается уменьшение прозрачности и появление специфической бурой окраски воды, что вызывает у населения отрицательную эстетическую реакцию.

В водоеме, куда сбрасываются стоки металлургических заводом может наблюдаться также повышение температуры воды, некоторое увеличение окисляемости и БПК, ухудшение кислородного режима. В отдельных случаях отмечается наличие маслянистой пленки на поверхности воды (за счет выноса смазочных продуктов с водой от прокатных цехов) и появление токсических веществ (в основном в результате сброса сточных вод, образующихся при выплавке ферромарганцевого чугуна и от флюсоплавильного производства).

При поступлении в водоем стоков содержащих кислоты изменяется активная реакция воды, которая играет важную роль в биологических процессах. Серная кислота, взаимодействуя с гидрокарбонатами, уменьшает щелочность воды, тем самым ослабляет способность воды водоема к самоочищению. При больших количествах кислоты вода приобретает кислую реакцию и нарушается нормальный ход биохимических процессов.

Говоря о возможности поступления токсических веществ, количество которых в стоках собственно металлургических заводов незначительно, надо учитывать значительные объемы сточной воды образующиеся на этих предприятиях и поэтому сброс стоков особенно в малые водоемы может оказаться не безразличным и в санитарно-токсикологическом отношении. При этом, надо учитывать, что предельно допустимая концентрация цианидов находится на уровне 0,1 мг/л (а для рыбохозяйственных водоемов даже 0,05 мг/л), роданидов — 0,1 мг/л. В этом плане должны приниматься во внимание и имеющиеся в стоках металлургических заводов невы-

сокие концентрации фенолов, допустимое содержание которых в воде водоемов 0,001 мг/л.

Поступление токсических веществ, наряду с наличием высоких концентраций мелкодисперсной взвеси, может привести к гибели водных организмов и нарушению естественных процессов самоочищения.

Особо неблагоприятные условия могут создаваться при сбросе сточных вод металлургических заводов в водохранилище. Наблюдаемое в таких зарегулированных водоемах замедленное течение и слабое перемешивание приводит к более заметному выпаданию осадка и резкому ухудшению органолептических свойств воды вблизи возникшего сброса. В результате действия сгонно-нагонных ветров загрязнения распространяются не только вниз, но также вверх по течению и часто наблюдается взмучивание донных отложений.

Поступление в поверхностные водоемы, особенно маломощные, больших количеств загрязненных стоков металлургических заводов может заметно ухудшать санитарный режим на значительном протяжении затрагивая интересы многих водопользователей. Этим определяется важность проведения технологических и санитарно-технических мероприятий с целью исключения отрицательного влияния сброса сточных вод металлургических заводов на санитарные условия водопользования и здоровье населения.

Очистка сточных вод заводов черной металлургии

Металлургические заводы относятся к той категории производства для которых практически доказана возможность организации оборотного водоснабжения, когда всю отработанную в производстве воду подвергают той или иной подготовке (очистке, охлаждению, обработке) и снова используют в производстве без выпуска в водоемы. При этом следует исходить из того, что легче очистить воду до степени, удовлетворяющей требованиям технологических процессов, чем до санитарных требований к спуску сточных вод в водоемы. Поэтому водоснабжение заводов черной металлургии как правило должно быть оборотным для всего промышленного предприятия или с отдельными замкнутыми циклами цехов, без сброса сточных вод в водоемы.

При осуществлении замкнутых, оборотных циклов необходимо стремиться к исключению продувки, либо к максимальному ее сокращению. Продувочные воды должны подвергаться очистке и также использоваться в водообороте. Уменьшение сброса загрязнений со сточными водами должно осуществляться также путем максимального извлечения из них

ценных отходов, которые являются потерями для производства и вместе с тем ведут к загрязнению воды водоемов. Наконец, следует предусмотреть мероприятия по предотвращению аварийных сбросов с оборотных циклов (стабилизация воды, наличие резервного оборудования и др.).

