

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

Ненадолго заглянем в прошлое. К началу минувшего десятилетия в России был создан значительный научно-технический и производственный потенциал по разработке и выпуску основных видов энергетического оборудования, обеспечивающий развитие отечественной энергетики в полном объеме и экспортные поставки до 30% от объема товарного выпуска. В настоящее время к отрасли энергомашиностроения можно отнести 28 предприятий и 12 научно-исследовательских организаций, в которых занято свыше 100 тыс. человек.

В 80-е годы отраслью энергомашиностроения осуществлялась поставка оборудования для ежегодного ввода не менее 10 млн. кВт электрических мощностей. Однако начиная с 1991 года в отрасли наблюдается резкий спад производства, о чем свидетельствуют, например, приведенные на рисунке 1 данные о производстве паровых турбин и котлов, а также вводов генерирующих мощностей на тепловых электростанциях России в 1990–2000 годах. Заказов на изготовление оборудования для АЭС и ГЭС не было вообще.

На рисунках 2 и 3 показано наличие производственных мощностей (с учетом выбытия) предприятий энергетического машиностроения в сравнении с заказами на ввод генерирующих мощностей РАО «ЕЭС России» и Минэнерго России.

Научно-производственный потенциал предприятий энергомашиностроения и в настоящее время может обеспечить поставку оборудования для освоения ≈ 10 млн. кВт электрических мощностей.

Исходя из национальных интересов 24 апреля 2001 года на коллегии Минпромнауки РФ была рассмотрена стратегия развития энергетического машиностроения, разработанная институтами ЦНИИТмаш, АООТ «НПО ЦКТИ», ВНИИАМ, ВЭИ им. Ленина во исполнение поручения Правительства Российской Федерации от 27 августа 1999 года № ИК-П7-24900 и в соответствии с утвержден-

ными Президентом Российской Федерации «Основными направлениями энергетической политики Российской Федерации на период до 2010 года», исходя из определенных Минэкономки России основных макроэкономических показателей развития страны на 1999–2015 годы, оценки производственного потенциала отрасли и основных тенденций технического прогресса, перспектив отечественных и мировых рынков продукции топливно-энергетического комплекса, с учетом предложений заинтересованных энергомашиностроительных предприятий и организаций.

Основываясь на одобренной Правительством Российской Федерации в ноябре 2000 года «Энергетической стратегии России до 2020 года», стратегия отражает принципиальные направления развития энергомашиностроения России и предназначена для осуществления целенаправленной подготовки практических мер по эффективному его функционированию, по удовлетворению потребности в оборудовании и внедрению новых электротехнологий XXI века на энергетических комплексах РАО «ЕЭС России», Минэнерго России и Минатома России, а также возможного технического обслуживания объектов энергетики, созданных в рамках СНГ и дальнего зарубежья с участием России.

Стратегия состоит из следующих разделов:

Первый: Проблемы развития электроэнергетики России.

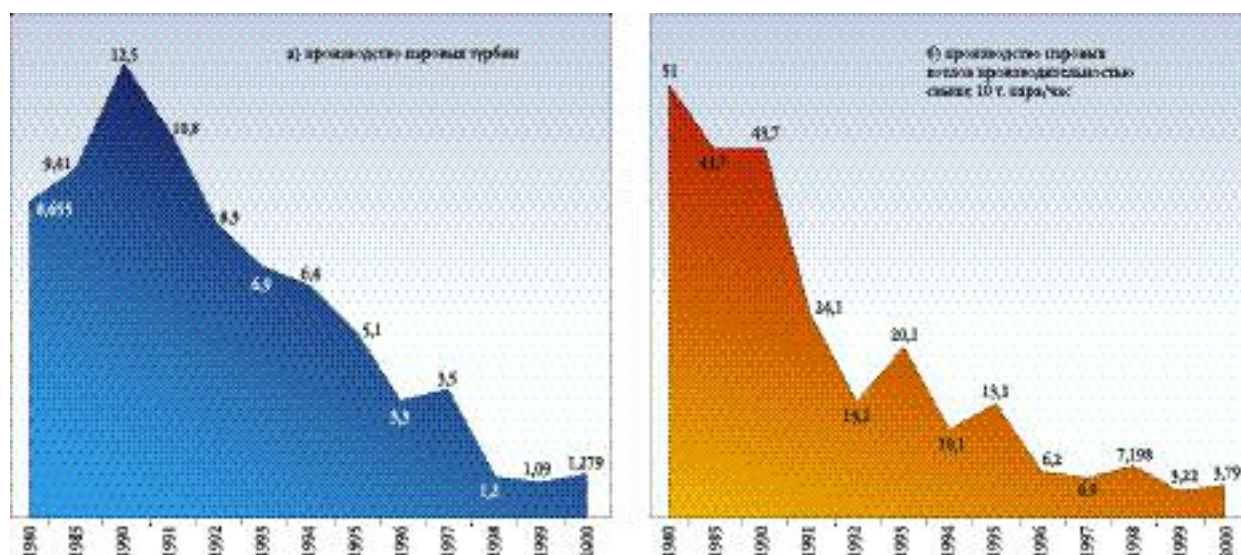
Второй: Энергетическое машиностроение в экономике России.

