

но снизить величины ХПК и БПК, содержание нитритов, СПАВ, железа и др.

Следовательно, существует множество методов очистки фильтрационных вод, которые в большинстве являются энергозатратными, что зачастую и обуславливает их ограниченное использование, чем усугубляется проблема накопления и утилизации фильтрата. Представленные технологии пока не адаптированы к химическому составу фильтрата наших полигонов, а рассматриваются лишь на экспериментальном уровне. Для их внедрения необходимо провести тщательный анализ количества и качества фильтрата конкретного полигона, оценить техническую эффективность и экономическую целесообразность, что и является первоочередной задачей на данном этапе исследования.

1. Baing S., Thieblin E., Zuliani F. Landfill Leachate Treatment: Case Studies // Work.

2. Melike Yahh Kihe, Kadir Kestioglu, Taner Yonar. Landfill Leachate Treatment by The Composition of Physicochemical Methods With Adsorption Process // Biological Environmental Scientific. – 2007. – №1. – P.37-43.

3. Жаппарова Ж.М. Исследование возможности применения различных коагулянтов для очистки фильтрационных вод полигона ТБО // *Фундаментальные исследования*. – 2008. – №4. – С.13-15.

4. Вайсман Я.М., Глушанкова И.С., и др. Очистка фильтрационных вод полигонов захоронения ТБО методом гальванокоагуляции // *Водоснабжение и санитарная техника*. – М., 2003. – №7. – С.23-26.

5. Батичко С.В. та ін. Електроплазмова технологія очищення та знезараження фільтрату полігонів твердих побутових відходів // *Санітарна очистка міст та комунальний автотранспорт: Інформаційно-аналітичний збірник*. – С.65-69.

Получено 04.09.2008

УДК 628.16

И.Н.ЧУБ, В.А.ТКАЧЕВ, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ Na-КАТИОНИТОВЫХ ФИЛЬТРОВ

Рассматривается способ повышения эффективности Na-катионитовых установок химводоподготовки. Для этих целей предлагается использовать разработанные расчетные методы и малосточные технологические схемы.

Развитие украинских предприятий теплоэнергетики в современных экономических условиях должно осуществляться на основе ресурсосберегающих технологий. Для этого необходимо внедрять замкнутые системы водоснабжения и решать вопросы повышения эффективности работы отдельных сооружений и установок в общей системе водоснабжения этих предприятий.

Подготовка воды для нужд теплоэнергетики предусматривает корректировку солевого состава воды, а именно умягчение. Для этого применяют одно- и двухступенчатые установки с Na-катионитовыми фильтрами. Наиболее распространенным аппаратным оформлением процесса умягчения являются аппараты с неподвижным слоем, загруженные катионообменными смолами. Главной проблемой при эксплуатации этих установок являются зафиксированные рабочие параметры (скорость, рабочая емкость, количество соли и воды для собственных нужд), которые определяются при проектировании этих установок. Как показывает практика, требуемое количество умягченной воды непостоянно, а работа фильтров при постоянных рабочих параметрах приводит к неэффективному использованию катионита и избыточному сбросу солей в окружающую среду. Следовательно, для сокращения расхода воды и реагентов на собственные нужды Na-катионитовых фильтров и повышения экономичности их работы, необходимо в процессе эксплуатации изменять рабочие параметры. Например, снижение скорости фильтрования позволяет сократить количество регенераций за счет увеличения фильтроцикла. Однако любое изменение скорости влечет за собой изменение других технологических характеристик, определение которых связано с затратами времени и материалов. Для избежания таких трудностей необходимо использовать надежные методы расчета, которые позволили бы с достаточной точностью определять рабочие характеристики катионитовых фильтров в изменившихся условиях.

Сегодня в области водоподготовки разработано и существует достаточное количество методов [1], позволяющих рассчитывать ионитовые фильтры. Однако вопросы, связанные с эксплуатацией Na-катионитовых фильтров, и в частности, методы определения эффективных рабочих параметров, на сегодня освещены недостаточно.

Метод расчета рабочих характеристик катионитовых фильтров в процессе их эксплуатации должен учитывать снижение обменной емкости, а также влияние статики и кинетики на протекающий процесс умягчения. Кроме того, он должен базироваться на общей теории о фронтальной отработке слоя, на основе которой построены все существующие расчеты [1].

В результате исследований установлено, что основное изменение концентрации происходит в рабочей части аппарата. Образуется концентрационный фронт, который делит рабочую зону на использованную и неиспользованную. В момент истощения катионита и наступления проскока катионитовый фильтр выглядит, как показано на рис.1. Здесь светло-серым цветом показан неиспользованный участок катио-

нита, который имеет определенный объем. Чтобы определить неиспользованную емкость этого объема катионита, необходимо знать распределение концентрации внутри рабочей зоны.

