



Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Технология машиностроения»

**Р. И. Вечер**

# **ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ**

**ПОСОБИЕ**

по одноименному курсу  
для студентов специальности 1-36 01 01  
«Технология машиностроения»  
заочной формы обучения

Гомель 2008

УДК 621.311.017(075.8)  
ББК 31.29-5я73  
В39

*Рекомендовано научно-методическим советом  
заочного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 1 от 24.09.2007 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Металлорежущие станки» ГГТУ им. П. О. Сухого  
*Ю. А. Новоселов*

**Вечер, Р. И.**

В39 Основы энергосбережения : пособие по одноим. курсу для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» заоч. формы обучения / Р. И. Вечер. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2008. – 36 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://gstu.local/lib>. – Загл. с титул. экрана.

Рассматривает вопросы состояния и проблем экономии энергии в развитых странах мира; основные направления рационального использования энергии и организацию энергосбережения в промышленном производстве; особенности развития машиностроения, ведущие к изменению энергосбережения.

Для студентов специальности 1-36 01 01 «Технология машиностроения» заочной формы обучения.

УДК 621.311.017(075.8)  
ББК 31.29-5я73

© Вечер Р. И., 2008  
© Учреждение образования «Гомельский  
государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», 2008

## ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ

Экономический рост любой страны тесно связан с дальнейшим повышением энерговооруженности труда и энергонасыщенностью сферы быта. Все отрасли промышленности, транспорт, агропромышленный комплекс продолжают наращивать свои потребности в энергии и это потребовало бы увеличить в ближайшем 10-тилетии производство топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) примерно в 1,5 раза.

Потому ускорение развития народного хозяйства предусматривает перенесение центра внимания в области энергии с дальнейшего наращивания производства ТЭР на повышение эффективности их использования - экономию топлива и энергии, создание новых энергосберегающих технологий и новых машин с более высокими параметрами эффективности использования тепла.

Проблемой энергосбережения и эффективности использования ТЭР вплотную занялись в 70-х годах, когда неограниченное наращивание энергопотребления в целях максимальной интенсификации хозяйственного развития и его экономической эффективности привело к энергетическому кризису, потрясшему экономический и политический механизм ведущих стран. Физическая нехватка энерго-ресурсов (прежде всего нефти) и стремительный рост мировых цен на них в 1973-74 и 1979-80 гг. вынудили всерьез пересмотреть стратегию экономического развития стран с целью снижения энергоемкости общественного производства. Во всех промышленно-развитых странах разрабатываются программы направленные на снижение энергоемкости валового внутреннего продукта и промышленной продукции, уменьшение общих потребителей в энерго-ресурсах.

Экономия энергии и повышение эффективности использования ТЭР это не уменьшение объемов использования топлива и энергии в результате простого сокращения объемов производства, особенно в энергоемких отраслях промышленности, или в результате аварийного и сознательного сокращения объемов подачи тепловой и электрической энергии потребителям.

Действительной экономией энергии является такое снижение общего и удельного энергопотребления в стране или в сферах ее экономики, которое не ведет к снижению производительности труда и эффективности функционирования всего народного хозяйства, не ухудшает условия труда и отдыха людей.

По своей природе экономия энергии - явление «одноразового» эффекта. Достигнув своего предела, эффект остается постоянным или даже снижается по мере истощения «бросовых» потерь топлива и энергии. Обычно реализация таких мер по экономии энергии не требует крупных капиталовложений.

Повышение эффективности использования ТЭР - вот главное направление в топливно-энергетическом комплексе и во всех энергопотребляющих сферах народного хозяйства. Оно охватывает широкий круг проблем - от создания более совершенной технологии геологоразведочных работ и разработки месторождений ТЭР до максимального повышения КПД всей энергопотребляющей техники и создания новых энергосберегающих технологий.

Эффект этого энергосбережения достигается большой ценой, но зато он остается постоянным и нарастает по мере дальнейшего совершенствования технологий и увеличения объемов использования новых технологий.

## **СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГИИ В РАЗВИТЫХ СТРАНАХ МИРА**

Практически во всех странах мира в 1974-85 гг. были приняты и в различной степени реализованы специальные государственные программы экономии и оптимизации использования энергии:

- в США - проект «независимость», энергетические программы Р. Никсона, Дж. Картера, Дж. Форда;
- в ФРГ, Франции - специальные законы 1974-79 гг.;
- в Японии - принятый в 1978 г. проект «Лунный свет» и т. д.

Особенно показательна программа энергосбережения в Японии, основные меры которой предусматривали:

- усиление разъяснительной работы по вопросам рационального использования энергии и рекламы мер по экономии энергии среди населения и бизнесменов;
- постепенную замену промышленного и энергетического оборудования на более энергосберегающее;
- закрытие автозаправочных пунктов на субботу и воскресенье;
- установку лимита температуры в помещениях государственных учреждений на условиях, не превышающих +19°C зимой (что потребовало улучшения теплоизоляции зданий);

- сокращение затрат электроэнергии на 30% - на освещение и на 20% - при эксплуатации лифтов;
- сокращения скорости движения автомобильного транспорта на всех дорогах страны до 80 км/ч и 40 км/ч - в городах;
- перенесение торговой и любой рекламы в прессу (вместо световой);
- ограничение времени работы игровых и прочих увеселительных заведений;
- проведение единовременных (по графику) отпусков на предприятиях;
- и другие мероприятия.

Данная программа привела к экономии энергии около 7%. Все мероприятия по экономии энергии во всех странах мира можно разбить на два этапа (по времени они могут совпадать):

1. Организационно-технический, когда, используя кредитный, налоговый и ценовой механизмы, а также проводя широкую разъяснительную работу с потребителями топлива и энергии, страны добиваются сокращения потерь и нерационального использования энергии без существенного изменения технической и технологической базы энергопотребляющего аппарата, системы добычи и преобразования первичных ТЭР, т. е. без крупных капиталовложений в реконструкцию энергохозяйства стран;

2. Инвестиционно-технологический по созданию и широкому освоению новых, весьма капиталоемких энергосберегающих приемов и способов, связанных с существенной или полной сменой энергопотребляющего аппарата, новых систем разработки месторождений с более высокой степенью отбора первичных энергоресурсов и их глубокой переработкой. В большинстве стран мира в 1974-86 гг. осуществлялись мероприятия первого цикла, эффективность которых была высокой. Однако со временем она начала снижаться и в ряде стран уже стабилизировалась.

Промышленность является крупнейшим потребителем энергии (около 37% всего объема энергии). Наиболее энергоемкими отраслями промышленности являются черная и цветная металлургия, химия, нефтехимия и нефтепереработка, отрасли бумажно-целлюлозная и строительных материалов (на долю черной металлургии, алюминиевой промышленности и химии приходится примерно 50% всей потребляемой в промышленности энергии). Важные направления экономии энергии в черной металлургии связаны с утилизацией отработанных газов и других носителей средне- и низкопотенциального тепла, а также с совер-

шенствованием самих технологических процессов (замена природным газом кокса и нефтяного топлива, внедрение непрерывной разливки стали и т. д.).

Например, удельный вес технологии непрерывной разливки стали в общем объеме ее выплавки вырос только с 1974 по 1981 г. (период нефтяного кризиса): в США с 8,1% до 21,1%; в ФРГ - с 19,4% до 53,6%; в Англии - с 5% до 31,8%.

Немалые резервы экономии энергоресурсов в развитых странах связывают с попытками уменьшения и практически прекращения сжигания попутного газа на промыслах (например, только в Северной Америке и странах Западной Европы в 1981-84 гг. сжигалось примерно 50 млрд. м<sup>3</sup> попутного газа, а в 90-х годах - примерно 5... 7 млрд. м<sup>3</sup>).

Все мероприятия по экономии энергии на транспорте сводятся к экономии бензина и дизельного топлива за счет:

- повышением топливной эффективности легковых автомобилей путем улучшения топливных систем мотора, снижения площади салона и веса автомобиля, дизелизация грузового и легкового транспорта;

- упорядочения пользования транспортными средствами, регулированием выхода машин на линию, их скорости и продажи бензина.

Тем не менее, реализация всех этих возможностей идет очень трудно, т. к. требуют крупных капиталовложений и времени (по данным США для замены автомобильного парка и перестройки автозаводов необходимо 20 лет).

Вторым, после промышленности, потребителем энергии является коммунальный и коммерческий сектор (примерно 32%). Основные направления экономии в этой области:

- упорядочение расходования энергии путем принятия строительных стандартов, имеющих силу закона, регулирование цен, проведение целенаправленной налоговой и кредитной политики.