Третий: Цели, этапы и задачи развития энергетического машиностроения.

Четвертый: Научно-техническое, финансовое и правовое обеспечение реализации стратегии машиностроения.

По данным РАО «ЕС России», на сегодняшний день изношенность оборудования в электроэнергетике составляет почти 60%. Это значит, что больше по-

1



ПРОИЗВОДСТВО ОСНОВНЫХ КОМПОНЕНТОВ И ВВОДЫ ГЕНЕРИРУЮЩИХ МОЩНОСТЕЙ НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ РОССИИ

Таблица 1

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ

ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ	1990	2000	2005		2010	
			min	max	min	max
АЭС	20,0	21,2	21,2	24,2	24,5	28,2
ТЭЦ	79,4	84,9	84,2	84,7	84,6	90,9
КЭС	70,6	64,5	63,9	65,0	62,1	69,8
ГЭС	43,0	44,6	45,0	45,8	45,9	48,1
Всего	213,0	215,2	214,3	219,7	217,1	237,0

Таблица 2

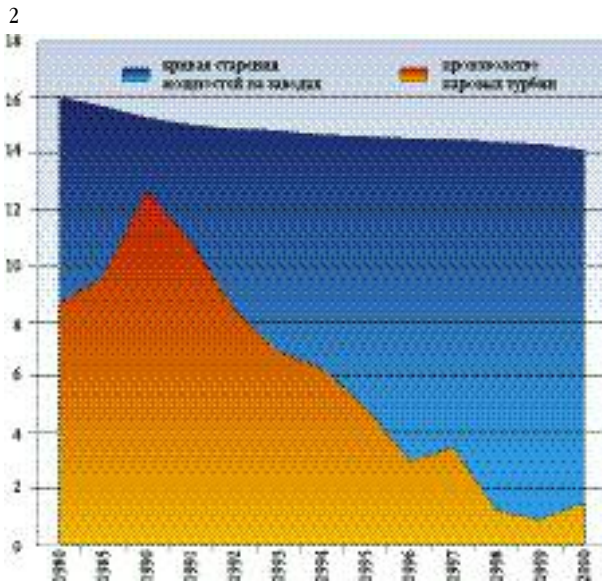
ВЫРАБОТКА ПАРКОВОГО РЕСУРСА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Объем мощностей, отработавших парковый ресурс, млн. кВт	РАСЧЕТНЫЙ ГОД			
	1998	2000	2005	2010
Всего	30,98	37,4	74,8	105,4
в том числе ТЭС	14,18	14,9	47,9	71,2
в том числе ГЭС	16,8	22,4	26,7	34,0
Прочие			0,2	0,2

