

**УДК 628.16+628.179.2****Д.В. СТАЛИНСКИЙ**, д.т.н., генеральный директор, **С.И. ЭПШТЕЙН**, к.т.н., ведущий научный сотрудник,  
**З.С. МУЗЫКИНА**, к.т.н., ученый секретарь

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

## НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ВОДОСНАБЖЕНИЮ, ВОДООТВЕДЕНИЮ И ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД В РАБОТАХ УКРГНТЦ «ЭНЕРГОСТАЛЬ»\*

Рассмотрены новые технические решения по водоснабжению, водоотведению и очистке сточных вод предприятий ГМК, разработанные в УкрГНТЦ «Энергосталь». Новые разработки охватывают системы обратного водоснабжения в целом, методы расчета и прогнозирование химсостава воды в оборотных циклах, сооружения и технологии для очистки сточных вод, стабилизационную обработку воды.

**водоснабжение, водоотведение, очистка сточных вод, системы обратного водоснабжения, отстойники, флокуляторы, фильтры, стабилизационная обработка воды**

Рациональное использование водных ресурсов, помимо элементарной экономии, может быть достигнуто уменьшением расхода воды на технологические нужды благодаря использованию новых технологических процессов, обеспечивающих уменьшение забора свежей воды из природных источников, снижение сброса загрязненной воды в водоем за счет ее повторного использования в производстве. Именно рациональное использование, очистка и подготовка воды для повторного применения, а также обезвреживание до такой степени, которая позволяет сбросить образующиеся излишки воды в водоем, определяют круг актуальных проблем в области техники, именуемой как «Водоснабжение, водоотведение и очистка сточных вод».

Разработка новых методов и сооружений для очистки сточных вод и систем обратного водоснабжения – одно из приоритетных направлений деятельности УкрГНТЦ «Энергосталь».

Изучение и анализ состояния водного хозяйства металлургических предприятий СНГ позволили определить главные проблемы в области водоснабжения и очистки сточных вод, выбрать основные эффективные направления научных исследований и разработок, большая часть которых внедрена в производство. Системы водоснабжения, разработанные УкрГНТЦ «Энергосталь», эксплуатируются в настоящее время на большинстве крупнейших металлургических комбинатов Украины, России, а также на зарубежных объектах – в Нигерии, Алжире, Турции, Индии, других странах.

Разработка технических решений по созданию оборотных циклов водоснабжения и систем очистки воды, а также по улучшению работы существующих систем основывается на следующих принципах:

- изучение технологического процесса, для которого создается оборотный цикл или система очистки воды;
- изучение особенностей образования и физико-химического состава воды, которая подлежит очистке или обработке;
- расчет водного и солевого баланса проектируемой системы, прогнозирование состава воды и возможности образования плотных солевых отложений или появления коррозии;
- стремление к минимизации расходов подпиточной воды и сброса продувочных вод вплоть до создания полностью замкнутых бессточных систем водоснабжения;
- рациональное сочетание локальных оборотных циклов с общей оборотной системой предприятия через пруды-шламонакопители;
- применение новых сооружений и аппаратов для очистки воды, разработанных в УкрГНТЦ «Энергосталь»;
- разработка и использование современных методов стабилизационной обработки воды;
- подготовка подпиточной воды;
- применение рациональных и экономичных архитектурно-компоновочных решений.

Эти принципы были реализованы при проектировании систем водоснабжения как предприятий в целом, так и оборотных систем газоочисток доменных печей, кон-

\*Статья опубликована по материалам XVII Международной научно-практической конференции «Экология, энерго- и ресурсосбережение, охрана окружающей среды и здоровье человека, утилизация отходов», г. Щелкино, АР Крым, 2009 г.

© Д.В. Сталинский, С.И. Эпштейн, З.С. Музыкаина

вертеров, мартеновских печей, станов горячей и холодной прокатки, травильных отделений, систем очистки поверхностных сточных вод.

При определении рациональных схем водоснабжения и методов очистки воды учитывается общее состояние водного хозяйства предприятия с количественной и качественной оценкой сточных вод, разработкой предложений по оптимальным нормам водопотребления и требований к качеству воды, что обеспечивает их повторное использование.

