

Водоструйные насосы служат для получения небольшого разрежения (рис. 93). Давление в струе на выходе из насоса равно атмосферному; поэтому в суженной части струи и в резервуаре *A* создается разрежение. Труба *B* присоединяется к резервуару, из которого следует выкачать воздух.

Водоструйные насосы применяются в качестве воздушных насосов в конденсаторных установках при паровых турбинах, в лабораториях и т. д. И водо- и пароструйные насосы очень надежны в работе, но коэффициент полезного действия их чрезвычайно мал, поэтому применяются они в тех случаях, когда есть большое количество пара (отработанный пар) или воды, которое почему-либо нельзя использовать более экономично.

Карбюратором называется прибор, питающий бензиновый двигатель внутреннего сгорания рабочей смесью — смесью горючего с воздухом. Устройство карбюратора изображено на рис. 94. По трубе наружный воздух всасывается в цилиндр мотора. В суженной части трубы — в начале диффузора — создается пониженное давление, и бензин из поплавковой камеры, где давление равно атмосферному, через калиброванную трубочку (жиклер) вытекает в диффузор и испаряется в проходящем воздухе. Для того чтобы бензин не выливался через жиклер самотеком, в поплавковой камере имеется поплавок, с которым соединена игла, закрывающая доступ бензину из бака, как только уровень его поднимется выше отверстия жиклера. Дроссельная заслонка регулирует скорость воздуха, а вместе с тем и количество поступающего в мотор бензина.

§ 50. Гидравлическая энергия

Энергия движущейся жидкости называется гидравлической энергией. Гидравлическую энергию можно использовать, поставив на пути текущей жидкости водяное колесо или турбину с изогнутыми рабочими лопатками (лопастями).

Вытекающая из сопла струя, попадая на лопатку со скоростью v_0 , отклоняется от первоначального направления и стекает с лопатки со скоростью v_0^1 . Если в секунду по лопатке сбегает масса жидкости m , то энергия E , отдаваемая ежесекундно, будет равна кинетической энергии, потерянной жидкостью за это время:

$$E = \frac{mv_0^2}{2} - \frac{mv_0'^2}{2}.$$

Наибольшей эта отдача будет в том случае, когда лопатка движется со скоростью, равной половине скорости жидкости. Действительно, если лопатка неподвижна, давление на нее будет наибольшим, но лопатка не перемещается, и поэтому никакой работы она не совершит. Если же лопатка движется со скоростью жидкости, то гидродинамическое давление на нее равно нулю: работа опять равна нулю. Работа измеряется произведением силы на перемещение; поэтому:

Работа, производимая лопаткой, будет наибольшей тогда, когда лопатка движется с промежуточной скоростью, равной половине скорости потока.

Описанным выше способом можно использовать энергию естественных водных потоков: водопадов, рек и пр. Если в 1 сек. падает

Q м³ воды с высоты H м, то от данного потока в 1 сек. можно теоретически получить работу $1000QH$ кгМ, или мощность

$$P_{\text{макс}} = \eta \frac{1000 HQ}{75} \text{ л. с.},$$

где η — коэффициент полезного действия установки (0,8—0,95).

В гидроэлектростанциях надлежащий напор (высота падения) воды создается при помощи плотины. По величине создаваемого напора гидростанции подразделяются на низконапорные (до 20 м), средненапорные (до 50 м) и высоконапорные (выше 50 м).

Основной частью всякого водяного двигателя является рабочее колесо, снабженное лопатками, действуя на которые вода приводит колесо в движение.

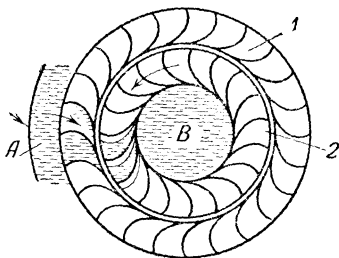


Рис. 95. 1 — направляющее колесо напорной турбины, 2 — рабочее колесо.

