

УДК 621.3

## МОДЕРНИЗАЦИЯ ОТДЕЛЕНИЯ ВОДОПОДГОТОВКИ МИНСКОЙ ТЭЦ-2

Суханов А.С.

Научный руководитель – к.э.н, доцент Кравченко В.В.

Необходимость модернизации отделения водоподготовки вызвана тем, что на МТЭЦ-2 устанавливаются два блока ПГУ, для питания которых требуется обессоленная вода. Кроме того требуется замена морально и физически устаревшего оборудования подготовки воды для ПТС.

В качестве предварительной очистки воды для установки обессоливания и установки подпитки теплосети предусматривается установка самопромывных фильтров и установка ультрафильтрации (УУФ).

Исходная речная вода подаётся на самопромывные фильтры «Arkal» для удаления крупнодисперсных (более 200 мкм) механических примесей, после чего подогревается до 20–35 °С и со среднечасовым расходом 300 м<sup>3</sup>/ч (максимальный поток не более 380 м<sup>3</sup>/ч) под давлением 2,0–3,0 атм (не более 3,5 атм) подается на ультрафильтрационную установку.

УУФ используется для очистки исходной речной воды перед ионным обменом. Технология ультрафильтрации применяется для удаления примесей, размер которых находится в пределах 0,01–0,1 мкм. При этом из воды удаляются органические соединения, коллоидные соединения железа и кремнекислоты, вирусы и бактерии.

Необходимость удаления указанных соединений на водоподготовительной установке Минской ТЭЦ-2 обусловлена требованием к качеству воды перед ионообменными материалами установки обессоливания и умягчения. Кроме того, ультрафильтрация обладает биоцидным эффектом, так как позволяет задерживать биологические объекты вплоть до вирусов, что важно для эксплуатации ионообменных материалов.

На установке химводоподготовки вода готовится по схеме одноступенчатого Н-катионирования с противоточной регенерацией, декарбонизация, одноступенчатого анионирования на высокоосновном анионите с противоточной регенерацией. Далее для более глубокого обессоливания и обескремнивания вода пропускается через фильтр смешанного действия (ФСД), загруженный перемешанной смесью Н-катионита и ОН-анионита.

Существующая установка подпитки теплосети реконструируется. Существующие механические и Na-катионитные фильтры демонтируются. Проектом предусматривается замена в существующих Н-катионитовых фильтрах дренажных систем и фильтрующего материала на карбоксильный катионит, что позволяет обеспечить высокие скорости пропуска регенерационного 0,7 % раствора серной кислоты, снизить расходы H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и расходы воды на собственные нужды, увеличить фильтроцикл.

Затем для удаления углекислого газа вода поступает в декарбонизаторы типа “Бутылка” и далее подаётся на подпитку теплосети.

Для создания нормируемого рН воды, поступающей на подпитку теплосети, дозируется едкий натр.

Для очистки возвращаемого производственного конденсата устанавливается УУФ для его обезжелезивания и установка Н<sup>+</sup>-ОН<sup>-</sup> ионитных фильтров для его обессоливания. Далее очищенный конденсат подаётся в бак обессоленной воды на ХВО ПГУ.

Существующая химводоочистка состоит из следующих установок:

- установка для подпитки паровых котлов. Схема: осветление исходной воды на механических фильтрах, водород-катионирование с “голодной” регенерацией, декарбонизация, натрий-катионирование (рисунок 1). Производительность – 100 м<sup>3</sup>/ч;

