

«Сейфуллин окулары-14: Жастар, ғылым, инновациялар: цифрландыру – жаңа даму кезеңі» атты Республикалық ғылыми-теориялық = **Материалы** Республиканской научно-теоретической конференции «Сейфуллинские чтения-14: Молодежь, наука, инновации: цифровизация – новый этап развития». - 2018. - Т.1, Ч.3 – С. 186-189

ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ ДОБАВОЧНОЙ ВОДЫ ДЛЯ ПОДПИТКИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОТЛОВ МАЭК КАЗАТОМПРОМ

Шағбан Е.

Мангистауский атомный энергетический комбинат (МАЭК) полностью обеспечивает Мангистаускую область всеми видами энергии и воды. Это единственная область в Казахстане, где действует подобная уникальная система.

Мангистауский атомный энергетический комбинат был образован 1 июля 1968 года и в предстоящем 2018 году отмечает свой полувековой юбилей.

Развивающаяся промышленность Мангистауской области нуждалась в электрической и тепловой энергии, в питьевой и технической воде. В 1960 году в Мангышлак прибыл первый энергопоезд. В 1962 году запущена дизельная электростанция, а в декабре 1962 года введены в строй первые турбоагрегаты ТЭЦ -1. Тогда же первую порцию производительности по опресненной воде дала опытно-промышленная испарительная установка. В 1964 году начинается строительство первого в мире атомного реактора на быстрых нейтронах БН-350.

Постепенно вводятся в эксплуатацию заданные энергетические мощности. В декабре 1969 года были пущены в эксплуатацию первые энергоблоки ТЭЦ-2. В 1969 -1970 годы первые 5-корпусные батареи 1 энергоблока завода производства дистиллята. 16 июля 1973 года произведен энергетический пуск атомного реактора БН-350. В марте 1983 года и в октябре 1984 года введены в строй блоки тепловой электростанции мощностью по 210 МВт каждый. В те годы электрические нагрузки комбината доходили до 750 Мвт, при установленной мощности агрегатов до 1300 Мвт, дистиллята производилось более 100 тысяч тонн в сутки.

В составе комбината находятся три электрических станции (ТЭЦ-1, ТЭЦ-2 и ТЭС), завод производства дистиллята и промышленного теплоснабжения, реакторный завод БН-350 (который с 1999 года находится в режиме вывода из эксплуатации).

В технологическом процессе производства тепловой и электрической энергии существуют потери пара и конденсата. Эти потери требуют восполнения химически очищенной деаэрированной водой. Особенность г.Актау заключается в отсутствие пресной воды.

Для анализа возможностей различных процессов по производству дешевой опресненной воды, наилучшими перспективами обладают технологии

обратного осмоса, многоступенчатого выпаривания в вертикально-трубных и горизонтально-трубных плёночных аппаратах.

Технология термической подготовки основана на дистилляции воды. В одном аппарате - испарителе - вода испаряется, в другом, конденсаторе - конденсируется. В испарителе в пар попадает минимальное количество солей, поступающих с исходной водой. Кроме того, пар перед поступлением в конденсатор с помощью специальных устройств очищается от примесей. Качество дистиллята, образующегося в конденсаторе, удовлетворяет нормам качества подпиточной воды энергетических котлов сверхвысокого давления. В настоящее время в энергетике применяются испарители кипящего типа, которые используются для получения вторичного пара из химически очищенной воды. Процесс обессоливания реализуется в испарителях, которые являются одновременно конденсаторами греющего пара и испарителями. Для обеспечения надежной работы испарителей исходная вода должна пройти осветлители, натрий-катионирование и деаэрацию. Дистиллят вводится в цикл станции для восполнения потерь пара и конденсат.

На энергоблоках мощностью 200, 300 и 800 МВт и отопительных ТЭЦ применяются блочные испарительные установки (БИУ). Установка подключается по первичному пару к отбору турбины, вторичный пар отводится в конденсатор испарителя КИ, включенный в линию основного конденсата турбины. Блочные испарительные установки могут быть одноступенчатыми или двухступенчатыми.

На блоках КЭС испарительная установка включается в систему основного конденсата по схеме «без потерь тепловой экономичности» (с конденсатором, установленным перед подогревателем низкого давления, питающимся из того же отбора, что и испарительная установка) и при давлении в испарителях выше атмосферного на всех нагрузках блока. Выбор схемы и типоразмера испарителя определяется потребностью в добавочной воде и условием поддержания температурного перепада в испарителе $\Delta t_i > 5$ °С в рабочем диапазоне нагрузок.

Многоступенчатые установки позволяют многократно использовать теплоту парообразования, подведенную к первой ступени.

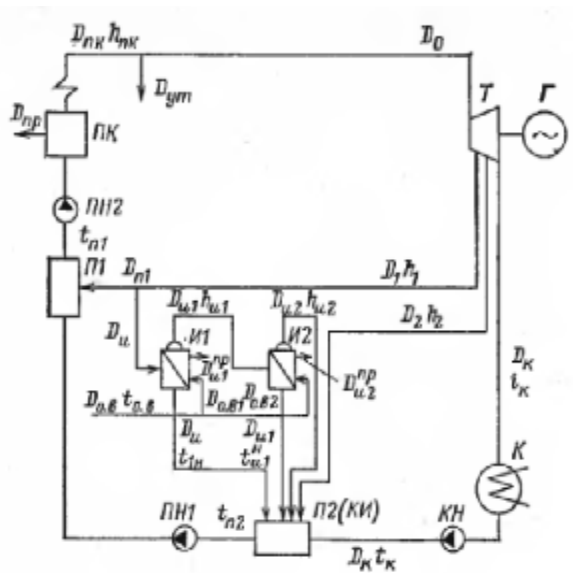


Рисунок 1 – Включение двухступенчатой испарительной установки в схему КЭС при совмещении конденсатора испарителя с регенеративным подогревателем

Другой тип-испаритель мгновенного вскипания (ИМВ)-многоступенчатая установка для получения чистого дистиллята, основанная на адиабатном вскипании перегретой воды.

