

УДК 628.179.2:669.1

Д.В. СТАЛИНСКИЙ, докт. техн. наук, профессор, генеральный директор,**З.С. МУЗЫКИНА**, канд. техн. наук, ученый секретарь,**С.И. ЭПШТЕЙН**, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, **Л.Т. ЛАПИНА**, главный технолог

Украинский государственный научно-технический центр «Энергосталь» (УкрГНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков

КОМПЛЕКСНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ, ВОДООТВЕДЕНИЯ И ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Рассмотрен комплексный подход к решению проблем водоснабжения, водоотведения и очистки сточных вод, который предусматривает создание замкнутых систем оборотного водоснабжения на основе разработанных методов расчета и прогнозирования химического состава воды, способов ее обработки, использования новых конструкций эффективных очистных сооружений.

Ключевые слова: водоснабжение, водоотведение, бессточные системы водоснабжения, прогнозирование состава воды, гидроциклоны, флокуляторы, отстойники, фильтры, очистка и обработка воды.

Комплексное решение проблем, связанных с водопотреблением, водоотведением промышленных предприятий и защитой водных бассейнов, является одним из главных приоритетов деятельности УкрГНТЦ «Энергосталь».

Центр имеет большой опыт разработки бессточных систем водоснабжения (как отдельных производств, так и предприятий в целом) со значительным сокращением сброса загрязненных сточных вод и минимизацией потребления свежей подпиточной воды. Примерами таких разработок являются бессточные системы водоснабжения крупнейших металлургических комбинатов – ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», АО «Арселор Миттал Темиртау», ОАО «Уральская сталь», ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат» (ОАО «НЛМК»). На предприятиях Украины практически бессточные системы водоснабжения созданы на ОАО «Алчевский металлургический комбинат», ПАО «Енакиевский металлургический завод» (ПАО «ЕМЗ»).

Создание замкнутых систем водоснабжения связано с решением основной проблемы – образование плотных солевых отложений в трубопроводах и оборудовании, зависящее от стабильности воды и определяемое продувкой системы. Поэтому одним из важнейших этапов при разработке бессточных систем водоснабжения является выполнение расчетов по прогнозированию водно-химического режима, определению состава воды в оборотной системе при условии полного замыкания. Необходимо решить вопрос, соответствуют ли концентрации химических компонентов в бессточной системе допустимым или необходимо осуществлять вывод части воды из системы и куда в

таком случае следует направить воду, чтобы не допустить сброса за пределы предприятия.

В работах УкрГНТЦ «Энергосталь» предложены методы расчета содержания в оборотных системах водоснабжения, прогнозирования химического состава воды и определения возможности образования карбонатных и гипсовых отложений в условно-чистых оборотных циклах и оборотных циклах газоочисток доменных печей и конвертеров. Так, разработаны и внедрены методы предотвращения коррозии в оборотных циклах газоочисток доменных печей ОАО «НЛМК», ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог» и карбонатных отложений в оборотных циклах газоочисток конвертерных цехов ОАО «НЛМК».

В УкрГНТЦ «Энергосталь» накоплен опыт по стабилизационной обработке воды с применением новых реагентов, созданных на основе фосфоновых кислот, в частности, по стабилизационной обработке воды в оборотных циклах газоочисток конвертеров. Исследования Центра по реагентной обработке сточных вод газоочисток конвертеров с применением флокулянтов легли в основу соответствующих проектных решений по реконструкции конвертера № 2 ПАО «ЕМЗ».

Помимо реагентных методов, в УкрГНТЦ «Энергосталь» разработан метод электростабилизационной обработки воды, основанный на принципе электролиза воды и изменения ее качества в результате электрохимической активации. В процессе работы карбонатные соли частично осаждаются на катодах, а частично кристаллизуются в объеме воды, что снижает образование отложений на стенках трубопроводов и оборудования. Преимуществом метода является простота эксплуата-



ции и экологическая чистота – в систему не вводятся реагенты (проект электростабилизационной установки выполнен для ТЭЦ-5 г. Харькова, рассчитанной на обработку 50000 м³/час воды).

Большое внимание уделяется разработке замкнутых систем водоснабжения станов горячей прокатки. В результате исследования сточных вод от различных участков широкополосных станов (черновые клетки, чистовые клетки, участок охлаждения полосы и моталок) были разработаны требования к качеству воды (предельное содержание взвешенных веществ и масел), подаваемой на эти участки. С помощью математического моделирования определена допустимая крупность частиц окалина, содержащихся в воде, подаваемой на охлаждение листа. С учетом полученных результатов разработана, запроектирована и внедрена схема последовательно-оборотного водоснабжения стана «2000» комбината ОАО «Северсталь» (г. Череповец) – создана замкнутая система водоснабжения, исключен сброс воды в водоем и значительно сокращено потребление свежей воды.

Примером высокоэффективной замкнутой системы, разработанной УкрГНТЦ «Энергосталь», является не имеющая мировых аналогов система оборотного водоснабжения стана «3000» ПАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича», которая успешно эксплуатируется.