Технологические и архитектурно-компоновочные решения, впервые заложенные в проектах УкрГНТЦ «Энергосталь», выдержали проверку временем и являются аналогами, по которым и другие проектные организации разрабатывают системы оборотного водоснабжения на новых и реконструируемых объектах предприятий черной металлургии.

Создание замкнутых систем водоснабжения предприятий является результатом комплексного решения следующих вопросов:

- организация локальных замкнутых систем водоснабжения отдельных цехов и производств (там, где это возможно);
- максимально возможное уменьшение продувки оборотных систем за счет применения стабилизационной обработки оборотной и/или добавочной воды;
- последовательно-повторное применение воды путем использования части или всей воды из системы с высокими требованиями к качеству воды в системе с более низкими требованиями;
- доочистка загрязненных сточных вод в конце технологической цепи или в процессе последовательно-повторного использования с целью возврата их в начало цепи;
- концентрирование и выпарка либо термоумягчение солесодержащих сточных вод, дальнейшее использование которых невозможно;
- очистка и использование поверхностных (дождевых и талых) сточных вод.

В УкрГНТЦ «Энергосталь» были разработаны бессточные схемы водоснабжения таких крупнейших металлургических комбинатов, как ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», АО «Миттал Стал Темиртау», ОАО «Уральская сталь», ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат».

На предприятиях Украины практически бессточные системы водоснабжения созданы на ОАО «Алчевский металлургический комбинат», ОАО «Енакиевский металлургический завод».

Один из важнейших этапов в разработке бессточных систем водоснабжения отдельных производств и пред-

приятия в целом – водно-химические расчеты, в результате которых определяется состав воды в оборотной системе при условии полного замыкания, соответствие концентраций химкомпонентов в бессточной системе допустимым нормам, необходимость осуществления вывода части воды из системы, а также возможность перетока воды в другие оборотные циклы с целью недопущения сброса за пределы предприятия.

В работах УкрГНТЦ «Энергосталь», опубликованных в последнее время [1–5], предложены методы расчета солесодержания в оборотных системах водоснабжения, прогнозирования химсостава воды и определения возможности образования карбонатных и гипсовых отложений в «условно-чистых» оборотных циклах и оборотных циклах газоочисток доменных печей и конвертеров.

В части разработки систем оборотного водоснабжения особое внимание уделяется оборотным циклам станов горячей прокатки. Разработаны методы очистки воды до такой степени, которая позволяет вернуть часть перетока или сброса воды на пополнение «условно-чистых» оборотных циклов.

Традиционно сточные воды станов горячей прокатки осветлялись в яме для окалины, затем – в горизонтальных отстойниках, занимающих значительные производственные площади, и подавались на повторное использование. При этом в оборотный цикл сбрасывались воды от некоторых потребителей свежей или условно-чистой воды. Создавался дебаланс, и вода из оборотного цикла частично сбрасывалась в водоем.

Использование новых очистных сооружений, разработанных УкрГНТЦ «Энергосталь», – отстойников с камерой флокуляции и антрацито-кварцевых фильтров позволило сократить площади, занимаемые под отстойники, а дебалансные воды после доочистки на фильтрах вернуть в «условно-чистый» оборотный цикл. Таким образом, создана замкнутая система водоснабжения, исключен сброс воды в водоем и значительно сокращено потребление воды. По такой схеме запроектирована система последовательно-оборотного водоснабжения стана «2000» ОАО «Северсталь» (г. Череповец). В данном объекте, кроме применения отстойников и фильтров, использовано последовательно-оборотное водоснабжение. Слабозагрязненная вода от охлаждения полосы и моталок после очистки в специальной яме для окалины направляется на повторное использование – охлаждение роликов рольгангов, валков черновой группы клетей и полосы, после чего отводится в яму для окалины, а затем – за пределы цеха на вторичную очистку. На охлаждение валков чистовой группы клетей, полосы, моталок и гидросбив окалины вода поступает после вторичной очистки в отстойниках с камерой флокуляции. При этом

вода, подаваемая на гидросбив окалины, проходит третью степень очистки на фильтрах.

