

этот диаметр при данных условиях из рассмотрения следует исключить. Практически можно исключить и трубы диаметром 235 мм. В результате изменятся предельные расходы для оставшихся смежных диаметров труб. Их уточненные значения, рассчитанные по формуле (8) для диаметров 119, 189 и 279 мм, составляют соответственно 23,66; 52,76 и 151,70 л/с.

Найденные по предлагаемому методу предельные расходы для независимо работающих линий могут использоваться и при технико-экономическом расчете сложных кольцевых и разветвленных сетей, учитывающем роль каждого участка в работе всей сети. В результате такого расчета можно определить приведенные расходы для всех участков и по ним, пользуясь таблицей предельных расходов для независимо работающих линий, выбрать оптимальные сортаментные диаметры [1].

### Л и т е р а т у р а

1. М о ш н и н Л.Ф. Методы технико-экономического расчета водопроводных сетей. — М., 1950. 2. Технико-экономический расчет водопроводных сетей/ Л.Ф. М о ш н и н, М.А. С о м о в, Г.Л. Х а м ц о в а, А.С. Ч е п ц о в. Водоснабжение и санитарная техника. 1969, № 7. 3. Ш е в е л е в Ф.А. Таблицы для гидравлического расчета стальных, чугунных, асбестоцементных, пластмассовых и стеклянных водопроводных труб. — М., 1973. 4. С е д л у х а С.П., Д ь я к о в Г.П., П л о т н и к о в Т.Н. Расчет экономических выгодных диаметров водопроводных труб. — Алгоритмы и программы, П001643. Информ.бюл., 1976, № 2. 5. С е д л у х а С.П. Расчет экономических расходов и приведенных затрат на строительство и эксплуатацию для водопроводных труб. — Алгоритмы и программы, П002797. Информ. бюл. № 2. 6. С е д л у х а С.П. Расчет предельных экономических расходов по минимуму суммы приведенных затрат в течение расчетного срока эксплуатации трубопровода. — В сб.: VI науч.-техн. конф. Целиноградского инженерно-строительного ин-та. Целиноград, 1973. 7. У крупненные сметные нормы на сооружения водоснабжения и канализации. — В сб.: № 10-1. Внешние сети. М., 1972.

УДК 628. 1/2

Л.М. Л и в ш и ц, В.И. С а ч к о в, Н.И. Ю х и м у к

### ОПЫТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЕССТОЧНЫХ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Среди многочисленных аспектов проблемы охраны окружающей среды решающей является защита водоемов от загрязнений различного рода отходами хозяйственной деятельности человека.

Основную долю загрязнений по-прежнему несут в водоемы неочищенные либо недостаточно очищенные сточные воды. Наиболее опасными в этом отношении являются промышленные сточные воды. Однако до настоящего времени отсутствуют типовые проекты по обезвреживанию производственных химически загрязненных сточных вод.

Следует отметить, что существует довольно много способов и принципиальных схем обработки промышленных стоков, основанных на механических, физико-химических и электрохимических методах, применяемых, как правило, в различных комбинациях в зависимости от категории сточных вод, химсостава, концентрации, утилизации отдельных компонентов и т.д.

Но так или иначе идеальным решением задачи по прекращению загрязнений водных бассейнов промышленными стоками является организация бессточных схем производственного водоснабжения, т.е. перевод всех производственных и поверхностных загрязненных вод в замкнутые циклы локальных или групповых бессточных систем водоснабжения.

В последние годы институт "Белпромпроект" в содружестве с рядом научно-исследовательских организаций и лабораторий ведет поиски приемлемых технико-экономических решений по организации бессточных систем водоснабжения.

Последние достижения отечественной науки и техники в области очистки сточных вод позволяют организовать подобные системы для отдельных отраслей машиностроения, приборостроения и некоторых других.

В зависимости от требуемого качества воды разными потребителями и качества подпиточной воды в проектах ряда предприятий, разрабатываемых институтом, предусматриваются несколько бессточных систем. Очистные локальные установки в составе этих систем размещаются, как правило, в одном блоке водоподготовки.