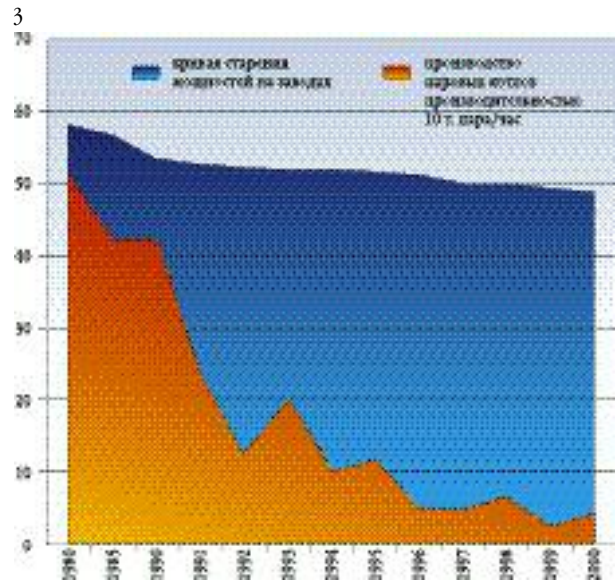
ловины тепловых и гидроэлектростанций работают в режиме повышенной опасности. Если не принимать радикальных мер, то к 2010 году Россия может лишиться единой энергосистемы и в стране возможен энергетический кризис. В результате старения энергообъектов с каждым годом будет происходить все больше аварий и сбоев. В последнее десятилетие в стране

имели место медленное развитие электроэнергетики и использование мощности и устойчивости сложившейся в советское время энергетической системы. Теперь востребована концентрация всего научно-технического потенциала для надежного обеспечения электроэнергией и теплом промышленности и социальной сферы.

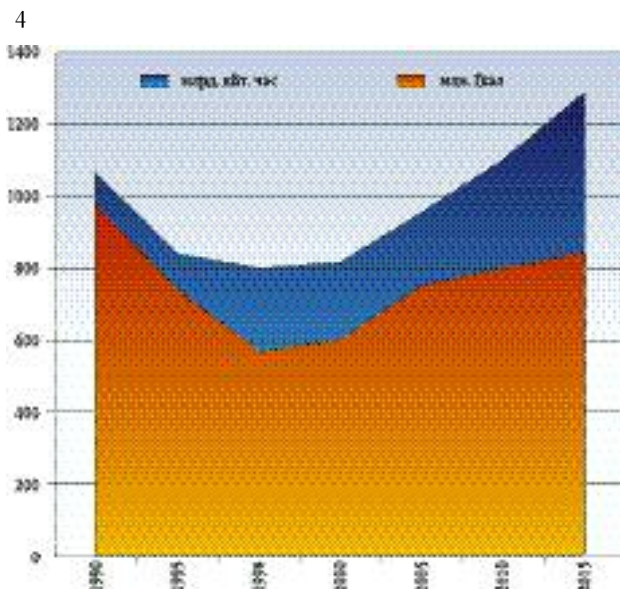




НАЛИЧИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ (С УЧЕТОМ ВЫБИТИЯ) ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ В СРАВНЕНИИ С ЗАКАЗАМИ НА ВВОД ГЕНЕРИРУЮЩИХ МОЩНОСТЕЙ РАО «ЕЭС РОССИИ» (млн. кВт)



НАЛИЧИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ (С УЧЕТОМ ВЫБИТИЯ) ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ В СРАВНЕНИИ С ЗАКАЗАМИ НА ВВОД ГЕНЕРИРУЮЩИХ МОЩНОСТЕЙ МИНЭНЕРГО РОССИИ (тыс. т. пара/час)



ПРОГНОЗ ВЫРАБОТКИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ТЕПЛА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ РОССИИ

Главное – необходимо организовать процесс обновления оборудования так, чтобы заказы направлялись на российские предприятия. Это возможно при условии целевых инвестиционных финансовых потоков в отечественное машиностроение, и таким образом будут сохранены внутри страны рабочие места. Деньги будут обращаться внутри страны и пойдут на увеличение заработной платы работников промышленных машиностроительных предприятий и в другие сектора промышленности.

Стратегия сегодня исходит из принципа, что в рыночной экономике основные решения являются

прерогативой субъектов рынка, а участие государства в хозяйственной жизни должно ограничиваться созданием благоприятных условий для развития рыночных механизмов, путем содействия конкуренции и обеспечивающих привлечение в отрасль инвестиций, регулированием естественных монополий и воздействием на структуру предложения и спроса рынка машиностроительной продукции. В России, как и в других развитых странах, наличие собственного эффективного энергомашиностроения является одним из основных элементов обеспечения национальной безопасности, ее электроэнергетической независимости.

ЭНЕРГЕТИКА – БАЗОВАЯ ОТРАСЛЬ РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ

Производственный потенциал электроэнергетики России составляют электростанции с общей установленной генерирующей мощностью порядка 215 млн. кВт (табл. 1).