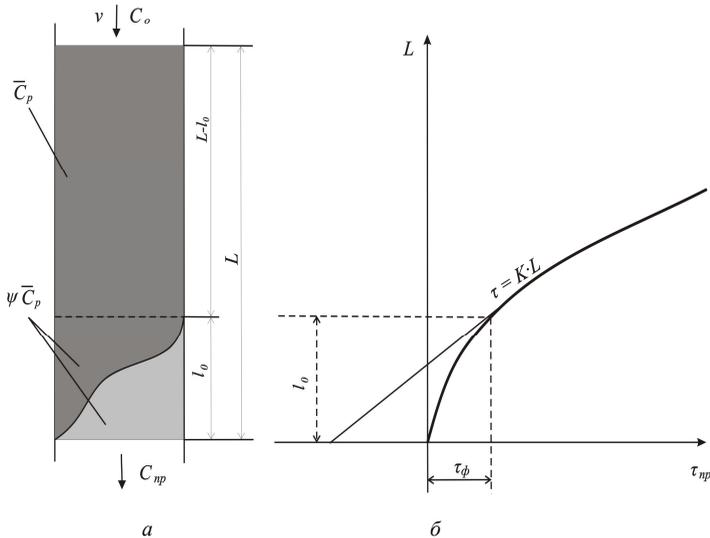


Рис.1 – Схема процесса ионного обмена в аппарате (а) и зависимость времени ионного обмена τ от длины слоя катионита L (б):

L – высота слоя катионита; L_0 – длина работающего слоя (зоны массопередачи); τ_ϕ – время формирования фронта; C_0 – исходная концентрация катионов; C_{np} – проскоковая концентрация катионов в фильтрате; \bar{C}_p – равновесная концентрация в ионите; $\psi\bar{C}_p$ – средняя по зоне концентрация ионов в ионите.

Зная форму концентрационного фронта, можно прогнозировать время наступления проскока и определять рабочую емкость загруженного катионита. Для определения формы концентрационного фронта внутри рабочей зоны была разработана математическая модель [2], учитывающая неравновесные условия насыщения катионита:

$$\bar{c}_{jдин} = f(c_j); \quad j = 1, 2, \dots, m$$

$$u(\bar{c}_{jдин} - \bar{c}_{j+1дин}) - v(c_{j-1} - c_j) = 0, \quad j = 1, 2, \dots, m, \quad (1)$$

где u и v – скорости сорбционного фронта и воды, м/ч; $\bar{c}_{jдин}$, $c_{jдин}$ – концентрации катионов в катионите и воде на j -й ступени (слое) в ди-

намических условиях, мг-экв/г, мг-экв/дм³; m – количество ступеней.

На основе полученной модели разработан метод расчета катионитового фильтра. Применение разработанного метода расчета катионитового фильтра позволяет при снижении скорости фильтрования определять рабочую емкость и время полезной работы, а также сокращает расход воды и реагентов в среднем на 10-15% за счет продления фильтроцикла. Кроме того, снижение скорости фильтрования увеличивает степень использования загруженного катионита.

Таким образом, разработанный метод позволяет повысить экологичность и эффективность работы катионитовых фильтров в процессе эксплуатации. Преимуществом разработанного метода является то, что установлена зависимость скорости фильтрования и объема неиспользованного катионита с учетом формы концентрационного фронта.

Кроме разработки методов расчета катионитовых фильтров, повышающих эффективность их работы, необходимо внедрять малосточные технологические схемы, позволяющие сокращать количество сточных вод химводоподготовки.

Наиболее рациональным и экономически выгодным является способ регенерации Na-катионитовых фильтров с повторным использованием регенерационных и отмывочных вод [3]. При этом на повторное использование отбирают отработанный регенерационный раствор через 6-8 мин. после достижения максимального значения концентрации хлоридов и величины общей жесткости и продолжают отбирать до момента падения концентрации поваренной соли в нем ниже начальной.

Схема с повторным использованием [3] регенерационных и отмывочных вод приведена на рис.2.

Организация схем регенерации с рециркуляцией части регенерационного раствора требует выполнения необходимых расчетов, направленных на поиск оптимальных параметров. Отсутствие необходимых методов расчета не позволяет внедрять эффективные рациональные технологии. Поэтому для осуществления регенерации с повторным использованием отработанных регенерационных вод разработан метод расчета, который, учитывая возврат соли, определяет исходное ее количество для следующей регенерации. Разработанный метод расчета выполняется по схеме приведенной на рис.3. Здесь показано q_1 , C_1 – это расход и концентрация возвращаемого регенерационного раствора на повторное использование. В основном – это последние порции регенерата (от 30 до 50%), которые содержат малое количество катионов жесткости и могут быть использованы повторно. Зная количество и концентрацию возвращаемых регенерационных

вод, определяется количество свежей соли m_k и воды, идущих на последующую регенерацию. Приведенная технологическая схема позволяет сократить сброс солей в окружающую среду, снизить себестоимость получения умягченной воды и сократить расход воды на собственные нужды водоподготовки.