Пополнение безвозвратных потерь в бессточных системах свежей водой из источника водоснабжения сводится до минимума за счет дренажных (грунтовых) вод, аккумуляирования и очистки поверхностного стока либо за счет устройства закрытых двухконтурных циркуляционных систем, где подпитка практически не требуется.

Например, в утвержденном ТЭО "Разработка систем сбора и очистки дождевых и производственных стоков с возвратом их на нужды производства" завода холодильников предусматриваются три бессточные системы водоснабжения с пополнением потерь воды в этих системах за счет аккумуляированного поверхностного стока.

На Брестском заводе "Газоаппарат" запроектированы две бессточные системы водоснабжения с пополнением потерь в них за счет дренажных (грунтовых) вод. Такое решение не только защищает водоем от загрязнения, но и снижает расход свежей воды, как правило, часто дефицитной и дорогостоящей. Выбор схем канализования и системы очистных сооружений при этом предопределяется сочетанием локальных и общезаводских систем и установок.

В условиях научно-технического прогресса, широкого внедрения средств автоматизации и управления экономически и технически целесо-

образно вести очистку от специфических загрязнений отдельных цеховых стоков на локальных сооружениях. В данном случае на общезаводские сооружения должны направляться только те сточные воды, для которых допускаются одинаковые методы очистки. При таких схемах канализования предприятий отпадает необходимость в строительстве протяженных и дорогостоящих трубопроводов из дефицитных материалов, упрощается и удешевляется система доочистки.

Локальная очистка концентрированных стоков дает возможность утилизировать ценные компоненты. Так, на одном из машиностроительных заводов Министерства электротехнической промышленности нами внедряется опытно-производственная установка регенерации отработанных растворов хромовой кислоты для их повторного использования в гальваническом цехе. Указанное позволит прекратить сброс токсичных отходов в количестве 66,0 т/год.

Возможность создания бессточных систем водоснабжения промышленных предприятий может быть обеспечена только применением высокопроизводительных, эффективных и экономичных очистных сооружений.

Известно, что большинство так называемых традиционных методов очистки (реагентных, механических и др.) являются несовершенными, а применяемые для их осуществления сооружения — дорогостоящими и малоэффективными.

Поэтому создание бессточных систем водоснабжения при проектировании промышленных предприятий стало возможным в основном при внедрении (в совокупности с другими) электрохимических методов очистки сточных вод, в частности электрокоагуляции и электрофлотации [1], с последующей глубокой доочисткой сточных вод на механических и адсорбционных угольных фильтрах и обессоливании воды ионообменными смолами [2].

При этом для осветления предусматриваются компактные тонкослойные отстойники, позволяющие значительно сократить объем традиционных отстойников и повысить эффект осветления сточных вод.

Широкое применение в практике проектирования очистных установок получил метод напорной механической флотации для осветления воды от механических взвесей, нефтепродуктов и СПАВ, содержащихся в сточных водах.

В последние 4–5 лет институт широко применяет очистку сточных вод на электрокоагуляторах, электрофлотаторах и электродиализаторах. Эти установки обеспечивают разрушение и удаление: растворенных соединений в результате анодного окисления и катодного восстановления с образованием нетоксичных и выпадающих в осадок нерастворимых веществ; органических и неорганических веществ в процессе электрокоагуляции и электрофлотации; растворимых примесей методом электродиализа.

Фильтрация сточных вод на механических и адсорбционных угольных фильтрах обеспечивает максимальное освобождение жидкости от взвесей, гидроокисей, нефтепродуктов и СПАВ.

В зависимости от требований к качеству очищенной воды в технологические схемы включаются установки обессоливания стоков на ионообменных смолах. В основном глубокая доочистка стоков (в полном объеме или частично) на ионообменных смолах применяется нами при возврате в производство сточных вод цехов гальванопокрытий.

При этом сточные воды гальванических цехов подаются на очистку отдельными потоками в различной комбинации: как правило, они разделяются на потоки кислотно-хромовых промывных вод, щелочных промывных вод, цианосодержащих промывных; отработанных: кислых электролитов, щелочных электролитов, хромовых электролитов, цианистых электролитов и др.

