

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РЕГЕНЕРАЦИИ КАТИОНИТНЫХ ФИЛЬТРОВ С СОКРАЩЕНИЕМ РЕГЕНЕРАЦИОННЫХ СТОКОВ

МАМОШКИН А.В., ИБРАГИМОВ Г.Ш.

До настоящего времени остается неразрешенной проблема утилизации высокоминерализованных регенерационных стоков, образующихся в процессе эксплуатации фильтров водоподготовительных установок (ВПУ). Данная проблема должна решаться, вероятно, по двум направлениям: необходимо провести мероприятия, направленные на совершенствование технологии регенерации фильтров с целью сокращения до возможного минимума количества сточных вод и их загрязненности избытком регенерирующего реагента, а затем необходимо разработать рациональные методы утилизации сбросных вод в зависимости от конкретных схем ВПУ и полученного качества стока.

Химический состав усредненного стока ВПУ не зависит от номинальной производительности установки и эксплуатационных колебаний расхода, а определяется типом ионообменного материала, принятой технологией регенерации и качеством исходной обрабатываемой воды. При неизменности этих условий доля сточных вод от общего потока воды, поступающего на отдельную ступень или ВПУ, в целом также величина постоянная.

Отсюда следует, что для сокращения количества сточных вод и их загрязненности необходимо варьировать тип ионообменного материала, вид регенерирующего реагента и совершенствовать технологию регенерации.

Количество регенерационных сточных вод катионитных фильтров равно:

$$D_{ст} = g \frac{k}{e} Q_0, \text{ м}^3/\text{ч} \quad (1)$$

где Q_0 – номинальная производительность ВПУ, $\text{м}^3/\text{ч}$; k – концентрация удаляемых катионов, мг-экв/л ; g – удельный расход воды на собственные нужды катионитов, $\text{м}^3/\text{м}^3$; e – рабочая обменная емкость катионита по поглощаемым катионам, г-экв/м^3 .

При замене сульфогля (СУ) в катионных фильтрах на катионит, КУ-2 количество сточных вод сокращается на величину

$$\frac{D_{ст}^{СУ} - D_{ст}^{КУ-2}}{D_{ст}^{СУ}} 100 \% = \left(1 - \frac{g^{КУ-2} e^{СУ}}{g^{СУ} e^{КУ-2}} \right) \times 100 \%, \quad (2)$$

т. е. на 40 – 45 % для Na-катионитных фильтров и на 30 – 35 % для H-катионитных фильтров, что равносильно концентрированию стока по всем минеральным компонентам в 1,8 раза для Na-катионитных фильтров и в 1,5 раза для H-катионитных фильтров. При данной перегрузке фильтров несколько сокращается и избыток хлористого натрия в стоке Na-катионитных

фильтров вследствие возможности сокращения величины удельного расхода соли для КУ-2 по сравнению с СУ.

Считается перспективной замена серной кислоты для регенерации сильнокислотного КУ-2 на соляную кислоту в условиях получения одинаковой обменной емкости, достигаемой при кратностях расхода серной кислоты 2,5 г-экв/г-экв и соляной кислоты 1,5 г-экв/г-экв. Действительно, расчет показывает, что при стоимости 1 г-экв H_2SO_4 , равной 0,157 коп. и 1 г-экв HCl 0,277 коп. увеличение эксплуатационных затрат на реагенты при регенерации катионита соляной кислотой не превысит 6%. Вместе с тем, учитывая, что для регенерации КУ-2 соляной кислотой оптимальной концентрацией является 5–7 %-ный раствор (опасность гипсования отсутствует), находим, что удельный расход воды на приготовление регенерационного раствора составит $0,4 \text{ м}^3/\text{м}^3$ вместо $4 \text{ м}^3/\text{м}^3$ для приготовления 1-1,5%-ного раствора H_2SO_4 . Такое резкое сокращение воды на собственные нужды вполне окупает увеличение затрат на реагентах при переходе на HCl . Следовательно, замена серной кислоты на соляную значительно сокращает количество сточных вод, их загрязненность избытком реагента и позволяет получить в стоке хорошо растворимые хлориды, упрощая последующую их утилизацию.