Примером высокоэффективной замкнутой системы является не имеющая мировых аналогов система оборотного водоснабжения стана «3000» ОАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича», запроектированная и разработанная по техническим решениям УкрГНТЦ «Энергосталь» и состоящая из «условно-чистого» и двух «грязных» оборотных циклов. Первый оборотный цикл обслуживает участок черновых клетей, который включает яму для окалины, радиальные отстойники с камерой флокуляции и две ступени фильтров. Вода после второй ступени фильтров подается на установки гидросбива (которые ранее обычно работали на свежей технической воде), что значительно сокращает переполнение данного оборотного цикла. Для предотвращения накопления мелкой фракции взвешенных веществ предусмотрена коагуляционная обработка воды серноокислым алюминием. Второй оборотный цикл, обслуживающий чистовые клетки и отводящий рольганг, включает открытые гидроциклоны диаметром 6 м и антрацито-кварцевые фильтры. Часть осветленной воды доочищается на угольных фильтрах и возвращается на пополнение «условно-чистого» цикла. Работа системы водоснабжения предусмотрена в бессточном режиме.

Предлагаемая схема может быть использована 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 г. Москвы «Литейно-прокатный завод» (ГУП «ЛПЗ», г. Ярцево, Смоленская обл.) построена разработанная и запроектированная УкрГНТЦ «Энергосталь» замкнутая оборотная система очистки маслоокалиносодержащих сточных вод.

В рабочей документации принята трехступенчатая схема очистки оборотной воды:

- яма для окалины;
- 2 тридцатиметровых радиальных отстойника;
- фильтровальная станция, оснащенная шестью напорными фильтрами ФН-3000 усовершенствованной конструкции, разработанной УкрГНТЦ «Энергосталь».

Производительность оборотного цикла составляет 1350 м<sup>3</sup>/час.

Отличительными особенностями очистных сооружений являются:

- фильтрование всего объема загрязненной воды оборотного цикла в напорных фильтрах ФН-3000, так что качество фильтрата позволяет использовать его

в любых операциях и для подпитки чистого оборотного цикла стана горячей прокатки;

- применение в комплексе очистных сооружений сетчатых маслосборных устройств конструкции УкрГНТЦ «Энергосталь» для сбора масел с поверхности воды в яме для окалины и маслоразделительных резервуарах радиальных и прямоугольных отстойников;
- высокий уровень автоматизации с использованием совершенных средств автоматики и микропроцессорных устройств.

В УкрГНТЦ «Энергосталь» разработаны и двухступенчатые схемы очистки сточных вод МНЛЗ и сортопрокатных станков, включающие первичный отстойник окалины и антрацито-кварцевые фильтры.

Интенсивно разрабатывались методы очистки сточных вод травильных отделений. Для улучшения осаждения взвешенных веществ и снижения влажности осадка предложен метод рециркуляции осадка, а также получения магнетита. В настоящее время рассматривается вопрос о возможности регенерации соляной кислоты из отработанных травильных растворов (ОТР) нейтрализационным методом и проводятся соответствующие исследования и расчеты.

Центр выполнил разработки по очистке моющих и обезжиривающих растворов, которые загрязняются при использовании механическими примесями и маслами, значительная часть которых переходит в эмульгированное состояние и через несколько дней подлежит замене.

Очистка загрязненных растворов позволяет использовать их повторно, что увеличивает срок эксплуатации в 3–5 раз.

Для очистки моющих и обезжиривающих растворов разработаны электрофлотатор, а также метод ультрафильтрации. Электрофлотация позволяет снизить концентрацию минеральных неэмульгированных масел с 4,0 г/дм<sup>3</sup> до 400 мг/дм<sup>3</sup>, а механических примесей – с 1,0 г/дм<sup>3</sup> до 400 мг/дм<sup>3</sup>. Метод ультрафильтрации позволяет снизить содержание мехпримесей и неэмульгированных масел с 400 мг/дм<sup>3</sup> до 12–20 мг/дм<sup>3</sup>. При этом в фильтрате остаются все моющие компоненты. Комбинация этих двух методов – электрофлотация на 1-ой ступени и ультрафильтрация на 2-ой – дает возможность очистить загрязненные моющие растворы и подать их на повторное использование.