Спуск сточных вод в коммунальную хозяйственно-бытовую канализацию нецелесообразен, в связи с их большим количеством и наличием, в основном, взвешенных веществ минерального происхождения. Возврат отработанных вод обычно осуществляется через пруды-отстойники. В этом сооружении происходит также дополнительное значительное снижение концентрации взвешенных веществ, а также некоторое уменьшение концентрации растворимых соединений.

Каждое санитарно-техническое мероприятие, имеющее своей целью уменьшить концентрацию вредных веществ в стоках, по существу направлено к снижению концентрации вредных веществ в водоемах.

Для очистки сточных вод металлургических заводов обычно применяются методы, в основе которых лежит использование физических свойств осаждения взвешенных веществ, которые являются ведущим показателем загрязнения этих вод. Одновременно находят применение такие физико-химические и химические методы очистки как коагуляция, нейтрализация и другие, что связано с некоторыми особенностями состава отдельных цеховых стоков.

Основным направлением утилизации железосодержащих шламов газоочистки металлургических печей и агрегатов является добавка их в шихту аглофабрик.

Очистка сточных вод газоочисток доменного цеха

Во всех случаях сточные воды газоочисток подлежат освобождению от большого количества нерастворимых (взвешенных) веществ, что осуществляется на сооружениях, предназначенных для осветления воды.

Для небольших по объему сточных вод доменной газоочистки как правило устраивают систему оборотного водоснабжения с очисткой отработавшей воды в радиальных отстойниках и охлаждением на вентиляторных градирнях с брызгальным оросителем или реже — в брызгальных бассейнах, где температура снижается до 30—35°.

Очистка стоков в радиальных отстойниках позволяет снизить концентрацию взвешенных веществ до 100—150 мг/л, т. е. эффективность их работы достигает 90—95%, что дает возможность использовать стоки повторно на производстве.

Для хорошей работы отстойников необходимо обеспечить равномерное поступление воды и распределение ее по всей площади отстойника, равномерный отвод воды из него, своевременное удаление осадка, а также соблюдение нагрузок согласно проекту.

В тех случаях когда сточные воды газоочистки хотя бы частично попадают в водоем, должны быть предъявлены более строгие меры к их очистке с тем, чтобы не было нарушений санитарных условий водопользования. Это следует иметь в виду особенно при выплавке ферромарганца, когда взвешенные вещества в стоках более мелкие и после отстойников концентрация их довольно высокая = 300—600 мг/л. Поэтому иногда требуется доочистка на песчаных напорных фильтрах, (фильтрование через кварцевый песок, крупностью 0,5—1 мм) или коагулирование хлорным железом дозой примерно 150 мг/л, железным купоросом — 20 мг/л, известью — 10 мг/л, полиакриламидом — 0,2 мг/л. Эффективное осветление воды происходит также в результате длительного пребывания в прудах-отстойниках. При этом происходит также доочистка от небольших концентраций токсических веществ, которые находятся в стоках газоочистки доменного газа при выплавке передельного чугуна. От высоких концентраций цианидов, находящихся в стоках газоочистки доменных печей, выплавляющих ферромарганцевый чугун, освобождаются применением железного купороса и последующим подщелачиванием для поддержания pH воды в пределах 9—10.

Токсические цианиды переводятся в относительно малотоксичные ферро и феррицианиды. При этом эффективность очистки достигает 90—98% (остаточное содержание цианидов 1—6 мг/л). Для обезвреживания цианидов применяют также хлорную известь, гипохлорит, жидкий хлор при котором они окисляются до цианатов, т. е. группа CN^- полностью разрушается.