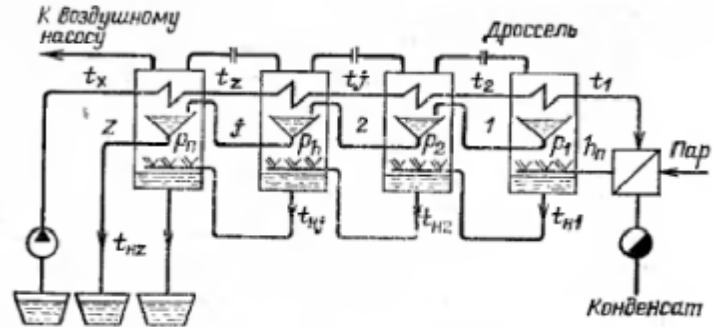


Рисунок 2 – Принципиальная схема многоступенчатой испарительной установки мгновенного вскипания

Ступень ИМВ состоит из камеры расширения и камеры конденсации, которые разделены перегородкой. В перегородке имеется паровой канал с встроенным жалюзийным сепаратором. Перегретая вода через специальные переточные устройства поступает в камеру расширения и самопроизвольно вскипает в ней. Образовавшийся пар через паровой канал и жалюзийный сепаратор отводится в камеру конденсации. Неиспарившаяся часть воды через переточные устройства подается в следующую ступень с более низким давлением. Из последней ступени образовавшийся пар отводится в конечной конденсатор.

В последнее время идет плановое замещение мощностей опреснительного комплекса, производится замена выработавших свой нормативный эксплуатационный ресурс дистилляционных установок МАЭЖ

советского производства опреснительными установками современной технологии, работающими по технологии «падающей пленки» жидкости (ГТПИ). В 2008 году введены в эксплуатацию две установки типа ГТПИ суммарной производительностью по дистилляту – 12 000 тонн/сутки (производство «IDE» Израиль), в 2014 году запущены в работу две опреснительные установки (производство «SIDEM» Франция).

Данный тип современных опреснительных установок, работающих по технологии испарения в падающей пленке жидкости (ГТПИ), отличается меньшей металлоемкостью, габаритными размерами, со снижением удельных расходов на производство 1 м³ дистиллята по теплу на 25%, электроэнергии — в 4 раза, морской воды — в 3 раза.

В последнее время стали создаваться обессоливающие установки на основе баланса технологий многоступенчатой дистилляции и обратного осмоса. Считается, что совмещение двух технологий на одной площадке обеспечит надежность и бесперебойность производства воды: во время остановов энергоблока будет функционировать только обратно-осмотическая часть опреснительного комплекса, а дистилляционная часть подстрахует на случай ухудшения качества морской воды, когда приходится менять мембранные фильтры на более подходящие.

В этом случае можно варьировать состав комплекса вплоть до получения моно-решений: только на базе испарительной технологии, либо только на базе обратно-осмотической.

К примеру, гибридная техническая концепция утверждена на уровне госкорпорации в «Атомпроекте» России.

Таким образом, для обессоливания воды с высоким содержанием есть ряд технических решений.

Для получения добавочной воды для подпитки энергетических котлов на МАЭК и для получения питьевой воды г.Актау, существуют наряду с технологиями подготовки воды с использованием испарительных установок, методы с применением обратного осмоса. В этом случае есть определенная зависимость от производителей мембран.

По данным зарубежных ученых по сопоставлению стоимости опреснения воды дистилляцией и обратным осмосом, стоимость воды в последнем случае на 10-40 % ниже, расход электроэнергии в 4 раза меньше.

Обратный осмос используют с 70-х годов для опреснения воды, получения воды питьевого качества из морской воды, получении особо чистой воды для медицины, промышленности и других нужд.

Обратный осмос - это процесс фильтрации растворов под давлением, превышающим осмотическое, через мембраны, пропускающие растворитель и задерживающие молекулы, и ионы растворенных веществ. При этом мембрана пропускает растворитель, но не пропускает растворённые в нём вещества. Мембранная технология характеризуется высокой задерживающей способностью (селективностью) по всем солям, в том числе и одновалентным ионам.

В основе данного метода лежит явление осмоса - самопроизвольного перехода растворителя через полупроницаемую перегородку в раствор. Давление, при котором наступает равновесие, называется осмотическим. Если со стороны раствора приложить давление, превышающее осмотическое, то перенос растворителя будет осуществляться в обратном направлении, это отразилось в названии процесса «обратный осмос».



Метод обратного осмоса является методом опреснения и обессоливания воды и широко используется в энергетике, в медицинской, пищевой, химической промышленности, а также для улучшения качества технической и питьевой воды.

Существенным преимуществом опреснения методом обратного осмоса по сравнению с дистилляцией, являются более низкие затраты электроэнергии, меньшая коррозия оборудования и исключение теплового загрязнения окружающей среды.

Список литературы

1. Водоподготовка.: Справочник. /Под ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С.Е. Беликова/ М.: Аква-Терм, 2007-240 с.
2. Рябчиков Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. -М.,2004.
3. Тепловые и атомные электростанции Кн.4. /под ред. А.В.Клименко-М.,2003
4. International journal of electrical power & energy systems.Monthlyissn: 0142-0615
elseviersci ltd, the boulevard, langford lane, kidlington, oxford, england, oxon, ox5 1gb