

А.А. РОДШТЕЙН

СТАТИСТИКА
ЭНЕРГЕТИКИ
В ПРОМЫШЛЕННОСТИ



Госстатиздат
МОСКВА · 1956

А. А. РОДШТЕЙН

СТАТИСТИКА ЭНЕРГЕТИКИ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО

Москва

1956

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
От автора	3
Задачи энергетической статистики	4
Энергетические установки, их классификация	12
Учет мощности двигателей	23
Схема энергоснабжения предприятия	34
Исчисление энергомощности предприятия	39
Энергобалансы	49
Качественные показатели энергохозяйства	68
Коэффициент полезного действия	70
Удельные расходы энергии и топлива	75
Коэффициенты нагрузки и резерва. Косинус «фи»	81
Коэффициенты электрификации	87
Коэффициенты теплофикации	93
Коэффициенты централизации энергоснабжения.	96
Коэффициенты энерговооруженности труда	99
Пример исчисления энергетической мощности предприятия и производ- ных энергетических коэффициентов	104
Практика энергетической статистики	109

Александр Аврамович Родштейн (А. И. Ротштейн)

Статистика энергетики в промышленности

Редакторы: Л. М. Володарский и М. Б. Маркович. Художник А. Г. Сорензон.
Техн. редактор А. А. Каприлова. Корректор Л. В. Кривякина.

Сдано в набор 10/II—1956 г. Подписано к печати 2/VII—1956 г.
Бумага 60×92¹/₁₆. Объем 8 п. л. + 5 вкл. Уч.-изд. л. 9,0. Тираж 5000.
Л98531. Госстатиздат. Москва, ул. Разина, 3, пом. 69. Заказ 1432.

Цена 4 р. 50 к.

Типография изд-ва «Московская правда». Потаповский пер., 3.

ОТ АВТОРА

Основная цель настоящей работы—популярно изложить главные принципы и методы энергетической статистики в промышленности.

Обычная трактовка этих вопросов в учебниках и курсах промышленной статистики отстает от уровня развития и современных задач энергетического хозяйства в СССР. Система показателей, применяемых в настоящее время в энергетической статистике, требует расширения и обновления.

Автор не ставил перед собой задачи обоснования целостной системы таких показателей, но наметил некоторые пути дальнейшего улучшения статистической практики в области современного энергетического хозяйства.

Автор считает своим долгом выразить благодарность гг. Гофману И. В., Денисенко А. И. и Когинovu Г. И., сделавшим ценные замечания по вопросам, затронутым в этой книге.

ЗАДАЧИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

Любой процесс труда при самом различном уровне развития производственной техники требует затрат энергии — механической, тепловой, электрической, энергии живой силы. В зависимости от системы общественного производства виды используемой энергии меняются, техника совершенствуется. В эпоху рабовладельческого строя основной двигательной силой являлась физическая сила людей и скота. В эпоху феодализма в производстве дополнительно используется энергия ветра и падающей воды. водяное колесо являлось наиболее мощным двигателем в период господства ремесла и мануфактуры.

В период промышленного переворота XVIII в. сдвиги в организации труда и реконструкция исполнительного механизма сопровождались глубочайшими изменениями в энергетической базе, переходом от энергетической базы ремесла к новой энергетической базе капитализма. В производство вовлекается и становится господствующей механическая энергия паровой машины. Применение парового двигателя вполне соответствовало принципам частнохозяйственной организации производства капитализма. Передача механической энергии на расстояние возможна лишь в крайне ограниченных масштабах — в пределах одного и притом относительно небольшого предприятия. Именно потребности такого обособленного частнокапиталистического предприятия предопределили возможности применения парового двигателя как двигателя механического. Применение паровой машины имело огромное значение, так как машина уничтожила территориальную зависимость промышленности от природных источников энергии.

По мере укрупнения и обобществления производства изменяются границы замкнутых энергосистем индивидуальных капиталистических предприятий, основанных на использовании тепловых двигателей и передаточных механизмов типа механических трансмиссий, зубчаток, ремней. Энергетическая база домонополистического капитализма (пар) уступает место новому энергоносителю — электрическому току. В эпоху господства монополий электроэнергетика, преодолев границы обособленных частнохозяйственных предприятий, связывает их в единые комплексы — «системы машин».

