

*Н. И. БАРАБАНЕР, И. З. КАГАНОВИЧ*

## ПРОБЛЕМЫ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ СЛАНЦЕВОГО КОМПЛЕКСА В ЭСТОНИИ

*N. I. BARABANER, I. Z. KAGANOVICH*

### RAW MATERIAL BASE PROBLEMS IN THE ESTONIAN OIL-SHALE INDUSTRY

Более половины потребности Эстонии в топливе покрывается за счет горючего сланца — этот вид топлива преобладает на электростанциях республики. Сырьевой базой сланцевой энергетики является Прибалтийский сланцевый бассейн, в состав которого входят Эстонское и Ленинградское месторождения. Они существенно различаются качеством запасов, условиями и технико-экономическими показателями добычи, которая осуществляется как открытым, так и подземным способом. В Эстонии действуют четыре разреза и шесть шахт, в Ленинградской области — три шахты. Потребителями сланца в Эстонии являются две конденсационные электростанции (Эстонская и Прибалтийская) общей мощностью 3045 МВт, две ТЭЦ, цементный завод и два сланцеперерабатывающих предприятия — в городах Кохтла-Ярве и Кивиыли. В Ленинградской области (г. Сланцы) сланец используется на сланцеперерабатывающем комбинате и ТЭЦ. Потребность Эстонии в сланцевом сырье покрывается в основном за счет собственных ресурсов и лишь на 8 % — за счет ввоза из Ленинградской области.

#### Тенденции добычи и затрат

Быстрое развитие энергетики и сланцехимических производств в 70-е гг. вызвало рост добычи сланца, которая достигла наивысшего уровня в 1980 г. — 36,5 млн. т. Относительно низкие затраты на добычу сланца обеспечивали высокую эффективность потребляющих отраслей. Однако в последующие годы положение заметно ухудшилось, в основном из-за сокращения потребности в сланце. Это привело к снижению его добычи, которая в 1989 г. в целом по бассейну составила 28 млн. т.

Для выработки электроэнергии используется необогащенный сланец крупностью 0—25 мм с удельной теплотой сгорания ( $Q_1$ ) 8,6—9,0 МДж/кг, в термическую переработку идет обогащенный сланец крупностью 25—125 мм с удельной теплотой сгорания 10,9—11,3 МДж/кг на комбинате в Кохтла-Ярве и 9,6—10,0 МДж/кг — в Сланцах. Технологический (крупнокусковой) сланец обходится добывающим предприятиям значительно дороже, чем энергетический, что обусловлено затратами на обогащение и потерями до 40 % исходного сырья с отходами обогащения. В Эстонии доля технологического сланца в общей

Таблица 1. Показатели добычи сланца в Прибалтийском бассейне в 1975—1989 гг.

Table 1. Oil shale production in the Baltic basin in 1975—89

Показатель	1975	1980	1985	1989
Эстонское месторождение				
Добыча, млн. т	28,5	31,3	26,4	23,3
Себестоимость добычи, р/т	2,59	3,03	2,87	4,38
В том числе:				
подземной	3,46	3,56	4,46	5,0
открытой	1,81	2,44	3,21	3,74
Численность промышленно-производственного персонала, тыс. чел.	10,41	10,48	9,38	7,89
Удельная теплота сгорания товарного сланца $Q_i^t$ , МДж/кг	9,46	9,45	9,49	9,47
Ленинградское месторождение				
Добыча, млн. т	5,1	5,2	4,9	4,7
Себестоимость добычи, р/т	4,38	4,67	6,42	7,86
Численность промышленно-производственного персонала, тыс. чел.	4,45	4,42	4,24	4,2
Удельная теплота сгорания товарного сланца $Q_i^t$ , МДж/кг	8,96	8,88	8,85	8,79

добыче составляет 20 %. При этом его потребление с 1975 по 1989 г. уменьшилось на 43 %, а доля в общем объеме потребления снизилась с 16 до 10 %.

