

ПАРОВАЯ ТУРБИНА

Наряду с гидротурбинами, описанными в одной из предыдущих глав, огромное значение для энергетики и электрификации имело изобретение и распространение паровых турбин. Принцип их действия был подобен гидравлическим, с той, однако, разницей, что гидравлическую турбину приводила во вращение струя воды, а паровую — струя разогретого пара. Точно так же, как водяная турбина представляла собой новое слово в истории водяных двигателей, паровая продемонстрировала новые возможности парового двигателя. Старая машина Уатта, отметившая в третьей четверти XIX века свой столетний юбилей, имела низкий КПД, поскольку вращательное движение получалось в ней сложным и нерациональным путем. В самом деле, как мы помним, пар двигал здесь не само вращающееся колесо, а оказывал давление на поршень, от поршня через шток, шатун и кривошип движение передавалось на главный вал. В результате многочисленных передач и преобразований огромная часть энергии, полученной от сгорания топлива, в полном смысле этого слова без всякой пользы вылетала в трубу. Не раз изобретатели пытались сконструировать более простую и экономичную машину — паровую турбину, в которой струя пара непосредственно вращала бы рабочее колесо. Несложный подсчет показывал, что она должна иметь КПД на несколько порядков выше, чем машина Уатта. Однако на пути инженерной мысли оказывалось множество препятствий. Для того чтобы турбина действительно превратилась в высокоэффективный двигатель, рабочее колесо должно было вращаться с очень высокой скоростью, делая сотни оборотов в минуту. Долгое время этого не могли добиться, так как не умели сообщить надлежащую скорость струе пара.

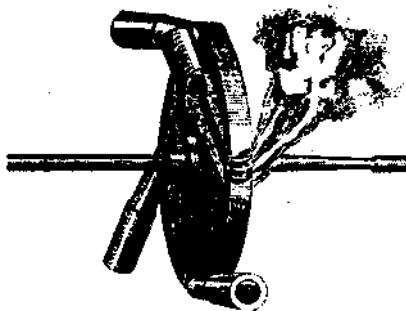
Только в 1883 году шведу Густаву Лавалю удалось преодолеть многие затруднения и создать первую работающую паровую турбину. За несколько лет до этого Лаваль получил патент на сепаратор для молока. Для того чтобы приводить его в действие, нужен был очень скоростной привод. Ни один из существовавших тогда двигателей не удовлетворял поставленной задаче. Лаваль убедился, что только паровая турбина может дать ему необходимую скорость вращения. Он стал работать над ее конструкцией и в конце концов добился желаемого. Турбина Лавалья представляла собой легкое колесо, на лопатки которого через несколько поставленных под острым углом сопел наводился пар. В 1889 году Лаваль значительно усовершенствовал свое изобретение, дополнив сопла коническими расширителями. Это значительно повысило КПД турбины и превратило ее в универсальный двигатель. Принцип действия турбины был чрезвычайно прост. Пар, разогретый до высокой температуры, поступал из котла по паровой трубе к соплам и вырывался наружу. В соплах пар расширялся до атмосферного давления. Благодаря увеличению объема, сопровождавшему это расширение, получалось значительное увеличение скорости вытекания (при расширении от 5 до 1 атмосферы ско-

рость паровой струи достигала 770 м/с). Таким образом заключенная в паре энергия передавалась лопастям турбины. Число сопел и давление пара определяли мощность турбины. Когда отработанный пар не выпускали прямо в воздух, а направляли, как в паровых машинах, в конденсатор и сжижали при пониженном давлении, мощность турбины была наивысшей. Так, при расширении пара от 5 атм. до 1/10 атм. скорость струи достигала сверхзвуковой величины.

Несмотря на кажущуюся простоту, турбина Лавалья была настоящим чудом инженерной мысли. Достаточно представить себе нагрузки, которые испытывало в ней рабочее колесо, чтобы понять, как нелегко было изобретателю добиться от своего детища бесперебойной работы. При огромных оборотах турбинного колеса даже незначительное смещение в центре тяжести вызывало сильную нагрузку на ось и перегрузку подшипников. Чтобы избежать этого, Лаваль придумал насадить колесо на очень тонкую ось, которая при вращении могла бы слегка прогибаться. При раскручивании она сама собой приходила в строго центральное положение, удерживаемое затем при любой скорости вращения. Благодаря этому остроумному решению разрушающее действие на подшипники было сведено до минимума.

Едва появившись, турбина Лавалья завоевала всеобщее признание. Она была намного экономичнее старых паровых двигателей, очень проста в обращении, занимала мало места, легко устанавливалась и подключалась. Особенно большие выгоды турбина Лавалья давала при ее соединении с высокоскоростными машинами: пилами, сепараторами, центробежными насосами. Ее с успехом применяли также как привод для электрогенератора, но все-таки для него она имела чрезмерно большую скорость и потому могла действовать только через редуктор (систему зубчатых колес, понижавших скорость вращения при передаче движения от вала турбины на вал генератора).

В 1884 году английский инженер Парсон получил патент на многоступенчатую реактивную турбину, которую он изобрел специально для приведения в действие электрогенератора. В 1885 году он сконструировал многоступенчатую реактивную турбину, получившую в дальнейшем широкое применение на тепловых электростанциях. Она имела следующее устройство, напоминающее устройство реактивной гидротурбины. На центральный вал был насажен ряд вращающихся колес с лопатками. Между этими колесами находились неподвижные венцы (диски) с лопатками, имевшими обратное направление. Пар под большим давлением подводился к одному из концов турбины. Давление на другом конце было не-



Паровая турбина

большое (меньше атмосферного). Поэтому пар стремился пройти сквозь турбину. Сначала он поступал в промежутки между лопатками первого венца. Эти лопатки направляли его на лопатки первого подвижного колеса. Пар проходил между ними, заставляя колеса вращаться. Дальше он поступал во второй венец. Лопатки второго венца направляли пар между лопатками второго подвижного колеса, которое тоже приходило во вращение. Из второго подвижного колеса пар поступал между лопатками третьего венца и так далее. Всем лопаткам была придана такая форма, что сечение междулопаточных каналов уменьшалось по направлению истечения пара. Лопатки как бы образовывали насаженные на вал сопла, из которых, расширяясь, истекал пар. Здесь использовалась как активная, так и реактивная его сила. Вращаясь, все колеса вращали вал турбины. Снаружи устройство было заключено в крепкий кожух. В 1889 году уже около трехсот таких турбин использовалось для выработки электроэнергии, а в 1899 году в Эльберфельде была построена первая электростанция с паровыми турбинами Парсона. Между тем Парсон старался расширить сферу применения своего изобретения. В 1894 году он построил опытное судно «Турбиния» с приводом от паровой турбины. На испытаниях оно продемонстрировало рекордную скорость — 60 км/ч. После этого паровые турбины стали устанавливать на многих быстроходных судах.

Источник: Рыжков К.В. 100 великих изобретений. — М.: Вече, 1999. — 528с. — (100 великих).