Осадок из отстойников сточных вод от газоочистки содержит компоненты, полезные для выплавки чугуна, поэтому его целесообразно использовать на агломерационной фабрике в качестве сырья для спекания с шихтой, или, в случае отсутствия фабрики — брикетировать подсушенный шлам перед загрузкой его в доменные печи. Для обезвоживания шлама, его влажность 93—95%, лучше всего применять фильтрацию на вакуум-фильтрах. На важность утилизации шлама указывает так же и то, что на одну тонну выплавляемого чугуна приходится до 100 кг шлама (по сухому веществу).

Очистка сточных вод от грануляции доменного шлака и разливочных машин

К сточным водам доменного цеха относятся и те, которые образуются при грануляции доменного шлака и от машин разливки чугуна. Процесс грануляции состоит в быстром охлаждении расплавленного шлака водой и переходом его из жидкого в твердое раздробленное состояние. Расход воды составляет примерно 1 м³ на 1 т гранулированного шлака. Так как образующиеся при этом сточные воды характеризуются в основном наличием взвешенных веществ, то осветление их производится в горизонтальных отстойниках, где основная масса взвешенных веществ осаждается в течение 10—15 минут. Очищенная вода не должна сбрасываться в водоем, а идти для повторного использования, в основном для транспортировки шлака. Осадок из отстойника, выгружаемый уборочным механизмом грейферным краном, используют для планировочных целей или удаляют на сухой отвал. В последние годы все чаще грануляцию шлака производят не в бессточном бассейне, а на специальном барабане (полусухой способ), где сточных вод практически не получается.

Осветление сточных вод разливочных машин, содержащих обломки чугуна, окалину, известь, графит и другие нерастворенные примеси, обычно производится в горизонтальных отстойниках, состоящих из 1—3-х секций. При среднем содержании взвеси 1,5 г/л остаточная концентрация ее после отстойника не превышает 0,15—0,2 г/л, причем 90% общего количества взвешенных частиц осаждается в течение 15—20 минут. Для улавливания обломков чугуна и окалины, а также находящегося в извести песка, перед отстойником следует устраивать песколовку. Отстойник от осадка очищают краном, оборудованным грейфером, и вывозится на согласованные с органами санитарного надзора участки. С целью интенсификации процесса очистки в отстойниках целесообразно применять синтетические высокомолекулярные вещества,— флокулянты. Наиболее приемлемый из них полиакриламид, который способен ускорить процесс осаждения взвеси в стоках разливочных машин (также как и сточных вод газоочистки и прокатных цехов) — 5,5—6 раз.

Учитывая, что стоки разливочных машин содержат не только взвешенные вещества, но и растворенную известь, необходима дополнительная очистка, т. к. выпуск щелочных вод в водоемы приводит к повышению pH и мутности воды, а повторное использование воды вызывает интенсивное зарастание разводящих сетей солями жесткости. Поэтому для полного использования сточных вод разливочных машин в

оборотном цикле рекомендуется добавка 10% свежей воды в отстойники с временем пребывания 40—60 минут. Может быть также использован метод рекарбонизации отработавшей воды углекислотой дымовых газов доменных печей.

Очистка сточных вод прокатных цехов

Единственный метод очистки стоков прокатных цехов — осаждение взвешенных веществ — окалины (содержащей кроме закисного и окисного железа такие примеси как уголь и песок), в горизонтальных многосекционных отстойниках. Обычно отстаивание происходит на 2-х ступенях — непосредственно у прокатного стана в первичных цеховых отстойниках, где вода освобождается от крупной окалины, и вне цеха, во вторичных отстойниках, служащих для осаждения мелкой окалины и улавливания масла.

В первичном отстойнике из воды выделяется до 75—95% взвешенных веществ, остаточное содержание которых достигает 120 мг/л. При наличии двухступенчатой очистки содержание взвеси в очищенной воде не превышает 55—65 мг/л.

