

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

УДК 502.13:669

*Рамазанова Е. Ю.*

*ст. преп.,*

*Рамазанов Р. Р.*

*магистрант*

*ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», г. Алчевск, ЛНР*

## АНАЛИЗ СТОЧНЫХ ВОД КИСЛОРОДНО-КОНВЕРТЕРНОГО ЦЕХА ФИЛИАЛА № 12 ЗАО «ВНЕШТОРГСЕРВИС»

*В статье дана характеристика системы оборотного водоснабжения кислородно-конвертерного цеха Филиала № 12 ЗАО «Внешторгсервис». Приведены результаты органолептического и химического методов анализа сточных вод ККЦ. По результатам анализа предложены мероприятия по снижению концентрации загрязняющих веществ.*

**Ключевые слова:** *кислородно-конвертерный цех, водоснабжение, отстойники, фильтры, коагулянты, флокулянты, коррозионная активность, сточные воды.*

Кислородно-конвертерный цех Филиала № 12 ЗАО «Внешторгсервис» имеет производственную мощность 5472300 т стали в год. Выплавка жидкой стали производится LD-процессом в кислородных конвертерах с комбинированной продувкой. После реконструкции, в состав кислородно-конвертерного цеха входит оборудование двух конвертеров емкостью 300 тонн каждый. В загрузочном пролёте цеха установлены две двухпозиционные установки внепечной десульфурации для обеспечения заданного содержания серы в жидком передельном чугуне, поступающем из доменного цеха. Две двухручьевые слябовые машины непрерывного литья заготовок, в комплексе с двухпозиционной установкой ковш-печь и камерным вакууматором, обеспечивают внепечную обработку и разливку жидкой стали на слябы [1].

Цех оснащен системой оборотного водоснабжения.

Участок оборотного цикла водоснабжения (УОЦВ) кислородно-конвертерного цеха (ККЦ) предназначен для подготовки и последующей подачи к потребителям оборотной воды заданного качества, соответствующего требованиям нормативной документации для каждого отдельно взятого контура. В состав УОЦВ входят следующие объекты: химводоочистка (ХВО), циркуляционная насосная станция (ЦНС), фильтровальная станция (ФС), маслостанция, насосно-фильтровальная станция открытого контура вакууматора (НФС), насосная станция оборотного цикла водоснабжения охладителей конвертерного газа (ОЦВГ).

Химводоочистка ККЦ предназначена для очистки исходной воды с получением пермиата (до 240 м<sup>3</sup>/час) и последующей подачи его в контуры охлаждения.

Оборудование ЦНС охлаждает оборотную воду контуров через теплообменники МНЛЗ и УКП, подает воду на вторичное охлаждение заготовок, фильтровальную станцию и фильтры условно-чистой воды.

На фильтровальной станции происходит осветление воды оборотного цикла форсуночного охлаждения. Производительность фильтровальной станции 900 м<sup>3</sup>/час по фильтровальной воде из расчета обеспечения МНЛЗ № 1 и № 2. Расчетная производительность — 1800 м<sup>3</sup>/ч. В фильтровальной станции установлены 5 фильтров под давлением с двухслойной загрузкой и фильтр для гидрперегрузки фильтрующего материала. Эффективность очистки должна составлять не менее: от взвешенных частиц (окалины) — 90 %; от нефтепродуктов (масел) — 75 %.

Маслонасосная станция выполняет функцию приема водомасляной эмульсии из горизонтального отстойника оборотного цикла МНЛЗ. Производительность маслонасосной станции обеспечивает прием и отделение 3,64 кг/час масла, отводимых непрерывно с водомасляной эмульсией.

Насосно-фильтровальная станция осуществляет осветление воды открытого контура водоснабжения вакууматора при помощи пяти фильтров с двухслойной загрузкой. Ее расчетная производительность — 1400 м<sup>3</sup>/час.

Нагретая вода из газоохладителей поступает в трехсекционный отстойник-накопитель, предусмотренный как резервуар и как отстойник. Из отстойника вода самотеком поступает в приемные камеры теплой воды и оттуда насосами в градирню. После охлаждения на градирне вода по трубопроводам самотеком поступает в приемную камеру охлажденной воды и оттуда насосами в газоохладители. Заполнение контура и подпитка осуществляется химически очищенной водой.

Нагретая «грязная» вода после газоохладителей поступает в два горизонтальных отстойника, в которых установлены перегородки для снижения скорости потока. Осветленная вода в самотечном режиме по двум трубопроводам поступает в приемные камеры нагретой воды.

Из приемков отстойников шламовые стоки откачиваются погружными насосами в шламовую емкость, откуда грейферным краном перегружаются в бункер обезвоживания шлама, а из бункера на автотранспорте для вывоза шлама — на рудный двор.