Своего полного развития электроэнергетика достигает в системе социалистического планового хозяйства. Процесс электрификации последовательно охватывает все отрасли народного хозяйства, становится мощным орудием их планомерного, пропорционального развития. В ряде случаев электрификация является основной предпосылкой тех темпов развертывания производительных сил, которых требует действие основного экономического закона социализма.

Решающий фактор победы нового общественного строя — непрерывный рост производительности труда — неотделим от механизации и автоматизации производства. Механизация и автоматизация, в свою очередь, неотделимы от применения системы мощных и самых разнообразных двигателей, в особенности двигателей электрических. «Электрификация всей страны», о которой говорил В. И. Ленин, означает, в конечном счете, преобразование всей техники современной промышленности, земледелия и транспорта, их непрерывное и неограниченное развитие. Современное машиностроение уже сейчас в подавляющей части представляет собой электромашиностроение. Современный транспорт и связь во все возрастающей степени работают на электрической тяге. Современный двигатель, особенно в промышленности, по преимуществу электрический. Электрификация социалистического сельского хозяйства, коммунального хозяйства быта — важнейшие факторы их дальнейшего технического перевооружения.

Как наиболее простые приборы автоматического управления, так и сложнейшие линии станков-автоматов являются результатом электрификации производства. Поэтому можно считать, что рост производительности социалистического труда стоит в непосредственной зависимости от степени электрификации хозяйства предприятий и, в частности, от уровня их централизованного электроснабжения. Отсюда — теснейшая связь планов размещения промышленности с планами расположения на территории страны основных энергетических центров — электроцентралей, являющихся источником наиболее совершенного вида энергии — электрической. Еще большую роль в развитии техники и в повышении производительности труда сыграет использование внутренней атомной энергии.

Таким образом, при любом уровне развития производительных сил энергетические факторы производства в значительной степени определяют темпы и направление развития промышленности и всего народного хозяйства в целом. Степень развития энергетической базы и расширение количества энергоносителей (в частности, развитие электроэнергетики) приобретают все большее значение и все сильнее влияют на темпы и направление технического прогресса. Это обстоятельство отмечено в решениях XX съезда КПСС, который еще раз подчеркнул необходимость преимущественного развития тяжелой индустрии. В связи с тем, что элек-

троэнергетика является **одной из основ** развития тяжелой индустрии, съезд потребовал достижения таких темпов строительства и реконструкции электростанций, при которых рост их мощностей опережал бы развитие народного хозяйства в целом.

Неразрывная связь технической реконструкции промышленности и других отраслей материального производства с их последовательной электрификацией была отмечена еще Ф. Энгельсом, наблюдавшим опыты М. Депрэ с передачей электрической энергии на расстоянии. Эта связь основана на замечательных свойствах электрического тока, а именно:

а) на его способности проникать (при помощи изолированного проводника) через среду любой плотности, любого химического состава, любой практически используемой температуры;

б) на замечательной «дробимости» электрического тока, используемого в пределах мощности от $\frac{1}{10}$ до 300 тыс. квт и более в одном агрегате;

в) на исключительной легкости, точности и простоте управления электрическими двигателями и электрифицированными рабочими машинами;

г) на замечательном свойстве «обратимости» электроэнергии: весьма простого превращения электрического тока в любой другой вид энергии — тепловую, механическую, лучистую (световую);

д) на исключительной экономичности передачи электрического тока на громадные расстояния.

Это последнее обстоятельство имеет особо важное значение. При господстве парового двигателя, т. е. при системе механического привода (паровая машина — трансмиссия — ремень — станок), с его огромными потерями в передаче (наличие «гнезд трения») источники энергии децентрализуются. В то же время рабочие места концентрируются около многочисленных, но маломощных разобренных двигателей, установленных в отдельных цехах сравнительно небольших и также разобренных предприятий. При системе электрической передачи энергии, когда потери в электрических трансмиссиях резко снижаются, возникают предпосылки для последовательной централизации источников энергоснабжения при децентрализации использования энергии. В силу этого не рабочие места придвигаются к источнику энергии, а энергия подается к рабочему месту, т. е. децентрализуется ее использование. В результате происходит значительное укрупнение предприятий, а также создание мощных и экономичных электроцентральных с высоким коэффициентом полезного действия и постоянством уровня нагрузки двигателей.

