

Из выражений получена зависимость температуры воды в испарителе-конденсаторе и температуры самого испарителя-конденсатора, а также разницы между ними от времени при 6 нагревателях мощностью 4 кВт каждый (рис. 1).

По графику видно, что наибольшая разница температур между водой и стенкой

наблюдается в первые два часа после включения установки, а спустя 2,5 часа температуры выравниваются и разница между ними становится практически незаметной. Согласно техническому заданию выходом на режим считается достижение температурой воды уровня в 70 градусов. Это происходит спустя 4,27 часа после включения установки.

УДК 628.165

ВЫРАБОТКА КРИТЕРИЕВ СРАВНИТЕЛЬНОГО АНАЛИЗА ОПРЕСНИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК

© 2018 Е.В. Благин, А.А. Горшкалёв, А.А. Шиманов

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

DETERMINATION OF THE CRITERIA FOR COMPARATIVE ANALYSIS OF DESALINATION PLANT

Blagin E.V., Gorshkalev A.A., Shimanov A.A. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

Comparative analysis of distillation desalination plant requires certain criteria. This criterion must take into account both energy consumption and seawater salinity. Relation of the minimal work required for seawater desalination to energy consumption was selected as such criterion.

Корректная оценка эффективности установок, предназначенных для опреснений морской воды, требует комплексного учёта факторов, от которых зависят энергопотребление установки и качества выходящей воды.

Например, наиболее простой и понятный показатель – коэффициент преобразования, показывающий отношение расхода выходящей пресной воды к расходу исходной воды, не учитывает ни энергозатраты установки, ни такие характеристики исходной воды, как солёность и температура. Данный показатель может использоваться лишь для оценочных расчётов или сравнительного анализа установок с одинаковым энергопотреблением.

$$\tau = \frac{G_d}{G_{исх}},$$

где G_d – расход дистиллята на выходе, $G_{исх}$ – расход исходной воды.

Действительную эффективность установки можно определить по аналогии с эффективностью компрессора, где минимальная работа, с помощью которой можно повысить давление рабочего тела, относится к

работе, соответствующей данному компрессору. Тогда в данном случае эффективность опреснительной установки будет определяться как отношение минимальной работы опреснения L_{min} к энергозатратам данной установки.

Если посчитать энергозатраты установки не составляет особого труда (приводы компрессоров и насосов, подведенное тепло (в случае наличия такого), в случае отличия температуры исходной воды от температуры окружающей среды – эксергия исходной воды), то определение минимальной работы требует определенного предварительного термодинамического анализа.

Процесс засоления (растворения) протекает с ростом энтропии. Обратный процесс опреснения связан с безвозвратной затратой эксергетически ценной энергии.

При обратимом разделении раствора на пресную воду и рассол затрата работы будет минимально необходимой $L_{мин}$. Независимо от вида технического устройства и метода опреснения $L_{мин}$ определяется только начальным и конечным состояниями вещества, участвующего в процессе разделения, и па-

раметрами окружающей среды. Для процесса разделения минимальная затрата работы может быть определена по формуле Гюи-Стодолы:

$$L_{\text{мин}} = T_0 \Delta s,$$

где Δs – суммарное изменения энтропии в процессе растворения солей, T_0 – температура, при которой происходит процесс разделения.

Обычно минимальная работа подсчитывается по изменению парциального термодинамического потенциала F при изотермическом переносе чистой воды из раствора одной концентрации в раствор с другой концентрацией:

$$-L_{\text{мин}} = RT_0 \ln \frac{a}{a'},$$

где a и a' – активности воды в начальном и конечном состояниях, R – удельная газовая постоянная. Конечное состояние представляет собой чистую воду и принято в качестве стандартного, для которого $a'=1$.

Данное выражение справедливо только для первого момента процесса разделения. По мере извлечения пресной воды из раствора его концентрация растёт, и работа процесса увеличивается. Это выражение можно интерпретировать как расход энергии для процесса разделения с бесконечным объёмом исходного соленого раствора. Если коэффициент извлечения больше нуля, то мини-

мальная работа обратимого процесса разделения солёного раствора определяется выражениями:

$$-dL = \Delta F dn$$

и

$$-L_{\text{мин}} = RT_0 \int_{n_1}^{n_2} \ln a \, dn,$$

где n_1 и n_2 – начальное и конечное число молей солёного раствора.

Как видно из данного уравнения, минимальная работа опреснения определяется температурой среды, солёностью исходного раствора и конечным солесодержанием раствора (или, что то же самое, коэффициентом извлечения пресной воды τ).

Тогда, в качестве критерия для сравнительного анализа опреснительных установок можно ввести отношение минимальной работы, которую можно затратить для опреснения к реальным затратам.

Как показывают расчёты, наиболее эффективными установками согласно этому критерию являются установки обратного осмоса и дистилляционные установки с механической компрессией пара. Их эффективность достигает значений порядка 10% для установок с механической компрессией и 20% для установок обратного осмоса. Значения для остальных дистилляционных установок не превышают 1-2%.

УДК 621.45.01:004.942

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА И КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ МАЛОРАЗМЕРНЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ЭТАПЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

© 2018 Е.П. Филинов

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва

METHODS AND MEANS OF CHOICE OF OPTIMUM PARAMETERS OF THE WORKING PROCESS AND CONSTRUCTIVE SCHEMES OF SMALL-SCALE GAS-TURBINE ENGINES AT THE STAGE OF CONCEPTUAL DESIGNING

Filinov E. P. (Samara National Research University, Samara, Russian Federation)

The paper presents the study of the effect of turbojet engine size on the optimal values of the parameters of its working process and the choice of the engine design. Areas of optimal parameters of the working process of small-scale turbojet engines in the range of traction from 0.1 kN to 100 kN are determined.

В работе представлено исследование двигателей (ТРД) на оптимальные значения влияния размерности турбореактивных параметров его рабочего процесса и выбор