

го пара $p=3,4$ МПа, $t=435$ °С; пара производственного отбора $p=1,0$ МПа при расходе 50 т/ч (отбор за 5-ой ступенью). Противодавление составляет 0,12 МПа, что обеспечивает необходимый подогрев сетевой воды. Регенеративное устройство обеспечивает подогрев питательной воды паром из нерегулируемого отбора турбины за 8-ой ступенью и состоит из подогревателя высокого давления типа ПВ-110. Для отсоса пара из концевых уплотнений турбины, штоков стопорных и регулирующих клапанов, а также штока поворотной диафрагмы предусмотрен струйный подогреватель ПС-1М, используемый для подогрева обессоленной химочищенной воды. На турбине предусмотрены следующие устройства защиты: два стопорных клапана, автоматически прекращающие подачу свежего пара в турбину при падении давления масла в быстрозапорных устройствах до величины менее 0,3 МПа. Одновременно закрывается быстрозапорный клапан-захлопка на производственном отборе пара и под воздействием реле закрытия клапанов происходит закрытие регулирующих клапанов и поворотной диафрагмы; регулятор безопасности, обеспечивающий через автоматический затвор закрытие стопорных клапанов при повышении частоты вращения ротора турбины до 56 1/с (3360 об/мин); гидравлическое реле давления в системе смазки, обеспечивающее автоматическое закрытие стопорных клапанов при падении давления в системе смазки до 25 кПа; дистанционный выключатель с электромагнитным приводом, обеспечивающий автоматическое закрытие стопорных клапанов при поступлении электрического сигнала (в случаях: осевого сдвига ротора от рабочего положения; уменьшения давления на всасе главного масляного насоса-регулятора до 25 кПа; увеличения вибрации переднего или заднего подшипников турбины до 11,2 мм/с (соответствует двойной амплитуде виброперемещений 100 мкм), уменьшения температуры свежего пара до 410 °С.

Турбоагрегат обеспечен современной автоматизированной системой управления технологическими процессами с использованием ПЭВМ. Диапазон изменения нагрузки составляет 30-100 %. Отсутствие потерь в холодном источнике существенно улучшит ТЭП работы Бобруйской ТЭЦ-1 и приведет к заметной экономии топлива в целом по городу. Удельный расход топлива на выработку электроэнергии при этом составит 162,6 г у.т./кВт·ч, соответственно, на отпуск теплоты 167,6 кг/Гкал.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРЕМЕННЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТЕПЛОФИКАЦИОННОЙ ТУРБИНЫ

В.М. Смирнов

Научный руководитель – к.т.н. *А.В. Седнин*

Белорусский национальный технический университет

Основы профиля теплофикационных турбоустановок закладывались в 50–60-е годы. В настоящее время существенно изменился как режим их эксплуатации, так и внешние условия. Под внешними условиями в первую очередь понимается существенно изменившаяся за последнее время структура тепловой нагрузки. Кроме этого, в последнее время все более остро стоит вопрос о привлечении турбоустановок ТЭЦ к регулированию графика электронагрузок. Особенно актуальным этот вопрос является для Беларуси, где более 50 % генерирующих мощностей находятся на ТЭЦ.

Для анализа влияния режимов работы турбоустановки Т-110/120-130 на экономичность выработки электроэнергии был составлен алгоритм расчета тепловой схемы. Основными составляющими алгоритма, являются следующие модули: определение расходов пара на регенеративные и сетевые подогреватели; определение расходов пара через отсеки турбины; расчет давлений в отборах; расчет энтальпий пара и воды в регенеративных и сетевых подогревателях; условное разделение цикла на конденсационный "К" и теплофикационный "Т"; расчет внутренней мощности потоков пара в турбине и мощности генератора; расчет технико-экономических показателей турбоустановки.

Кроме этого, был составлен модуль позволяющий определить экономичность работы ЦНД на нерасчетных режимах. Расчет ступени или группы ступеней производится по известным параметрам пара за ступенью. Исходными данными являются геометрические параметры ступени, ве-

личина давления и степень сухости пара за последней ступенью. Вычисления производятся итерационным методом. Расчеты прекращаются при равенстве параметров пара перед первой ступенью ЧНД со значениями этих же параметров, полученных в результате расчета тепловой схемы.

Для расчетов термодинамических свойств воды, влажного и перегретого пара составлены отдельные модули программы, в которых использовались уравнения, приведенные в [3, 4]. Все расчеты выполнялись при помощи ЭВМ.

Для оценки экономичности работы турбоустановки использовались следующие показатели: удельный расход топлива на производство электроэнергии и удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении.

Литература

1. Расчетный метод сравнения конструкций проточной части турбомашин / В.К. Балабанович, Н.Б. Карницкий, В.М. Неуймин И.П. Усачев // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 1995. – № 5–6. – С. 77–82.

2. Самойлович Г.С., Трояновский Б.М. Переменные и переходные режимы в паровых турбинах. – М.: Энергоиздат, 1982. – 496 с.

3. Ривкин С.Л., Кременевская Е.А. Уравнения состояния воды и водяного пара для машинных расчетов процессов и оборудования электростанций // Теплоэнергетика. – 1977. – № 3. – С. 69–73.

4. Литинецкий В.В., Ривкин С.Л., Кременевская Е.А. Алгоритм расчета термодинамических свойств водяного пара на ЭВМ // Теплоэнергетика. – 1986 – №4. – С. 48–51.

КОМПЛЕКСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ОБРАБОТКИ АКТИВНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Е.В. Захожий

Научный руководитель – к.т.н., доцент *Ю.П. Ярмольчик*
Белорусский национальный технический университет

Несмотря на достаточно известные и хорошо зарекомендовавшие себя технологии по очистке активных поверхностей от различных как органических, так и неорганических загрязнений, существует достаточно серьезная проблема, связанная как с качеством, так и со временем их очистки.

Известно, что повышение качества обработки активных поверхностей промышленных конструкций и машин с , например, SA 1,0 до SA 2,5, приводит к увеличению сроков их эксплуатации до 2 раз, что ведет к значительному снижению материальных затрат. Кроме того, представляется очевидным, что даже незначительное, на первый взгляд, уменьшение слоя отложений на теплообменных поверхностях приводит к значительному экономическому эффекту. Так, слой отложений во внутренних полостях труб конденсатора паровой турбины в 1..1,5 мм, повышает температурный напор на 3..3,5 °С, что приводит к дополнительному сжиганию ~5 т мазута в 1 час. Кроме того, работы по очистке поверхностей трудоемки и требуют значительных затрат времени, что приводит к увеличению времени простоя теплоэнергетического оборудования.

В мировой экономике на современном этапе на каждого жителя приходится ~ 50 м² активных поверхностей промышленных, строительных и прочих конструкций, подлежащих поверхностной обработке под различные виды коррозионно-устойчивых и других покрытий. Качество этих покрытий и срок их эффективного действия в значительной степени зависит от качества обработки поверхностей и их подготовки к покрытию. Увеличение срока службы защищающих покрытий активных поверхностей только на 10% (что возможно, например, при улучшении среднего качества обработки поверхностей с ныне приемлемого в нашей республике SA 1..1,5 по шведскому стандарту (ISO 8501-1:1998) до SA 2..2,5), позволит уменьшить затраты на металл в пределах нашей республики не менее, чем на 10000 т/год, затраты на дорогостоящие покрытия не менее 1 000 000 м²/год. Эта задача также в значительной степени актуальна и в теплоэнергетике, где применяются различные технологии очистки внутренних поверхностей труб и межтрубного пространства от