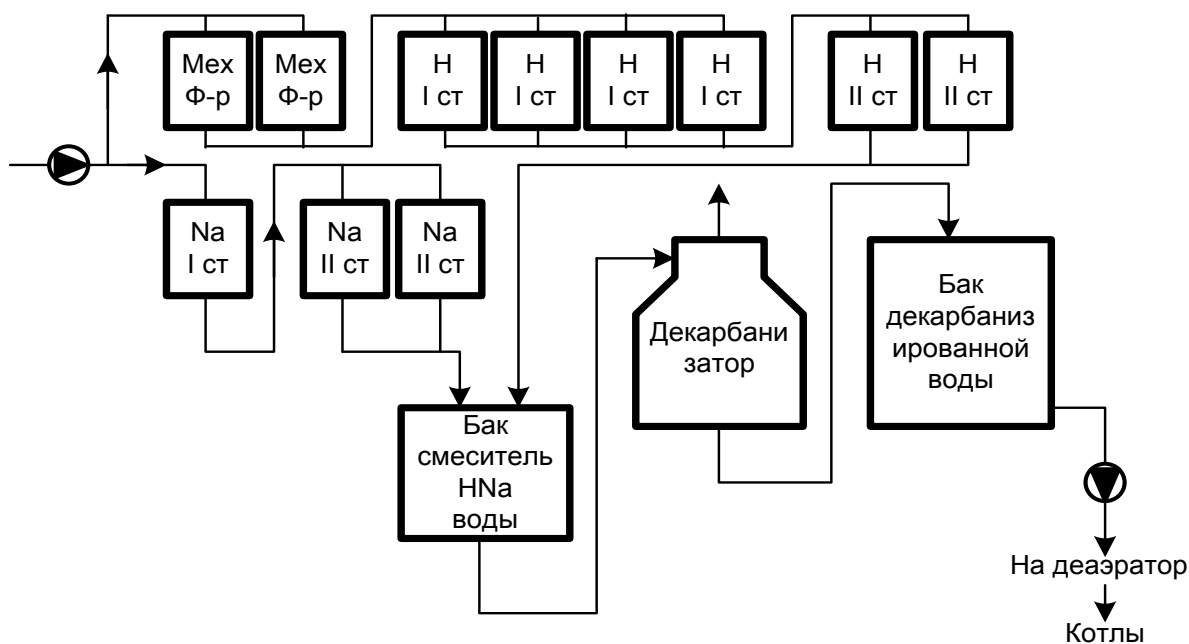


Рисунок 1 – Установка для подпитки паровых котлов

- установка для подпитки теплосети. Схема: осветление исходной воды на механических фильтрах, водород-катионирование с “голодной” регенерацией, декарбонизация (рисунок 2). Производительность – 150 м<sup>3</sup>/ч. Периодически возвращаемый конденсат с производства собирается в два бака объёмом 25 м<sup>3</sup> и подаётся в деаэрактор.

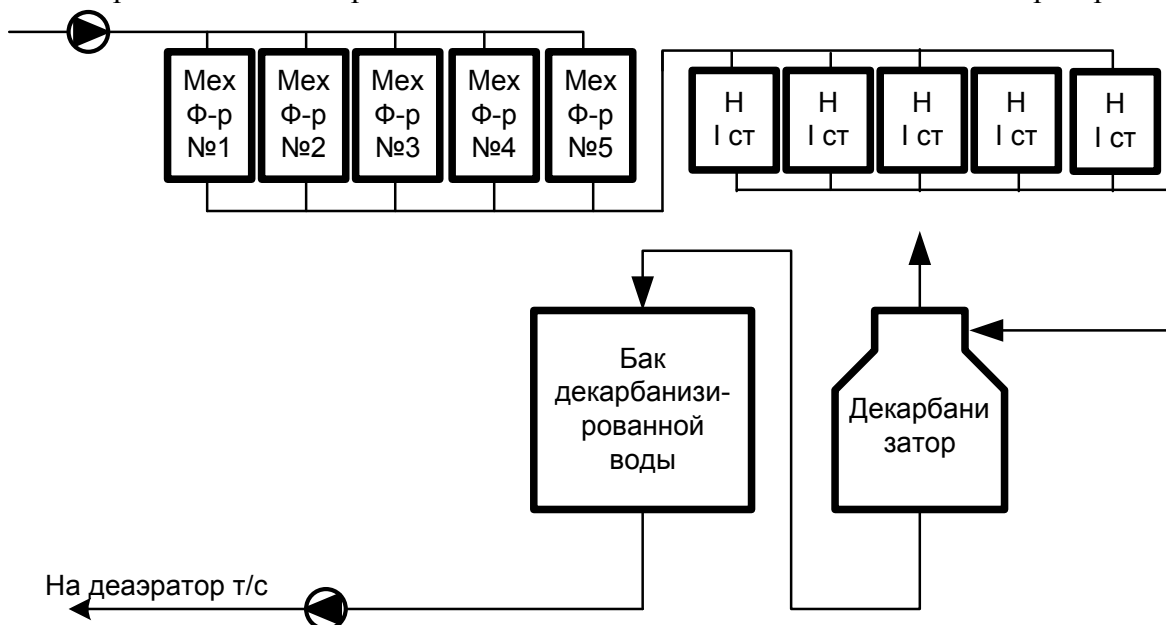


Рисунок 2 – установка для подпитки теплосети

### Предлагаемые решения, производительность водоподготовительных установок (ВПУ)

Установка обессоливания воды размещается в здании ПГУ.