Закрытый контур оборотной системы водоснабжения заполняется обессоленной водой. Вода охлаждается в теплообменниках, куда подведена охлаждающая вода оборотного цикла ККЦ и МНЛЗ. В насосной станции предусмотрен отвод дренажных и аварийных вод к приемку, в котором установлены два типа погружных насосов. Также в приемок отводится слив от расширительного бака, промывочная вода от самопромывных фильтров, утечки от сальников насосов. Стоки из приемка отводятся погружными насосами в сеть производственной канализации [2].

При стабильной обработке оборотной воды конвертерных газоочисток, системы могут работать в полностью замкнутом (бессточном) режиме практически без сброса воды в водоемы.

Целью нашего исследования было определить, является ли вода из отстойников кислородно-конвертерного цеха Филиала № 12 ЗАО «Внешторгсервис» безопасной для сброса в производственные стоки, а, следовательно, вместе с производственными стоками — во внешние водоемы.

Для этого мы определили физические показатели сточных вод органолептическим методом и физико-химические показатели воды химическим методом.

По результатам исследования, вода имеет следующие физические характеристики: вода бесцветная, градус цветности — 2°; запах слабо выраженный землистый, со слабо выраженным запахом сероводорода; прозрачность воды 30 см с незаметной мутностью. По значению рН среды равном 4–5, исследуемая вода относится к кислым водам.

Пониженное значение рН (нейтральная среда рН=7), говорит о том, что такая вода обладает высокой коррозионной активностью, а в водоемах будет влиять на химические и биологические процессы.

По остальным физическим показателям вода является условно-чистой.

Исследование химического состава воды показало наличие сульфатов, хлоридов и фосфатов, в количестве равном верхней норме ПДК и очень низкое содержание сульфид-ионов.

Концентрация сульфатов приблизительно 300 мг/л, хлоридов — до 45 мг/л, фосфатов — больше 45 мг/л.

Ионов тяжелых металлов в воде не обнаружено.

Жесткость исследуемой воды 1,5 мгэкв./л. Это говорит о том, что вероятность солевых отложений (в частности карбонатных) очень низкая или практически отсутствует [3].

Коррозионная агрессивность воды определяется следующими основными факторами: величиной рН, концентрацией растворенного кислорода, диоксида углерода, хлоридов, сульфатов, сульфидов.

Хлориды и сульфаты повышают коррозионную агрессивность воды. Общее солесодержание воды увеличивает ее электрическую проводимость и, следовательно, коррозия может начаться при наличии в воде ничтожно малых концентраций хлоридов и концентрации

сульфатов менее 1 мг/л. Адсорбируясь на поверхности металла, они образуют соединения, обладающие хорошей растворимостью, что приводит к увеличению скорости коррозии стали. Наиболее агрессивны хлорид — ионы, способные легко проникать через защитные поверхностные пленки металла. При повышении температуры и увеличении концентрации ионов хлора скорость коррозии углеродистой стали увеличивается.

Скорость коррозии в зависимости от концентрации сульфат — ионов возрастает в интервале концентраций 50–500 мг/л и в дальнейшем существенно не изменяется.

Максимальная концентрация сульфидов для оборотных вод достигает 60 мг/л [4].

Фосфаты в концентрации до 10 мг/л в промышленности используются как ингибиторы коррозии в нейтральной среде. При повышении концентрации, фосфаты наоборот вызывают коррозию [5].

По содержанию фосфатов в сточных водах можно судить об эффективности биохимической очистки. По увеличенному содержанию хлора — о сбоях в очистных сооружениях.

В процессе водоподготовки в системе оборотного водоснабжения используются коагулянты, флокулянты, биоциды и другие реагенты, поэтому по замкнутому циклу идет химически чистая вода. Но сточная вода не подвергается дополнительной очистке.

Для сброса воды в производственную систему канализации необходимо подвергать воду дополнительной очистке для предотвращения коррозионных процессов в трубах и для защиты окружающей среды от загрязнения.

Физико-химический способ удаления сульфатов и фосфатов основывается на их осаждении в виде нерастворимого осадка сульфата кальция и фосфата кальция с последующим его отделением от обработанной воды. Этот метод достаточно широко применяется для очистки сточной воды от многих загрязняющих веществ и называется известкованием, так как часто в качестве реагента применяется негашеная известь, или оксид кальция, а так же хлорная известь. Чаще всего в этом качестве используется строительная комовая известь, или гидратная, иначе называемая известь-пушонка. Известкование воды нейтрализует выделяющуюся при гидролизе кислоту, таким образом, приближая значение рН к нейтральному.