Центр имеет большой опыт проектирования «условно-чистых» систем охлаждения металлургических агрегатов. В качестве примера новых технических решений можно привести двухконтурную систему охлаждения доменных печей, при которой теплонагруженные детали и элементы включаются в закрытую оборотную систему, заполненную умягченной или химочищенной водой. Вода циркуляционными насосами прокачивается

через охлаждаемые детали, где она, отбирая тепло, нагревается, а затем направляется через теплообменники, где охлаждается водой из открытой системы.

При такой схеме охлаждения образование отложений в охлаждаемых элементах полностью исключается.

Разработки УкрГНТЦ «Энергосталь» предусматривают использование в двухконтурных системах охлаждения 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. Это приводит к значительной экономии энергоресурсов.

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

Двухконтурные системы водного охлаждения внедрены на доменных печах ОАО «Тулачермет», ОАО «Северсталь», ОАО «ЗСМК» и др.

Эффективным техническим решением является охлаждение оборотной воды «условно-чистых» циклов в водовоздушных теплообменниках без соприкосновения воды с воздухом. Область применения – «условно-чистые» оборотные циклы производительностью до 1000 м<sup>3</sup>/час в условиях отсутствия воды требуемого качества для подпитки оборотной системы. В системе нет потерь воды на испарение и каплеунос, поэтому химсостав воды остается постоянным. В подпитке системы и в продувке нет необходимости, т.е. система бессточная. Установка воздушного охлаждения производительностью 665 м<sup>3</sup>/час разработана для охлаждения вакууматора и установки «печь-ковш» электростале-плавильного цеха ОАО «Энергомашспецсталь».

Ряд разработок Центра направлен на повышение эффективности охлаждения металлургических агрегатов и металла (на прокатных станах, машинах непрерывного литья заготовок и др.) и сокращение расходов охлаждающей воды. К таким разработкам относятся:

- применение медных вертикальных плитовых холодильников для охлаждения кожуха шахт доменных печей;
- комбинированное использование преимуществ испарительного охлаждения и медных холодильников в распаре и шахте доменной печи.

Применение медных вертикальных плитовых холодильников с высоким коэффициентом теплопроводности позволяет создать более благоприятные условия для формирования на поверхности холодильников защитного слоя гарнисажа, который является хорошим изолятором. Это позволяет снизить потери тепла рабочим пространством распара и шахты доменной печи на 30–45 %,

в результате чего можно пропорционально уменьшить расход воды, используемой на охлаждение.

Применение медных холодильников с охлаждающими каналами, имеющими особую форму поперечного сечения, при рациональном значении расстояния между поверхностями соседних каналов позволяет дополнительно увеличить шаг труб, что при одинаковой скорости охладителя и меньшей тепловой нагрузке может привести к сокращению расхода воды до 30 % по сравнению с чугунными холодильниками. Эта разработка внедрена на доменных печах №№ 5, 6 ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат».

Разрабатываются системы водо-воздушного охлаждения теплонагруженного оборудования и технологического продукта (например, валков прокатных станов, прокатного металла и пр.). Отличительной особенностью разработанных систем является их высокая эксплуатационная надежность. Важными преимуществами систем водо-воздушного типа является высокая эффективность использования воды и возможность работы в оборотном цикле без использования для охлаждения градирни. При этом расход воды может быть сокращен на 25–30 %.

В УкрГНТЦ «Энергосталь» на протяжении многих лет проводились научно-исследовательские работы по стабилизационной обработке воды с целью предотвращения плотных солевых отложений и коррозии в системах оборотного водоснабжения газоочисток доменных печей, конвертеров и в «условно-чистых» оборотных циклах. Разработаны и внедрены методы предотвращения коррозии в оборотной системе газоочисток доменных печей НЛМК с применением триполифосфата натрия и метод предотвращения карбонатных отложений в оборотных системах газоочисток конвертерных цехов № 1 и № 2 НЛМК с применением триполифосфата натрия и жидкого стекла (впоследствии триполифосфат натрия и жидкое стекло были заменены другими реагентами, которые созданы на основе фосфоновых кислот и более удобны в эксплуатации).

К настоящему времени накоплен опыт по стабилизационной обработке воды с применением новых реагентов, созданных на основе фосфоновых кислот. Разрабатывается метод стабилизационной обработки воды в оборотных циклах газоочисток конвертеров. При этом осуществляется сравнение ингибирующей способности реагентов, предлагаемых различными фирмами-диллерами, а также определение влияния этих реагентов на осветление воды и сгущение осадка и выбор флокулянтов для нормализации работы оборотных циклов газоочисток ККЦ в условиях стабилизационной обработки воды.