Поскольку в коммунально-бытовой сфере примерно 80...90% энергии тратится на обогрев помещений и кондиционирование воздуха, наибольшее внимание уделяется совершенствованию теплоизоляции зданий, их отопительных систем, улучшению контрольной и автоматической регулирующей аппаратуры, энергетической эффективности всех бытовых электроаппаратов и нагревательных приборов и установок. Например: в США устанавливаются несложные термостаты для регулирования температуры внутри зданий.

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЭКОНОМИИ ЭНЕРГИИ В СТРАНАХ СНГ

До начала 90-х годов в СССР не было научного обоснования экономической эффективности энергосбережения, условий экономической эффективности перевода на энергосберегающие технологии отраслей промышленности и регионов страны (с учетом НТП, специфических условий и межхозяйственных связей конкретных регионов). Не велась подготовка кадров и в должной мере разъяснительные работы с потребителями энергии о конкретных путях и способах экономии энергии.

Поэтому в настоящее время мы идем пока «методом проб и ошибок», чаще всего, руководствуясь общими словами призывов, а не экономической наукой.

Экономическая наука должна четко и однозначно определять и узаконить такие понятия как: где экономия энергии, где замена видов ТЭР, где волевые урезания поставок топлива и энергии потребителям под видом совершенствования норм расхода без предварительного обновления техники и технологии. И сказать, где и почему эти меры приемлемы и когда экономически выгодны (или вредны).

Экономия энергии по ряду факторов и сложившейся специфики наших стран зависит от деловых и моральных качеств тех, кто строит и эксплуатирует системы водо-, теплоснабжения, горячего водоснабжения хозяйственных и бытовых объектов. Например: вентили регулирования подачи тепла в квартиру - не работают; ремонт сантехники производится чаще всего при наличии у жильца манжеток, прокладок, кранов и т. д.; монтируют отопительные элементы в стеновые панели, обогревая тем самым и окружающую среду улицы и др.

Главное в энерго- и ресурсосбережении в современных условиях - это перестройка планирования и производства в направлении оптимизации структуры производимых в стране видов промышленной, сельскохозяйственной и пищевой продукции, приведения их выпускного количества в соответствие со спросом при радикальном повышении качества. Например: удельная металлоемкость выпускаемых в стране машин, станков агрегатов на 25% выше, чем в мире; 15% металла в стране уходит в стружку (примерно 23 млн. тон в год); 24% - в технологические отходы машиностроения; бездарно теряемое количество металла, цемента, пищевых продуктов, лесоматериалов и т. д. - вот потери человеческого труда, природных богатств, в том числе и ТЭР.

Следующими по мере ответственности за разумное использование топлива и энергии являются проектные бюро и институты, дающие путевку в жизнь проектам уже к моменту выпуска устаревших конструкций энергопотребляющих систем во всех сферах экономики страны. Например: комплексы из бетона, стали и стекла, в которых жарко летом и холодно зимой. А если добавить еще и плохую работу строительных организаций - картина получается хуже некуда.

Таких ситуаций, моментов, отношений и порядка в системе потребления всех видов энергии в стране много. Поэтому у нас возможна очень высокая эффективность довольно простых организационных мер по упорядочению использования и экономии энергии.

В условиях стран СНГ огромное значение приобретает уменьшение потерь электроэнергии в распределительных сетях и линиях передачи (ЛЭП). В целом потери составляют:

в ЛЭП с напряжением 500 - 750 кВ - 7,1%;

в ЛЭП с напряжением до 35 кВ - 41,3%.

Поэтому преимущественное развитие должно получить ЛЭП до 500 - 750 кВ.

Как и в мире, крупным потребителем энергии в промышленности является черная и цветная металлургия.

Так при доменном производстве чугуна возможна экономия в улучшении подготовки всех компонентов технологического производства: предварительное обогащение шихты железом, нагрев шихты и продуваемого газа, обогащенного кислородом; использование доменного газа (во всех промышленных странах он используется в хозяйственных целях, у нас большая часть выбрасывается в атмосферу, загрязняя ее). На выплавку 1 тонны стали у нас расходуется на 113 кг условного топлива (у.т.) больше, чем в Японии, что оборачивается стране перерасходом более 11 млн. т. топлива в год. Во всем мире давно уже проводится курс на энергичную замену энергорасточительных мартеновских печей кислородно-конверторными установками для выплавки стали, электропечами, быстро и широко осваивают непрерывную разливку стали, у нас же они составляют только 44%, в Японии - 90%.

Не исчерпали резервы экономии металла выплавкой его из лома: металл ржавеет вдоль дорог, на полях, в лесах. Около 20 лет действует установка для производства проволоки литейно-прокатным способом, который позволяет уменьшить расход энергии по сравнению с традиционным способом в 15 раз - но эта установка пока единственная в г. Электросталь.

Большими пока не реализованными резервами экономии энергии и повышения эффективности использования природных ТЭР располагают отрасли по добыче и переработке угля, газа, нефти.

На промыслах страны ежегодно теряется от 15 до 20 млрд. м<sup>3</sup> попутного газа (он сгорает в факелах), теряем 23% запасов угля при его подземной добыче и 6 - 7% при открытой.

Но главное - это моральное устаревание большинства горной, нефтегазопромысловой и энергетической техники, обновление которой происходит пока медленно. Из-за этого в масштабах стран СНГ перерасходуются десятки млн. тонн условного топлива.

Транспорт потребляет 13 - 15% всех ТЭР, поэтому наиболее остро стоит вопрос об экономии транспортом в первую очередь нефтяного моторного топлива (бензина и дизельного топлива). А это связано с проблемами улучшения сети автомобильных дорог, совершенствования двигателей и повышения аэродинамических свойств машин, а также вопросами улучшения структуры автомобильного транспорта и грамотности эксплуатации машин. Известно, например, что техническое состояние дорог вызывает перерасход бензина в сельских районах до 50%. Дорога с гравийным покрытием увеличивает перерасход на 30%, грунтовая дорога - на 40%; 25% перерасхода зависит от квалификации водителя; дизельный двигатель экономичнее на 30 -40% бензинового; применение бортовой ЭВМ экономит до 40% топлива.

Сфера быта и услуг расходует около 20% ТЭР. И экономия энергии здесь осуществляется в направлении:

1. Улучшение термоизоляции строящихся жилых, общественных и производственных помещений с учетом климатических условий районов строительства;
2. Улучшения бытовых нагревательных приборов (повышение КПД, автоматическое регулирование температуры теплоносителя);
3. Улучшение термоизоляции эксплуатируемых помещений;
4. Внедрение контрольно-измерительной аппаратуры регистрации расход газа, воды, электроэнергии;
5. Использование теплорегенерирующей аппаратуры, солнечных нагревателей и ветровых двигателей, способных давать энергию в нагревательные приборы;
6. И другие основные направления рационального использования энергии и организация энергосбережения в промышленном производстве.

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ И ОРГАНИЗАЦИЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

Наряду с вводом в действие новых энергетических установок важное значение приобретает рациональное использование ТЭР и всемерное использование энергетических резервов производства. При этом необходимо учитывать вопросы трудосбережения, применение новых технологических процессов, внедрения ГАП и робототехники, возрастание стоимости ТЭР, усиление электрификации производства, необходимость проведения технологических и энергетических маневров с целью повышения адаптации систем энергообеспечения к различным возмущениям.

В настоящее время высока роль электроэнергии в промышленном производстве. Так в технологических процессах это связано с переходом к качественно новым технологиям, основанным на использовании всего аспекта электромагнитных излучений (постоянный ток, ток промышленной и повышенной частот, оптическое и рентгеновское излучение), с созданием энергетически безотходных производств, с применением электрохимических и плазменных технологий. Все это способствует энерговооруженности труда.

Например, доля участия электроэнергии в производственных процессах машиностроения характеризуется следующим:

- электрификация силовых процессов близка к завершению (99,5%);
- применение электроэнергии в процессах тепловой и химической обработки материалов (электроискровая, электроимпульсная, электроконтактная, электрохимическая, анодно-механическая, лучевая, ультразвуковая и магнитная обработка изделий).

В электротехнологии исключается промежуточное преобразование электроэнергии в другие виды энергии, что повышает эффективность использования электроэнергии, ускоряет производственный процесс.

