

Установлено, что увеличение содержания ДГШ в составе цемента ухудшает размалываемость и повышает удельный расход электроэнергии на помол композиционного цемента. При этом удельная поверхность полученных цементов практически не меняется с увеличением количества ДГШ и ЗШС. Результаты определения физико-механических свойств цементов приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты физико-механических испытаний композиционных цементов

Номер состава по табл. 1	Нормальная густота теста, %	Сроки схватывания, ч–мин		Предел прочности при сжатии (1:0), МПа, при твердении	
		начало	конец	в воде, 28 суток	после пропаривания, 1 сутки
1	28,2	3–10	6–20	59,2	37,0
2	28,3	2–30	6–10	52,5	38,4
3	29,0	1–55	7–15	64,9	45,2
4	30,0	2–05	7–45	58,2	39,6
5	29,0	1–50	6–50	51,6	38,8
6	31,1	2–55	6–40	52,5	36,7
7	32,3	3–20	7–40	44,3	35,2
8	29,0	3–30	6–40	66,8	35,9

Увеличение количества композиционной добавки в составе цемента от 21 до 40 % и содержания в ней ЗШС повышает водопотребность и ускоряет схватывание вяжущего. Однако с увеличением содержания ЗШС в составе минеральной добавки сроки схватывания цемента удлиняются, но для всех составов они соответствуют требованиям стандарта.

Введение композиционной добавки в количестве более 21 % приводит к снижению прочности при сжатии цементного камня при нормальном твердении по сравнению с портландцементом, содержащим 20 % ДГШ (состав № 8), за исключением цемента, содержащего 30 % композиционной добавки (ДГШ:ЗШС = 1:1) (состав № 3). После пропаривания все золосодержащие цементы (кроме состава № 7) показали большую прочность при сжатии по сравнению с портландцементом с добавкой только ДГШ. Наибольшую прочность после пропаривания имеет также цемент состава № 3. Увеличение количества ЗШС в составе минеральной добавки незначительно снижает прочности цементного камня, особенно после пропаривания.

Таким образом, для производства композиционного цемента может быть рекомендован следующий состав, %: 70 клинкер, 15 ДГШ, 15 ЗШС и 4 гипса (сверх 100 %).

## ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Климаев А.В., Павлович О.Н., Белоусова О.А.*

*УрФУ*

*[opavlovich@k66.ru](mailto:opavlovich@k66.ru)*

В работе приведены результаты выбора и расчета основного оборудования для очистки сточных вод цеха малой механизации ОАО «Уралмашзавод». Цех малой механизации осуществляет механическую обработку деталей, сбор-

ку гидравлических и пневматических узлов, а также гальваническое покрытие деталей и травление металлоизделий. На участке гальванопокрытий осуществляют процессы цинкования, кадмирования и хромирования.

Имея собственный участок в цехе малой механообработки по нанесению гальванических покрытий на детали и узлы агрегатов, резко встает вопрос о безопасности данного производства для окружающей среды.

По характеру сброса сточные воды гальванических цехов разделяются на периодические (концентрированные) и постоянно отводимые (промывные). Сточные воды цеха малой механообработки отводятся на очистные сооружения без разделения на промывные и концентрированные по двум отдельным трубопроводам - цианосодержащие и хромсодержащие.

Сточные воды, поступающие на станцию нейтрализации, содержат ионы тяжелых металлов: цинка, никеля, кадмия, меди, хрома (III), хрома (VI), а также цианиды, сульфаты. Очистка гальванических сточных вод осуществляется методом реагентного обезвреживания, или реагентным методом, сущность которого заключается в переводе растворимых в воде ионов тяжелых металлов в нерастворимые при добавлении различных реагентов с последующим отделением их в виде осадков и с дальнейшим их фильтрацией.

По действующей технологии очистки сточные воды гальванического производства после реагентного обезвреживания, не соответствуют требованиям оборотной воды, предусмотренным ГОСТ 9.314-90, и превышают нормы ПДК.

В настоящее время на предприятии сбрасывают сточные воды от гальванического участка в общую оборотную систему предприятия, что приводит к накоплению в них тяжелых металлов.