Очистку первичного отстойника от осадка производят грейфером, подвешиваемым к мостовому крану, а из вторичного отстойника — скрепером при помощи лебедок, расположенных на передвижных платформах по обеим торцевым сторонам отстойника или окалино-уборочной машиной. В отстойнике должно производиться также удаление всплывающих масел и эмульсии при помощи повторной щелевой трубы в специальную емкость. Масло регенерирует и используют как смазочное или в качестве топлива в мартеновских или других печах, а окалину используют в шихте доменного цеха или аглофабрики.

Наряду с этим наиболее распространенным методом, для более эффективного освобождения стоков от масла, в частности, пальмового масла, применяемого при производстве тонкой жести холодной прокаткой листа, может быть применено коагулирование отстоянной воды с последующим фильтрованием через зернистую загрузку из битого стекла с размером частиц 0,5—3 мм и слоем 0,8—1 м. Рекомендуют также разложение масляно-эмульсионных стоков травильными растворами с последующим отстаиванием и др. Однако пока эти методы не нашли широкого применения и производственная проверка их недостаточна.

Для первичного улавливания крупной окалины вместо первичных отстойников могут применяться гидроциклоны, эффективность которых достигает 80%. В настоящее время для улавливания масла предлагают использование полиуре-

гана и других поглощающих материалов. Освобожденные от взвешенных веществ и масел сточные воды прокатных цехов должны быть использованы в замкнутом цикле водоснабжения.

Очистка сточных вод сталеплавильных цехов

Для стоков, образующихся при мокром способе очистки газов **мартеновских печей** используются отстойники, после которых содержание взвеси в воде снижается до 150—200 мг/л. Осадок должен удаляться периодически в шламонакопитель или обезвоживаться на фильтропрессах с последующим использованием в шихте агломерационных фабрик. Очищенные воды должны быть замкнуты в оборотных системах водоснабжения, т. к. в них содержатся не только взвешенные вещества, но и органические загрязнения.

В действующих **конверторных** цехах водоснабжение обычно осуществляется с оборотом воды. Для осветления воды чаще всего применяют радиальные отстойники, диаметр которых в связи со значительным количеством сточных вод (500 м³/час от одного 100 тонного конвертора) достигает 30—50 м. При обработке воды перед отстойниками раствором полиакриламида дозой 0,4—0,8 мг/л скорость осаждения относительно крупных частиц возрастает в 1,5—2 раза. В связи с наличием в шламе до 70% железа, необходимо требовать его утилизации с предварительным обезвоживанием и брикетированием шлама и последующим направлением в конверторы на переплавку.

Учитывая значительное пылевыделение от электросталеплавильных печей, особенно при кислородном дутье и применение, в основном мокрых газоочисток, водоснабжение электросталеплавильного цеха должно осуществляться только с оборотом воды. При этом в одном цикле циркулирует вода не загрязняющаяся на производстве, в другом — вода используемая для очистки газа печей перед выбросом в атмосферу

Осветление воды производится в радиальных и реже горизонтальных отстойниках. Хороший эффект осаждения взвеси можно достигнуть при длительном пребывании стоков в пруде-осветлителе.

В одном из проектов предусмотрена двухступенчатая очистка — сначала в горизонтальном отстойнике, а затем напорные фильтры загруженные кварцевым песком крупностью 1 мм. К методам интенсификации процесса осветления воды относится применение таких высокопроизводительных очистных сооружений как открытые гидроциклоны, производительность которых в 5—6 раз выше чем у радиальных отстойников. С появлением сточных вод газоочистки мартеновских и

конверторных цехов, загрязненных трудноосаждаемой взвесью, большое значение имеет применение коагулянтов: сернокислого алюминия — $Al_2(SO_4)_3$, сернокислого железа — $Fe_2(SO_4)_3$ железного купороса $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ или хлорного железа $FeCl_3$, а так же такого эффективного высокомолекулярного флокулянта как полиакриламида дозами 1,0—2,0 мг/л. Для достижения требуемого эффекта очистки на уровне 150—200 мг/л остаточной взвеси гидравлическая нагрузка на радиальные отстойники с коагулированием воды полиакриламидом дозой до 2 мг/л должна быть — 2—2,5 $м^3/м^2/г$.