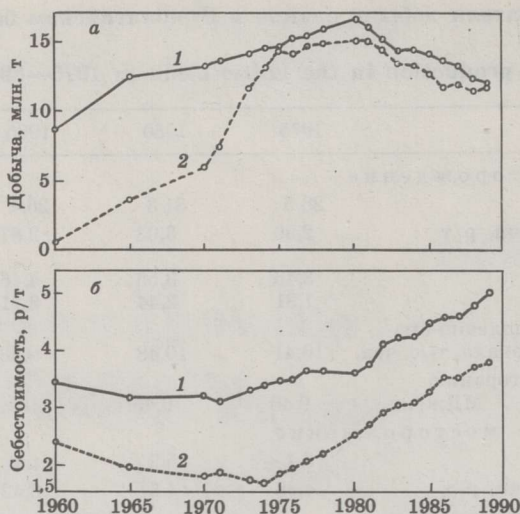
За последние 10 лет сократилось потребление и энергетического сланца (на 13 %). Прекратился вывоз технологического сланца в Ленинградскую область. В результате на складах добывающих предприятий скопились нереализованные остатки сланца, к концу 1985 г. 8 млн. т. Снижение спроса на сланец повлекло за собой сокращение его добычи. В 1989 г. по сравнению с 1980 г. добыча сланца в Эстонии уменьшилась на 25 %, производственные мощности добывающих предприятий были загружены на 73,8 %, себестоимость сланца возросла на 44,5 % (табл. 1). Если в 1980 г. себестоимость 1 т сланца составляла 3,03 р., в 1989 г. — 4,38 р., то в перспективе на новых шахтах она, по-видимому, дойдет до 7—9 р/т.

Наряду с сокращением потребности в сланцевом сырье на его себестоимости отразились как общее повышение цен на строительные материалы, увеличение оплаты труда рабочих и служащих угольной промышленности, так и рост стоимости строительства новых добывающих предприятий. Со времени ввода в эксплуатацию шахты «Эстония» (1972 г.) и разреза «Октябрьский» (1974 г.) себестоимость сланца неизменно увеличивается, даже в период роста добычи (рисунок). На экономической эффективности добывающей промышленности отрицательно сказывалось ухудшение горно-геологических условий: увеличение объема вскрышных работ, ухудшение структуры и качества пласта, повышение его водообильности и усложнение условий разработки.

Тенденция к ухудшению экономических показателей добычи сланца сохранится и в будущем, поскольку:

— В сланцевом бассейне уже вовлечены в эксплуатацию лучшие участки, пригодные для отработки открытым способом, а также запасы центральной части месторождения с лучшими показателями пласта (по мощности, удельной теплоте сгорания, глубине залегания) и условиям добычи.

— На разрезах продолжает расти объем вскрышных работ.



Добыча сланца (а) и её себестоимость (б) в Эстонии в 1960—1989 гг.:  
 1 — подземная добыча, 2 — открытая  
 Oil Shale production (a, million t) and its cost (б, Rbl/t) in Estonia  
 in 1960—89: 1 — underground mining, 2 — open-cast mining

— В ближайшее десятилетие из-за отработки запасов сланца будут интенсивно выбывать действующие мощности, новые же предприятия могут быть заложены уже на периферийных участках бассейна, где хуже условия добычи и ниже качество залежи.

— Будут расти затраты на предотвращение и ликвидацию экологических нарушений, связанных с добычей и использованием сланца.

### Экологический аспект

Сланцевый комплекс интенсивно загрязняет природную среду. Добыча и потребление сланца сосредоточены на относительно небольшой территории, чем объясняется высокая концентрация загрязнителей. Наибольший ущерб воздушному бассейну наносят сланцевые электростанции, водному хозяйству — добывающие и перерабатывающие предприятия, лесному и сельскому хозяйству и добыче торфа — сланцевые шахты и разрезы.

Развитие производства в сланцевом бассейне без необходимой экологической защиты резко ухудшило состояние окружающей среды. Воздух городов этого региона сверх допустимых норм загрязнен летучей золой и пылью, сернистыми и азотистыми соединениями, фенолами, вредными органическими веществами. Здесь образуется 85—87 % всех загрязняющих веществ, поступающих из стационарных источников выброса по республике. В 1987 г. выбросы предприятий сланцевого комплекса составили 347,6 тыс. т, из них выбросы электростанций — 323,7 тыс. т, сланцеперерабатывающих предприятий — 21,5 тыс. т, добывающих — 2,4 тыс. т [1].

Из сланцевых шахт и разрезов ежегодно откачивается 200—300 млн. м<sup>3</sup> воды. Шахтные и карьерные воды, имеющие сверхнормативную жесткость и повышенное содержание взвесей, используются в малых количествах, в основном же через искусственные и природные системы направляются в Чудское озеро или в Финский залив. В связи

с откачкой подземных вод вокруг шахт образуются депрессионные воронки, в результате чего создается дефицит воды и понижается ее уровень в близлежащих озерах. В откачиваемой воде содержится до 500 мг/л сульфатов, до 40 мг/л хлоридов, до 200 мг/л суспензий. Из-за дефицита кислорода в водоемах сульфаты превращаются в сероводород и тем самым губительно влияют на флору и фауну [2].