Разработанные технические решения используются и при проектировании систем оборотного водоснабжения машин непрерывного литья заготовок (МНЛЗ). В последнее время по проекту УкрГНТЦ «Энергосталь» построена система оборотного водоснабжения МНЛЗ ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат».

На Государственном унитарном предприятии «Литейно-прокатный завод» (ГУП «ЛПЗ») в г. Ярцево Смоленской обл. успешно эксплуатируется разработанная Центром замкнутая оборотная система очистки маслоокалиносодержащих сточных вод. Для этого объекта принята трехступенчатая схема очистки оборотной воды с высоким уровнем автоматизации: первичный отстойник, вторичные очистные сооружения и фильтровальная станция с напорными фильтрами, разработанными и изготовленными Центром.

Для проектируемой системы очистки сточных вод МНЛЗ и мелкосортного прокатного стана ОАО «Волгоцеммаш» разработана также двухступенчатая схема очистки сточных вод МНЛЗ и сортопрокатных станов, включающая первичный отстойник окалина и антрацито-кварцевые фильтры (без вторичных очистных сооружений).

В настоящее время на ряде заводов Украины и России планируется реконструкция или ввод в строй новых МНЛЗ, а также создание мини-металлургических за-

водов, включающих МНЛЗ и прокатные станы, для которых Центром разработаны современные экономичные схемы оборотного водоснабжения.

УкрГНТЦ «Энергосталь» имеет большой опыт проектирования условно-чистых систем охлаждения металлургических агрегатов. В качестве примера можно привести двухконтурную систему охлаждения доменных печей, при которой теплонагруженные элементы включаются в закрытую оборотную систему, заполненную умягченной или химочищенной водой. Вода циркуляционными насосами прокачивается через охлаждаемые элементы, где, отбирая тепло, нагревается, а затем направляется на теплообменники, которые охлаждаются водой из открытой системы. При такой схеме образование отложений в охлаждаемых элементах полностью исключается.

В двухконтурных системах охлаждения предусмотрено использование экономичных теплообменников с высоким коэффициентом теплоотдачи. При этом расход оборотной воды на охлаждение теплообменников сокращается в несколько раз и снижается до величины расхода циркуляционной воды, что позволяет значительно экономить энергоресурсы.

По такому же принципу могут быть выполнены системы охлаждения кристаллизаторов МНЛЗ, фурм конвертеров и других элементов с огневым обогревом.

Двухконтурные системы водяного охлаждения внедрены на доменных печах ОАО «Тулачермет», ОАО «Северсталь», ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат» и др.

Не менее важным вопросом при создании замкнутых систем оборотного водоснабжения является разработка высокопроизводительных и эффективных очистных сооружений.

Первоначально исследовались возможности применения аппаратов гидроциклонного типа для очистки высококонцентрированных сточных вод металлургических агрегатов – сточные воды аглофабрик, газоочисток доменных, мартеновских печей, конвертеров, электропечей. В аппаратах гидроциклонного типа, например, открытых гидроциклонах, процессы коагуляции и флокуляции протекают более интенсивно, что позволяет увеличить удельную гидравлическую нагрузку на аппарат и, следовательно, повысить его производительность. Кроме того, в таких аппаратах интенсифицируются процессы кристаллизации, благодаря чему вещества, способные образовывать плотные солевые отложения, успевают выпасть в осадок в аппарате и, в значительно меньшей степени, откладываются в трубопроводах осветленной воды.

Исследования по применению открытых гидроциклонов для очистки сточных вод газоочисток мартеновских печей были продолжены на сточных водах

газоочисток доменных и электросталеплавильных печей, стоках подбункерных помещений и станов горячего проката. В итоге были запроектированы оборотные циклы для очистки сточных вод газоочисток мартеновского цеха ОАО «Запорожсталь», газоочисток электросталеплавильных печей и прокатных станов ОАО «Днепроспецсталь», подбункерных помещений ОАО «Уралсталь» и маслоокалиносодержащих сточных вод ОАО «Арселор Миттал Темиртау».

Дальнейшее развитие аппаратов гидроциклонного типа – создание флокуляторов. Исследования по очистке сточных вод газоочисток доменных печей и конвертеров, а также окалиносодержащих сточных вод, проведенные в промышленных условиях на моделях малых размеров, позволили внедрить флокуляторы диаметром 12 м на целом ряде объектов для очистки:

- сточных вод аглофабрики и газоочисток доменных печей (ОАО «Запорожсталь»);
- сточных вод газоочисток конвертеров и МНЛЗ (ОАО «Металлургический комбинат «Азовсталь»);
- сточных вод МНЛЗ и сортопрокатных станов (СЗАО «Молдавский металлургический завод»).

На основе проведенных исследований разработаны также конструкции высокопроизводительного тонкослойного флокулятора и отстойника диаметром 30 м с камерой флокуляции гидроциклонного типа. Радиальные отстойники внедрены на ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог», ЗАО «Макеевский металлургический завод», ОАО «Северсталь», ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ОАО «НЛМК» и могут быть использованы также в других отраслях промышленности.

Антрацито-кварцевые фильтры (диаметр корпуса 2, 3 и 3,4 м), разработанные и изготавливаемые УкрГНТЦ «Энергосталь», предназначены для очистки сточных вод от взвешенных веществ и масел (рис. 1).