Одним из последствий электротехнологической перестройки промышленности и интенсификации энергоиспользования является рост коэффициента полезного использования первичных энергоресурсов. В среднем по народному хозяйству он достиг 45% (почти мировой уровень), однако в промышленности он составляет примерно 28%. Основные резервы роста КПИ заключены, прежде

всего, в росте КПД энергетического оборудования (особенно относится к промышленным печам), т. е. в уменьшении уровня потерь, расширении области использования вторичных энергоресурсов, улучшении эксплуатации и повышении качества энергии снабжения промышленных потребителей.

Около 75% потерь энергии, имеющих место в процессе добычи, обогащения, транспортировки, преобразования и потребления энергоресурсов, приходится на промышленное производство. Поэтому задача экономии энергии в промышленности является актуальной (намечено получить экономию ТЭР=80%).

В качестве примера рассмотрим основные направления экономии электроэнергии в машиностроении:

1. совершенствование и рационализация технологических процессов. Так, применение индукционного способа термообработки деталей и закалки их ТВЧ вместо термообработки в печах сопротивления позволяет в 2 – 3 раза сократить расход электроэнергии;

2. внедрение прогрессивных технологических режимов и методов работы оборудования. Это и повышение скорости резания, уменьшение припусков, введение оптимальных температурных режимов при электронагреве и термообработке металлов и т. д. Например: увеличение скорости резания на станках с 50 до 200 м/мин снижает расход электроэнергии на 17%, а применение скоростных плавок на оптимальном режиме уменьшает на 20 - 30% удельный расход энергии;

3. улучшение качественных характеристик используемого оборудования. Например: резервы экономии электроэнергии на самых энергоемких электроустановках связана с потерей теплоты через поверхность и составляют до 48%. Перевод конструкций станков с направляющих скольжения на гидростатические направляющие, что приводит к значительному уменьшению коэффициента трения, а таким образом и снижению мощности привода подач, обеспечивает экономию электроэнергии до 7%;

4. уменьшение объема металла, снимаемого при обработке. Только замена механической обработки операциямиковки, штамповки, точным литьем сокращает расход электроэнергии на 15 - 20%;

5. установка ограничителей холостого хода на станок всегда оправдана экономией электроэнергии, если по технологической операции время составляет 10 с и более;

6. замена асинхронных; двигателей синхронными, обладающими более высоким КПД и меньшей чувствительностью к перепадам напряжений, экономит электроэнергию на 1 - 3%;

7. внедрение прямого технологического использования электроэнергии;
8. совершенствование конструкций промышленных зданий и сооружений;
9. реализация структуры, режимов и эксплуатации осветительных установок;
10. и другие мероприятия.

Работу по энергосбережению проводят в два этапа:

1. разработка и реализация мероприятий, не требующих крупных дополнительных затрат;
2. обоснование и внедрение новых энергосберегающих техники и технологии, которые требуют значительных денежных средств.

Проведение энергосберегающих мероприятий для энергохозяйств промышленных предприятий проводят по схеме:

- разработка энергетического баланса и определение удельных расходов энергии;
- выявление оборудования с высоким расходом энергии;
- оценка эффективности различных мероприятий по экономии энергоресурсов;
- определение конкретных задач по экономии;
- составление плана и программ для решения задач;
- реализация программ;
- оценка результатов внедрения энергосберегающих мероприятий.

Управление использованием ТЭР на предприятии содержит функции планирования, организации, регулирования, учета, контроля и стимулирования. При этом оно имеет управляющую (планово-экономический отдел, ОГМ, ОГЭ, ОГМетал) и управляемую (производственные цеха, которые являются потребителями ТЭР, занимаются хранением, транспортировкой или преобразованием ТЭР) части. Глобальные вопросы решает руководство - директор и главный инженер.

## **ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ЗЕМЛИ**

Энергия - всеобщая основа природных явлений, базис культуры и всей деятельности человека. По видам энергия подразделяется на химическую, механическую, электрическую, ядерную и др. Возможная для практического использования человеком энергия со-

средоточена в материальных объектах, называемых энергетическим и ресурсами.

Энергоресурсы разделяют на возобновляемые, т. е. непрерывно восстанавливаемые природой (вода, ветер, солнце) и невозобновляемые, т. е. ранее накопленные в природе, но в новых геологических условиях практически не образующиеся (уголь, нефть, газ).

Получение энергии необходимого вида и снабжение его потребителей происходит в процессе энергетического производства, в котором выделяют 5 стадий:

1. получение и концентрация энергетических ресурсов: добыча и обогащение топлива, концентрация напора с помощью гидротехнических сооружений;

2. передача энергетических ресурсов к установкам, преобразующим энергию. Она осуществляется перевозками по суше, воде или перекачкой по трубопроводам воды, газа и т. д.;

3. преобразование первичной энергии (непосредственно извлекаемая в природе: энергия топлива, воды, ветра, тепла) во вторичную (энергия, получаемая человеком), имеющую наиболее удобную для распределения и потребления в данных условиях форму;

4. передача и распределение преобразованной энергии;

5. потребление энергии, осуществляемое как в той форме, в которой она доставлена потребителю, так и в преобразованной.

Общее мировое производство энергетических ресурсов в 2000 г. ожидается равным 20 млрд. т. у. т. В его структуре ведущее значение будут иметь нефть и газ доля которых составит  $\frac{3}{5}$  всего производства энергоресурсов;  $\frac{1}{5}$  – приходится на ядерное горючее; оставшуюся часть составят твердые топлива.

Если принять всю потребляемую энергию за 100%, то на тепло приходится 79% и на механическую энергию 21%. В свою очередь тепло (79%) расходуется: на промышленные нужды 51% и на быт – 28%. Механическая энергия (21%) расходуется на сельское хозяйство – 3%, промышленность – 6%, быт – 5%, транспорт 7%.

## **ВИДЫ И ЗАПАСЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ**

### **Уголь**

Мировые геологические запасы угля, выраженное в условном топливе равны 12000 млрд. т. (6000 млрд. т. достоверные). Наибольшими достоверными запасами обладают страны СНГ и США, далее Германия,

Англия. Запасы угля мирового масштаба находятся в Восточной и Западной Сибири.

### **Нефть**

Запасы оцениваются в 200 млрд. т. (53 млрд. т. - достоверные). Более половины всех достоверных запасов находятся в странах Среднего и Ближнего Востока (61%). В странах Западной Европы, где имеются высокоразвитые производительные силы, сосредоточено лишь 0,5% достоверных запасов.

Нефть - это жидкость бурого цвета, содержащая в себе газообразные и летучие углеводороды. При перегонки нефти получают ряд продуктов, имеющих важное техническое значение. Нефть была известна еще грекам и римлянам в VI веке до н. э., которые называли ее питтолиумом. Применяемое с 1594 г. стали вырывать на пористых пластах песчаника или известняка, пропитанных жидкостью, специальные глубокие колодцы, откуда черпали нефть. С помощью колодцев нефть добывали до 19в. Первая в мире нефтяная скважина пробурена в 1848г. Ф.А. Семеновым в урочище Биби - Эйбат на берегу Каспийского моря.

Быстрый рост потребления нефти определяется в основном 4 причинами:

1. развитием транспорта всех видов и в первую очередь автомобильного и авиационного;
2. лучшими показателями добычи, транспортировки и использования по сравнению с твердым топливом;
3. стремлением в кратчайшие сроки и с минимальными затратами перейти к использованию природных энергетических ресурсов;
4. стремлением в промышленно развитых странах получить возможно большие прибыли за счет эксплуатации нефтяных месторождений развивающихся стран.

### **Природный газ**

Мировые геологические запасы газа оцениваются в 140–170млрд.м<sup>3</sup> нефть и газ нужны также и для химической промышленности. Из них получают более 5000 синтетических полезных продуктов. Однако пока только 3...5% от добытых запасов перерабатывается как химическое сырье. Затраты на бурение нефтяных и газовых месторождений составляют более 70% от затрат, расходуемых на проведение геологоразведочных работ. Распределение достоверных запасов по странам: страны Среднего и Ближнего Востока - 21%. США - 28%, Африка - 15%., СНГ - 14%.

## **Гидроэнергетические ресурсы**

Гидроэнергия на Земле оценивается примерно в 33000 ТВт ч в год, из которых 25% этой энергии может использоваться для практических нужд. Это примерно в 2 раза больше ежегодной выработки электроэнергии всеми электростанциями мира.

Распределение гидроэнергетических ресурсов по странам: СНГ - 60%, США. -25%, Канада и Норвегия - по 5%.

