

УДК 628.164.081.312.32

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТ ВПУ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ РЕГЕНЕРАЦИИ ФИЛЬТРОВ

Болбас И.А., Панкевич В.И., Скицунова И.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Чиж В.А.

Целью научной работы является анализ влияния регенерации ионообменных фильтров на технологические показатели работы ВПУ котельной.

На котельной установлены три котла типа Е-50-40. Исходной водой для котельной принята вода из артезианской скважины с основными показателями качества: $Ж_о = 3,1 \text{ мг-экв/дм}^3$, $Ж_к = 2,3 \text{ мг-экв/дм}^3$, $Ж_{ик} = 0,8 \text{ мг-экв/дм}^3$. С учетом данных показателей качества исходной воды и требований к питательной воде котлов, установленных на котельной, был произведен выбор схемы параллельного умягчения, которая представлена на рисунке 1.

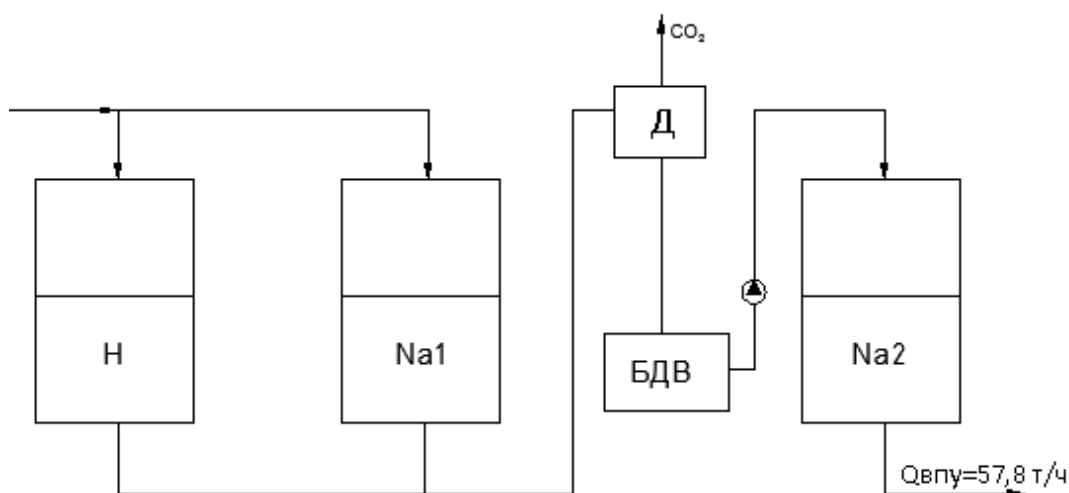


Рисунок 1. Схема умягчения воды

Первый вариант схемы ВПУ рассчитан для проточной технологии регенерации фильтров, второй вариант схемы для – противоточной технологии. Фильтрующая загрузка-катионитный фильтр Пьюролайт.

Прямоточная регенерация ионитных фильтров состоит в том, что обрабатываемая вода в рабочем цикле и регенерационный раствор при восстановлении обменной способности ионита подается на фильтр в одном направлении - сверху-вниз (рис.2а).

Способ противоточной регенерации предусматривает движение в ионитном фильтре обрабатываемой воды и регенерационного раствора в противоположных направлениях (вода сверху-вниз, раствор снизу-вверх или наоборот).

Противоточная технология разделяется на две категории: прямой и обратный противоток. При прямом противотоке обрабатываемая вода подается на фильтр сверху-вниз, а регенерационный раствор, при проведении регенерации, снизу-вверх(рис.2б). При обратном противотоке наоборот - обрабатываемая вода поступает на фильтр снизу- вверху, а регенерационный раствор - сверху-вниз (рисунок 2в).

В расчетных вариантах производительность ВПУ и ионная нагрузка на ступени фильтров приняты одинаковыми. Расчёт ионитных фильтров схемы ВПУ проводился по следующей методике [1, с. 13-16].

Результаты проведенных расчётов приведены в таблице 1.

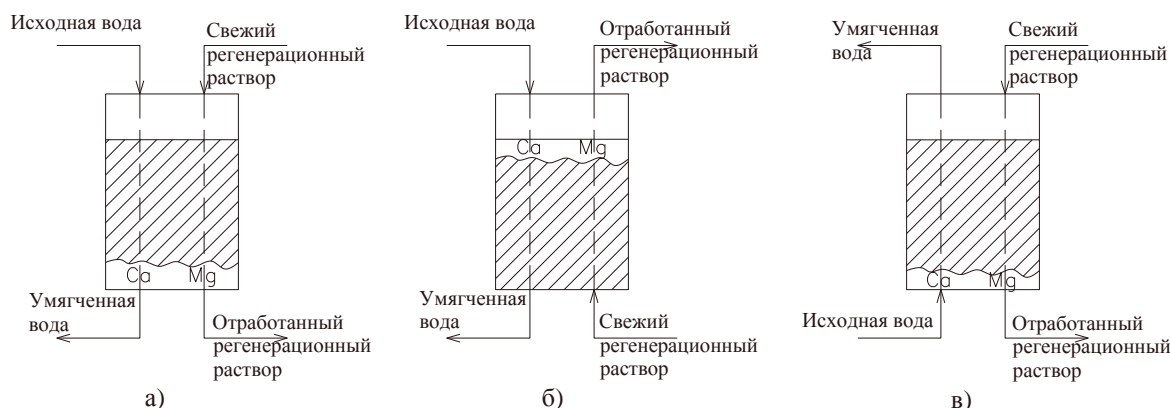


Рисунок 2. Условное расположение остаточных катионов кальция и магния в слое катионита при регенерации в прямоточном (а) и противоточном (б, в) фильтрах

