

## ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕЙСТВУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ КОТЛА И ТУРБИНЫ

Крошев А.

*Лицей при ТПУ*

Сегодня тепловые электростанции (ЭСТ), работающие на угле или газе – самые распространенные в мире, именно они вырабатывают не менее 85 % всей электрической энергии на планете. И уголь, и газ относятся к не возобновляемым ресурсам планеты, поэтому вполне вероятно, что в будущем человечество будет вынуждено отказаться от тепловых ЭСТ и получать энергию, например, за счет космических солнечных ЭСТ или термоядерного синтеза. Однако можно ожидать, что в ближайшие десятилетия тепловые ЭСТ сохранят свои лидирующие позиции. Это означает, что изучение технологической схемы производства электрической энергии и конструкции оборудования тепловых ЭСТ необходимо каждому инженеру-энергетику. Автор связывает свою будущую профессиональную деятельность именно с энергетикой, поэтому выбор темы не случаен.

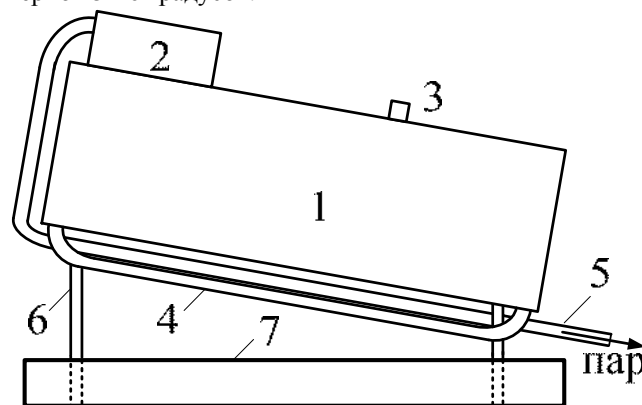
Цель работы – конструирование и изготовление действующих моделей котла и турбины, в которых реализованы основные принципиальные конструктивные решения их реальных прототипов (в дальнейшем реальное оборудование ЭСТ будем называть соответственно котлоагрегат и турбоагрегат). Разработанные модели демонстрируют все этапы преобразования химической энергии топлива в кинетическую энергию движения ротора турбины.

Назначение котлоагрегата – производить пар с большим давлением (150–200 атм.) и температурой (500–600<sup>0</sup> С), который вращает ротор турбины, которая в свою очередь вращает ротор генератора. Размеры котлоагрегата соизмеримы с размерами девятиэтажного дома.

Технологический цикл производства пара начинается с топлива. В котлоагрегат через специальные отверстия подается (вдувается) воздух и специальным образом подготовленное топливо (угольная пыль или газ). Топливо поджигается горелками. Обеспечить горение топлива внутри модели котла очень сложно, поэтому было решено разместить топливо (а именно горелку) снаружи.

Воду в котлоагрегате нагревают не в емкости, а в трубах небольшого диаметра. Они проложены по стенкам котла. Причина такого конструктивного решения понятна, таким образом увеличивают площадь поверхности нагрева. В модели реализован тот же принцип. Площадь поверхности нагрева воды обеспечивается за счет трубок, припаянных к дну котла.

Следующая проблема, которую надо было решить при разработке модели, заключалась в необходимости обеспечения циркуляции воды в этих трубках. В котлоагрегате постоянная циркуляция воды в трубах осуществляется за счет специального насоса. Он так и называется – циркуляционный. Работа этого насоса не должна прерываться ни на секунду, иначе вода в трубах внутри котла испарится, трубы перегреются, что приведет к их деформации. В модели та же проблема, если вода в трубках испарится, места спайки деталей перегреются, что приведет к нарушению герметичности котла. Чтобы этого избежать, оказалось достаточно расположить котел наклонно, под углом примерно 15-20 градусов.



*Рис. 1.*

*1 – корпус котла (изготовлен из жести толщиной 0,25 мм), 2 – паросборник, 3 – отверстие для воды, 4 – медные трубки для воды диаметром 5 мм, 5 – трубка для промежуточного перегрева пара, 6 – подставки, 7 – емкость для топлива*

Переходим к рассмотрению следующего конструктивного решения. Очень важно, чтобы пар, попадающий из котла в турбину, был сухим, без капель воды. В котлоагрегате это обеспечивается за счет очень большой температуры и давления пара (указаны выше). В модели, разумеется, обеспечить такие температуры и давление невозможно. Для отделения пара от капель воды в модели предусмотрен паросборник, припаянный сверху корпуса. Пар попадает в паросборник через небольшие отверстия, просверленные в корпусе.

Для обеспечения нужной температуры и давления пара важное значение имеет так называемый промежуточный перегрев: трубу, по которой проходит пар после выхода из котла, еще раз пропускают через пламя, тем самым осуществляя дополнительный подогрев. В модели также осуществляется промежуточный перегрев пара. Пар из паросборника поступает в трубку, которая проходит параллельно днищу котла через пламя.

И последнее. Если диаметр отверстия, из которого пар выходит из котла будет больше, чем нужно, то все усилия пропадут даром. Пар не сможет выполнять никакой работы. Для обеспечения нужного давления пара трубка, из которой выходит пар, сплющена так, чтобы получилось сопло.

Теперь коротко рассмотрим конструкцию современных турбоагрегатов. Колеса турбоагрегатов вращаются со скоростью 3000 об/мин. Чтобы полнее использовать энергию пара, турбины делают с длинными валами – роторами, на которые насажены колеса (рабочие венцы) с лопастями (лопатками). Причем часть рабочих венцов делают неподвижными, укрепленными на внутренних стенках корпуса турбины и не касающимися ротора. Каналы между лопатками неподвижных венцов выполняют роль сопел. Свежий «острый» пар из котла под давлением 150–200 атм проходит между подвижными и неподвижными лопатками постепенно отдавая энергию своего начального давления и превращая ее в скорость движения ротора турбины.

Мне как будущему инженеру было интересно изготовить действующую модель котла и турбины. Основные этапы реализации проекта:

- 1) изучение технологий
- 2) поиск материалов
- 3) изготовление

В ходе изучения различных технологий было принято решение изготавливать котёл из листов меди и паять её высокотемпературным припоем. На металлоломе я нашёл листы меди и трубки, приобрёл припой. Затем из дерева я изготовил матрицу будущего котла и по ней загибал лист меди. Затем я спаял шов и припаял к барабану котла все остальные компоненты. Для того чтобы изготовить турбину я выточил на станке втулки, в которых будет вращаться ось турбины, и выточил обойму, к которой будут крепиться детали от турбины. Затем я заготовил лопасти турбины (алюминий, толщина 1мм), загнул их, вырезал две окружности из текстолита, в них проделал пазы и всё склеил. На этом изготовление паровой машины закончилось.

Модели будут использоваться в Энергетическом институте Томского политехнического университета в качестве учебного оборудования на занятиях по дисциплине «Общая энергетика» (2 курс), а также на занятиях по профориентации для школьников.

Литература:

1. А.П.Баскаков.Теплотехника: Учебник для вузов. 2-е издание, переработанное – М.: Энергонефтегазиздат, 1991. – 224 с.: ил.