Например: уникальные запасы гидроэнергетики сосредоточены на реках Ангаре и Енисее. На них построено более 10 крупнейших ГЭС общей мощностью 60 млн. кВт. В отличие от невозобновляемой химической энергии, запасенной в органическом топливе, кинетическая энергия движущейся в реках воды возобновляема. На ГЭС она превращается в электроэнергию.

Большое внимание уделяется в настоящее время энергетике приливов и отливов, которая имеет пульсирующий характер выдачи мощности - в течение лунных суток (24 ч. 50 мин.) дважды наблюдается повышение и понижение уровня воды в морях и океанах. Например: амплитуда колебаний воды в Магелановом проливе равна 18 м, а у берегов Америки - 21 м. Явление приливов и отливов главным образом связаны с положением Луны на небосклоне. А наибольший эффект достигается когда Земля, Луна и Солнце находятся на одной прямой.

## **Атомная энергия**

К 1980 г. суммарная мощность АЭС в 20-ти странах мира достигла 140 тыс. МВт. Предполагается к началу 21 в. она составит 900 тыс. МВт. В настоящее время работы в области атомной (ядерной) энергетике направлены на создание нового источника энергии - термоядерного контролируемого синтеза, при котором используется изотоп водорода, содержащийся в морской воде. Количество энергии, выделяемой газообразным дейтерием массой 1 кг в результате реакции синтеза, соответствует энергии, выделяемой при сжигании 10 тыс. т. угля. При этом он не дает радиоактивных отходов, а запасов дейтерия в морях и океанах мира хватит для выработки в течении миллиарда лет в 1000 раз большего количества энергии, чем то, которое дают все электростанции мира.

## **Прочие энергоресурсы**

### **а) Энергия ветра.**

Развиваемая ветром мощность достигает  $(20 - 25) \times 10^9$  кВт. Это в 2,7 раза больше суммарного расхода энергии на планете (считается, что полезно может быть использовано только 5% от этой мощности);

#### б) Энергия Солнца.

Его энергия эквивалентна условному топливу массой 1,2-1014 т. Однако в настоящее время стоимость электроэнергии, например, с применением солнечных элементов в 100 - 200 раз больше, чем традиционными методами.

Впервые энергия солнечных лучей применили французские инженеры в 1900 г. для питания двигателя типографного станка.

В настоящее время усовершенствования в технологии производства фотопреобразователей вызвали новые предложения по применению солнечной энергии: дом с солнечным энергоснабжением; орбитальная электростанция, передающая энергию на Землю.

#### в) Геотермальная энергия.

Использование энергии теплоты Земли - это перспектива. Термальные воды для теплоснабжения используют в Австралии, Новой Зеландии, Италии.

#### г) Биологическая энергия растений.

#### д) Химическая энергия водорода.

#### е) и другие.

### **ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕ В МАШИНОСТРОЕНИИ**

На долю машиностроения приходится примерно 1/4 промышленной продукции, примерно 15% стоимости основных промышленно-производственных фондов, примерно 40% численности промышленно-производственного персонала.

Затраты на энергию в себестоимости продукции машиностроения составляют 3,2% (в среднем по промышленности - 6%). На долю электроэнергии в машиностроении приходится примерно 10% энергопотребления отрасли, а на долю топлива и теплоэнергии - соответственно 10 и 20%.

Структура энергопотребления отраслей машиностроения зависит от применяемого оборудования, вида энергии, используемой в различных технологических процессах и размещения предприятий.

По направлениям потребления энергии различают расход на технологические цели, двигательную нагрузку и обеспечение условий труда.

К энергии на технологические цели относится энергия, используемая на технологический нагрев (в технологических печах, сушильных камерах, сварочных аппаратах и т. п.), энергия, потребляемая на

химические процессы (выщелачивание, электролиз и т. п.), на электроэрозию, электростатические процессы и т. п.

К двигательной нагрузке (силовому энергопотреблению) относится потребление энергии приводами основных производственных агрегатов (двигателями станков, молотами и прессами) и подъемно-транспортных устройств (передвижных кранов, автопогрузчиков).

К обеспечению условий труда относится отопление, вентиляция, кондиционирование воздуха, энергия на производственное и непроизводственное освещение, на средства связи и управления.

По энергопотреблению в машиностроении выделяются производства: электроемкие, топливемкие и теплоемкие, а по направлениям использования энергии - производства с преобразованием энергии на технологические цели и на обеспечение условий труда.

Основная доля тепла в машиностроении расходуется на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. На технологические цели расходуется 10... 50% теплоэнергии.

С 80-х годов в машиностроении значительно снизилось потребление топлива за счет замены его электроэнергией в процессах нагрева, термообработки и плавки, а также перевода внутриводного транспорта с дизельного топлива на электроэнергию.

Высокий уровень потребления электроэнергии в таких подотраслях машиностроения как станкостроение, сельскохозяйственное машиностроение, приборостроение, электротехническая промышленность вызван широким внедрением электротехнологии на предприятиях.

Несмотря на многообразие продукции, выпускаемой предприятиями машиностроения, основной комплекс технологических процессов можно свести к схеме:

### Схема энергоносителей для технологических процессов

Основные цеха	Технологические процессы	Энергоносители					
		Эл. эн.	Пар	Гор. вода	Сж. воздух	Газ	Проч.
Кузнечные	Подготовка заготовки;	+				+	
	Нагрев под ковку и штамповку;	+				+	+
	Ковка, штамповка;	+	+			+	
	Термообработка (отжиг и нормализация поковок).	+				+	+

Механические	Металлообработка; Закалка ТВЧ; Электроискровая и анодно-механическая обработка; Сварка, пайка, резка.	+			+		+	+
Термические	Закалка; Отпуск; Цементация; Азотирование; Цианирование.	+					+	+
Гальванопокрытий	Подготовка к покрытию; Гальванопокрытие электролитическим путем; Отделка поверхностей после покрытия.	+		+				
Литейные	Смесеприготовление; Формовка и изготовление; Плавка металла; Выбивка и отчистка отливок; Мойка деталей; Термообработка деталей	+			+		+	+

Использование электроэнергии и газа в технологических процессах растет высокими темпами. На таких машиностроительных предприятиях, как транспортные, автомобильные, станкостроительные (имеющие кузнечные, литейные и термические цеха) удельный вес электротехнологических процессов превышает 50%. К их числу относятся такие новые технологические процессы, как электрохимическая и электронно-ионная технология, электроэрозия, плазменная обработка и т. п.

По расходованию энергии тепла технологические процессы в машиностроении делят на высоко-, средне- и низкотемпературные процессы.

К высокотемпературным процессам относят процессы, осуществляемые при  $t^{\circ} > 500^{\circ}\text{C}$  - процессы термообработки, нагрева под ковку и штамповку, плавку. Энергоносителями могут служить электроэнергия и топливо: электропечи (индукционные, контактные, печи сопротивления) и пламенные печи (печи на жидком (мазуте) и газообразном топливе). Прогрессивными процессами нагрева в настоящее время являются безокислительный и малоокислительный нагрев (в расплавленном стекле, в соляной ванне) - который защищает металл от окисления при скорости нагрева в 2 раза большей, чем в пламенных печах.

К высокотемпературным относят также сварку, пайку и резку металлов, осуществляемую при  $t=500...1500$  °С с использованием электрической, газовой, химической и механической энергии.

К среднетемпературным процессам ( $t=150...500$  °С) относят процессы сушки, нагрева с использованием электроэнергии, пара и различного вида топлива.

Процессы, выполняемые при  $t < 150$  °С относят к низкотемпературным. Они обеспечивают условия труда и производства - отопление, вентиляция, горячее водоснабжение, а также технологические процессы - гальванопокрытие, сушка, мойка, окраска. При этом энергоносителями служат пар и горячая вода.

Для машиностроения характерно неравномерное распределение электронагрузки. Максимальное потребление электроэнергии приходится на часы пиковой нагрузки энергосистем. В связи с этим число часов использования максимума активной нагрузки по предприятиям за год колеблется от 3100 до 4550, коэффициент неравномерности нагрузки соответствует 0,178...0,525. Большинство предприятий имеет утренний максимум нагрузки.

На базе электрификации промышленности происходила концентрация не только энергетических, но и производственных мощностей. В настоящее время число крупных промышленных предприятий с годовым потреблением электроэнергии более 20 млн. кВт·ч составляет 14% от общего числа предприятий, а они потребляют 68% электроэнергии. В тоже время предприятия с годовым потреблением до 2 млн. кВт·ч составляют 26%, а потребляют они всего 3% электроэнергии.