Предложено усовершенствование схемы очистки сточных вод гальванического производства ОАО «Уралмашзавода», включающее в себя стадию очистки хромсодержащих сточных вод. Реагентный метод, применяемый в настоящее время, необходимо заменить на метод электрокоагуляции. Хромсодержащие сточные воды следует нейтрализовать в электрокоагуляторе с железными электродами, где произойдет восстановление Cr(VI) до Cr(III). У данного метода малая чувствительность к изменению параметров процесса, меньший расход реагента, установка занимает меньше пространства, а также существует возможность полной автоматизации процесса. Очистка хромсодержащих сточных вод в электрокоагуляторе с железными электродами основана на химическом восстановлении бихромат и хромат ионов ионами  $Fe^{2+}$ , образующимися при электролитическом растворении анодов, и в результате катодного восстановления  $Fe^{3+} + e \rightarrow Fe^{2+}$ , а также гидроакисью железа  $Fe(OH)_2$ , образующейся в обрабатываемой воде при взаимодействии  $Fe^{2+}$  и  $OH^-$  ионов.

Электрокоагуляторы со стальными электродами относятся к нестандартному оборудованию. Корпус электрокоагулятора представляет собой прямоугольный резервуар, изготовленный из синтетических кислотостойких материалов (полиизобутилен, полипропилен и др.), или футерованный изнутри этими материалами. Электрокоагулятор оборудуется вытяжным вентиляционным устройством (например, бортовыми отсосами) для удаления газов, образу-

щихся при электролизе сточных вод. Целесообразно, чтобы дно электрокоагулятора имело небольшой уклон (до 5°) в сторону выхода сточных вод.

В настоящее время наибольшее применение получили электрокоагуляторы с помещенными в них пакетами (блоками) плоских пластинчатых электродов, расположенных вертикально, параллельно друг другу.

Движение потока сточных вод в электрокоагуляторе следует осуществлять вдоль поверхности электродных пластин в вертикальном направлении (снизу вверх или сверху вниз) либо в горизонтальном направлении.

Электроды (катоды и аноды), помещаемые в электролизер, изготавливаются из низкоуглеродистой стали (Ст3, Ст4 и т. п.) и могут иметь толщину от 3 до 6 мм. Первоначальное расстояние между соседними электродами должно составлять 5...10 мм.

Электродные шины изготавливаются из медных (латунных) или алюминиевых прутков или полос, закрепляются на изоляторах на корпусе электрокоагулятора и соединяются с соответствующими полюсами источника постоянного электрического тока. Диаметры (сечение) электродных, а также токоподводящих шин (кабелей), соединяющих электролизер с источником тока, во избежание перегрева, рассчитываются на максимальную токовую нагрузку.

В работе представлены расчеты основных технологических характеристик электрокоагулятора – количество электродов, конструктивные размеры электрокоагулятора и величина тока в электрической цепи. При этом основными исходными параметрами для расчета являются: расход сточных вод; исходная концентрация шестивалентного хрома и ионов тяжелых металлов в сточных водах; анодная плотность тока; удельный расход электроэнергии, необходимый для обработки единицы объема сточных вод.

Предлагаемая схема очистки гальванических сточных вод позволит очистить воду до требований ГОСТ 9.314-90, и вернуть до 90 % очищенной воды в основное производство гальванических покрытий на ОАО «Уралмашзавод».

Выполненная технико-экономическая оценка реконструкции показала эффективность предлагаемого варианта. Результаты работы могут быть использованы при реконструкции станции нейтрализации действующего предприятия, что обеспечит существенную экономию водных ресурсов.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТЕКЛЯНОЙ ДЕКОРАТИВНОЙ ПЛИТКИ**

*Козионова Ю.В., Васюцкая Я.О., Власова С.Г.*

*УрФУ*

*E-mail: htss@fsm.ustu.ru*

Очень важным сегодня является снижение стоимости строительных материалов при разработке новых составов за счет использования более дешевых сырьевых материалов: отходов промышленности и местного сырья. Это приведет не только к снижению расходов в стекольном производстве, но поможет