Задача сокращения удельных расходов реагентов и воды на регенерацию фильтров наиболее рационально решается использованием, противоточного ионирования, преимущества которого общеизвестны. Однако оптимальная конструкция противоточных фильтров пока еще не разработана. Сокращение же удельных расходов реагентов и воды на прямоточных фильтрах должно производиться по пути оптимизации процесса регенерации и повторного использования стоков.

Одним из целесообразных вариантов повторного использования сточных вод Na-катионитных фильтров II ступени можно считать применение этих вод, обладающих после усреднения относительно небольшой жесткостью, для приготовления насыщенного (путем сброса в ячейки мокрого хранения соли) и рабочего растворов соли на регенерацию Na-катионитных фильтров I ступени. Количество стока ВПУ при этом сокращается на 10%, а фактический удельный расход соли по барьерным фильтрам снижается до стехиометрической величины 1 г-экв/г-экв при неограниченно большом количестве подаваемой на регенерацию соли, обеспечивающем высокую глубину умягчения.

Как известно, для катионитных фильтров общепринята технология регенерации, предусматривающая сбор или непосредственное использование части отмывочной воды для взрыхления катионита при последующих регенерациях, после сброса в дренаж основного количества продуктов регенерации. Более совершенной считаем регенерацию по следующей технологии: взрыхление фильтра осветленной водой, после чего она повторно используется путем сбора в специальный резервуар, предусматриваемый нормами технологического проектирования ВПУ для промывочной воды механических фильтров, и затем подается равномерно в линию исходной воды перед осветлителями. При использовании отмывочной воды для целей взрыхления это мероприятие не может быть выполнено вследствие опасности попадания высокоминерализованной воды в осветлители. Последние порции отмывочной воды по предлагаемой

технологии используются для приготовления насыщенных и рабочих растворов реагента. Данная технология, применительно к Na-катионитным фильтрам, позволяет снизить удельные расходы воды на регенерацию фильтров с 4,7 до 4,0 м³/м³ для СУ, т. е. на 15% (в 1,2 раза), и с 7,7 до 6,0 м³/м³ для КУ-2, т. е. на 22% (в 1,3 раза), что согласно уравнению (1) равносильно снижению общего стока с фильтров в указанное число раз.

Эффективным способом сокращения удельных расходов реагентов и воды является также повторное использование отработавших растворов. Однако при этом следует учитывать, что первые их, порции в количестве 40 – 50%, ввиду максимального насыщения катионами жесткости не только не пригодны для последующей регенерации, но, будучи смешаны с остальной частью раствора, характеризуемого высоким отношением ионов натрия к катионам жесткости, понижают регенерационные свойства. Использование наиболее активной части отработавшего раствора для предварительной регенерации фильтров перед подачей свежего регенерационного раствора позволяет снизить удельный расход соли на регенерацию Na-катионитных фильтров I ступени до 1,7 г-экв/г-экв против обычных 2,4 – 3,0 г-экв/г-экв с существенным сокращением объема и загрязненности сточных вод.

На двухступенчатой установке Na-катионирования обычно устанавливается пропуск катионов жесткости на фильтрах 1 ступени около 0,5 – 1,0 мг-экв/л. Учитывая же весьма высокий удельный расход соли для фильтров II ступени, необходимо признать более целесообразным сбрасывание фильтров I ступени только до 0,05 – 0,10 мг-экв/л с последующей подачей фильтрата в баки исходной осветленной воды до достижения жесткости фильтрата, равной 60 – 80% жесткости умягченной воды. Это позволит снизить жесткость исходной воды, повысить на 10 – 20% рабочую обменную емкость катионита и согласно уравнению (1) сократить количество сточных вод ВПУ.

Итак, все вышеперечисленные примеры наглядно показывают, что использование описанных мероприятий позволяет даже на проточных фильтрах значительно сократить количество регенерационных стоков и их загрязненность избытками регенерирующего реагента.