Помимо реагентных методов, в УкрГНТЦ «Энергосталь» разработан метод электростабилизационной обработки воды, технология которого основана на

принципе электролиза воды и изменения ее качества в результате электрохимической активации. Установка для электростабилизационной обработки воды состоит из аппарата с электродами и источника постоянного тока, обеспечивающего на выходе напряжение до 12 В. Электростабилизационный аппарат снабжен нерастворимыми титановыми анодами и стальными катодами (Ст.3). В процессе работы карбонатные соли частично осаждаются на стальных катодах, а частично кристаллизуются в объеме воды, что снижает тенденцию к образованию отложений на стенках трубопроводов и оборудования, установленного по ходу движения воды за электростабилизационным аппаратом. Одновременно с этим образующийся активный хлор предотвращает биологические обрастания (цветение воды). Обслуживание установки заключается в периодической очистке электродов от отложений (1 раз в 2–3 месяца) и контроле над заданными электрическими параметрами.

Преимущества метода электростабилизационной обработки воды заключаются в том, что он прост в эксплуатации и, что особенно важно, – экологически чист (в систему не вводятся реагенты).

На основании проведенных исследований выполнен проект электростабилизационной установки для ТЭЦ-5 г. Харькова. Установка рассчитана на обработку 50000 м<sup>3</sup>/час воды. Отличительной чертой установки является размещение электродов в открытом канале. Капитальные затраты на строительство установки электростабилизационной обработки воды составляют ≈100 тыс. грн на 1000 м<sup>3</sup>/час расхода воды.

Ряд работ Центра посвящен очистке поверхностных сточных вод. Проведенные на ряде металлургических предприятий исследования по определению количества и химсостава пыли, выпадающей на поверхность грунта и покрытий, позволили прогнозировать состав поверхностных сточных вод с территории отдельных металлургических производств. Разработан метод определения рациональных объемов отстойников-накопителей для очистки поверхностного стока, а также конструкция отстойника с регулируемым отбором воды, что позволяет значительно повысить эффективность очистки воды от взвешенных веществ. Разработанная система очистки поверхностного стока обеспечивает качество воды, требуемое для подпитки оборотных систем водоснабжения.

Система очистки производственных и поверхностных сточных вод, рассчитанная на прием разового дождевого стока объемом около 43 тыс. м<sup>3</sup>, внедрена на ОАО «Северсталь».

В УкрГНТЦ «Энергосталь» разработаны и разрабатываются в настоящее время новые конструкции очистных сооружений – радиальные отстойники с каме-

рой флокуляции, флокуляторы, антрацито-кварцевые фильтры, флокуляторы с тонкослойными модулями. Отстойники внедрены на ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог», ЗАО «Макеевский металлургический завод», ОАО «Северсталь», ОАО «Новолипецкий металлургический комбинат». Радиальные отстойники могут быть использованы также и в других отраслях промышленности.

Флокуляторы внедрены:

- на ОАО «МК «Запорожсталь» для очистки сточных вод аглофабрики и газоочисток доменных печей;
- на ОАО «Азовсталь» для очистки сточных вод газоочисток конвертеров и МНЛЗ;
- на СЗАО «Молдавский металлургический завод» для очистки сточных вод МНЛЗ и сортопрокатных станов.

Антрацито-кварцевые фильтры предназначены для очистки сточных вод от взвешенных веществ и масел.

Область применения:

- доочистка сточных вод станов горячей прокатки и МНЛЗ предприятий черной металлургии с целью возврата их в «условно-чистые» оборотные циклы либо на нужды потребителей, требующих для своего функционирования техническую воду повышенного качества.
- доочистка сточных вод на предприятиях машиностроения, энергетики, нефтехимической промышленности и в других отраслях, где формируются сточные воды, содержащие механические примеси и масла.