Еще большее значение приобретает метод магнитной коагуляции сточных вод, которые перед поступлением в отстойники предварительно обрабатываются в магнитном поле (учитывая ферромагнитные свойства частиц). Исследованием установлено, что при этом эффект осветления увеличивается по сточным водам доменных газоочисток с 77 до 89%, конверторных газоочисток с 75 до 97%; обмывочным водам котлов-утилизаторов матреновских печей с 85 до 97%. Таким образом способ магнитной коагуляции наиболее целесообразен для сточных вод, содержащих ферромагнитные тонкодисперсные взвешенные вещества, какими, в частности, являются сточные воды газоочистки конверторных и мартеновских цехов.

Осадок из отстойников удаляют в шламонакопитель или обезвреживают на вакуумфильтрах с использованием в шихте агломерационных фабрик.

Сточные воды от обмывки котлов-утилизаторов тепла рекомендуют предварительно очищать от механических примесей в гидроциклоне и нейтрализовать известковым молоком или путем смешивания со сточными водами от разливочных машин чугуна, содержащими окись кальция (известь). Очищенные воды целесообразно использовать повторно для обмывки котлов-утилизаторов.

Сточные воды образующиеся на установках для охлаждения и при гидроочистке изложниц освобождаются от загрязнений (окалины нагара, извести и смолы) в отстойниках и без охлаждения подают снова на те же установки. В тех случаях когда требуется более низкое содержание взвешенных веществ 50—75 мг/л), отстоенную воду дополнительно очищают фильтрованием через слой кварцевого песка. На некоторых заводах эту категорию стоков объединяют со сточными водами прокатных цехов. По аналогичному пути идут при решении вопроса очистки сточных вод от установок непрерывной разливки стали, учитывая, что гидравлическая крупность взвеси от этих установок такая же как и взвешенных веществ в сточных водах прокатных станов.

При ферросплавном производстве в основном имеют значение стоки газоочистки электроплавильных печей, которые образуются в количестве от 7 до 8 м³ на 1000 м³ газа, содержат до 2000 мг/л мелкодисперсной трудноосаждаемой взвеси, загрязнены растворимыми токсическими веществами и имеют повышенную температуру (40—45°). Поэтому осветление стоков требует либо длительного отстаивания, либо использования отстойников с применением коагуляции и охлаждением оборотной воды на вентиляторных градирнях с брызгальным оросителем. Для очистки сточных вод применяются радиальные и, реже, горизонтальные отстойники, а так же пруды-осветители (шламонакопители), где происходит также охлаждение воды.

Сточные воды разливочных машин этого производства, содержащие до 800—1000 мг/л взвешенных веществ, перед повторным использованием подвергаются очистке отстаиванием. Оборотный цикл водоснабжения разливочных машин может быть и общим, охватывающим также цех электродных масс и газоочистку. Лучше всего в таких случаях осуществлять совместную очистку в пруду-осветителе, где происходит эффективное осаждение взвешенных веществ, охлаждение воды и уменьшение концентрации вредных компонентов. После такой совместной очистки вода полностью может быть использована в оборотном цикле водоснабжения.

Осадок (шламовую пульпу) из отстойников цеха очистки газов подают на фильтропресс, откуда вода возвращается в отстойник для осветления, а осадок вывозят на аглофабрику или, по согласованию с органами санитарного надзора, в сухие отвалы.