Область применения антрацито-кварцевых фильтров:

- доочистка сточных вод станов горячей прокатки и МНЛЗ предприятий черной металлургии;
- доочистка сточных вод на предприятиях машиностроения, энергетики, нефтехимической промышленности и других отраслей, где образуются сточные воды, содержащие механические примеси и масла.

Возможно применение фильтров и в хозяйственно-питьевом водоснабжении.

Фильтровальная станция с использованием фильтров конструкции УкрГНТЦ «Энергосталь» занимает относительно небольшую площадь, работает в автоматическом режиме, надежна и проста в эксплуатации. Оборудованная предлагаемыми фильтрами станция позволяет создать замкнутую систему оборотного водо-



Рисунок 1 – Напорный антрацито-кварцевый фильтр

снабжения, исключить сброс загрязненных сточных вод, сократить потребление свежей технической воды (рис. 2). Представленные напорные антрацито-кварцевые фильтры установлены в оборотных циклах прокатных станов и МНЛЗ на ПАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича», ОАО «Запорожсталь», ОАО «Северсталь», ОАО «НЛМК», ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ОАО «Уральская сталь», ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат», ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат», ГУП «ЛПЗ» и на объектах в Нигерии, Алжире, Турции.

При создании замкнутых оборотных систем водоснабжения используются новые архитектурно-



Рисунок 2 – Фильтровальная станция



планировочные решения. Например, для конвертерного цеха ОАО «Металлургический комбинат «Азовсталь» предложено разместить флокуляторы над насосной станцией, но ниже отметки выхода воды из газоочисток. Это позволило осуществить безнапорное движение воды от газоочистки через флокуляторы на градирни, а следовательно, не только существенно сократить расход электроэнергии, но и уменьшить используемые производственные площади.

Аналогичные архитектурно-компоновочные решения по размещению флокуляторов применены для оборотных систем аглофабрики и газоочисток доменных печей ОАО «Запорожсталь», системы оборотного водоснабжения МНЛЗ и сортового стана СЗАО «Молдавский металлургический завод».

Следует отметить оригинальность архитектурно-компоновочного решения, принятого при разработке оборотного цикла загрязненных вод МНЛЗ ГУП «ЛПЗ»: в оборотном цикле радиальные отстойники диаметром 30 м с камерой флокуляции установлены над землей, благодаря чему шламовая насосная станция размещена на нулевой отметке – не заглублена, как это принято при размещении отстойников на поверхности земли (рис. 3). За счет сокращения объема подземных сооружений достигнут значительный экономический эффект.



Рисунок 3 – Радиальный отстойник

Для очистки, охлаждения и повторного использования воды, отводимой от вакууматора МНЛЗ ОАО «Алчевский металлургический комбинат», разработана система оборотного водоснабжения, отличающаяся компактностью, достигнутой благодаря установке градирен на зда-

Розглянуто комплексний підхід до вирішення проблем водопостачання, водовідведення та очистки стічних вод, що передбачає створення замкнутих систем оборотного водопостачання на основі розроблених методів розрахунку і прогнозування хімічного складу води, способів її обробки, використання нових конструкцій ефективних очисних споруд.

нии насосно-фильтровальной станции. Оригинальное архитектурно-компоновочное решение в сочетании с использованием современных высокопроизводительных градирен позволило значительно сократить производственные площади, отводимые под сооружения.

Большое внимание в УкрГНТЦ «Энергосталь» уделяется вопросам очистки сточных вод травильных отделений, а также маслоэмульсионных сточных вод, к которым относятся отработанные охлаждающие эмульсии станов холодной прокатки и обезжиривающие растворы. Так, разработан метод очистки отработанных вод травильных отделений с получением магнетита и электрофлотатор для очистки обезжиривающих растворов, применение которого позволяет вернуть очищенный раствор в производство, создав тем самым бессточную систему, а также метод очистки загрязненных обезжиривающих растворов методом ультрафильтрации.

В Центре разработаны схемы и методы очистки поверхностного стока с территории предприятий, позволяющие после очистки использовать его для подпитки систем оборотного водоснабжения и уменьшить таким образом забор свежей технической воды.

ВЫВОДЫ

В УкрГНТЦ «Энергосталь» осуществляется комплексный подход к решению проблем водоснабжения, водоотведения, очистки сточных вод и защиты водного бассейна от загрязнений, который включает создание бессточных систем водоснабжения на основе:

- разработки новых методов химической и физико-химической очистки сточных вод;
- применения методов расчета и прогнозирования состава воды в оборотных циклах;
- применения современных конструкций высокопроизводительных сооружений и аппаратов для очистки сточных вод;
- использования поверхностного стока.

Это позволяет значительно уменьшить сброс сточных вод и загрязнений в водоемы и сократить потребление свежей воды.

Поступила в редакцию 15.04.2011

Comprehensive approach related to solving the problem of water supply, outlet and cleaning is considered. It provides setting up of closed circuit water supply systems based on the developed techniques for calculating and forecasting chemical water composition, methods for its treatment, application of new designs of effective treatment facilities.