Возможно применение фильтров в хозяйственно-питьевом водоснабжении. Отличительными особенностями данных фильтров (по сравнению с известными) являются большая толщина слоев загрузки (антрацит – 1,1 м, кварцевый песок, – 1,1 м) и большая крупность зерен (кварцевый песок – 1,5–2,4 мм, антрацит – 3–6 мм). Это дает возможность достичь скорости фильтрования 30–50 м/час, что в несколько раз больше, чем скорость фильтрования традиционных фильтров. При этом может быть получена вода такого качества, которое позволит использовать ее в технических целях. Принятая крупность зерен обеспечивает размещение слоя песка внизу, а антрацита – сверху, вследствие чего фильтрование воды осуществляется вначале через крупнозернистую загрузку, а затем через мелкозернистую. Это обуславливает высокую грязеемкость фильтра и увеличивает продолжительность фильтроцикла в 2–3 раза по сравнению с известными фильтрами.

Конструкция фильтра содержит оригинальные технические решения (в частности, колпачковый дренаж усовершенствованной конструкции из нержавеющей стали, который может быть использован также в фильтрах, применяемых в хозяйственно-питьевом водоснабжении и на предприятиях энергетики).

Основные технологические параметры:

Скорость фильтрования, м/час	до 50
Концентрация загрязнений, мг/дм <sup>3</sup>	
в исходной воде:	
• твердых взвешенных веществ	до 150
• масел	до 100
в фильтрате:	
• твердых взвешенных веществ	до 10
• масел	до 10

Состав фильтрующей загрузки, производительность, режимы регенерации уточняются в зависимости от состава сточных вод.

Фильтровальная станция с использованием фильтров конструкции УкрГНТЦ «Энергосталь» занимает относительно небольшую площадь, отличается надежностью и простотой эксплуатации, может работать в автоматическом режиме. Такая станция, оборудованная предлагаемыми фильтрами, позволяет создать замкнутую систему оборотного водоснабжения, исключить сброс загрязненных сточных вод, сократить потребление свежей технической воды.

Напорные антрацито-кварцевые фильтры конструкции УкрГНТЦ «Энергосталь» установлены в оборотных циклах прокатных станов и МНЛЗ на ОАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича», ОАО «МК «Запорожсталь», ОАО «Северсталь», ОАО «Новолипецкий металлурги-



Рисунок 1 – Напорный фильтр



Рисунок 2 – Фильтровальная станция

ческий комбинат», ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ОАО «Уральская сталь», ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат» и на зарубежных объектах – в Нигерии, Алжире, Турции (рис. 1).

В последние годы в УкрГНТЦ «Энергосталь» разработаны два типоразмера фильтров диаметром корпуса 2000 мм и 3000 мм (фильтры ФН-2000 и ФН-3000) и по проектам с применением таких фильтров сооружены фильтровальные станции на ОАО «Оскольский электрометаллургический комбинат» и Государственном унитарном предприятии г. Москвы «Литейно-прокатный завод» (рис. 2). Фильтры диаметром 2000 мм и 3000 мм производятся опытным заводом УкрГНТЦ «Энергосталь». В настоящее время разработан флокулятор с тонкослойными модулями, отличительной особенностью которого является то, что с целью более компактного размещения тонкослойных модулей верхняя часть флокулятора выполнена квадратной, нижняя – цилиндро-конусной, поскольку тонкослойные модули конструктивно наиболее удачно сочетаются с отстойными сооружениями прямоугольной формы, а для осуществления непрерывной механизированной уборки осадка более удобен цилиндро-конусный корпус.

Выполнение верхней части флокулятора в виде прямоугольника позволяет довести степень заполнения поперечного сечения одинаковыми тонкослойными модулями до 65–90 %, что не может быть достигнуто в цилиндрических аппаратах. Тонкослойные модули могут быть набраны из ребристых полиэтиленовых или тонких металлических пластин (рис. 3).