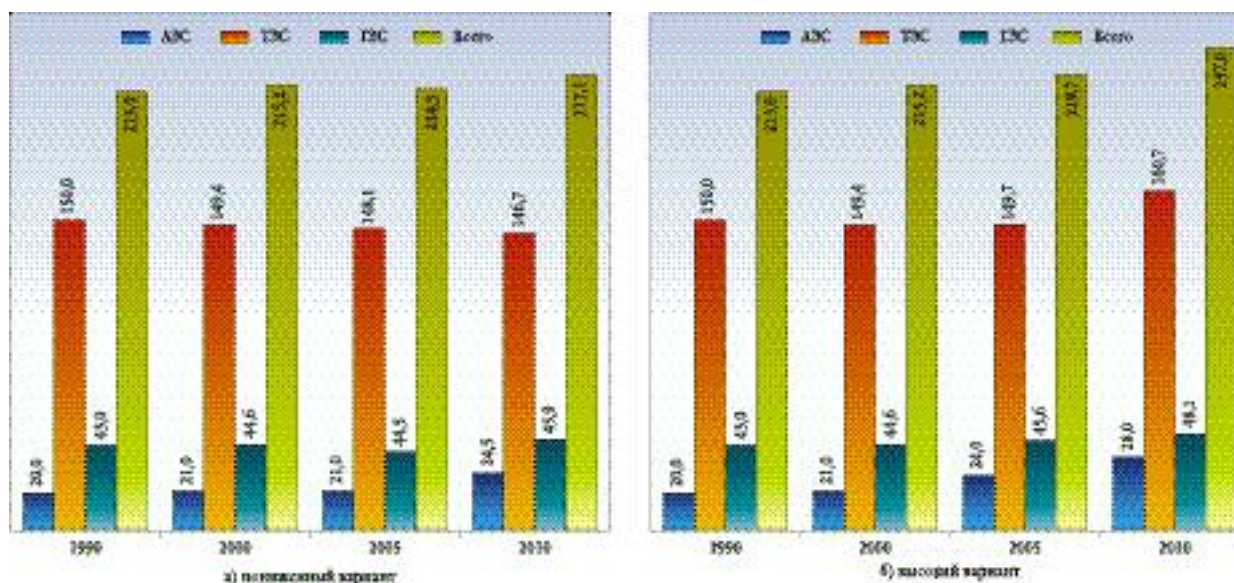
Указанный объем мощностей обеспечил в 2000 году производство 876 млрд. кВт. ч электроэнергии и 600 млн. Гкал тепла (рис. 4).

В связи с предполагаемым сценарием развития экономики России на предстоящий период прогнозируется рост потребности в электроэнергии в 1,2–1,3 раза к 2010 году и в 1,4–1,8 раза к 2020 году.

Для такого производства электроэнергии объем установленных в настоящее время мощностей будет недостаточен. Необходимый объем электроэнергетических мощностей на период до 2010 года в соответствии с предложенной Минэнерго России «Энергетической стратегией до 2020 года» представлен на