В флюсоплавильном производстве загрязненные сточные воды образуются в отделении подготовки шихты, флюсоплавильном отделении и, наконец, в отделениях грануляции и сушки флюса. Учитывая разный характер образующихся стоков они нуждаются либо в одной механической очистке (из отделений подготовки шихты), либо, кроме того, в химической обработке (нейтрализация, использование извести для обезвреживания фтора и др.). Во всех случаях очищенная вода флюсоплавильного производства должна использоваться в оборотной системе водоснабжения, а отходы, содержащие ценные компоненты, утилизироваться. Учитывая, что в сточных водах и шламе находятся вредные соединения при сбросе их в пруды-накопители или отвалы необходимо учитывать опасность загрязнения подземных вод. Поэтому в зависимости от конкретных условий (состава стоков, месторасположения прудов или отвалов и др.), может возникнуть не-

обходимость в предварительной очистке стоков или устройстве противофильтрационного экрана.

Что касается очистки сточных вод аглофабрики, то часто устраиваются пруды-осветители такие как и для горнообогатительных производств с тем, чтобы после осветления отстаиванием сточные воды можно было использовать повторно в системе оборотного водоснабжения. Осветление воды производят так же в горизонтальных отстойниках, но количество остающихся взвешенных веществ при этом еще относительно велико — 0,5—2 г/л и требуются дополнительные меры по доочистке.

Очистка сточных вод травильных отделений

Большое разнообразие этой категории стоков, вызванного травлением различных сталей и сплавов в кислотах и их смесях, затрудняет их эффективную очистку. Основные категории, подлежащие обезвреживанию, это отработанные травильные растворы; воды содержащие серную кислоту и смешанные кислоты; воды от промывных ванн. Очистка их обычно производится раздельно, так как отработанные травильные растворы из травильных ванн являются наиболее концентрированной частью сточных вод и содержат большое количество железного купороса, свободную серную кислоту, окалину. Их переработка осуществляется на кристаллизационных установках с получением в качестве товарного продукта железного купороса, а также нейтрализация известью или феррохромовым шлаком.

Отработанные растворы от травления в смешанных кислотах нейтрализуются известью. Этот же способ, а также нейтрализация щелочными растворами, используется для обезвреживания слабоконцентрированных промывных вод. В настоящее время рекомендуется использовать для нейтрализации травильных растворов аммиак с получением сульфата аммония.

Наиболее перспективным является травление не серной, а соляной кислотой, но сложным остается вопрос обезвреживания солянокислых промывных вод. Очевидно наиболее рациональным для этой цели будет использование ионно-обменных смол. Ионно-обменным методом может быть регенерирован и фосфорнокислый отработанный травильный раствор. Для специальных сталей иногда применяют травление смесью азотной и плавиковой кислот. Единственный метод обезвреживания этой категории стоков — нейтрализация известью.

В последнее время рекомендуют регенерировать серную кислоту из травильных растворов электрохимическим способом с применением электрического тока и электрохимических активных анионитовых диафрагм. При этом получается и другой ценный продукт — электролитическое (чистое) железо, превращаемое в порошок.

Целесообразна также полусухая нейтрализация травильных растворов известковым тестом или молотой известью при которой полностью устраняется жидкая фаза и объем продуктов нейтрализации сокращается в 2—3 раза. Для нейтрализации солянокислых, азотнокислых, сернокислых сточных вод, содержащих не более 5 г/л H_2SO_4 и не содержащих солей тяжелых металлов, можно применять непрерывно действующие фильтры загруженные щелочным материалом — кусковым мелом, известняком, доломитом, магнезитом, мрамором. При переработке отработанных травильных растворов на купоросной или другой регенерационной установке отработанные сточные воды от промывки металла должны подвергаться нейтрализации и осветлению с использованием их в замкнутом цикле без выпуска в водоемы.

По пути устройства таких циклов должно идти в будущем все металлургическое производство. Уже в настоящее время разрабатываются схемы полностью замкнутых, бессточных систем водоснабжения, где свежая вода используется только для пополнения безвозвратных потерь.