В УкрГНТЦ «Энергосталь» разработан ряд конструкций маслосборных устройств, предназначенных для удаления всплывающих масел с поверхности воды:

- из сооружений для очистки маслоокалинодержащих вод (ямы для окалины, радиальные отстойники, флокуляторы);

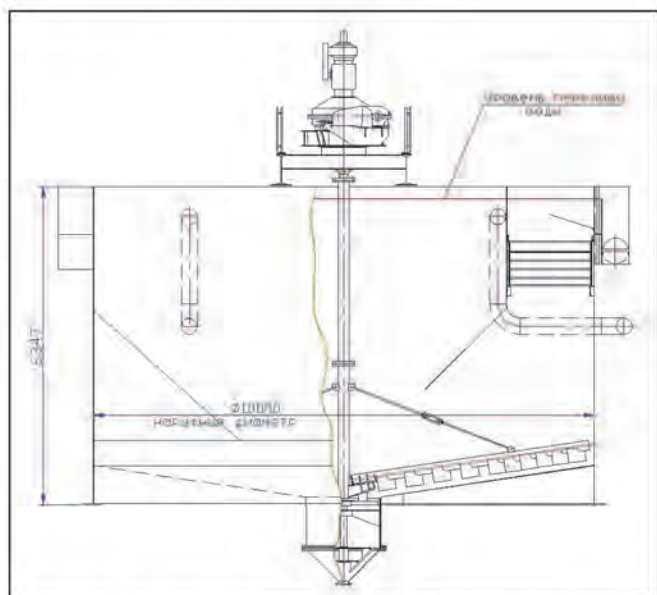


Рисунок 3 – Тонкослойный флокулятор

- из маслосборных резервуаров;
- в сооружениях для очистки поверхностного стока.

С целью рационального применения в Центре разработаны маслосборные устройства двух типов – сетчатого и концентрирующего.

Принцип действия сетчатого устройства основан на эффекте смачивания маслом поверхности движущейся сетки, которая выполнена в виде непрерывной ленты, переброшенной через вращающийся барабан и свободно свисающей с него. Масло, находящееся на поверхности воды, заполняет ячейки сетки и поднимается к барабану, после чего воздухом, подаваемым из коллектора, который расположен над барабаном параллельно его оси, сдувается в маслосборный лоток.

Применение сетки объемного плетения приводит к увеличению количества извлекаемого масла (по сравнению с лентой, выполненной из тонкой листовой стали и применяемой в известных маслосборных устройствах). Свисающая с барабана часть сетки может достигать 10 м, что позволяет извлекать масло с большой глубины, например, из ям для окалины станов горячего проката.

Маслосборные устройства сетчатого типа установлены в оборотном цикле очистки сточных вод ГУП «ЛПЗ».

Маслосборное устройство концентрирующего типа целесообразно использовать для извлечения масла из маслоразделительных колодцев и резервуаров. Это может оказаться особенно эффективным для удаления легких подвижных углеводородных фракций (бензин, бензол, керосин), которые в сравнении с тяжелыми маслами хуже извлекаются лентами, выполненными из стального листа, резины и даже из сетки.

При создании оборотных систем водоснабжения использованы новые архитектурно-планировочные решения. Было предложено разместить флокуляторы на крыше здания насосной станции, но ниже отметки выхода воды из газоочисток. Это дало возможность осуществить безнапорное движение воды от газоочистки через флокуляторы на градирни, что обусловило существенную экономию электроэнергии, и кроме того, привело к экономии производственных площадей.

Архитектурно-компоновочное решение по размещению флокуляторов на крыше насосной станции полностью оправдало себя и было повторено в оборотных системах аглофабрики и газоочисток доменных печей ОАО «МК «Запорожсталь», в системах оборотного водоснабжения МНЛЗ и сортового стана СЗАО «Молдавский металлургический завод».

Оригинальное архитектурно-компоновочное решение принято при разработке оборотного цикла загрязненных вод МНЛЗ Государственного унитарного предприятия г. Москвы «Литейно-прокатный завод». В этом оборотном цикле радиальные отстойники диаметром 30 м и камерой флокуляции установлены над землей, благодаря чему шламовая насосная станция также размещена на нулевой отметке, а не заглублена, как это обычно имеет место при размещении отстойников на поверхности земли. За счет сокращения объема подземных сооружений достигнут значительный экономический эффект (рис. 4).



Рисунок 4 – Радиальный отстойник

Для очистки, охлаждения и повторного использования воды, отводимой от вакууматора МНЛЗ ОАО «Алчевский металлургический комбинат», разработана система оборотного водоснабжения (производительность – 1360 м<sup>3</sup>/час), отличительная черта которой – компактность, достигнутая благодаря установке градирен на здании насосно-фильтровальной станции.