Предприятия сланцевого комплекса расходуют около 85 % всей потребляемой в республике воды. При этом на долю электростанций приходится 99 % расхода воды сланцевым комплексом [1].

Сброс сточных вод в Эстонии в 1987 г. характеризовался следующими данными, млн. м<sup>3</sup> [1]:

	Общий сброс	В том числе загрязненной воды
Всего	3226	203
В том числе по предприятиям сланцевого комплекса:		
добывающим	2682,5	21,1
перерабатывающим	260,3	5,8
энергетическим	16,2	15,2
	2406	0,1

Как следует из этих данных, 83 % сброса сточных вод по республике приходилось на сланцевый комплекс, в том числе 75 % — на энергетику.

При подземной добыче сланца по существующей технологии происходит оседание земной поверхности с образованием впадин, трещин, мульд. В ходе вскрышных работ на разрезах нарушаются почвенно-растительный покров и гидрологический режим. Все большую площадь занимают породные отвалы, заболачиваются почвы, гибнут леса и природные ландшафты. Уменьшить отрицательное воздействие добычи сланца на природную среду можно при комплексном подходе к использованию и охране природных ресурсов, что означает извлечение сланца и сопутствующих ископаемых с минимальными потерями, опережающую разработку древесины и торфа в границах сланцевых предприятий, рекультивацию отработанных территорий шахт и разрезов, использование отходов добывающих предприятий и обогатительных фабрик.

В сланцевом бассейне осуществлен ряд мероприятий, направленных на сокращение выбросов жидких и газообразных загрязнителей, утилизацию и обезвреживание отходов. Рекультивируются отработанные территории разрезов. Однако этого недостаточно для существенного снижения нагрузки на окружающую природную среду. На долю основных фондов природоохранного назначения в настоящее время приходится лишь 4—6 % от всех основных фондов. По отечественным и зарубежным данным, затраты на обеспечение эффективной защиты среды от вредных выбросов в энергетике и химической промышленности должны составлять не менее 20 % от общей стоимости объекта.

Исследования в области развития промышленности северо-восточной Эстонии [3, 4] свидетельствуют о том, что возможности этого региона противостоять техногенному загрязнению весьма ограничены, поэтому на новых и реконструируемых предприятиях следует отказаться от устаревших технологий добычи и использования сланца. В первую очередь это относится к расширению энергетических мощностей.

Установлено, что между качеством сланца, его потерями и воздействием сланцевых отраслей на окружающую среду существует тесная

взаимосвязь. Рост потерь органического вещества сланца при его сжигании непосредственно вызван ухудшением качества используемого топлива. Сжигание на электростанциях сланца низкого качества, кроме ухудшения экономических показателей, сопряжено с увеличением золотавалов и выбросов твердых и газообразных веществ в атмосферу.

Потери сланца в недрах во многом связаны с необходимостью обеспечить потребителей сырьем стандартного качества (в недрах остаются низкокалорийные слои промышленного пласта) и сохранить земную поверхность над выемочным пространством (оставляются целики, предотвращающие обрушение кровли и проседание земной поверхности). Как показывает сравнение различных технологий выемки, ресурсосберегающие технологии характеризуются высокой степенью изменения земной поверхности, а повышение удельной теплоты сгорания горной массы сопровождается почти пропорциональным ростом эксплуатационных потерь [5].

В Прибалтийском сланцевом бассейне уровень эксплуатационных потерь при добыче сланца составляет 21—22 % и в зависимости от способа и технологии выемки колеблется от 6 до 45 %. С учетом общешахтных потерь и списаний запасов сланца, которые не могут быть отработаны по различным причинам, общая сумма потерь достигает 50 %. Поэтому проблема разработки и применения ресурсосберегающих технологий выемки крайне актуальна для отрасли. Поскольку они предполагают планомерное обрушение кровли, то наряду с положительным эффектом от снижения потерь и повышения производительности труда неизбежен ущерб, который наносится элементам среды при нарушении земной поверхности.