Контроль за санитарной охраной водоемов от загрязнения сточными водами предприятий черной металлургии

Контроль за санитарной охраной водоемов от загрязнения сточными водами предприятий черной металлургии осуществляется по общепринятой методике и в соответствии с постановлениями ЦК КПСС и Совета Министров СССР по вопросам рационального использования и охраны водных ресурсов, Основами водного законодательства Союза ССР союзных республик, Основами законодательства СССР и союзных республик о здравоохранении, Положением о государственном санитарном надзоре СССР, Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами № 1166-74, Правилами санитарной охраны прибрежных вод морей № 1210-74 и другими руководящими документами Министерства здравоохранения СССР.

Органами и учреждениями санитарно-эпидемиологической службы осуществляется государственный контроль за санитарным состоянием поверхностных водоемов в местах их использования населением для хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых целей и соответствием условий спуска сточных вод в водоемы гигиеническим нормативам.

Основываясь на данных лабораторных исследований воды водоемов определяется гигиеническая эффективность работы сооружений по очистке сточных вод с использованием данных производственного лабораторного контроля (предприятия) и органов по регулированию использования и охране водных ресурсов Минводхоза СССР по оценке технической эффективности работы этих сооружений.

При необходимости, как например, в случае выявления причин создавшейся неблагоприятной ситуации на водоеме и других может быть осуществлен контроль за технической эффективностью работы очистных сооружений силами органов и учреждений санитарно-эпидемиологической службы.

Постоянное наблюдение за эксплуатацией сооружений по очистке и обезвреживанию сточных вод обеспечивается предприятием, эксплуатирующим эти сооружения.

Контроль за эффективностью работы очистных сооружений и сбросом сточных вод в водоем входит в обязанность органов по рациональному использованию и охране водных ресурсов Минводхоза СССР.

Плановый лабораторный контроль органами и учреждениями санитарно-эпидемиологической службы проводится в соответствии с требованиями Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами № 1166-74 и Правилами санитарной охраны прибрежных вод морей № 1210-74 с учетом специфических загрязнений предприятий черной металлургии.

При анализе воды водоема, загрязненного сточными водами предприятий черной металлургии, должны быть учтены следующие показатели:

а) прозрачность воды в см. (по шрифту);

б) запах (его интенсивность в баллах и величина разбавления до порога ощущения), непосредственно или при последующем хлорировании;

в) окраска (ее интенсивность в градусах цветности и величина разбавления до пороговой окраски);

г) температура в градусах С;

д) взвешенные вещества в мг/л при 105°;

е) взвешенные вещества в мг/л при прокаливании;

ж) плотный остаток в мг/л;

з) плотный остаток, прокаленный в мг/л;

и) окисляемость в мг/л O_2;

к) БПК в мг/л O_2 (*полная потребность воды в кислороде* при 20° С);

л) растворенный кислород в мг/л;

м) активная реакция (pH);

н) солевой аммиак, азот нитритный и нитратный в мг/л;
о) хлориды мг/л;
п) сульфаты мг/л;
р) железо в мг/л;
с) фенолы в мг/л;
т) роданиды в мг/л;
у) цианиды в мг/л;
ф) масла в мг/л.

Оценка санитарного состояния водоемов проводится на основании:

а) сопоставления показателей качества воды водоема ниже и выше места сброса сточных вод;

б) общих требований к составу и свойству воды водных объектов у пунктов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (см. приложение № 1 к Правилам охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами № 1166-74 и п. 9 Правил санитарной охраны прибрежных вод морей № 1210-74);

в) установленных величин предельно допустимых концентраций вредных веществ в воде водоемов санитарно-бытового водопользования (см. приложение № 2 к Правилам охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами № 1166-74 и дополнительные перечни).

При несоответствии сброса сточных вод в водные объекты указанным выше «Правилам» предъявляются требования к предприятию по устранению выявленных нарушений.