Оригинальное архитектурно-компоновочное решение в сочетании с выбором современных высокопроизводительных градиен позволило значительно сократить производственные площади, отводимые под сооружения.

### ВЫВОДЫ

Рассмотрены новые технические решения по водоснабжению, водоотведению и очистке сточных вод предприятий ГМК, разработанные УкрГНТЦ «Энергосталь», который, являясь научно-техническим центром с уникальными инженерными возможностями, выполняет следующие работы:

- разработка оборотных, в т.ч., полностью замкнутых (бессточных) систем водоснабжения отдельных видов производств и предприятий в целом;
- изготовление и поставка современных высокопроизводительных и высокоэффективных сооружений и аппаратов, разработанных в УкрГНТЦ «Энергосталь», для очистки сточных вод от механических примесей;
- внедрение малоотходных методов очистки сточных вод травильных и гальванических отделений, в т.ч., с использованием мембранной техники и технологии (ионный обмен, диализ);
- разработка комплексных систем очистки маслоэмульсионных вод на основе химических и физико-химических методов (реагентная обработка, флотация, электрофлотация, ультрафильтрация);
- разработка методов и проектирование систем очистки поверхностного стока с территорий промышленных предприятий;
- стабилизационная обработка воды с использованием реагентных и безреагентных (электрическая обработка воды) методов с целью предотвращения отложений и коррозии;
- разработка методов сокращения расходов воды на охлаждение металлургических агрегатов (доменных печей, оборудования прокатных станов) и металла в процессах непрерывной разливки стали и горячей прокатки;

Розглянуто розроблені в УкрДНТЦ «Енергосталь» нові технічні рішення щодо водопостачання, водовідведення та очистки стічних вод підприємств. Нові розробки охоплюють системи оборотного водопостачання у цілому, методи розрахунку та прогнозування хімічного складу води в оборотних циклах, споруди і технології для очистки стічних вод, стабілізаційну обробку води.

- обезвоживание и подготовка к утилизации осадков и шламов, образующихся при очистке сточных вод.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Эпштейн С.И. Влияние комплексобразования в системах оборотного водоснабжения на рост гипсовых отложений / С.И. Эпштейн, А.И. Кондратенко, З.С. Музыкаина // Экология и промышленность. – 2008. – № 2. – С. 29–33.
2. Прогнозирование качества воды в оборотных системах газоочисток конвертеров / С.И. Эпштейн, В.Д. Мантула, Л.Н. Кузнецова, А.И. Кондратенко // Сталь. – 2008. – № 8. – С. 123–126.
3. Эпштейн С.И. Прогнозирование содержания свободной углекислоты в системах оборотного водоснабжения и оценка ожидаемой эффективности при стабилизационной обработке добавочной воды при подкислении (часть 1) / С.И. Эпштейн, Я.А. Чепракова // Экология и промышленность. – 2008. – № 4. – С. 39–42.
4. Эпштейн С.И. Прогнозирование содержания свободной углекислоты в системах оборотного водоснабжения и оценка ожидаемой эффективности при стабилизационной обработке добавочной воды при подкислении (часть 2) / С.И. Эпштейн, Я.А. Чепракова // Там же. – 2009. – № 1. – С. 28–31.
5. Эпштейн С.И. Сравнительная оценка эффективных ингибиторов накипеобразования с целью возможности использования их для стабилизационной обработки воды в оборотных системах газоочисток ККЦ / С.И. Эпштейн, В.Д. Мантула, В.С. Василенко // Казантип-ЭКО-2009. Экология, энерго- и ресурсосбережение, охрана окружающей среды и здоровье человека, утилизация отходов : сборник научных статей XVII Международной научно-практической конференции, 01–05 июня 2009 г., г. Щелкино, АР Крым / УкрГНТЦ «Энергосталь» : В 2-х т. Т. 2. – Харьков : «Издательство САГА», 2009. – С. 244–251.

*Поступила в редакцию 15.04.2009*

New technical approaches on water supply, water drain and waste water cleaning at mining-metallurgical enterprises, developed in UkrSSEC «Energostal», are considered. New developments embrace circulating water supply systems in whole, methods for calculating and forecasting chemical composition of water in circulating systems, plants and technologies for waste water cleaning, stabilizing treatment of water.