Наряду с использованием электроэнергии для силовых процессов широкое распространение получают электротехнология, т. е. применение электроэнергии в процессах тепловой и химической обработки материалов. Увеличивается доля использования в технологических процессах ТВЧ, ультразвука, плазмы, лазерного луча, сильного электромагнитного поля. Это связано с большими преимуществами электротермии: легкая регулируемость процесса, точность поддержания режима, воспроизводимость результатов обработки, защита нагреваемых материалов от вредных воздействий среды и т. д., что приводит к повышению качества продукции за счет улучшения свойств термообработанных деталей. Наиболее перспективны современные электротехнические процессы на базе порошковой металлургии.

Основные направления электрификации в машиностроении:

1. создание более производительного оборудования;
2. улучшение структуры оборудования за счет внедрения оборудования, резко повышающего коэффициент использования металла;

3. механизация вспомогательных ручных работ.

Направления 1-3 будут определять дальнейшую динамику потребления электроэнергии на силовые нужды в промышленности.

4. широкое внедрение методов электроплавки, электронагрева и термообработки материалов, обеспечивающих экономию металла, повышение качества продукции, автоматизацию производства и улучшение условий труда работающих;

5. освоение и внедрение принципиально новых физических и химических приемов обработки материалов, особенно сверхтвердых и со сложной конфигурацией.

Направления 4-5 будут определять масштабы и структуру использования электроэнергии на технологические нужды.

В настоящее время для машиностроения характерно малое число часов использования установленных энергетических мощностей, что связано со снижением коэффициента сменности работы оборудования, применением установленных энергетических мощностей над необходимыми по технологическим условиям.

Уровень потерь энергии в машиностроении определяется двумя группами факторов. К первой группе относятся конструктивные особенности находящегося в эксплуатации оборудования, правильный подбор его по мощности, производительности, типу, т. е. уровень потерь здесь зависит от того, насколько оборудование отвечает современным требованиям (по КПД, производительности, качеству и т. д.) и правильно ли оно выбрано.

Например, незначительное усовершенствование технологии на основе рациональных методов и режимов эксплуатации технологического оборудования обеспечит экономию электроэнергии до 15% без капитальных затрат.

Ко второй группе относятся организационные факторы процессов производства и потребления различных видов энергии, загрузка оборудования, сменность его работы и т. п.

С энергетической точки зрения желательно, чтобы число преобразований энергии на предприятии было минимальным, т. к. всякое преобразование энергии связано с ее потерями. Чем меньше преоб-

разований претерпевает энергия на предприятии, тем выше КПД энергоиспользования предприятия.

Основные направления экономии электроэнергии на предприятиях машиностроения:

1. совершенствование и рационализация технологических процессов. Так, применение индукционного способа термообработки деталей и закалки их ТВЧ вместо термообработки в печах сопротивления позволяет в 2 - 3 раза сократить расход электроэнергии;

2. внедрение прогрессивных технологических режимов и методов работы оборудования. Это и повышение скорости резания, уменьшение припусков, ведение оптимальных температурных режимов при электронагреве и термообработке металлов и т. д. Например: увеличение скорости резания на станках с 50 до 200 м/мин снижает расход электроэнергии на 17%, а применение скоростных плавок на оптимальном режиме уменьшает на 20 - 30% удельный расход электроэнергии;

3. улучшение качественных характеристик используемого оборудования. Например: резервы экономии электроэнергии на самых энергоемких электроустановках связана с потерей теплоты через поверхность исоставляют до 48%. Перевод конструкций станков с направляющих скольжения на гидростатические направляющие приводят к значительному уменьшению коэффициента трения и, таким образом, к снижению мощности привода подач, что обеспечивает экономию электроэнергии до 7%;

4. уменьшение объема металла, снимаемого при обработке. Только замена механической обработки операциямиковки, штамповки, точным литьем сокращает расход электроэнергии на 15 - 20%;

5. установка ограничителей холостого хода на станок всегда оправдана экономией электроэнергии, если по технологической операции время составляет 10 с и более;

6. замена асинхронных двигателей синхронными, обладающими более высоким КПД и меньшей чувствительностью к перепадам напряжений, экономит электроэнергию на 1 - 3%;

7. внедрение прямого технологического использования электроэнергии;

8. совершенствование конструкций промышленных зданий и сооружений;

9. реализация структуры, режимов и эксплуатации осветительных установок;

10. и другие мероприятия.

## ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

При выполнении сварочных работ расходуется значительное количество электроэнергии. Так, при ручной электродуговой сварке стоимость затраченной электроэнергии составляет 8... 15% стоимости сварочных работ. На каждый килограмм наплавленного металла ее расход доходит до 8... 9 кВт-ч.

Поэтому при проведении сварочных работ важно правильно выбрать способ сварки. Так, например, при сварке стыковых соединений  $t=2...16$  мм наиболее экономной является автоматическая сварка в защитных газах, обеспечивающая в 2,2 раза меньший расход электроэнергии по сравнению с ручной дуговой сваркой.

Автоматическая сварка под слоем флюса покрытыми электродами потребляет в 1,6 раза меньше электроэнергии.

Экономия электроэнергии в сварочном производстве можно рассматривать в направлениях:

- уменьшение количества наплавленного металла;
- снижение электроэнергии на 1 кг наплавленного металла;
- рациональная эксплуатация источников тока и коммуникаций;
- использование оптимальных сварочных материалов.

Каждое из направлений, решается комплексом мероприятий, основными из которых являются:

- применение рациональных видов сварки (достигаемое снижение расхода электроэнергии в 1,5...3 раза);
- замена, постоянного тока переменным при одном виде сварки (в 1,5...2,4 раза);
- оптимальные режимы сварки (в 1,1...1,3 раза);
- применение рациональной разделки свариваемых кромок, обеспечивающих меньшую площадь сечения шва, при этом замена односторонней разделки на двухстороннюю уменьшает расход в 1,1...1,7 раза, а на щелевую - в 2...3 раза;
- повышение точности подготовки кромок и сборки под сварку (в 1,1...1,3 раза);
- соблюдение заданных или минимально допустимых размеров шва (в 1,1...1,5 раза);
- применение лучших сварочных материалов (в 1,3...1,6 раза);
- применение источников тока с меньшими потерями электроэнергии (в 1,3...1,4 раза);

- выбор рациональных защитных газов;
- и другие мероприятия,

В настоящее время разработаны источники питания, которые за счет высокочастотных импульсов сварочного тока, подаваемых инверторным источником, в 3...5 раз увеличивают стабильность зажигания дуги, в 5...10 раз сокращают потребление электроэнергии, практически полностью устраняют потери металла на разбрызгивание.

Значительная часть мощности универсальных трансформаторов (до 500 А) эксплуатируется в диапазоне 150...250 А и применение их для многопостовой сварки связано с большими потерями электроэнергии и низкой устойчивостью горения дуги при развязке постов. Применение постового устройства, представляющего собой сварочный дроссель с регулируемой индуктивностью уменьшают потери электроэнергии до 30% и исключает влияние одного сварочного поста на другой.

При подготовке сварочных материалов, покрытых электродами, порошковой проволоки к производству выполняют их термообработку (сушку, проколку) в основном с целью удаления влаги. Применяемые способы нагрева (электрический, газопламенный) не обеспечивают одинаковую и стабильную температуру сварочных материалов из-за значительного перепада температуры в рабочем объеме печи. Разработан новый способ, создающий в рабочей камере циркуляцию горячего воздушного потока со скоростью 10...50 м/с (принцип аэродинамических потерь), который уменьшает в 4...10 раз время термообработки, стабильность температуры достигает 3...5 °С, экономия электроэнергии достигает 50%.

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ, ВЕДУЩИЕ К ИЗМЕНЕНИЮ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ СТАНКОИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ)**

### **I. Развитие станкостроения.**

Годовое потребление электроэнергии одним средним станком:

$$P = \frac{N_{\text{уст}} \cdot K_n \cdot K_t \cdot K_{\text{од}} \cdot K_{\omega} \cdot \Phi_{\text{об}} \cdot K_{\text{см}}}{\eta_c},$$

где  $N_{\text{уст}}$  - установленная мощность электродвигателей станка;

$$N_{\text{уст}} = N_{\text{гл}} + N_n + N_{\text{в}},$$

$$N_{\text{гл}} = P_z \cdot v - \text{главного движения};$$

$$N_n = Q \cdot v_s - \text{подач};$$

$$N_{\text{в}} = K \cdot N_{\text{гл}} - \text{вспомогательного движения.}$$

$K_{\text{в}}, K_b, K_{\text{од}}, K$  - коэффициенты загрузки электродвигателей по мощности, времени, одновременности работы, потери в сети;

$\Phi_{\text{об}}$  - годовой действительный фонд работы станка;

$K_{\text{см}}$  - коэффициенты сменности работы;

$\eta_{\text{с}} = \eta_{\text{э}} \cdot \eta_{\text{к}}$  - КПД станка равно КПД электродвигателя умноженно на КПД конструктивных элементов станка.