### **Использование геологических запасов**

До недавнего времени перспективы развития сланцевого комплекса основывались на предположении о том, что до 2005 г. объем добычи сланца на Эстонском месторождении можно сохранить на существующем уровне 23 млн. т в год (с учетом строительства новой шахты мощностью 5,8 млн. т), из которых 21—22 млн. т предназначалось для производства электроэнергии. При этом выработку электроэнергии тоже намечалось сохранить на современном уровне — 17,5 млрд. кВт·ч в год, из которых на долю сланцевых электростанций приходилось бы 16 млрд. кВт·ч. В 1989 г. разница между объемом добычи (23,3 млн. т) и потребностью в сланце (26 млн. т) покрывалась за счет ввоза из Ленинградской области (2,0 млн. т) и уменьшения остатков нереализованного сланца на складах добывающих предприятий (0,8—1,0 млн. т в год). Однако уже после 1995 г. баланс сланца существенно изменится. Во-первых, будут израсходованы нереализованные остатки на складах. Из-за исчерпания запасов закроются четыре шахты и один разрез. Уменьшится также объем открытой добычи на трех остальных разрезах — из-за нерешенности вопроса о земельных отводах и отсутствия мощного оборудования для разработки сланцевого пласта (на вводимых в разработку участках месторождения глубина залегания пласта больше, чем на отработанных). Такое оборудование производится в стране в недостаточном количестве и предназначается в основном для угольных бассейнов.

Если ближайшие перспективы добывающей отрасли определяются состоянием действующего шахтного фонда, то дальнейшее ее развитие будет зависеть от наличия запасов сланца и возможности их освоения.

Балансовые запасы сланца Прибалтийского бассейна категории

Таблица 2. Балансовые запасы горючего сланца Эстонского и Ленинградского месторождений  
Table 2. Oil shale reserves in the Estonian and Leningrad deposits

Участки	Запасы А+В+С <sub>1</sub> на 01.01.89			
	Эстонское место- рождение		Ленинградское месторождение	
	млн. т	%	млн. т	%
Действующие шахты	404,8	10,4	188,2	17,2
Действующие разрезы	321,2	8,3	—	—
Резервные разведанные участки	1510,0	39,0	455,4	41,6
Всего по разрабатываемым и под- готовленным к освоению участкам	2236,0	57,7	643,6	58,8
Разведываемые участки	438,6	11,3	413,0	37,7
Перспективные для разведки участки	330,6	8,5	—	—
Прочие участки	869,8	22,5	38,0	3,5
Всего по месторождению	3875,0	100,0	1094,6	100,0

А + В + С<sub>1</sub> по состоянию на 01.01.89 выражались величиной 4,97 млрд. т (табл. 2).

Данная оценка запасов основана на характеристике их качества, степени разведанности и в какой-то мере на горнотехнических условиях добычи. Запасы перспективных для разведки участков утверждены по старым кондициям; они не соответствуют современным требованиям с точки зрения возможности промышленного освоения и нуждаются в доразведке и переоценке. В последнее время геологическая служба Эстонии провела оценку запасов сланцевого месторождения со стороны их экологичности, то есть возможного влияния горных работ на окружающую среду (земную поверхность, водный режим). По этому признаку запасы делятся на три категории.

К первой отнесены экологически пригодные запасы действующих шахт и разрезов в количестве 0,7 млрд. т, ко второй — запасы резервных участков, экологически пригодные для строительства новых шахт (1 млрд. т), к третьей — запасы в количестве 2,1 млрд. т, не рекомендуемые для разработки во избежание резкого ухудшения экологической ситуации [6].

Таким образом, из 3,8 млрд. т балансовых запасов Эстонского месторождения лишь 1,7 млрд. т, или 45 %, отнесены к первой и второй категориям, то есть их отработка не причинит существенного ущерба окружающей среде. При нынешнем состоянии техники и технологии разработка экологичных запасов на действующих шахтах и разрезах может дать 550 млн. т товарного сланца, на перспективных — 660—770 млн. т [6]. По этим данным экологичные запасы действующих шахт и разрезов могли бы удовлетворить устойчивую потребность в сланце в объеме 19—20 млн. т в год примерно до 2015 г. Дальнейшая добыча сланца в таком объеме возможна лишь при своевременном вводе новых мощностей взамен выбывающих. Такая необходимость возникнет уже в 2000 г. Между тем вопрос о строительстве новых сланцедобывающих предприятий является в настоящее время наиболее острым.

По уровню геологической и проектной подготовленности первоочередным заменяющим объектом была признана шахта «Куремяэ». Но её строительство нанесло бы непоправимый ущерб системе Куртна-

ских озер, так как при откачке шахтных вод неизбежно образуется мощная депрессионная воронка. Водный режим будет нарушен не только в границах шахтного поля, но и за его пределами. Шахтные воды, характеризующиеся высокой жесткостью, наличием сульфатов и хлоридов, попадая по естественным водостокам в Чудское озеро, пагубно действуют на качество воды этого уникального водоема. Будет также нанесен ущерб поверхности над шахтными выработками (оседание) и запасам торфа, если они не будут своевременно отработаны.

