

В условиях рыночной экономики любое предприятие стремится быть конкурентоспособными на рынке. Первичными критериями конкурентоспособности являются качество и стоимость отпускаемой продукции. В свою очередь стоимость продукции зависит от себестоимости. В себестоимость электрической или тепловой энергии, вырабатываемой на тепловой электростанции, входят все годовые затраты на ее эксплуатацию, приходящиеся на единицу вырабатываемой энергии. Основные расходы () включают в себя следующее: затраты на сжигаемое топливо (); материальные затраты без учета топлива () - плата за пользование водными объектами, затраты на вспомогательные материалы; амортизационные отчисления (); заработная плата обслуживающего персонала (); затраты на социальные нужды () - социальные выплаты и отчисления на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний; прочие расходы () - отчисления в ремонтный фонд, оплата за землю и др. Также одной из составляющих материальных затрат является очистка воды. Очистка воды необходима для предотвращения отложений на внутренних поверхностях оборудования, защиты оборудования от коррозии при взаимодействии с паром и водой. На тепловых электрических станциях водоподготовка включает в себя: осветление, обеззараживание, умягчение, обессоливание, деаэрация. Существует несколько методов водоочистки среди них выделяется три наиболее часто используемых: химический, мембранный и термический. В современной Российской энергетике подготовка воды в основном осуществляется химическим методом. Эта технология довольно дорогостоящая, загрязняет окружающую среду, т.к. используется большое количество реагентов, которые после отработки сбрасываются в окружающую среду, требует большого количества обслуживающего персонала. На диаграмме 1 показана структура затрат при химической водоподготовке, рассчитанная на примере Казанской ТЭЦ-3. При этом себестоимость электроэнергии составляет 1098,16 руб/МВт*ч. Диаграмма 1 - Структура затрат при химической водоподготовке Также перспективными на сегодняшний день являются системы обратного осмоса. Однако срок службы мембран составляет 4-5 лет, после чего их необходимо менять, а их цена составляет 50-70% стоимости самой установки мембранной очистки воды. Для получения качественной воды (меньшее солесодержание), нужно увеличивать количество ступеней очистки, что значительно приводит к удорожанию установки. На диаграмме 2 изображена структура затрат при водоподготовке мембранным способом, рассчитанная на примере Казанской ТЭЦ-3. При этом себестоимость электроэнергии составляет 1033,85 руб/МВт*ч. Диаграмма 2 - Структура затрат при водоподготовке мембранным способом Некоторые из этих недостатков, а главное - уменьшение себестоимости водоподготовки, помогает решить термический метод очистки воды, основанный на работе деаэраторов и испарителей различного типа. Наиболее часто используемыми являются

испарители мгновенного вскипания (ИМВ) – многоступенчатая установка для получения чистого дистиллята, основанная на вскипании перегретой воды при адиабатических условиях. На диаграмме 3 показана структура затрат при очистке воды при помощи ИМВ, рассчитанная на примере Казанской ТЭЦ-3. При этом себестоимость электроэнергии составляет 1040,99 руб/МВт*ч. Диаграмма 3 - Структура затрат при очистке воды при помощи ИМВ

Расчеты были произведены по следующим формулам:

- $\text{Затраты на топливо} = \text{Цена на топливо} \times \text{Годовой расход топлива}$, где – договорная цена на топливо, – годовой расход топлива.
- $\text{Затраты на вспомогательные материалы} = \text{Цена на материалы} \times \text{Годовой расход материалов}$, где – затраты на вспомогательные материалы, – затраты на подготовку питательной воды, – плата за пользование водными объектами.
- $\text{Затраты на персонал} = \text{Численность персонала} \times \text{Годовой фонд оплаты труда на одного человека}$, где – численность персонала, – годовой фонд оплаты труда на одного человека.
- $\text{Затраты на социальные выплаты} = \text{Численность персонала} \times \text{Социальные выплаты}$, где – социальные выплаты, – отчисления на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.
- $\text{Затраты на амортизацию} = \text{Средняя норма амортизации} \times \text{Стоимость оборудования}$, где – средняя норма амортизации на ревоначию в целом по станции (в процентах).
- $\text{Затраты на ремонтный фонд} = \text{Отчисления в ремонтный фонд} + \text{Плата за землю} + \text{Другие отчисления}$, где - отчисления в ремонтный фонд, – плата за землю, – другие отчисления.

Структуру затрат в процентном соотношении определяет по формуле: $\frac{\text{Затраты на категорию}}{\text{Общие затраты}} \times 100\%$, остальные рассчитываются аналогично. Себестоимость производства единицы продукции электроэнергии рассчитывается по формуле $\frac{\text{Общие затраты}}{\text{Производство электроэнергии}}$. В настоящее время на территории республики Татарстан испарители мгновенного вскипания используются на двух энергетических предприятиях, на каждом из которых используется по 2 установки ИМВ-50/16: Казанская ТЭЦ-3 (ввод ИМВ в эксплуатацию в 2002 и 2003 г.) и Набережночелнинская ТЭЦ (ввод ИМВ в эксплуатацию в 2008 г.). На Казанской ТЭЦ-3 испарители утилизируют избыточный пар, полученный на испарителях МИУ-600, и очищают воду, получая дистиллят, пригодный для питания котлов высокого давления 13,8МПа. На Набережночелнинской ТЭЦ очищенную воду получают из выпара вакуумного деаэратора, что в свою очередь объясняет низкую стоимость водоподготовки. Рассмотрим конструкцию термообессоливающей установки на примере ИМВ «Экотех», изображенной на рисунке 1, которая состоит из следующих элементов: - испаритель ИМВ, в виде прямоугольных корпусов, количество и размеры которых выбираются в зависимости от требуемой производительности и экономичности (на рисунке под номерами 2 и 3); вакуумный деаэратор – устройство для удаления из воды растворенных газов, подвергающих оборудование коррозии (на рисунке под номером 5); головной подогреватель (на рисунке под номером 1); насосное оборудование – для обеспечения циркуляции концентрата и полученного дистиллята (на рисунке под номерами 4 и 7); эжекторный контур, включающий в себя насос, эжектор и бак, необходимый для вакуумирования системы (на рисунке под номером 6);

Рис. 1 – Конструкция термообессоливающей установки

Процесс дистилляции воды проходит три основных этапа: образование пара при адиабатном вскипании перегретой воды в расширителях; очистка пара в сепараторе; - конденсация очищенного пара в конденсаторе. Рассмотрим

целесообразность использования ИМВ на примере Казанской ТЭЦ-3. При установке двух агрегатов ИМВ-50/16, стоимость которых в сумме составляет 50 млн. рублей, мы получаем стоимость очищенной воды 18 руб/ , при том, что при химической водоподготовке 1 воды стоил 34,04 руб. Получаем, что стоимость водоподготовки на ИМВ более чем в два-три раза меньше, чем по технологии химической очистки. При производительности ИМВ 100 т/ч годовая экономия на Казанской ТЭЦ-3 составляет около 14,05 млн.руб. Произведя соответствующие расчеты, получаем, что стоимость оборудования полностью окупится за 3,56 года. Таким образом, технологические, экологические и экономические преимущества водоподготовки на ИМВ объясняются следующими аспектами: - в качестве источника тепла применяется отработанный низкопотенциальный пар с давлением 0,12-0,2 МПа; - пар генерируется в условиях вакуума (низких температур); - на одну тонну обессоленной воды затрачивается всего около 3 кВт энергии; - срок службы оборудования – не менее 35 лет, при быстрой окупаемости (окупаемость оборудования 2-4 года).