В наиболее значительном масштабе свойство экономичности передачи электрического тока проявляется в «кольцевании» электроцентральных, в частности, в создании единой энергетической системы Европейской части СССР путем объединения Куйбышевской и Сталинградской гидроэлектростанций с Центральной, Южной и Уральской энергосистемами. Создание такой единой системы электроснабжения народнохозяйственного масштаба отображает характерные черты современной развитой электроэнергетики.

Исключительная роль в этом деле принадлежит строительству крупных гидроэлектростанций на Волге, Каме, Днепре, Ангаре, Енисее и других водных магистралях нашей страны. Значительное увеличение мощности электростанций СССР в течение одной лишь шестой пятилетки, усовершенствование систем передачи электроэнергии на дальние расстояния и другие достижения в области нашего энергетического хозяйства являются базой нового огромного роста производительности социалистического труда,

внедрения новой техники, превращения труда физического в разновидность умственного труда.

Несмотря на большое значение электрификации современных производственных процессов, электрический ток не является единственным энергоносителем в сфере производства, в особенности промышленного. Роль электрического тока исключительно велика главным образом в пределах так называемых «силовых процессов», т. е. в области механической обработки сырья и материалов и при транспортировке сырья и продуктов производства. Однако сфера применения силовых процессов ограничена: они используются лишь при решении задач, связанных с изменением геометрической формы тел, что достигается методами обработки материала давлением и резанием.

За пределами этих процессов остается обширная область воздействия на предмет труда методами термической и химической обработки, направленной на изменение физических и химических свойств тел. Таковы обжиг, плавка, сварка и другие высокотемпературные процессы, протекающие в доменных печах, вагранках и пр., а также процессы химического преобразования сырья в специальной химической аппаратуре. Сфера применения этих приемов обработки, объединяемых понятием термохимической технологии, непрерывно расширяется. Здесь наряду с электрической энергией до настоящего времени решающую роль играет энергия тепловая и химическая. То же имеет место и в низкотемпературных производственных процессах — при варке, выпаривании, сушке, а также при отоплении и вентиляции, где тепловая энергия используется не в преобразованном виде, а непосредственно. По существу, во всех этих случаях современная энергетика использует различные формы химизации производства, причем и теплофикация выступает как один из вариантов химизации — наиболее мощного процесса развития промышленности на современном этапе.

Большие перспективы в данной области имеют использование природных газов, подземная газификация углей и сланцев, а также отходящих газов коксового, доменного производства, колошниковых и др. Газификация производства играет все возрастающую роль в ряде технологических процессов, в особенности высокотемпературных. Она является важным фактором экономики высокосортного и дефицитного топлива, расширения использования местного топлива, его комплексного использования на энергохимической основе. Техника использования газа в СССР быстро прогрессирует. Несмотря на пока еще низкий удельный вес газоиспользования в суммарном расходе энергии и топлива для высокотемпературных процессов, перспективы их газификации исключительно велики.

Следует иметь в виду, что во многих случаях (в частности, при наличии природных источников газов) газификация эконо-

мичнее тепловой обработки сырья при помощи сжигания твердого и жидкого топлива или же на основе использования электрического тока.

Кроме того, газификация производства выступает как одна из важных форм централизации энергоснабжения. В большинстве случаев она характеризуется использованием потоков газов, до известной степени аналогичным использованию потоков электрической энергии. В этом смысле для газификации производства, как и по отношению к электрическому току, характерен принцип централизации источников энергоснабжения при децентрализации использования энергии. Мощное развитие централизованной газификации промышленности и коммунального хозяйства — одна из форм создания новой технологии, свойственной социалистической системе хозяйства.

Электрификация силовых и высокотемпературных процессов, газификация высокотемпературных процессов и централизованная теплофикация низкотемпературных процессов (особенно в промышленности) — таковы главные направления развития социалистической энергетики.

Соотношение энергетических затрат по направлению их использования, характерное для современной крупной промышленности, примерно следующее:

1) в процессах механической обработки материалов и их транспортировки расходуется около 20% всех энергоресурсов промышленности;

2) в процессах, связанных с использованием тепла высокого потенциала (высокотемпературных), расходуется 50% всех энергоресурсов промышленности;

3) в низкотемпературных процессах расходуется 30% всех энергоресурсов промышленности.