Осуществляем замену следующих установок:

- установки ультрафильтрации для осветления исходной воды. Производительность установки обеспечивает водой проектируемую обессоливающую установку в ПГУ, установку подпитки СОО, существующую установку подпитки теплосети;
- установки очистки производственного конденсата;
- установки нейтрализации стоков ХВО.

Предусматриваем также реконструкцию существующей установки подпитки теплосети, склада химреагентов.

Существующая обессоливающая установка для подпитки паровых котлов, расположенная в главном корпусе, выводится из эксплуатации.

В таблице 1 представлена производительность основных ВПУ.

Таблица 1 – Производительность водоподготовительных установок

Установки	Режимы		
	Максимально-зимний	Средне-зимний	Летний
Установка обессоливания воды для подпитки паровых котлов, м <sup>3</sup> /ч	59-70		
Установка умягчения воды для подпитки теплосети, м <sup>3</sup> /ч	205,0	109,0	82,0
Установка обработки воды для подпитки системы оборотного охлаждения, м <sup>3</sup> /ч.	38,0	38,0	50,0
Установка очистки производственного конденсата, м <sup>3</sup> /ч.	49,5	22,0	12,0

Предлагаются следующие решения для установок подготовки воды:

1. Установка ультрафильтрации проектируется для очистки исходной речной воды перед ионным обменом.

Мембранная фильтрация – это процесс, протекающий под давлением с использованием полупроницаемых пористых мембран для удаления твёрдых частиц, бактерий, простейших микроорганизмов, вирусов, органических молекул. Ультрафильтрационные мембраны действуют как сито, задерживая частицы, а вода проходит через мембрану в качестве фильтрата. Удержанные взвеси концентрируются в потоке, который выводится из системы. Мембранные технологии позволяют очистить поверхностные воды без коагуляции, обеспечивают высокий процент выхода фильтрата (до 90 %), удобны в использовании системы контроля, компактны, эксплуатационные затраты минимальны.

Часть осветлённой воды подаётся в здание ПГУ на установку обессоливания и на подпитку системы оборотного охлаждения.

Вторая часть осветлённой воды подаётся на подпитку существующей установки для подпитки теплосети.

Для восстановления фильтрующей способности мембранных элементов проводится удаление загрязняющих элементов с помощью реверс-фильтрации (обратная промывка водой), воздушного скруббинга (используется сжатый воздух).

Остаточные загрязнения могут быть удалены во время мойки с химическими реактивами, проводимой 1 раз в месяц.

Промывочная вода после установки ультрафильтрации поступает или на гипсовый шламоотвал для разбавления нейтрализованных стоков ХВО до норм ПДК, или сбрасывается в производственно-дождевую канализацию.

2. Существующая установка подпитки теплосети реконструируется.

Существующие механические и Na-катионитные фильтры демонтируются. Осветлённая вода после установки ультрафильтрации умягчается на H-катионитных фильтрах. Для удаления углекислого газа вода поступает в декарбонизаторы типа “Бутылка” и далее подаётся на подпитку теплосети.

Для создания нормируемого pH воды, поступающей на подпитку теплосети, в трубопроводы дозируется едкий натр. Качество обработанной воды представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Основные показатели работы оборудования ВПУ