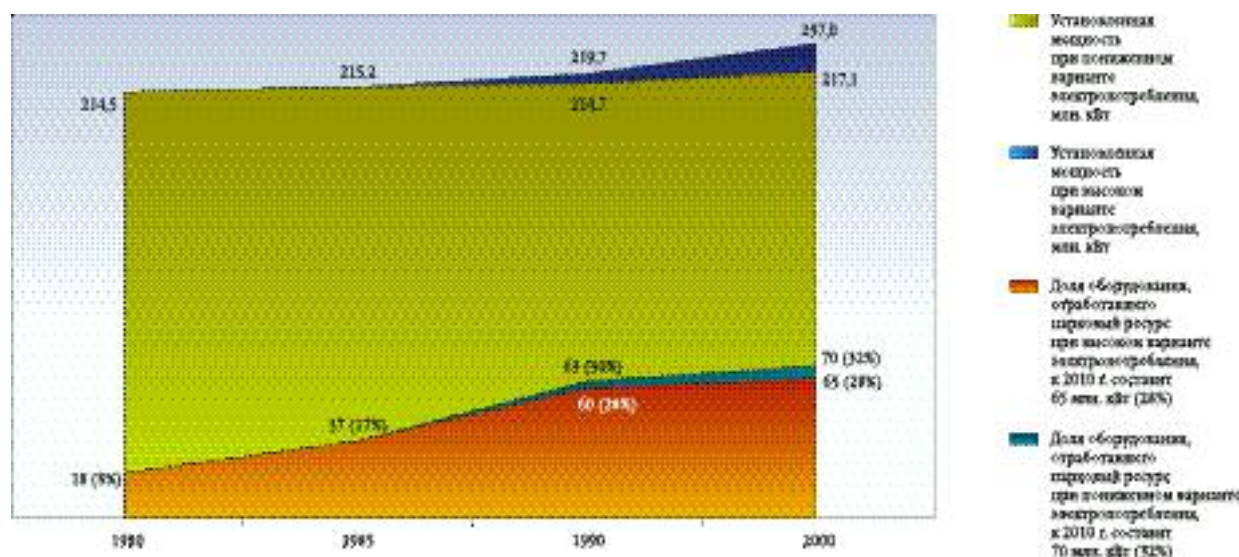


5



ПРОГНОЗ НЕОБХОДИМЫХ МОЩНОСТЕЙ НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ РОССИИ

6



ХАРАКТЕРИСТИКА МОЩНОСТЕЙ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ И ЗАМЕЩЕНИЯ НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ РОССИИ

рисунке 5а при пониженном варианте экономического развития и 5б – при высоком варианте. При этом необходимо также решать проблему замены физически изношенного и морально устаревшего энергетического оборудования (табл. 2). К 2005 году объем мощностей, обработавших расчетный ресурс, составит на ТЭС 47,9 млн. кВт, на ГЭС – 26,7 млн. кВт, а к 2010 году объем устаревшего оборудования на ТЭС составит 71,2 млн. кВт, на ГЭС – 34,0 млн. кВт.

В связи с этим в рамках «Энергетической стратегии России до 2020 года», направленной на обеспечение экономики необходимыми объемами энергоресурсов, предполагается обеспечить производство электри-

ческой и тепловой энергии в 2005 году на уровне 1020 млрд. кВт. ч и 727 млн. Ккал, а к 2010 году соответственно 1180 млрд. кВт. ч и 787 млн. Ккал (табл. 3).

Соответствующая этому производству энергии мощность электростанций должна составить в 2005 году порядка 220 млн. кВт и в 2010 году – 237 млн. кВт (табл. 4).

В «Энергетической стратегии» первая строчка отражает выработку паркового ресурса оборудования в 2000 году объемом 37,4 млн. кВт, к 2005 году – 74,8 млн. кВт, к 2010 году – 105,4 млн. кВт. В связи с этим намечен ввод новых мощностей к 2005 году на уровне 15,8 млн. кВт и к 2010 году – 36,8 млн. кВт. *Признавая в целом необходимость создания новых мощностей, все же можно сделать вывод о недостаточности*



Таблица 3

ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ ДО 2010 ГОДА

Энергия	1990	1995	1998	2000	2005	2010	2015
Электроэнергия, млрд. кВт. ч	1073	840,3	809,1	876	1020	1180	1370
Тепловая энергия, млн. Гкал	949	723	564,6	600	727	787	852

Таблица 4

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ РОССИИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ РАЗВИТИЯ, ПРЕДУСМОТРЕННЫЕ В «ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ РОССИИ ДО 2020 ГОДА»

ПОКАЗАТЕЛИ	1996	2000	2001–2005		2006–2010	
			высокий вариант	пониженный вариант	высокий вариант	пониженный вариант
Выработка паркового ресурса, млн. кВт						
Всего	17,9	37,4		74,8		105,4
<i>в том числе:</i>						
ГЭС и ГАЭС		22,4		26,7		34,0
АЭС		0		0		0
КЭС		8,6		31,7		45,3
ТЭЦ		6,3		16,2		25,9
Прочие		0,1		0,2		0,2
Вводы мощности, млн. кВт						
Всего	1,28	0,97	15,8	13,8	36,8	23,1
КЭС		0,45	2,6	2,6	13,2	4,8
ТЭЦ		0,20	6,1	6,1	13,3	8,0
Установленная мощность, млн. кВт	214,5	216,7	219,7	214,3	237,0	217,1
Остаточный объем мощностей, отработавших парковый ресурс, млн. кВт	18	37	63	60	65	70
%	8	17	30	28	28	32

ввода нового оборудования. Для поддержания состояния энергетики, хотя бы на сегодняшнем уровне, к 2010 году, по мнению специалистов НИИ и предприятий, необходимо обеспечить замену более 80 млн. кВт отработавших мощностей, т.е. более чем в два раза.