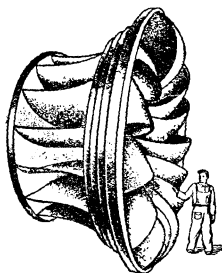


Рис. 96. Рабочее колесо напорной турбины.

В напорных турбинах (рис. 95 и 96) вода попадает в подводящую камеру A под большим давлением, но с малой скоростью. Пройдя через узкую часть подводящей камеры и направляющее колесо 1 , вода приобретает большую скорость; ее потенциальная энергия переходит в кинетическую, которая передается рабочему колесу 2 . Лопасти рабочего колеса должны быть выполнены так, чтобы, проходя по ним, вода потеряла возможно большую часть своей скорости. Рабочее колесо напорной турбины помещено внутри направляющего колеса с подвижными лопастями, которые направляют воду перпендикулярно к оси рабочего колеса по касательным к его лопастям. Пройдя по лопастям рабочего колеса, вода со значительно уменьшившейся скоростью вытекает в направлении оси колеса и попадает в отсасывающую трубу 3 .

Напорные турбины имеют чрезвычайно широкое распространение. Они применяются при самых разнообразных напорах (от 0,5 до 250 м). Их к. п. д. доходит до 94,5%, а мощность превосходит 100 000 л. с.

Для использования больших расходов воды с малым напором применяются пропеллерные турбины, рабочие колеса которых напоминают по внешнему виду корабельный винт. Пропеллерные турбины делаются с подвижными лопастями, что позволяет при всяком расходе воды ставить лопасти в наиболее выгодное положение и тем увеличивать к. п. д. турбины.

Обычно турбины непосредственно соединяются с генераторами переменного тока, и поэтому бывает необходимо поддерживать постоянным число оборотов турбины при разных нагрузках генератора и различных напорах воды. Достигается это регулированием поступления воды в турбину, для чего направляющие лопасти делают подвижными. Это позволяет изменять количество воды, попадающей в турбину. Угол поворота лопастей регулируется при помощи автоматов.

При малых расходах воды и больших напорах применяют свободнотруйные турбины (рис. 97). Вода из насадки H (сопла), внутри которой движется игла, регулирующая поступление воды, попадает на рабочее колесо (рис. 98), снабженное лопатками, имеющими внутри так называемый нож. Попав на лопатку в направлении, почти касательном к ободу колеса, струя воды разрезается ножом и отклоняется в обе стороны, теряет скорость и отдает колесу свою кинетическую энергию; за счет этого и происходит работа турбины.

Свободнотруйные турбины применяются при напорах от 100 м и выше. Их мощность доходит до 20 000 л. с. и число оборотов до 200 в 1 мин. Эти турбины используют только часть напора, от верхнего уровня воды и до входа в рабочее колесо, но при больших напорах такая потеря значения не имеет.

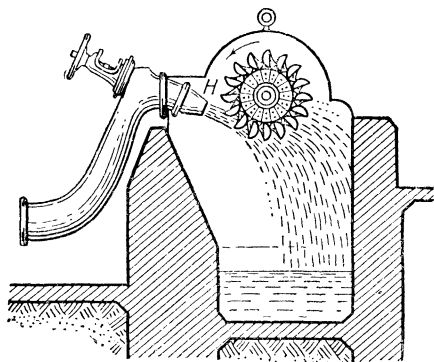


Рис. 97. Схема свободнотруйной турбины.

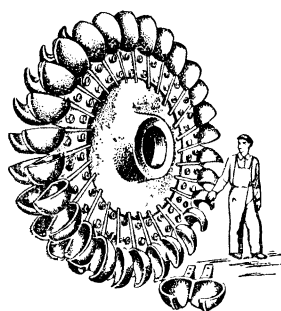


Рис. 98. Рабочее колесо свободнотруйной турбины.

