

УДК 628.164.081.312.32

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТ ВПУ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗНЫХ ФИЛЬТРУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Иванова О.А., Карасёва А.В., Кацубо В.В.

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

Целью научной работы является установление влияния типа ионообменного фильтрующего материала на эксплуатационные характеристики работы ВПУ.

В представленной работе проведен анализ эксплуатационных показателей двух вариантов ВПУ условной котельной. На котельной установлены три котла типа Е-75-40. Исходной водой для котельной являлась вода из артезианской скважины, основными показателями качества которой были: $Ж_о = 2,8 \text{ мг-экв/дм}^3$, $Ж_к = 1,4 \text{ мг-экв/дм}^3$, $Ж_{нк} = 1,4 \text{ мг-экв/дм}^3$. С учетом данных показателей качества исходной воды и требований к питательной воде котлов, установленных на котельной, был произведен выбор схемы умягчения, который представлен на рисунке 1.

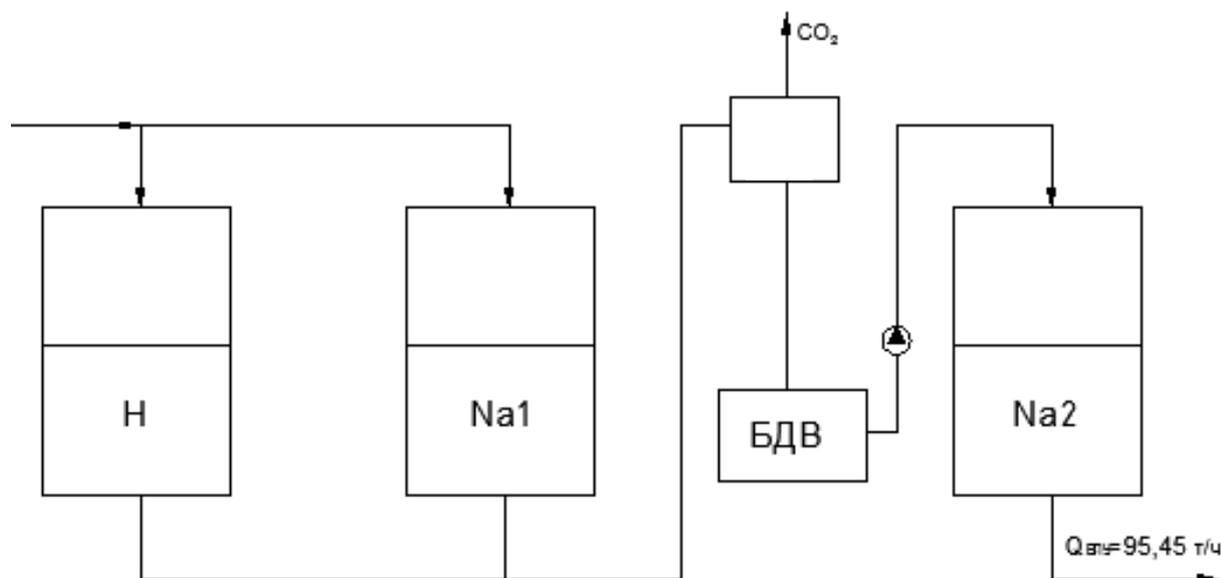


Рисунок 1. Схема умягчения воды

Первый вариант схемы ВПУ был рассчитан для фильтров, загруженных универсальным катионитом КУ-2, второй вариант схемы – для натрий – катионитных фильтров катионитом Пьюролайт-100 и для водород-катионитных фильтров катионитом Пьюролайт-104.

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.