Это показывают и расчеты Центрального научно-исследовательского института технологии машиностроения. В данном случае ожидаемая структура мощностей будет выглядеть следующим образом (рис. 6).

Здесь мы видим, что при такой ситуации в эксплуатации к 2005 году останется 60 млн. кВт полностью изношенных генерирующих мощностей.

Остаточные мощности потребуют не только экспертизы безопасной эксплуатации, но и больших финансовых затрат по их поддержанию в рабочем состоянии.

Особенностью отечественной энергетики является то, что практически все электростанции России (как и стран СНГ) укомплектованы оборудованием, изготовленным на российских заводах энергетического машиностроения. В лучшие годы на этих заводах осуществлялось изготовление оборудования по созданию генерирующих мощностей ежегодно до 10 млн. кВт. В связи с этим удовлетворение потребности в новом оборудовании для электростанций



тростанций в среднем 5 млн. кВт (в соответствии с «Энергетической стратегией») и 8 млн. кВт (по нашим рекомендациям) может составить трудную задачу увеличения в 4,5–5 раз объемов производства для заводов энергомашиностроения сегодня.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ЗАВОДОВ ЭНЕРГОМАШИНОСТРОЕНИЯ

Обследование состояния и производственных возможностей заводов энергомашиностроения выявило, что средний процент старения технологического оборудования на заводах по производству паровых котлов производительностью свыше 10 т пара/час составляет 9 процентов (к 2000 г.) и паровых турбин – 11 процентов (к 2000 г.).

Предприятия энергетического машиностроения имеют производственные мощности по изготовлению этого оборудования и смогут удовлетворить потребность в нем на уровне 1980–1990 годов.

Основными структурными элементами отрасли, как здесь показано, являются: котлостроение, турбостроение, производство оборудования для АЭС, арматуростроение, производство вспомогательного оборудования и дизельных установок:

- котлостроение (заводы «Красный котельщик», «Белэнергомаш», «Бийскэнергомаш», «Сибэнергомаш», «Дорогобужкотломаш»);
- турбостроение («Ленинградский металлический завод», «Невский завод», «Завод турбинных лопаток», «Турбомоторный завод», «Сызранский турбостроительный завод», «Дальэнергомаш», Калужский турбинный завод);
- производство оборудования для АЭС («Ижорские заводы», «Атоммаш», «ЗиО-Подольск»);
- генераторостроение (заводы «Электросила», «Уралэлектротяжмаш»);
- арматуростроение (Чеховский завод «Энергомаш», «Кусинский машиностроительный завод», Пензенский завод «Тяжпромарматура»);
- производство вспомогательного теплообменного оборудования, водоподготовки и топлива (завод «Сарэнергомаш»);
- производство электроустановок (дизель-генераторов, электроагрегатов и электростанций) на базе поршневых двигателей («Коломенский тепловозостроительный завод», «Пензенский дизельный завод», «РУМО», «Волжский дизель им. Малиных», «Турбомоторный завод», «Барнаултрансмаш», «Звезда», «Дальдизель», завод «Русский дизель»);
- проектирование энергетического оборудования и разработка технологий его изготовления осуществляются в конструкторских бюро заводов и научных организациях (ЦНИИТМАШ, АООТ «НПО ЦКТИ», ВНИИАМ, ОКБ «Гидропресс», ЦКБМ, ОКБМ, ВЭИ им. Ленина, НИИ «Электромаш», ЦНИДИ, ГНИИ «Электроагрегат»).

Так, например, АО «Ленинградский металлический завод» выпускает теплофикационные турбины типа Т, теплофикационные турбины с производственным отбором пара типа ПТ, турбины с противодавлением типа Р, конденсационные турбины типа К, быстроходные турбины для атомных станций.

ОАО «ЗиО-Подольск» выпускает прямоточные паровые котлы типа Пп для блоков 300, 500 МВт.