Увеличение производительности станка, удельного веса станков с ЧПУ, с устройствами смены инструмента и заготовки, с автоматизацией механизмов подач, контроля заготовки и основных элементов конструкции станка т. п., приведет к возрастанию электроэнергии на один станок, однако в меньшей степени, чем его производительность.

Экономия электроэнергии предполагается получить также при осуществлении мероприятий:

- заменой существующих серий электродвигателей на двигатели с возбуждением от постоянных магнитов;
- использование специальных электродвигателей с широким диапазоном регулирования;
- упрощением кинематической схемы станка (чисел зубчатых передач, коротких кинематических цепей АКС);
- уменьшением металлоемкости станка за счет применения современных методов конструирования, расчета, материалов и т.д.

## II. Совершенствование обработки давлением.

Экономия электроэнергии от совершенствования конструкций и повышения технического уровня кузнечно-прессовых машин:

$$\mathcal{E}_{\text{э}} = \frac{N_{\text{д}} \cdot P_{\text{г}} \cdot K_n \cdot K_t \cdot \Phi_{\text{д}}}{\eta_{\text{э}}} \cdot d,$$

где  $P_{\text{г}}$  - годовая программа выпуска КПМ;

$d$  - коэффициент, учитывающий ежегодное повышение КПД.

Применение КПМ дает большую экономию проката, что обеспечивает экономию энергоресурсов в металлургической промышленности, а также в машиностроении за счет уменьшения объема механической обработки. Например: использование горячештамповочных прессов

двойного действия для штамповки деталей в разъемных матрицах уменьшает расход металла на 20%, а также припуски под механическую обработку, снижая трудоемкость мех. обработки до 30%.

Обработка изделий на радиально-обжимных машинах по сравнению с мех. обработкой снижает расход металла в среднем на 35%.

Кривошипные ножницы для тонкой резки заготовок усилием 6...15 МН обеспечивают высокое качество торцов, экономят 2...4% металла.

В целом совершенствование структуры КППМ, применение прогрессивных процессов обеспечивают экономию металла примерно на 55% за счет уменьшения облоя и на 45% за счет уменьшения припусков под мех. обработку.

III. Совершенствование режущего инструмента и технологии его изготовления.

Создание новых конструкций режущего инструмента направлено на повышение производительности труда и снижение удельных энергозатрат. Конструкции инструмента с механическим краплением пластин из безвольфрамовых твердых сплавов, минералокерамики и сверхтвердых синтетических материалов, широко внедряемые взамен напайного твердосплавного инструмента позволяют повысить производительность труда станочника на 14... 15%; сократить объем работ по переточке и уменьшить число заточных станков; сократить объем работ по напайке твердосплавных пластин и высвободить оборудование, занятое напайкой.

Внедрение режущего инструмента из сверхтвердых синтетических материалов позволяет на ряде операций заменить шлифование деталей более производительным и менее энергоемкими процессами точения или фрезерования.

Осуществляется комплекс мероприятий по экономии энергоемких материалов за счет внедрения различных методов деформирования заготовок (например, выдавливание стружечной канавки спирального сверла); менее энергоемких технологических процессов при изготовлении инструментов (например, ускоренный отжиг, изотермическая штамповка, сварка трением).

IV. Внедрение приборов для контроля размеров, в процессе обработки (активный контроль).

Экономия электроэнергии в этом случае складывается из 2-ух элементов:

1. исключение работы станка на холостом ходу при ручных измерениях 
$$\mathcal{E}_1 = N_{x.x} \cdot f \cdot t \cdot A,$$

где  $N_{x.x}$  - мощность электродвигателя на холостом ходу;

$f$  - число измерений;  
 $t$  - время одного измерения;  
 $A$  - годовая программа.

2. уменьшение числа пусков электродвигателя после ручных измерений

$$\mathcal{E}_2 = 3 \cdot N_{x.x} \cdot f \cdot t_p \cdot A,$$

где 3 - коэффициент, учитывающий увеличение пускового тока;  
 $t_p$  - время разгона электродвигателя.

Таким образом общая экономия электроэнергии с одного прибора активного контроля

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = N_{x.x} \cdot f \cdot A \cdot (t + 3 \cdot t_p).$$

V. Совершенствование в абразивной промышленности.

В настоящее время доля абразивной обработки в объеме металлообработки в машиностроении составляет до 30%.

Получили распространение такие виды обработки как:

- врезное шлифование в сочетании с высокоскоростным шлифованием (50...80 м/с) в массовом производстве позволяет получить профильдетали без точения и фрезерования с производительностью в 2 раза большей;
- скоростное обдирочное шлифование слитков металла и проката (при повышении производительности в 2 раза, повышается стойкость инструмента в 10 раз);
- скоростная (60...120 м/с) резка металла отрезными кругами диаметром до 2000 мм позволяет увеличить в 3...4 раза производительность;
- виброабразивная обработка для удаления заусенцев в штампованных деталях;
- шлифование с применением гибкого абразивного инструмента (шлифовальной ленты, лепестковые круги);
- и др.

Абразивная промышленность отличается высокой энергоемкостью. Энергетические затраты в абразивной продукции составляют примерно 9%, а в абразивном материале (электрокорунд, монокорунд) - 20% от себестоимости. Например, на выплавку 1 т электрокорунда расходуется примерно 3000 кВт-ч электроэнергии. Поэтому основными методами уменьшения расхода электроэнергии здесь является:

- совершенствование процессов подготовки шихты, конструкций печей и увеличение их мощностей;

- перевод плавки с блочного процесса на плавку с выпуском расплава;
- разработка методов утилизации и использования тепла отходящих газов. Применение новых видов инструмента из циркониевого корунда и формокорунда позволяет снизить удельный расход абразивного инструмента в 5... 10 раз, повысить в 1,5... 2 раза производительность обработки.

Внедрение алмазной обработки обеспечивает экономию электроэнергии до 2 кВт·ч на 1 карат внедренного инструмента.

## **ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ НУЖДЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Каждое предприятие расходует электроэнергию не только на основной технологический процесс, но и на вспомогательные нужды. На отдельных предприятиях машиностроения эта составляющая достигает до 20% от общего электропотребления.

Общими потребителями электроэнергии на вспомогательные нужды являются: электроосвещение, системы водоснабжения, вентиляционные устройства и компрессорные станции, внутризаводской электротранспорт.

### **Освещение**

Расход электроэнергии на освещение промышленных предприятий составляет 5 - 10% от общего потребления. Задача экономии электроэнергии, потребляемой осветительными установками состоит в минимизации затрат электроэнергии путем правильного устройства и эксплуатации средств освещения при обеспечении оптимальной освещенности помещений и рабочих мест.

Расход электроэнергии на освещение зависит от числа и мощности ламп, потерь электроэнергии в пускорегулирующей аппаратуре и осветительной сети, а также от числа часов использования мощности осветительной установки за данный период. Продолжительность горения ламп в большой степени определяется уровнем использования естественного освещения, что должно учитываться при проектировании зданий.

Известно, что освещение оказывает влияние на производительность труда, процент брака и травматизма. Например: оптимальное освещение на механических заводах приводит к уменьшению несчастных случаев от 2 до 5 раз. Правильное освещение в ночное время дорог снижает число дорожных происшествий на 30%.

Основные направления экономии электроэнергии при проектировании и эксплуатации осветительных установок:

1. Правильный выбор типа источника света. Для промышленности рекомендуется следующие типы ламп: лампы накаливания (световая отдача  $H=10...20$  лм/Вт), люминесцентные лампы ( $H=42...62$  лм/Вт), дуговые ртутные люминесцентные ( $H=35...55$  лм/Вт) и дуговые ртутные с исправленной цветностью ( $H=64...90$  лм/Вт). Наиболее экономными являются люминесцентные лампы белого света (экономия электроэнергии 30%) при этом обладают повышенной светоотдачей, гигиеничны, в 10 - 15 раз большим сроком службы по сравнению с лампами накаливания.