Мощность гидравлической энергии рек во всем мире, пригодная для промышленного использования, исчисляется сотнями миллионов киловатт и, по-видимому, близка к миллиарду киловатт. Количество воды, участвующей ежегодно в круговороте, т. е. ежегодно испаряющейся, а затем выпадающей в виде дождя и снега, составляет приблизительно $520\,000\text{ км}^3$. Если бы это количество воды было равномерно распределено по поверхности земного шара, то получился бы слой воды толщиной около 1 м. Однако только $\frac{1}{5}$ этого количества воды выпадает на сушу. Испаряется с суши воды меньше, чем на нее выпадает: $36\,000\text{ км}^3$ воды ежегодно выносятся всеми реками в моря и океаны. Это соответствует суммарному «расходу» всех рек в среднем по времени около 1 млн. тонн воды в секунду.

По запасам водяной энергии Советский Союз занимает первое место в мире. Однако к широкому использованию этих грандиозных ресурсов энергии наша страна приступила только после Великой Октябрьской социалистической революции, в связи с ленинским планом электрификации.

В дореволюционной России ежегодная выработка электроэнергии всеми электростанциями не превышала 2 млрд. киловатт-часов. Перед последней мировой войной производство электроэнергии

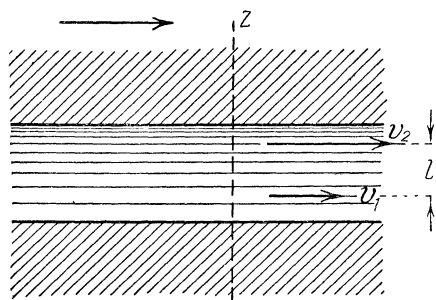
в СССР превысило 48 млрд. киловатт-часов, а в 1961 г. достигло 327 млрд. киловатт-часов.

В первые послевоенные годы усилия нашего народа были направлены на устранение разрушений, причиненных войной. Днепровскую гидроэлектростанцию, которая по своей мощности (около полумиллиона киловатт) занимала третье место в мире, пришлось отстраивать заново.

В нашей стране построены мощные гидроэлектростанции: Волжская имени В. И. Ленина мощностью около 2,3 млн. киловатт, Волжская имени XII съезда КПСС, мощностью около 2,5 млн. киловатт, Каховская на Днестре, Цимлянский гидроузел. Начато строительство ряда крупнейших в мире ГЭС на Ангаре и Енисее: Братской 4,5 и Красноярской около 5 млн. *квт.* Одна Волжская ГЭС им. В. И. Ленина вырабатывает в шесть раз больше электроэнергии, чем все электростанции дореволюционной России.

§ 51. Вязкость и течение жидкости при трении

Чтобы установить меру вязкости, представим себе следующий опыт: возьмем две пластинки, смоченные какой-либо жидкостью (рис. 99), и станем перемещать верхнюю пластинку относительно



нижней в направлении, указанном стрелкой. Слои жидкости, непосредственно соприкасающиеся с этими пластинками, прилипают к ним, все же остальные слои перемещаются, скользят друг по другу со скоростью тем большей, чем больше их расстояние от пластинок. Вязкость жидкости сказывается в том, что возникает сила, препятствующая перемещению слоев жидкости, а значит, и пластинок.

Рис. 99. К рассмотрению внутреннего трения жидкостей.

Проведем ось z перпендикулярно к слоям (а значит, и к скоростям движения слоев). Производная $\frac{dv}{dz}$ от скорости слоев называется *градиентом*¹⁾ скорости. Если скорость слоев равномерно возрастает с увеличением координаты z , то градиент скорости является постоянным для всей массы жидкости или газа и может быть выражен также через $\frac{v_2 - v_1}{l}$, где v_1 и v_2 — скорости перемещения каких-нибудь двух тонких слоев, l — их расстояние друг от друга (рис. 99).

¹⁾ Понятие градиента было пояснено на стр. 139.