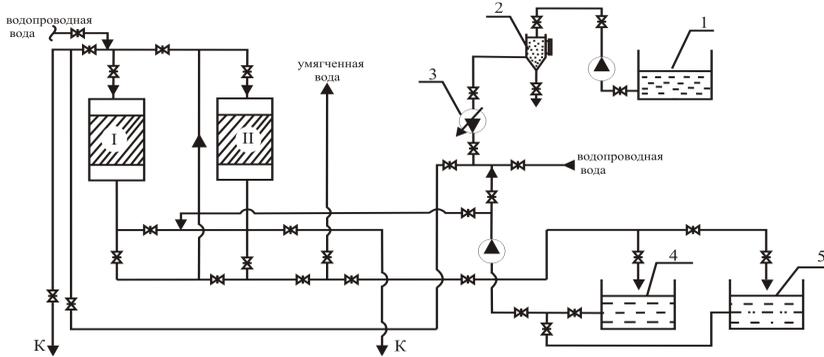


Рис.2 – Схема регенерации Na-катионитовых фильтров:

I, II – Na-катионитовые фильтры; 1 – бак для хранения крепкого реагента; 2 – бак-мерник крепкого реагента; 3 – насос-дозатор; 4,5 – баки повторного использования соответственно регенерационных и промывочных вод.

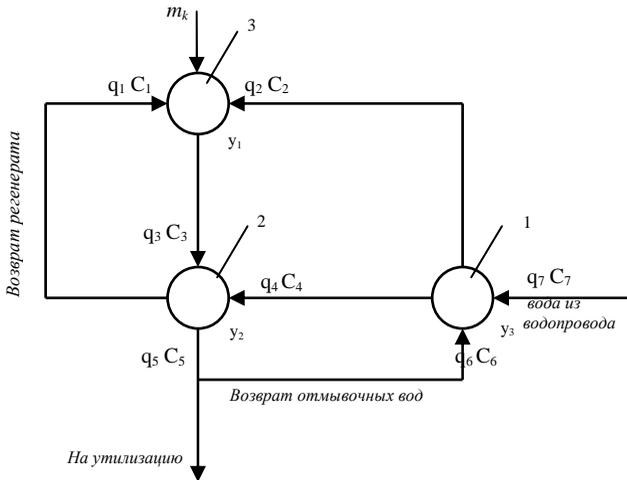


Рис.3 – Расчетная схема регенерационного процесса с рециклом:

1 – емкость исходной воды для собственных нужд; 2 – фильтр; 3 – емкость для приготовления регенерационного раствора заданной концентрации; C_i – известные концентрации; масса соли – m_k ; q_i – расчетные расходы отмывки, взрыхления, регенерации.

Внедрение малосточных схем и повышение эффективности работы катионитовых фильтров в процессе их эксплуатации требует времени для выполнения необходимых расчетов. Для этого разработан программный комплекс, который включает в себя расчет катионитового фильтра в зависимости от скорости фильтрования и расчет процесса регенерации по схеме, приведенной на рис.3. Разработанный программный комплекс позволяет создать автоматизированное рабочее место оператора-технолога, повысить уровень его работы и автоматизировать процесс водоподготовки.

1.Громогласов А.А. и др. Водоподготовка: Процессы и аппараты. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 272 с.

2.Чуб И.Н. Повышение эффективности работы Na-катионитовых установок на основе разработанного АРМа // Науковий вісник будівництва. Вип.46. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – 2008. – С.208-212.

3.Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике. – М.: МЭИ, 2003. – 309 с.

Получено 03.09.2008

УДК 628.14

І.С.УСЕНКО, канд. техн. наук

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ ГІДРАВЛІЧНОГО РОЗРАХУНКУ ВОДОПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ

Викладено послідовність вводу вхідних даних. У подальшому розрахунок виконується в режимі діалогу, при цьому є можливість вводити зміни.

Гідравлічні трубопровідні системи постійно ускладнюються. Практика ставить завдання підвищення точності та швидкості розрахунків гідравлічних мереж. Тому залишається актуальним питання вдосконалення існуючих методів розрахунку трубопровідних систем [1, 2].

У виконаних раніше дослідженнях не досить глибоко відпрацьовано аспекти удосконалення гідравлічних розрахунків. Гідравлічні мережі достатньо складні структури. Їх гідравлічні властивості змінюються у часі за невизначеними закономірностями. Корегування внутрішньої та зовнішньої ув'язки ділянок мережі покращує методику гідравлічних розрахунків [3, 4].

Внутрішню гідравлічну ув'язку пропонується удосконалити за рахунок мінімізації ітеративного процесу. Це досягається виключенням з обчислень повторювань операцій. Коригування послідовних наближень забезпечує точність розрахунків [5].