Таблица 1 – Результаты расчета ионитных фильтров

Физические величины	Прямоточные фильтры			Противоточные фильтры		
	Н	Na ₁	Na ₂	Н	Na ₁	Na ₂
Площадь фильтрования, м ²	3,12	0,73	2,89	3,12	0,73	2,89
Производительность фильтра, м ² /ч	46,83	11	57,8	46,83	11	57,8
Скорость фильтрования, м/ч	15	15	20		15	20
Площадь фильтрования каждого фильтра, м ²	1,04	0,24	0,96	1,04	0,24	0,96
Диаметр фильтра, м	1,15	0,55	1,11	1,15	0,55	1,11
Количество фильтров	3	3	3	3	3	3
Рабочее давление, МПа	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Диаметр фильтра стандартный, м	1,5	0,7	1,5	2	2	2
Высота фильтрующей загрузки, м	2	2	1,5	3,7	3,7	3,7
Стандартная площадь фильтрования фильтра, м ²	1,77	0,49	1,77	3,14	3,14	3,14
Продолжительность фильтроцикла, ч	55,7	86,22	382,79	147,8	1124	2211
Рабочая обменная емкость ионита, г-экв/м ²	2100	1500	1250	1700	1650	1650
Содержание катионитов и анионитов, г-экв/м ³	5,7	3,1	0,3	5,7	3,1	0,3
Количество регенераций в сутки n	0,42	0,27	0,06	0,16	0,021	0,011
Объем материалов, загруженных во влажном состоянии в один фильтр, м ³	3,54	0,98	2,66	11,62	11,62	11,62
Объем материалов, загруженных во влажном состоянии в группу фильтров, м ³	10,62	2,94	7,97	34,85	34,85	34,85

Окончание таблицы 1 – Результаты расчета ионитных фильтров

Расход воды на собственные нужды, м ³ /ч	1,02	0,12	0,08	1,28	0,11	0,065
Удельный расход воды на собственные нужды, м ³ /м ³	5,5	3,5	4,1	5,5	3,5	4,1
Расход химреагентов на регенерацию одного фильтра, кг	594,72	117,6	332,5	1185	1342	1342
Удельный расход химреагентов, г/г-экв	80	80	100	60	70	70
Расход технического продукта, кг	792,96	123,79	350	1580	1413	1413
Суточный расход технического продукта, кг	117,13	100,27	63	758,6	89,02	46,63
Содержание вещества в техническом продукте, %	75	95	95	75	95	95
Расход воды поданный на следующую группу фильтров, м ³ /ч	47,85	11,11	57,88	48,16	11,11	57,87

Также для обоих вариантов схем был проведен расчет солевых стоков первой ступени натрий- и водород-катионитных фильтров. Расчет проводился по [2, с.30-33].

Результаты расчёта приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Стоки от регенерации натрий-катионитных фильтров первой ступени и водород-катионитных фильтров первой ступени

Искомые величины	Прямоточные фильтры	Противоточные фильтры
Количество воды, сбрасываемое от Na-катионитных фильтров в сутки, м ³ /сут	2,88	2,64
Избыток соли, сбрасываемой в дренаж от одной регенерации Na фильтра, кг	31,69	221,6
Количество поваренной соли, сбрасываемое в течении суток, из Na фильтра, т/сут	0,026	0,014
Количество воды, сбрасываемое от H-катионитных фильтров в сутки, м ³ /сут	1,92	30,72
Сброс избытка H ₂ SO ₄ от одной регенерации H-катионитного фильтра, кг	169,92	216,47
Сброс серной кислоты в сутки из H фильтра, кг/сут	30,44	103,91

По результатам анализа проведенных расчетов схем ВПУ с различной технологией регенераций можно сделать следующие выводы:

1. Продолжительность работы фильтров схемы при противотоке по ступени увеличилась следующим образом: для фильтров H₁ в 2,6 раза, для фильтров Na₁ в

1,7 раза, а для фильтров Na_2 в 5,8 раз. Соответственно, снизилось количество регенераций этих фильтров.

2. В два раза снизился расход воды на собственные нужды ВПУ.
3. Расход реагентов (NaCl и H_2SO_4) снизился в 1,5 раза.
4. Сброс полезного реагента со сточными водами сократился практически в 2 раза.

Данные расчеты подтверждают необходимость перевода ионообменных фильтров ВПУ на противоточную регенерацию.

Литература

1. Чиж В.А. Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС: учебное пособие/ В.А. Чиж, Н.Б. Карницкий, А.В. Нерезько. – Минск: Выш.шк., 2010. – 351 с.
2. Водоподготовка и водно-химические режимы ТЭС и АЭС: учебно-методическое пособие по курсовому и дипломному проектированию для студентов специальностей 1-43 01 04 «Тепловые электрические станции», 1-43 01 08 «Паротурбинные установки атомных электрических станций» / В.А. Чиж [и др.]. – Минск: БНТУ, 2015. – 105 с.
3. Сточные воды ТЭС: методические указания для студентов специальности Т.01.02 – «Теплоэнергетика» / В.А. Золотарева, В.А. Чиж, Н.Б. Карницкий. – Минск, 1997. – 34 с.