Практика проектирования бессточных систем водоснабжения отдельных производств с применением современных электрохимических методов и ионообменных установок показывает достаточно высокую эффективность этих систем, несмотря на некоторый рост в отдельных случаях единовременных капитальных затрат на строительство локальных очистных сооружений предприятий.

Однако при этом сокращаются капитальные вложения на водозаборные сооружения и водопроводные сети, на городские очистные сооружения и канализационные сети за счет снижения водопотребления и водоотведения на предприятиях.

Так, предусмотренное в проекте решение бессточной системы водоснабжения на Заводе электродвигателей в г. Лунинце (расход воды в прямоточной системе водоснабжения составляет  $5100,0 \text{ м}^3/\text{сут}$ ) при увеличении затрат на строительство внутривозвратных сетей и сооружений локальной очистки на 795 тыс.руб. позволило отказаться от строительства водозаборных сооружений и внешних сетей значительной протяженности общей стоимостью 1 млн.500 тыс.руб., а также от расширения городских очистных сооружений и сетей канализации стоимостью 180,0 тыс.руб. Снижение капитальных вложений составило 885,0 тыс.руб., эксплуатационных затрат – на 274,4 тыс.руб. Расход реагентов снизился на 670,0 т. в год. Годовой экономический эффект составил 365,8 тыс.руб. По данным технико-экономической части проектов завода электрохолодильников и завода газовой аппаратуры, водопотребление которых по прямоточному варианту составляет соответственно  $2600,0$  и  $1900,0 \text{ м}^3/\text{сут}$ ., годовой экономический эффект при внедрении бессточных систем составит 124,5 и 60,9 тыс.руб.

Одновременно, по нашему мнению, указанные бессточные системы производственного водоснабжения следует рассматривать не с точки зре-

ния получения временной экономической выгоды, а с позиции кардинального решения проблемы предотвращения загрязнений водных бассейнов. Кроме того, решается проблема водного дефицита для отдельных районов.

### Л и т е р а т у р а

1. Технические указания по применению метода электрокоагуляции флотации для очистки сточных вод. — Ровно, 1974. 2. Отраслевые методические материалы по расчету и проектированию установок очистки промышленных сточных вод и электролитов специализированных отделений и участков хромирования методом ионного обмена. — Волгоград, 1977.

УДК 628.001.2:622.765

Ю.П. С е д л у х о

### К МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОДНО-ХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА СИСТЕМ ОБОРОТНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРНОХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Детальные исследования, проведенные на одной из обогащательных фабрик по переработке труднообогатимых фосфатных руд, позволили установить, что основное влияние на процесс флотационного обогащения оказывают соли водорастворимых минералов. Остаточные концентрации флотореагентов оказывают гораздо меньшее влияние и, чаще всего, положительное [1,2].

При оборотном водоснабжении флотационных фабрик неизбежно накопление в воде различных ионов, к которым в первую очередь следует отнести ионы кальция, натрия, сульфатов, хлоридов и другие.

Изменение качества воды в оборотной системе может быть рассчитано на основе уравнений материального баланса [3].

При неизменном количестве воды в системе уравнение баланса примет вид (рис. 1):

$$Q_{\text{д}} + Q_{\text{р}} - Q_{\text{к}} - Q_{\text{х}} - Q_{\text{сб}} - Q_{\text{ф}} - Q_{\text{и}} + Q_{\text{а}} = 0, \quad (1)$$

где  $Q_{\text{д}}$  — количество воды, добавляемое в систему;  $Q_{\text{р}}$  — количество воды, поступающее с сырьем;  $Q_{\text{к}}$  — потери воды с готовым продуктом;  $Q_{\text{х}}$  — количество воды, выводимое из системы вместе с отвальской породой при ее складировании;  $Q_{\text{сб}}$  — количество воды, сбрасываемое из системы для ее освежения (продувки);  $Q_{\text{ф}}$  — потери воды в результате фильтрации из гидротехнических сооружений;  $Q_{\text{и}}$  — потери воды в результате испарения с водной поверхности;  $Q_{\text{а}}$  — количество атмосферных осадков.