Эти данные охватывают затраты всех видов энергии. Они показывают, что процессы механической обработки сырья, в которых сосредоточена главная часть затрат энергии механической и электрической, по объему энергопотребления стоят лишь на третьем месте, их удельный вес в общей массе затрат энергии составляет менее одной трети. Даже в пределах современной машиностроительной промышленности станочные работы и транспорт берут лишь 17% всей *электроэнергии*, потребляемой в производстве, электротермия — 47% (в том числе электроплавка 21%, нагрев — 18%, сварка — 8%), производство сжатого воздуха — 23%, насосы — 10%.

Эти данные относятся лишь к электроэнергии и не охватывают энергии механической, однако они весьма важны для понимания структуры энергобаланса современной промышленности.

При этом не следует забывать, что процессы механической обработки материалов имеют первостепенное значение в другом отношении: они связаны с использованием большей части рабочей силы — главной и решающей производительной силы, а также с производством большей части продукции промышленности как добывающей, так и обрабатывающей.

В современном производстве используются все виды энергии, начиная от физической силы человека, силы живых двигателей, гидроэнергии, силы ветра, энергии тепловой и механической и кончая электричеством, химической энергией.

В ближайшее время будет широко использоваться внутри-атомная энергия, уже применяемая в хозяйстве СССР и призванная осуществить революцию во всей системе мировой энергетики. В Директивах XX съезда КПСС намечено значительно расширить в шестой пятилетке применение атомной энергии в мирных целях, построить в течение 1956—1960 гг. атомные электростанции общей мощностью 2—2,5 млн. квт.

Все эти виды энергии, а в особенности техника их использования, обладают существенными различиями, определяющими границы их применения. При этом в одних случаях определенные виды энергии могут быть заменены другими (тепловая — химической или электрической, механическая — электрической и т. д.), в других случаях те или иные виды энергии экономически незаменимы и являются уникальными. Отсюда вытекает особая задача изучения экономических основ выбора того или иного вида энергии, а также структуры энергопотребления в целом, т. е. соотношения видов и масс энергии, потребляемой в процессе производства.

Важнейшей проблемой является в этом случае наблюдение за последовательностью изменения и рационализации структуры энергопроизводства (источников энергоснабжения) и энергопотребления, в особенности за процессами электрификации производства и потребления, их теплофикации и газификацией. Статистическим отображением этих процессов является изменение структуры так называемых энергобалансов и, в частности, народнохозяйственных и районных энергобалансов, а также теплового и топливного балансов, находящихся в тесной взаимосвязи и взаимозависимости.

Важным направлением в изучении современного энергохозяйства в его современных масштабах является также изучение энергетики как крупной самостоятельной отрасли народного хозяйства, имеющей целью использование природных энергетических ресурсов и представленной рядом мощных предприятий — электростанций, газовых заводов, газопроводов и т. д.

Изучение энергетического хозяйства в этом направлении предполагает прежде всего учет особенностей производства энергии (в частности, электрической). Эти особенности связаны с непрерывностью (единством) процесса превращения сил природы в энергию, подчиненную человеку, и с последующим переходом одних видов энергии в другие, а в конечном счете — в конкретную полезную работу (давление, резание, плавка, электролиз и т. д.).

Сами по себе процессы последовательного превращения одних видов энергии в другие не являются каким-либо исключением. Любой процесс обработки сырья для получения конечного продукта (в особенности в промышленности) представляет собой ряд последовательных превращений исходного сырья. Однако

для производства и потребления энергии характерно единство этого процесса, т. е. совпадение производства и потребления энергии как во времени, так и по объему (за вычетом потерь в самих процессах перехода одних видов энергии в другие). Отсюда вытекает особенность учета продукции энергетических предприятий и установок; последняя может быть выражена в однородных единицах, а главное не требует учета остатков незавершенного производства, которого в энергопроизводстве быть не может.

Единство процесса превращения одних видов энергии в другие предполагает подсчет конечных результатов производства энергии без повторного счета продукции отдельных двигателей, если один вид энергии превращается в другой (например, тепловая — в механическую, а последняя — в электрическую). Эта задача непосредственно связана с учетом мощности и использования силового аппарата энергетических предприятий, их коэффициентов полезного действия, размера потерь энергии в сетях и передачах, а также с учетом ее полезного отпуска потребителям.

Важным направлением в изучении энергетики является рассмотрение энергетических факторов производства как производительных сил, присущих любому производственному процессу, в особенности промышленному. Отсюда вытекают задачи выявления структуры и состояния двигателей, измерения степени их использования, уровня централизации энергоснабжения, а также связи энергетических факторов с другими производительными силами производственного процесса. Особую роль играют в этом случае коэффициенты энерговооруженности труда, а также показатели уровня (норм) затрат тех или иных видов энергии на единицу продукции.