Методические указания по санитарной охране водоемов от загрязнения сточными водами заводов черной металлургии № 441-63 от 20 июля 1963 г. отменены приказом по Министерству здравоохранения СССР от 31.XII.1970 г. № 865.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Андрианов И. С., Рубахин Л. Г.** Применение гидроциклона для очистки воды от производственной пыли Волгоград, 1966.

2. **Величенко Ю. П., Степанова Ю. А., Аксенов В. И.** «Обезвреживание травильных растворов на Верх-Исетском металлургическом заводе» Экоперос-информация комплексное использование и охрана водных ресурсов. Москва, 1966.

3. **Васильев В. И., Мухин В. А., Радциг В. А.** «Опыт работы отстойника и осветителя при очистке нейтрализованных сточных вод». «Водоснабжение и санитарная техника», № 4, 1969.

4. **Вайнер Р.** «Сточные воды в металлургической промышленности». Москва, 1962.

5. **Добринский С. И.** «Гигиеническая оценка эффективности нейтрализации отработанных травильных растворов феррохромовым шлаком». Гигиена и санитария, № 4, 1966.

6. **Калюжный Д. Н., Костовецкий Я. И., Янышева Н. Я.** «Санитарная охрана воздуха и водоемов от выбросов и отходов предприятий черной металлургии». М. «Медицина», 1968.

7. **Кодес С. Е.** Организация оборотных циклов водоснабжения на металлургических предприятиях как средство борьбы с загрязнениями водоемов. Тезисы докладов и сообщений научно-технического совещания по методам защиты рек и водохранилищ от загрязнения промышленными и бытовыми стоками. Львов, 1960.

8. **Костовецкий Я. И.** Изучение загрязнения сточными водами водохранилищ на Днепре. Сборн. гигиена водохранилищ (труды научной конференции 24—28/VI-1958 г.). Москва, 1961.

9. **Левин Г. Э.** Пути создания бессточных систем водоснабжения металлургических заводов и использование твердых отходов производства. Тезисы докладов Всесоюзного семинара «Очистка промышленных сточных вод и газовых выбросов в атмосферу на предприятиях черной металлургии. Харьков, 1974.

10. **Мухин В. А.** «Термическая деминерализация нейтрализованных сточных вод». Водоснабжение и санитарная техника, № 6, 1969.

11. **Матасов В. Л.** «Сооружения для очистки промывных сточных вод цехов травления черных металлов». Волгоград. 1966.

12. **Ожиганов И. Н.** «Исследование сточных вод от газоочистки ферромарганцевых чугунов и способы их обезвреживания». Водоснабжение и санитарная техника», № 10, 1958.

13. **Ожиганов И. Н., Мартыненко В. Г.** «Применение полиакриламида для очистки сточных вод заводов черной металлургии». «Водоснабжение и санитарная техника», № 9, 1963.

14. **Ожиганов И. Н.** Исследование методов стабилизации, очистки и сокращения сбросов промышленных стоков в водоемы на предприятиях черной металлургии. Москва, 1969.

15. **Павловский А. П.** Очистка в шламонакопителях сточных вод, поступающих от предприятий металлургической промышленности. Тезисы докладов и сообщений научно-технического совета по методам защиты рек и водохранилищ от загрязнения промышленными и бытовыми стоками. Львов, 1960.

16. **Скирдов И. В., Пономарев В. Г.** «Гидроциклоны для выделения окалины из сточных вод прокатных производств». Водоснабжение и санитарная техника, № 5, 1966.

17. **Справочник проектировщика.** Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Москва, 1963.

18. **Савченко П. С., Дятловицкая Ф. Г.** и др. Методы химического и микробиологического анализа воды. Госметиздат, Киев, 1961.

19. **Шабалин А. Ф.** Очистка и использование сточных вод на предприятиях черной металлургии. Москва, 1968.

gost.e-ecolog.ru

...28/VII-1976 г. Зак. 1984 Тир. 1000

Типография Министерства здравоохранения СССР