2. Правильное размещение светильников. Обычно цеховая осветительная аппаратура выполняется в виде отдельных линий, расположенных вдоль цеха. Для обеспечения норм освещенности при таком способе требуется значительное количество светильников. При пакетном способе освещения, когда над технологическим оборудованием располагают по 3 - 4 светильника, общее число необходимых светильников с учетом норм освещенности уменьшается в 2 раза.

3. Эффективное использование естественного света, которое зависит от состояния остекления. По правилам эксплуатации электроустановок требуется производить не менее 2-ух чисток стекол в год. Регулярная протирка остекления сокращает продолжительность горения ламп при двухсменной работе цехов: в зимнее время на 15%, в летнее - на 90%.

4. Рациональное управление освещением. Дистанционное контакторное управление освещением цеха должно обладать необходимой гибкостью, обеспечивающей включение его в зависимости от уровня естественной освещенности помещения и времени выполнения в нем работ. Автоматизация управления, осуществляемая на базе фотореле, фотоавтоматов, реле времени с приводом от часового механизма позволяет экономить электроэнергию на 10... 15%.

5. Правильная эксплуатация и планово-предупредительный ремонт.

### **Вентиляция**

Вентиляционные установки являются элементами, как технологических установок, так и средством обеспечения необходимых санитарно-гигиенических условий в помещениях.

Расход электроэнергии может быть сокращен за счет:

1. Применения вентиляторов с более высоким КПД. В настоящее время КПД вентиляторов не превышает 0,5...0,6. При определе-

нии расхода электроэнергии на вентиляцию необходимо стремиться к тому, чтобы и вентилятор и его электродвигатель работали в режиме максимального КПД. Для этого тип вентилятора строго выбирают по необходимому расходу воздуха и давлению, определяемому сопротивлением системы. Замена вентиляторов наиболее экономичными позволяет уменьшить расход электроэнергии на 25... 35%.

2. Использование экономичных способов регулирования производительности вентиляторов. Наиболее экономичным способом является изменение частоты вращения вентилятора применением 2-ух скоростного двигателя или плавного регулирования за счет питания двигателя от преобразователя частоты.

3. Автоматического управления вентиляторами (экономия электроэнергии до 20%).

Применяется в случаях:

а) отключение вентиляторов в ночное время, когда не производятся работы;

б) отключение части вентиляторов в обеденные перерывы и за пересменку, когда в цехах не производятся работы;

в) блокировка вентиляторов тепловых завес с устройствами открывания и закрывания цеховых ворот. Когда ворота открываются автоматически, включается тепловая завеса, а после закрывания - отключается.

### **Водоснабжение**

Доля расхода электроэнергии на вспомогательные нужды предприятий насосных установок, применяемых для водоснабжения, водяного охлаждения, перекачки химических жидкостей составляет 10...50%.

Способы уменьшения расхода электроэнергии:

1. Увеличение КПД передачи насос - электродвигатель за счет расположения рабочего колеса насоса на валу двигателя.

2. Применение современных насосов с  $\text{КПД}=0,9$  (в настоящее время КПД насосов низкого напора равно 0,4... 0,7; высокого напора - 0,6... 0,8).

3. Для режима максимального КПД мощность выбираемого двигателя должна быть больше 1,2...1,25 мощности, потребляемой насосом.

4. При большом максимальном расходе жидкости, изменяющемся по часам суток потребления, целесообразна установка нескольких параллельных насосных агрегатов. Тогда в зависимости от потребного расхода необходимо включать такое число насосов, чтобы они работали с высоким КПД.

5. В настоящее время в системах водоснабжения устанавливаются насосные агрегаты, рассчитанные на максимальное потребление воды при максимальном напоре. Но такой режим работы кратковременный. Поэтому в системах водоснабжения целесообразна установка накопителя воды на высоте требуемого напора с соответствующим автоматическим отключением насосного агрегата при заполнении водой накопителя.

### **Сжатый воздух**

Сжатый воздух как энергоноситель широко применяется в машиностроении для питания пневматического инструмента, автоматизации молотов, продувки и прочистки деталей и оборудования и т. д.

Значительное влияние на эффективность работы компрессорной установки оказывает экономия электроэнергии на выработку сжатого воздуха, эффективность компрессоров, уменьшение потерь воздуха при транспортировке потребителям и его рациональное использование в производственных целях.

Потери электроэнергии в системе снабжения цехов сжатым воздухом распределяются следующим образом:

- в электродвигателе - до 20%;
- в механической передаче от двигателя к компрессору - 15...20%;
- в воздушном фильтре - 1...2%;
- в компрессоре - 10...15%;
- в нагнетающих трубопроводах - 8...12%;

Таким образом, на полезную работу будет израсходовано только 35...45% затраченной электроэнергии.

Поэтому целесообразно применение сжатого воздуха как энергоносителя только тогда, когда это диктуется условиями технологии и техники безопасности. Например: замена пневмоинструмента на электрический дает экономию электроэнергии на 7...10%; внедрение электровибраторов взамен пневмовибраторов уменьшает расход электроэнергии в 2 раза.

## **ЗНАЧЕНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ В НТП**

Развитие человеческого общества и его успехи на пути цивилизации и прогресса тесно связаны с повышением производительности труда и улучшением материальных условий жизни людей. Научно-технический и социальный прогресс сопровождается увеличением потребляемой энергии и освоением новых, более эффективных ее видов.

Процесс потребления энергии на планете исторически протекал крайне медленно. Так, человечество за всю историю своего существования израсходовало 1 условную единицу энергии всех видов, причем более 2/3 этого количества - за последние 40 лет.

Бурный прогресс техники и тот уровень, которого она достигла, был бы невозможен без использования новых видов энергии, и в первую очередь электрической.

Энергетика, как сфера деятельности человеческого общества является большой глобальной системой, включающей как подсистемы окружающей среду и различные отрасли народного хозяйства.

Она должна рассматриваться в трех аспектах:

1. Технический аспект энергетики характеризуется, прежде всего, огромными мощностями, которые получает человек, используя энергетический потенциал планеты. Например: мощность электростанций, существующих в настоящее время в мире, составляет примерно 2 млрд. кВт. Общая мощность всех энергетических установок - 10 млрд. кВт. Для обеспечения этих мощностей человек ежегодно берет у природы разного топлива, приведенного к условному, массой более 40...50 млрд. т. (Под условным топливом понимается такое топливо, при сгорании 1 кг которого выделяется 293 ЭДЦж теплоты). При этом КПД использования взятых у природы энергетических ресурсов составляет менее 0,2%. Поэтому основная задача энергетики - снижение потерь энергии на всех стадиях ее преобразования (от получения энергетических ресурсов до конечного их использования).

2. Социально-политический аспект. Известно, что 30% населения земного шара потребляет более 90% всей выработанной на планете энергии; на долю же 70% населения, преимущественно в развивающихся странах, приходится менее 10% всей энергии. Между тем, уровень промышленности, состояние быта и развитие культуры теснейшим образом связаны с количеством используемой энергии. Запасы энергии разных видов распределены на планете неравномерно и по количеству, и по возможности их реализации. Так, например, чтобы получить 500 млн. т. нефти необходимо иметь число скважин: в США - 500 тыс. скважин, в СНГ - 50 тыс., Иране - 600, Кувейте - 100. Многие страны используют импортные энергоносители: Япония - 80%, а Европейские страны — 20% нефти ввозят из стран Персидского залива. Стоило США потерять в этом регионе 3...5% нефти, и они объявляют Персидский залив сферой своих жизненных интересов.

3. Биосферный и экологический аспект. Известно, что запасы топлива на планете готовые к использованию оцениваются в 25 трлн. т.

МВт-ч, разведанные - 50 трлн.; МВт-ч, прогнозируемые - 100 трлн. т.е. еще не на одну сотню лет человечеству хватит ископаемого топлива. Например: предполагается, что угля хватит на 600 - 700 лет. Это, конечно, не означает, что экономия топлива не является важнейшей задачей.

Другим примером влияния аспекта биосферы может служить проект гидроэлектростанции в Гибралтаре, которая могла бы обеспечить дешевой электроэнергией всю Европу. От сооружения отказались, т.к. предполагалось, что создание плотины изменит давление на дно, что приведет к изменению вулканической деятельности в этом регионе. Отделение Средиземного моря от океана плотиной вызовет повышение его засоления и гибель всего живого в море; море отойдет от берегов и такие города как Ницца и Марсель во Франции, Бари в Италии окажутся среди пустыни. В конечном итоге возможно резкое изменение климата в Европе.