В результате теснейшей зависимости энергопроизводства от расхода топлива возникает дополнительная задача анализа энергетических показателей во взаимосвязи с показателями расхода топлива — с характеристикой топливного хозяйства предприятий, структурой топливного баланса как страны в целом, так и ее отдельных районов.

При правильном построении статистических показателей, относящихся к этим вопросам, энергетическая статистика дает материал исключительной важности. Статистический материал, лежащий в основе наблюдения за развитием энергетической базы социалистического народного хозяйства, дает исходные данные для построения, корректировки и рационализации планов энергоснабжения, а также для вскрытия неиспользованных резервов мощности энергетического оборудования.

Изучение энергетического хозяйства в целом, его комплексного развития имело исключительное значение на всех этапах развития социалистической экономики. Это объясняется той ролью, которую играет энергетика в процессе реконструкции социалисти-

ческого хозяйства в целом и ее главных отраслей — промышленности, сельского хозяйства, транспорта и др.

Без основательного знания современного состояния и развития энергетической базы и энергоресурсов страны, а также ее отдельных районов, объема и структуры энергетического баланса, соотношения между отдельными энергосистемами и энергопотреблением различных отраслей народного хозяйства и отраслей промышленности, без знания норм потребления энергии, без теоретически обоснованных энергетических коэффициентов невозможно разработка перспективных планов развития энергетической базы народного хозяйства и всех его отраслей.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

Энергетическое хозяйство представляет собой сложное соединение приборов и устройств. Оно распадается на три основных звена: 1) энергопроизводство, 2) энергораспределение, 3) энергопотребление. В условиях социалистического планового хозяйства эти звенья взаимосвязаны и образуют целостные *энергосистемы*.

Под *районной энергетической системой* понимается объединение районных электростанций Министерства электростанций и блок-станций¹ других предприятий, работающих на единую районную электро- и теплотсеть в целях централизованного снабжения народного хозяйства данного района электрической и тепловой энергией.

Задача каждой энергосистемы сводится прежде всего к превращению потенциальных сил природы в тот или иной конкретный вид энергии, потребляемой промышленностью, строительством, транспортом и другими отраслями народного хозяйства, культуры и быта. Центрами энергосистем являются обычно районные теплоэлектростанции или же газовые заводы, где сосредоточены наиболее крупные установки — производители (генераторы) энергии (электрической и тепловой). Составной частью энергосистем являются также энергораспределительные сети, т. е. сети электропередач, трансформаторные подстанции, газопроводы, теплофикационные трубопроводы. Они соединяют генераторы энергии с приемниками тока, тепла, газа у абонентов теплоэлектростанций и других централизованных производителей энергии. Совокупность таких приемников энергии у потребителей также является составной частью развитой энергосистемы.

В пределах каждой энергосистемы районного масштаба функции энергопроизводства и энергораспределения отделены в организационно-хозяйственном отношении от функций энергопотребления. Первые сосредоточены в пределах теплоэлектроцентралей и газовых заводов с принадлежащими им сетями передач и газо-

¹ Блок-станциями называются электростанции, работающие на общую сеть с районными электростанциями Министерства электростанций, но находящиеся в ведении других министерств и ведомств.

проводами, процесс же энергопотребления протекает у потребителей энергии — производственных предприятий и учреждений культурно-бытового обслуживания и населения. Поэтому на практике под энергосистемой часто понимается лишь комплекс теплоэлектростанций и сетей передач.

Однако теплоэлектростанции и газовые заводы сами по себе не являются полными энергосистемами, они, по существу, выступают лишь как энергоснабжающие системы. Наоборот, некоторые промышленные и транспортные предприятия, располагающие самостоятельными установками по производству и потреблению энергии, следует считать с организационно-хозяйственной точки зрения энергосистемами. Однако эти системы несовершенны в экономическом отношении в связи с односторонней структурой потребления энергии и неизбежной в силу этого дороговизны ее производства. В других предприятиях, снабжаемых тепловой и электрической энергией от районных станций, энергетическое хозяйство представлено лишь установками, потребляющими энергию (тепловую, механическую и электрическую). Такие предприятия требуют централизованного энергоснабжения, и это в ряде случаев приводит к лучшим хозяйственным результатам.