АО «Красный котельщик» выпускает паровые котлы, работающие на газе-мазуте и твердом топливе для блоков мощностью 300, 500, 800 МВт.

Несмотря на сокращение объемов работ до 10–25% (против 1990 г.) и на практическое отсутствие заказов на новое оборудование для отечественной энергетики со стороны РАО «ЕЭС России», Минатома России, ОАО «Газпром», заводы не переключились на выпуск непрофильной продукции и увеличили объем изготовления оборудования для экспорта на электростанции, строящиеся за рубежом с 30% в 1990 году, на некоторых заводах сегодня составляет 70–80% («Турбомоторный», «ЛМЗ», «Красный котельщик», «ЗиО-Подольск»), вместе с тем доля объема российского энергомашиностроения на мировом рынке упала с 12% до 2,16%.

Разработанная стратегия отмечает, что силами НИИ и заводов осуществлена модернизация до мирового уровня пылеугольных котлов, завершается разработка котлов с технологией сжигания твердого топлива в циркулирующем кипящем слое, разработана парогазовая установка с газификацией угля, накоплен опыт по созданию котлов-утилизаторов, модернизированы паровые турбины различной мощности, освоено производство газовых турбин мощностью 160 МВт (мегаватт) фирмы «Сименс». Об этом директора институтов и заводов скажут отдельно.

Стратегия обосновывает, что отечественное оборудование для АЭС доведено до уровня мировых требований к качеству и надежности в эксплуатации.

Сохранившийся пока научно-технический потенциал отрасли энергомашиностроения достаточен не только для замещения выбывающего из эксплуатации энергооборудования, но и модернизации действующих мощностей и строительства новых энергоблоков на базе современных энергопроизводящих технологий.

Как вынужденная мера ориентация «Энергетической стратегии» из-за дефицита инвестиций на преимущественное продление ресурса оборудования в течение 2001–2005 годов вызывает серьезную обеспокоенность.

С учетом большого объема задела в строительстве новых энергоблоков на Ростовской, Курской, Калининской АЭС можно предположить, что в течение этого периода заводы энергомашиностроения не получат заказов на поставку оборудования для российских атомных станций.

Для гидроэнергетики новое оборудование также заказано не будет, так как до 2010 года намечен лишь ввод мощностей строящихся ГЭС в Сибири, на Дальнем Востоке и Северном Кавказе. В то же время комплексные исследования ГЭС, проработавших более 25–30



лет, показали необходимость первоочередного технического перевооружения и комплексной реконструкции ГЭС суммарной мощностью 10,6 млн. кВт.

Для машиностроителей сложно понять, что дефицитом инвестиций объясняется также ориентация «Энергетической стратегии» на преимущественное продление паркового ресурса тепловых электростанций за счет замены базовых узлов паровых турбин. Лишь после 2005 года предполагаются техническое перевооружение и реконструкция существующих, а также сооружение новых тепловых электростанций с ежегодным объемом 4–6 млн. кВт. При этом развитие мощностей на существующих и вводимых электростанциях предусмотрено осуществлять за счет использования новых технологий. Для электростанций, работающих на газе, такими технологиями являются парогазовый цикл, газотурбинные надстройки паросиловых блоков и газотурбинные теплофикационные установки. В данном случае необходимо отметить, что главными потребителями газа в России является не население или промышленность, а электростанции и котельные, которые сжигают до 60% его объема, используемого в России.

Для электростанций, работающих на твердом топливе, предусматриваются экологически чистые технологии его сжигания в паротурбинном цикле и в парогазовых установках с газификацией угля. Переход от паротурбинных к парогазовым ТЭС, а также повышение КПД установок до 50% и выше снизит прирост потребности станций в органическом топливе.

Здесь новые технологии и новое оборудование, которые должны разработать и внедрить машиностроители, позволят снизить расход газа в общем балансе топлива.

Общая сумма потребных инвестиций на реализацию «Энергетической стратегии России до 2020 года» в части электроэнергетики оценивается в 19 млрд. долларов на реализацию мероприятий, намеченных на период 2001–2005 годов, и 41,9 млрд. долларов – на период 2006–2010 годов. – при высоком варианте развития экономики и соответственно 17,9 и 24,5 млрд. долларов – при пониженном. Если учесть, что на указанный период не планируются сколь-нибудь существенные объемы нового строительства, то можно считать, что все эти средства предназначаются на ремонт и модернизацию оборудования.