Последствия энергетики, как промышленности, в воздействии на окружающую среду следующие:

1. механическое загрязнение воздуха, воды и земли частицами переработанного продукта;
2. химическое и радиационное загрязнение воздуха, воды и земли;
3. тепловое, ионизационное, шумовое загрязнение.

Научно-технический прогресс (НТП) в машиностроении, представляет собой планомерный, динамичный процесс производства и использования новой техники, технологии научных кадров. Масштабы и пропорции НТП определяются социальными и экономическими целями общества.

Планирование НТП предполагает рассмотрение двух его направлений:

1. создание, внедрение и выпуск новых, более эффективных видов продукции (техники);
2. внедрение, использование новой техники в качестве производственной базы объединения (отрасли).

Поэтому необходимые пропорции НТП устанавливаются на основе оптимальных соотношений показателей эффективности, характеризующих эти два направления. В число этих показателей входят объем экономического стимулирования, уровень выпускаемой продукции и технический уровень производства.

Уровень выпускаемой продукции в машиностроении характеризуется удельным весом продукции высшей категории качества, долей новой продукции в объеме выпуска, уровнем качества этой продукции, осваиваемой впервые, в общем объеме выпуска осваиваемой продукции.

Показатели технического уровня производства следующие:

- увеличение числа рабочих, переводимых в планируемом периоде с ручного труда на механизированный и автоматизированный в основном и вспомогательном производстве;
- абсолютное уменьшение (по важнейшим видам производства и вспомогательным работам) числа рабочих, занятых ручным трудом;
- относительное уменьшение численности работающих;
- снижение материальных затрат и экономия материала;
- снижение себестоимости товарной продукции;
- рост производительности труда.

Применение прогрессивных, более совершенных средств производства, т. е. осуществление мероприятий НТП, требует значительных средств, но позволяет сократить затраты живого и овеществленного труда на единицу продукции или работы, получить более высокие конечные результаты.

Важным направлением НТП в машиностроении является электрификация производства.

Развитие машиностроения требует оснащения производства высокоэффективной техникой, автоматическими и полуавтоматическими станочными линиями, станками с ЧПУ, робототехникой и манипуляторами, т.е. производственные участки, линии и цеха должны быстро перестраиваться на более прогрессивную технологию или на выпуск новой продукции. Традиционные средства механизации и автоматизации не обладают достаточной гибкостью, требуют много времени и затрат на перестройку, особенно при большой номенклатуре производства. Благодаря применению оборудования с ЧПУ, автоматических линий и робототехники лучше используются и экономятся трудовые ресурсы упрощаются организация и управление производством (растет мобильность производства, выравниваются суточные графики работы и т. д.).

Например, оборудование с ЧПУ повышает производительность в 1,5...2 раза, точность и стабильное качество обработки, а также мобильность производства - 2...3 раза. Сокращаются в 1,5...2 раза потребность в производственных площадях, в 2...4 раза сроки подготовки производства новых машин, а продолжительность производственного цикла и объем незавершенного производства - в 3...4 раза. Внедрение манипуляторов и роботов значительно уменьшает численность работающих, меняет характер труда, повышает культуру и уровень организации труда. Только внедрение 60 гибких механообрабатывающих систем позволит уменьшить число рабочих-станочников на 2600 человек и заменить около 2000 универсальных станков.

Наряду с вводом в действие новых энергетических мощностей важное значение приобретает рациональное использование ТЭР и всемерное использование энергетических резервов производства. При этом необходимо учитывать вопросы трудосбережения (применение новых технологических процессов, внедрение ГАП и робототехники), возрастание стоимости ТЭР, усиление электрификации производства, необходимость технологических и энергетических маневров для повышения адаптации систем энергоснабжения к различным возмущениям.

Для систем электроснабжения промышленных предприятий характерны следующие основные направления НТП;

- глубокая электрификация технологических процессов и стабильное развитие электротехнологической концепции при снижении использования электроэнергии в силовых процессах;
- увеличение доли электроэнергии во всей конечной энергии, т.е. энергии получаемой после преобразования энергоресурсов и используемой в различных процессах потребителей;
- рост энерговооруженности труда и стабилизация электроемкости национального дохода;
- внедрение новой техники в электротехнологии;
- рост реактивных и ударных нагрузок и в связи с этим повышение требований к качеству электрической энергии;
- повышение эффективности использования электроэнергии в промышленности при снижении темпов прироста ее производства;
- дальнейшее совершенствование структуры управления электрохозяйством промышленных предприятий;
- внедрение автоматизированных систем и экономических методов управления.

Глубокая электрификация технологических процессов, являющаяся одной из основных тенденций развития энергетики, связана с переходом к качественно новым технологиям, основанным на использовании всех видов электромагнитных колебаний (постоянный ток, ток промышленной и повышенной частот, оптическое и рентгеновское излучение и др.), с созданием энергетических безотходных производств, с применением электрохимических и плазменных технологий.

Широкое внедрение электротехнологии существенно преобразует труд рабочих, т. к. в этих процессах электричество непосредственно воздействует на предмет труда и по характеру выполняемых функций приобретает черты орудия труда. Электрическая энергия здесь непосредственно влияет на качество, надежность и долговечность изделий, придает им новые

потребительские свойства. В электротехнологии исключаются промежуточные преобразования электроэнергии в другие виды энергии, интенсифицируется производственный процесс, облегчается труд рабочих, улучшаются условия труда. Последнее имеет не только экономическое, но и социальное значение.

Одним из последствий электротехнологической перестройки промышленности и интенсификации энергоиспользования во всех звеньях энергетического хозяйства страны является рост суммарного коэффициента полезного использования (КПИ) первичных энергоресурсов.

В среднем по народному хозяйству этот коэффициент достиг 43%, что соответствует существующему мировому уровню. Однако, по промышленному производству он несколько ниже (около 28%). Зависит КПИ от потенциала производимой энергии (чем ниже потенциал, тем выше КПИ) и от вида энергоносителя.

Основные резервы роста КПИ заключены, прежде всего, в росте КПД энергетического оборудования (особенно относится к промышленным печам), расширении области использования вторичных энергоресурсов, улучшении эксплуатации и повышении качества энергии снабжения промышленных потребителей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ковалев, Ф.С. Хозрасчетные стимулы рационального использования энергетических ресурсов в промышленности /Ф.С. Ковалев. - М.: Машиностроение, 1984.

2. Копейкин, Б.В. Эффективность энергосбережения /Б.В. Копейкин. - Л.: Машиностроение, 1985.

3. Башев, Г.Л. Проблемы энергосберегающих нововведений и эффективность промышленного производства /Г.Л. Башев. - Л.: Машиностроение, 1987.

4. Михайлов, В.В. Рациональное использование топлива и энергетических ресурсов /В.В. Михайлов. - М.: Знание, 1981.

5. Конветов, Ю.В. Экономия электроэнергии в промышленности. Справочник. /Ю.В. Конветов. - М.: Машиностроение, 1982.

6. Энергосбережение в системах теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования воздуха: /под общ. ред. Л.Д. Богуславского, - М.: Машиностроение, 1990.

7. Поляков, Д.И. Экономия энергетических ресурсов в машиностроении. /Д.И. Поляков, З.И. Коваленкова. - М.: Машиностроение, 1982.

## СОДЕРЖАНИЕ

Состояние и проблемы экономии энергии в развитых странах мира.....	4
Проблемы и перспективы экономии энергии в странах СНГ .....	7
Основные направления рационального использования энергии и организация энергосбережения в промышленном производстве ....	10
Энергетические ресурсы земли .....	12
Виды и запасы энергетических ресурсов .....	13
Энергопотребление в машиностроении .....	16
Экономия электроэнергии в сварочном производстве.....	22
Основные направления развития машиностроения, ведущие к изменению энергопотребления (на примере станкоинструментальной промышленности) .....	23
Экономия электроэнергии на вспомогательные нужды промышленного предприятия .....	27
Значение энергетики в НТП .....	30
Литература .....	35

**Вечер Ромуальд Иванович**

# **ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ**

**Пособие**

**по одноименному курсу  
для студентов специальности 1-36 01 01  
«Технология машиностроения»  
заочной формы обучения**

Подписано в печать 12.11.08.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Цифровая печать. Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 1,98.

Изд. № 163.

E-mail: [ic@gstu.gomel.by](mailto:ic@gstu.gomel.by)

<http://www.gstu.gomel.by>

Отпечатано на цифровом дуплекаторе  
с макета оригинала авторского для внутреннего использования.

Учреждения образования «Гомельский государственный  
технический университет имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0131916 от 30.04.2004 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.