Таким образом, *характерной особенностью подлинных энергосистем является множественность групп потребителей, имеющих различные суточные графики расхода энергии* (например, промышленные предприятия, трамвай, бытовые потребители, зрелищные предприятия и т. д.). Благодаря различию графиков расхода поддерживается определенный уровень потребления (а следовательно, и производства) энергии, согласованный с режимом работы потребителей, а это обеспечивает равномерность нагрузки генераторов энергии и высокий показатель использования их мощности.

Создание и эксплуатация энергосистем неотделимы от планомерного (в народнохозяйственном масштабе) соединения в один энергетический комплекс предприятий разных отраслей. Поэтому районные энергосистемы имеют ряд преимуществ; в частности, районные электростанции имеют в среднем нагрузку около 5500 час. в году, а электростанции, не входящие в энергосистемы, — всего 3000—3500 час.

Основными элементами любого энергетического хозяйства, а следовательно, и основными единицами наблюдения в энергетической статистике являются *энергетические установки*.

Под энергетическими установками понимаются приборы, превращающие свободные (неорганизованные) силы природы в подчиненную человеку энергию или же превращающие один вид энергии в другой. Таковы, например, энергетические установки, при помощи которых тепловая энергия превращается в механическую (паровой котел — паровая машина или турбина) или же механическая энергия превращается в электрическую (электрогенератор), электрическая — в механическую (электромотор)

или тепловую (электронагревательные приборы), или лучистую (осветительные приборы) и т. д.

Элементами энергетического хозяйства являются также различные устройства для передачи энергии на расстояние, так называемые коммуникации — трансмиссии, передающие механическую энергию, электросети, теплосети (трубопроводы, паропроводы), служащие для передачи горячей воды и пара, газопроводы и т. д. Наконец, составной частью энергетического хозяйства являются специальные приборы для изменения так называемых рабочих параметров энергии, например, напряжения электрического тока (трансформаторы) или его фазности (преобразователи — умформеры), температуры пара (редукторы) и т. д. В пределах машин этого типа вид используемой энергии не изменяется, а потому они не являются энергетическими установками.

Наиболее развитой и сложной частью энергетического аппарата в конструктивном отношении являются двигатели, в состав которых входят как самые примитивные силовые установки, вроде водяного колеса или ветряного двигателя, так и сложнейшие мощные современные конструкции, например водяные, паровые, газовые турбины, двигатели внутреннего сгорания и др.

Возрастающее разнообразие конструкций современных двигателей объясняется тем, что развитие энергетической техники направлено на повышение коэффициента полезного действия двигателей, на преодоление действия закона рассеяния энергии в процессе ее превращения. Сложность — ступенчатость этого процесса приводит к различным по длительности циклам преобразования энергии (например, тепловой энергии топлива в энергию механическую), а это, в свою очередь, определяет различие процента потерь энергии в двигателях, т. е. влияет на их коэффициенты полезного действия.

В двигателях внутреннего сгорания процесс перехода энергии из одного вида в другой происходит в виде взрыва жидкого топлива — горючей смеси, которая мгновенно превращается в рабочий газ, давящий на поршень двигателя. Здесь имеет место однофазный процесс превращения энергии, протекающий в одной камере, а потому потери ее незначительны и коэффициент полезного действия двигателей внутреннего сгорания обычно колеблется в пределах 30—35%, что является высоким показателем.

В газогенераторном двигателе схема преобразования энергии сложнее: здесь происходит сначала соединение горючего газа с воздухом, дающее горючий газ (1-й процесс, 1-я камера), а затем — соединение горючего газа с воздухом (2-й процесс, 2-я камера), дающее рабочий газ, который воздействует на поршень. Коэффициент полезного действия в газогенераторах не превышает 17—26%, т. е. он значительно ниже, чем в двигателях внутреннего сгорания.

Наконец, в паровой машине (включая котел) имеет место трехступенчатый процесс: сжигание топлива в топке котла (1-й процесс), выделение рабочего тепла — парообразование в самом котле (2-й процесс) и процесс превращения тепловой энергии пара в механическую энергию (3-й процесс) в так называемой поршневой коробке. Коэффициент полезного действия паровой машины колеблется в пределах 8—12% и лишь в наиболее усовершенствованных машинах с конденсацией и перегревом пара достигает 16—22%.