Таблица 1 – Результаты расчета ионитных фильтров

Физические величины	КУ-2			Пьюролайт		
	Н ₁	Na ₁	Na ₂	Н ₁	Na ₁	Na ₂
Площадь фильтрования, м ²	3,53	2,93	3,82	3,48	2,89	3,82
Производительность фильтра, м ² /ч	52,94	44,02	95,45	52,19	43,4	95,45
Скорость фильтрования, м/ч	15	15	20	15	15	20
Площадь фильтрования каждого фильтра, м ²	1,18	0,978	1,27	1,16	0,964	1,27
Диаметр фильтра, м	1,23	1,12	1,27	1,22	1,108	1,27
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	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Высота фильтрующей загрузки, м	2	2	1,5	2	2	1,5
Стандартная площадь фильтрования фильтра, м ²	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77
Продолжительность фильтроцикла, ч	13,85	40,21	46,36	46,13	87,4	231,8
Рабочая обменная емкость ионита, г-экв/м ²	640	700	250	2100	1500	1250
Содержание катионитов и анионитов, г-экв/м ³	6,18	2,8	0,3	6,18	2,8	0,3
Количество регенераций в сутки n	1,51	0,57	0,5	0,5	0,27	0,1
Объем материалов, загруженных во влажном состоянии в один фильтр, м ³	3,54	3,54	2,66	3,54	3,54	2,66
Объем материалов, загруженных во влажном состоянии в группу фильтров, м ³	10,62	10,62	7,97	10,62	10,62	7,97
Расход воды на собственные нужды, м ³ /ч	7,02	1,94	1,51	1,22	0,416	0,14
Удельный расход воды на собственные нужды, м ³ /м ³	10,5	7,7	9,1	5,5	3,5	4,1
Расход химреагентов на регенерацию одного фильтра, кг	371,7	117,6	225,7	631,89	451,35	365,06
Удельный расход химреагентов, г/г-экв	95	150	340	85	85	110
Расход технического продукта, кг	287	391,26	237,6	842,52	475,1	384,3
Суточный расход технического продукта, кг	1300	669,1	356,3	1263,8	382,7	118,74

Окончание таблицы 1 – Результаты расчета ионитных фильтров

Содержание вещества в техническом продукте, %	75	95	95	75	95	95
Расход воды поданный на следующую группу фильтров, м ³ /ч	59,96	45,96	96,96	53,41	43,814	95,59

Реальная производительность ВПУ для материала КУ-2 составила 105,92 м³/ч. Расход воды на собственные нужды - 10,47 м³/ч. Эффективность ВПУ - 90%. Для материала Пьюролайт реальная производительность ВПУ – 97,22 м³/ч, расход воды на собственные нужды – 1,77 м³/ч. Эффективность ВПУ – 98%.

Для обоих вариантов схемы был проведен расчёт солевых стоков с фильтров первой ступени. 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	Материал КУ-2	Материал Пьюролайт
Количество воды, сбрасываемое от Na-катионитных фильтров в сутки, м ³ /сут	46,56	9,98
Избыток соли, сбрасываемой в дренаж от одной регенерации Na фильтра, кг	226,89	141,03
Количество поваренной соли, сбрасываемое в течении суток, из Na фильтра, кг/сут	388	114
Количество воды, сбрасываемое от H-катионитных фильтров в сутки, м ³ /сут	168,48	29,21
Сброс избытка H ₂ SO ₄ от одной регенерации H-катионитного фильтра, кг	104,13	267,33
Сброс серной кислоты в сутки из H фильтра, кг/сут	471,69	401

Анализ результатов расчётов, приведённых в таблицах 1, 2, позволяет сделать следующие выводы:

1. Продолжительность работы фильтров изменилась следующим образом: для фильтров Н₁ она увеличилась в 3 раза, для фильтров Na₁ в 2,2 раза, а для фильтров Na₂ в 5 раз. Соответственно, снизилось количество регенераций.
2. Расход воды на собственные нужды ВПУ уменьшился в 7 раз, во столько же раз уменьшился объём сточных вод.
3. В 1,5 раза снизился расход реагентов на регенерацию фильтров.
4. В сточные воды ВПУ сброс H₂SO₄ снизился в 1,2 раза, NaCl – в 3,4 раза.

Проведённое расчётное исследование ВПУ с различной ионообменной загрузкой позволяет сделать вывод в пользу высокоэффективного катионита фирмы Пьюролайт.

Литература

1. 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.
2. 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.