XXXIV Неделя науки СПбГПУ. Материалы межвузовской научно-технической конференции.Ч.II: С.119, 2006.
© Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, 2006.

УДК 621.438.165

А.В.Фищев (6 курс, каф. АиТЭУ),
А.Г.Кутахов, к.т.н., нач. отд. ИТЦ (ОАО «Силовые машины»)

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ УРОВНЯ КОНДЕНСАТА В ПОДОГРЕВАТЕЛЯХ ПОВЕРХНОСТНОГО ТИПА ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ПАКЕТУ UNITED CYCLE

Моделирование уровня конденсата в подогревателях поверхностного типа является важной задачей с точки зрения обеспечения безопасности работы турбоустановки на переменных режимах, так как позволяет получить динамические характеристики уровня в зависимости от режима работы турбины. Соответственно, решение данной задачи необходимо для дальнейшего развития вычислительного пакета United Cycle, на данный момент используемого для расчета характеристик турбоустановок только в стационарных режимах. (Serguey N. Romanov, Konstantin S. Romanov, Anatoli G. Kutakhov, Nadezhda I. Zhuk, Oleg I. Demidov. Software “United Cycle” for simulation from sheets of power plants. The 16th International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation, and Environmental Impact of Energy Systems. Copenhagen, Denmark, June 30-July 2, 2003)

Из двух возможных вариантов изменения режима работы турбоустановки (рост и падение нагрузки), наиболее важным является характер изменения уровня конденсата при сбросе нагрузки и последующем быстром падении давления в подогревателе, вызывающем бурное парообразование, описываемое следующим уравнением (теплообменом между металлической стенкой и пленкой пренебрегаем):

$$G_и=D*dp/dt, \text{ причем } D=0 \text{ при } dp/dt>=0 \text{ и } D=(-M/r)*di'/dt \text{ при } dp/dt<0, \quad (1)$$

где $G_и$ – массовый расход испарившейся влаги; M – масса жидкой фазы; r – удельная теплота парообразования; i’ – энтальпия насыщенной жидкости.

Экспериментальными исследованиями установлено отсутствие заметного градиента давления в паровом пространстве регенеративных и сетевых подогревателей. Это позволяет рассматривать паровое пространство как объект с сосредоточенными параметрами. Также условно будем рассматривать уровень образовавшегося в результате падения давления пара отдельно от уровня воды (в реальности, пузырьки испарившегося пара находятся в объеме конденсата в начальный после испарения момент времени и постепенно выходят из него). Соответственно, в дифференциальной форме выражения для уровня образовавшегося пара и уровня воды (деление условно) имеют вид:

$$A*dh_п/dt*S*\rho''=M*\Delta i'/r-G_{вых}, \quad (2)$$

$$B*dh_в/dt*S*\rho'=G_{e1}+G_{e0}+G_{e2}-G_{a0}-M*\Delta i'/r, \quad (3)$$

где A и B – постоянные времени; $h_п$ и $h_в$ – уровни пара и воды соответственно; S – площадь поверхности теплообмена; ρ’’ и ρ’ – плотности пара и воды при данном давлении насыщения; Δi’ – изменение энтальпии насыщенной жидкости в моменты времени j и (j-1); $G_{вых}$ – скорость выхода пузырьков пара из объема конденсата на поверхность.

Таким образом, уровень конденсата получим, сложив уровни пара и воды. В результате расчетов было отмечено, что доля конденсата, затрачиваемая на образование пара, очень мала, и условный уровень воды $h_в$ остается практически постоянным, а все изменение уровня конденсата обуславливается лишь испарением пара. При наличии возмущения лишь падением давления и отсутствии возмущения расходом, после выхода пузырьков пара на поверхность уровень конденсата уменьшается до исходного.