Технологическая схема известкования сточной воды включает обработку известковым молоком, а так же добавление коагулянта и флокулянта, сорбирующих на поверхности хлопьевидного осадка выделенные из раствора сульфаты и фосфаты, с последующим фильтрацией обработанной сточной воды.

В качестве коагулянта обычно используется сульфат двухвалентного железа, или железный купорос, который при взаимодействии с ионами гидроксида и хлорат-ионами, содержащимися в растворе хлорной извести, окисляется до трехвалентного гидроксида железа, сорбирующего осадок нерастворимых, содержащих кальций солей.

Возможность обеспечить нормативный сброс по фосфору существует при использовании только химической очистки, но наиболее эффективной будет очистка от фосфатов при добавлении биологического метода.

Для удаления хлоридов из воды существуют четыре основных метода. Однако, в силу физико-химических свойств эффективность данных методов разная. В промышленных и домашних условиях снижение повышенного содержания хлоридов в воде проводят следующими способами: очистка хлоридов в воде с помощью сорбции; ионные фильтры для воды от хлоридов; озонирование; установки обратного осмоса для очистки воды от хлоридов. Наиболее прогрессивным и эффективным методом чистки считается обратный осмос, иногда используется очистка воды углем.

Обратный осмос — это разновидность мембранной очистки от хлоридов. Он основан на применении полупроницаемых перегородок, которые разделяют фильтрат от концентрата. Зачастую этот метод используется при очистке соленой воды. Для этого требуется специальная установка обратного осмоса.

Сорбция — очистка воды от хлоридов (труднорастворимых) путем задержания хлоридов фильтрующей поверхностью из активированного угля с повышенной поглощающей способностью.

Таким образом, для защиты промышленной канализационной системы от коррозии и для предотвращения попадания вредных веществ в водоемы, необходимо понизить кислотность сбрасываемой воды методами сорбции и совместного использования коагулянта и извести. Для этого можно использовать угольные фильтры и добавлять в отстойники суспензию гашеной извести  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  (известковое молоко) совместно с коагулянтами. Это снизит кислотность воды, но несколько увеличит время ее нахождения в отстойнике. Более быстро и эффективно этот процесс будет происходить при перемешивании воды, чтобы частицы извести поддерживались во взвешенном состоянии по всему объему отстойника для повышения количества взаимодействующих реагентов. Оптимальным решением при выборе смесителя при данных условиях является механический смеситель, работа которого основана на принципе механического перемешивания обрабатываемой воды с реагентами. Благодаря использованию совместного введения коагулянта и извести в воду, возможно не только добиться высокой степени водоочистки, но и удешевить процесс обработки сточных вод.

### Список литературы

1. ПАО «Алчевский металлургический комбинат» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://amk.lg.ua/> (дата обращения: 14.05.21).
2. Большая, Е. П. Экология металлургического производства : курс лекций / Е. П. Большая. — Новотроицк : НФ НИТУ «МИСиС», 2012. — 155 с.
3. Рамазанова, Е. Ю. Практикум по экологическим проблемам металлургического производства : учеб. пособ. / Е. Ю. Рамазанова, О. В. Черняк. — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», 2020. — 205 с.
4. Черкасов, А. С. Теоретические основы коррозии : учеб. пособ. / А. С. Черкасов. — СПб. : СПбГТУРП, 2014. — 210 с.
5. Справочник химика 21. Химия и химическая технология [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.chem21.info/> (дата обращения: 08.04.21).

УДК 502.55:669

**Рутковский А. Ю.**

*к.т.н., доц.,*

**Федорова В. С.**

*к.фарм.н.*

*ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», г. Алчевск, ЛНР*

### ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ШЛАКОВЫХ ОТВАЛОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*В статье обоснована необходимость проведения рекультивации шлаковых отвалов металлургических предприятий, рассмотрены процессы, протекающие при самопроизвольном произрастании зеленых насаждений на поверхности отвалов, а также освещен зарубежный опыт проведения рекультивации шлаковых отвалов путем их озеленения.*

**Ключевые слова:** *металлургические предприятия, рекультивация, зеленые насаждения, шлаковые отвалы, город Алчевск.*

Переработка шлаковых отвалов в г. Алчевске ведется на протяжении нескольких десятилетий. Однако темпы переработки и объемы накопившейся шлаковой массы свидетельствуют от том, что этот процесс будет длиться еще не один десяток лет. Для экологии города шлаковые отвалы являются постоянно действующим источником химического и радиоактивного заражения, а также пылевого загрязнения близлежащей городской территории. Несмотря на потенциальную эффективность переработки металлургических шлаков в различ-