При стабильной экономике источниками инвестиций в электроэнергетику должны быть амортизационные отчисления и прибыль.

Однако государственное регулирование тарифов, направленное на сдерживание цен на электроэнергию в условиях рыночных цен на промышленную продукцию, способствовало ухудшению финансового положения энергетических компаний, уменьшению их балансовой прибыли.

Общая балансовая прибыль энергетических компаний России в 1999 году составила 32,2 млрд. руб. ($\approx 1,1$ млрд. долл.), что явно недостаточно для технического перевооружения. При этом надо учесть, что получаемая прибыль обусловлена в том числе низкими це-

нами на некоторые виды органического топлива (газ). При повышении тарифов на газ производство энергетической продукции может стать убыточным. Амортизационные средства в связи с большим возрастом и изношенностью оборудования также не могут быть существенной статьей покрытия предстоящих расходов.

В такой ситуации источником инвестиций для энергетики может быть только повышение тарифов на электрическую и тепловую энергию. Инвестиционная составляющая в тарифе на электроэнергию, по данным специалистов электротехнического института, равная 0,15 р/кВт.ч, при сегодняшнем уровне производства электроэнергии обеспечит ежегодное поступление средств в сумме 4,5–5 млрд. долларов в год. Целевое использование этих средств на заказы энергетического оборудования должно осуществляться под контролем государства.

Таким образом, для компенсации ожидаемого увеличения расходов на энергоносители крайне важно уже сейчас приступить к освоению энергосберегающих технологий в промышленности.

Среди источников финансирования изготовления энергетического оборудования по контрактам на сооружение электростанций за рубежом, с учетом длительных сроков их производства, наряду со средствами непосредственных заказчиков, должны стать государственные кредиты, предоставляемые на условиях правительственных соглашений. Государство может также выступать гарантом кредитов иностранных банков.

Реализация Закона «О соглашениях о разделении продукции» при оформлении контрактов на поставку оборудования в Россию также может обеспечить существенный объем заказов и финансирование заводов энергомашиностроения.

Направления реализации «Стратегии развития энергомашиностроения до 2010 года».

1. Поставка энергетического оборудования взамен отработавшего парковый ресурс:
 - модернизированных пылеугольных котлов;
 - котлов с топками циркулирующего кипящего слоя;
 - модернизированных паровых турбин.
2. Создание высокоэффективного оборудования на базе современных энергопроизводящих технологий:
 - газовых турбин мощностью 110, 160 и 180 МВт;
 - парогазовых установок мощностью 170–490 МВт;
 - оборудование для АЭС нового поколения;
 - оборудование на базе возобновляемых источников энергии и для малой энергетики.
3. Техническое перевооружение предприятий энергомашиностроения.
4. Создание Федерального центра высоких технологий машиностроения применительно к проблемам энергетики.

Целесообразно использование потенциала академической и отраслевой науки, а также высших учебных заведений. Кроме того, в целях координации работ по наполнению рынка энергетического оборудования целесообразно рассмотреть вопрос организации научно-производственного энергетического комплекса



из предприятий и организаций на договорной основе без консолидации собственности в управлении. Необходимо проводить работу с Минэнерго России, РАО «ЕЭС России», ОАО «Газпром» и Минатомом России по выработке единой политики создания современного отечественного энергетического оборудования и использования существующих мощностей заводов энергомашиностроения, а также совместного рассмотрения вопросов, стоящих перед энергомашиностроительным комплексом в рамках разработанной «Энергетической стратегии России на период до 2020 года». Реализация

«Стратегии развития энергетического машиностроения России до 2010 года» позволит осуществить модернизацию энергетики, обеспечит снижение энергоемкости российской промышленности, уменьшит рост потребности в органическом топливе.

Данную работу необходимо проводить при активном, непосредственном участии энергомашиностроительных заводов и институтов России, потенциал которых еще пока способен решать поставленные задачи в национальных интересах народов, населяющих территорию России.

РУКОВОДИТЕЛЬ ДЕПАРТАМЕНТА
МАШИНОСТРОЕНИЯ МИНИСТЕРСТВА
ПРОМЫШЛЕННОСТИ, НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ РФ,
ДОКТОР ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ
Н.Т. Сорокин