Таким образом, от конструкции двигателя, преобразовывающего энергию, зависят экономичность работы и коэффициент полезного действия. Постоянная борьба за улучшение коэффициента полезного действия и является

причиной многообразия конструкций двигателей в современном энергетическом хозяйстве.

В связи с конструктивным многообразием двигателей и энергетических установок в целом их учет предполагает определенную группировку. В текущей энергетической статистике, в годовой отчетности и в промфинпланах промышленных предприятий двигатели в зависимости от конструкции относятся к различным классам.

Принципы, лежащие в основе классификации энергетических установок, сводятся к следующему.

Во-первых, все энергетические установки делятся на две группы:

а) *двигатели*, к которым относятся приборы, превращающие силы природы или какой-либо вид энергии в энергию механическую, в энергию движения (паровая машина, турбины, ветряной двигатель, электромоторы и др.);

б) *все прочие энергетические установки*, которые дают энергию тепловую, химическую, осветительную (паровые котлы, электролампы, электросварочные аппараты, нагревательные приборы и др.).

Во-вторых, энергоустановки различаются по месту, занимаемому ими в процессе превращения сил природы в какой-либо вид энергии; с этой точки зрения все энергетические установки подразделяются на *первичные* и *вторичные*.

К *первичным установкам* (первичным двигателям) относятся приборы, превращающие силы природы в механическую энергию, как, например, паровая машина, дизель, водяная турбина и др. (в сельском хозяйстве, помимо перечисленных, к первичным двигателям относятся также живые двигатели — рабочий скот).

К *вторичным энергетическим установкам* относятся те, которые превращают один вид энергии в другой, например электрогенераторы, электромоторы, немоторные электрические установки (электропечи, электрохимическая аппаратура, аппараты для электросварки, электрорезки и т. п.).

Все первичные (механические) двигатели подразделяются по *источникам энергии* (по видам используемых энергоресурсов); в этой связи двигатели делятся на тепловые, водяные, ветряные и прочие редко встречающиеся двигатели, как, например, двигатель солнечный, двигатель, работающий от разности температур воды в океане, двигатель, использующий силу морского прилива и отлива, и др.

В пределах этих групп первичные двигатели подразделяются по *принципу действия*: на двигатели прямолинейно-возвратного движения (например, паровая машина, дизель), поршень которых совершает противоположные по направлению движения, и двигатели ротационные (например, паровая турбина, водяная

турбина, колесо), рабочие органы которых совершают движения односторонние — по кругу.

Вторичные энергетические установки подразделяются, в зависимости от вида производимой ими энергии, на электрогенераторы, превращающие механическую энергию в электрическую (постоянного и переменного тока), и так называемые приемники тока. Последние преобразуют электрическую энергию генераторов в тот конечный вид энергии (механическую, тепловую, осветительную), какой необходим для ее производственного использования в процессах силовых, в высоко- и низкотемпературных процессах, для освещения и т. д.

Приемники тока подразделяются на три группы:

а) *электродвигатели* — электромоторы, которые с экономической точки зрения рассматриваются, прежде всего, как моторы «своего» тока (производимого в пределах данного предприятия), а также как моторы «чужого» тока, приводимые в движение от энергии, получаемой извне, например от электроцентрали;

б) *электроаппараты*, превращающие электроэнергию в тепловую или химическую энергию (с тем же подразделением);

в) *осветительные аппараты*.

Схема группировки энергетических установок получает при этом следующий вид:

А. Первичные энергетические установки (первичные двигатели)

I. Тепловые

1. Паровые:

а) поршневые (паровые машины стационарные и локомобили),
б) паровые турбины.

2. Двигатели внутреннего сгорания:

а) работающие на жидком топливе (бензиновые, керосиновые):
двигатели высокого сжатия (дизели),
двигатели низкого сжатия (цикл Отто),
б) работающие на газе:
газогенераторы,
газовые двигатели.

II. Водяные

1. Водяные турбины.

2. Водяные колеса.

III. Ветряные двигатели

IV. Прочие первичные двигатели

Б. Вторичные энергетические установки

I. Электрогенераторы

1. Постоянного тока.

2. Переменного тока.

II. Электромоторы (электродвигатели — приемники тока)

1. Своего тока (постоянного и переменного).

2. Чужого тока (постоянного и переменного).

III. Прочие вторичные энергетические установки (электроаппараты)