Наименование	Установка ультра-фильтрации	Н-катионитные фильтры подпитки теплосети	Конденсатоочистка		
			Установка ультра-фильтрации	Н-катионитные фильтры	Анионитные фильтры
Количество обрабатываемой воды, м <sup>3</sup> /ч	240,9	113,0	24,2	23,2	22,6
Тип оборудования и параметры: Диаметр, м Количество (в т.ч. 1 шт. для гидроперегрузки), шт. Из них постоянно работающих, шт	1 установка из 3-х модулей по Q=100м <sup>3</sup> /ч	2,0 5 2	1 установка из 3-х модулей по Q=25м <sup>3</sup> /ч	1,0 3 1	1,0 3 1
Высота слоя, м	-	1,6	-	1,0	1,3
Марка фильтрующего материала	Мембраны	Слабокислотный катионит С-104 (PUROLITE)	Мембраны	Сильнокислотный катионит С-100Н (PUROLITE)	Сильноосновный анионит А400 (PUROLITE)
Скорость фильтрования, м/ч	-	18,0	-	29,7	28,9
Количество регенераций в сутки	-	0,77 (рег/сут)	-	0,5 (рег/мес)	0,5 (рег/мес)
Обменная ёмкость, г-экв/м <sup>3</sup>	-	2100,0	-	-	-
Тип реагента	-	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -0,7%	-	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> -4%	NaOH-5%
Удельный расход реагентов на регенерацию, кг/ м <sup>3</sup>	-	1,05 (г-экв/г-экв)	-	100,0 (кг/ м <sup>3</sup> катионита)	120,0 (кг/ м <sup>3</sup> катионита)
Расход технического продукта на регенерацию, кг/рег	-	587,2	-	84,8	290,5
Суточный расход технических реагентов, кг/сут	-	452,1	-	-	-
Расчёт выполнен для средне-зимнего режима					

В настоящее время часть Н-катионитных фильтров загружена карбоксильным катионитом, что позволило обеспечить высокие скорости пропуска регенерационного 0,7 % раствора серной кислоты. Это позволило улучшить органолептические свойства воды в системе, снизить расходы серной кислоты и расходы воды на собственные нужды, увеличить фильтроцикл.

Предусматриваем замену в остальных Н-катионитных фильтрах дренажных систем и фильтрующего материала на карбоксильный катионит.

Взрыхляющие и регенерационно-отмывочные стоки Н-катионитных фильтров направляются в баки-нейтрализаторы, нейтрализуются едким натром и выдерживаются (время определяется наладкой) для осаждения гипсового шлама. Вода над осадком сбрасывается в канализацию, 4 % гипсовая суспензия откачивается на шламоотвал.

### 3. Установка очистки производственного конденсата.

Производственный конденсат обезжелезивается на установке ультрафильтрации, состоящей из 2 комплектных фильтров, обессоливается на Н<sup>+</sup>-ОН ионитных фильтрах и подаётся в бак обессоленной воды на ХВО ПГУ.

Промывочные воды после установки ультрафильтрации конденсатоочистки сбрасываются в дренажный канал, откуда вместе с дренажными водами ХВО, с помощью

насосов, откачиваются в бак-нейтрализатор. Взрыхляющие и регенерационно-отмывочные стоки ионитных фильтров конденсатоочистки подаются также в баки-нейтрализаторы.

### **Выводы**

При проведении модернизации отделения водоподготовки Минской ТЭЦ-2 в качестве предварительной очистки воды для установки обессоливания и установки подпитки теплосети предлагается установить Установку ультрафильтрации, проектируемую для очистки исходной речной воды перед ионным обменом. Установка ультрафильтрации является экономически выгодной, так как мембранные технологии позволяют очистить поверхностные воды без коагуляции, обеспечивают высокий процент выхода фильтрата (до 90 %), удобны в использовании системы контроля, компактны и имеют минимальные эксплуатационные затраты.

### **Литература**

1. Вукалович, М.П. Таблицы термодинамических свойств воды и водяного пара. – М–Л.: Издательства «Энергия», 1965. – 400 с.: вклады.
2. Долин, А.П. Справочная книга по технике безопасности в энергетике. – М.: Энергия, 1984. – 387 с.: ил.
3. Лазаренков, А.М. Охрана труда в энергетической отрасли: учебник / А.М. Лазаренков, Л.П. Филянович. – Мн.: БНТУ, 2006. – 582 с.: ил.
4. Тепловые и атомные электрические станции: Дипломное проектирование: Учебное пособие для вузов / А.Т. Глюза, В.А. Золотарева, А.Д. Качан [и др.]; Под общ. ред. А.М. Леонкова, А.Д. Качана – Мн.: Выш. школа, 1990. – 336 с.: ил.
5. Тепловые и атомные электрические станции: Справочник / Под общ. ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – 2-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.: ил. – (Теплоэнергетика и теплотехника; Кн. 3).
6. Трухний, А.Д. Теплофикационные паровые турбины и турбоустановки: Учебное пособие для вузов / А.Д. Трухний, Б.В. Ломакин. – М.: Издательство МЭИ, 2002. – 540 с.: ил., вклады.