В проекте шахты «Куремяэ» со щебеночным комплексом стоимостью 276 млн. р. (производственное строительство) не учтены затраты на предотвращение попадания шахтных вод в Чудское озеро. С учетом этих и других неучтенных затрат по охране среды стоимость шахты может возрасти на 80—100 млн. р. Если строительство и пуск новой шахты не совпадут по времени с выбытием старых шахт и разреза, то высвободившаяся рабочая сила будет поглощена другими отраслями народного хозяйства, а для этой шахты дополнительно потребуется 2,7 тыс. чел. работающих, а вместе с семьями — 8,2 тыс. чел. Общая сумма капитальных затрат на увеличение добычи сланца на 5,8 млн. т достигнет 500—600 млн. р., или 86—100 р/т сланца вместо 45—50 р/т по проекту. Если же учесть оценку погашаемых запасов, а также ущерб, который строительство и эксплуатация шахты нанесли бы озерной системе из-за образования депрессионной воронки при откачке шахтных вод, то разработка запасов сланца на данном шахтном поле может оказаться нерациональной. По оценке геологической службы куремяэские запасы отнесены к третьей категории, то есть они не рекомендуются к обработке по экологическим соображениям.

### Возможные перспективы

В сложившейся ситуации возникла необходимость рассмотреть варианты развития сырьевой базы сланцевого комплекса без освоения запасов шахтного поля «Куремяэ». При отказе от строительства новой шахты добыча сланца на Эстонском месторождении в 2005 г. может составить от 13 до 19 млн. т в год в зависимости от решения вопросов о земельных отводах и обеспечении разрезов новыми экскаваторами. Сокращение добычи сланца приведет к тому, что уже с 1993 г. снизятся производство электроэнергии и ее отпуск за пределы республики, а после 2005 г. производимой электроэнергии уже не будет хватать даже для собственных нужд республики. С учетом этого обсуждаются три возможных варианта решения проблемы:

- а) импорт электроэнергии в республику;
- б) развитие атомной энергетики;
- в) новое шахтное строительство для обеспечения сырьем сланцевых электростанций.

Из анализа состояния энергетической ситуации на Северо-Западе и во всей европейской части СССР следует, что импорт электроэнергии в Эстонию нереален.

С нашей точки зрения, нельзя ориентироваться и на развитие в Эстонии ядерной энергетики, во всяком случае до тех пор, пока не будет в достаточной мере изучены отдаленные экологические последствия ее функционирования и предусмотрены способы их предотвращения. Следует также учитывать высокую капиталоемкость атомных электростанций: 400—700 р/кВт [7], что заведомо выше затрат на техническую реконструкцию и экологизацию действующих ТЭС.

Сокращение добычи сланца и производства электроэнергии сопря-

жено с коренными структурными преобразованиями в народном хозяйстве республики, для осуществления которых тоже потребуются крупные капиталовложения.

При сохранении и развитии сланцевой энергетики придется считаться с удорожанием как самих энергетических объектов, так и сырьевой базы. Себестоимость сланца на новых шахтах возрастет по сравнению с действующими в 1,4—1,5 раза, а затраты на их строительство (при одинаковой мощности) — в 4—5 раз.

Существует проект расширения Прибалтийской ГРЭС путем установки четырех базовых агрегатов по 200 МВт. Стоимость нового строительства 308 млн. р. Поскольку придется заменить изношенные котлоагрегаты на Прибалтийской и Эстонской ГРЭС, общая сумма затрат на оборудование этих станций базовыми блоками превысит 550 млн. р. Для выполнения международного соглашения по снижению выбросов в атмосферу окислов серы потребуется оборудовать станции газоочистными установками. Использование «мокрого» способа сероочистки дымовых газов ведет к удорожанию станций примерно на 25 % [2]. Таким образом, реализация проекта (ориентировочной стоимостью 700 млн. р.) не обеспечивает перепрофилирования станций (сохраняется работа в базисном режиме) и не снимает проблемы дефицита сланца. Расширение Прибалтийской ГРЭС и создание соответствующей инфраструктуры в г. Нарва потребует дополнительно 4 тыс. строителей, а вместе с семьями — 12 тыс. человек.

Исходя из концепции развития энергосистемы, согласно которой сланцевым электростанциям после 2000 г. отводится роль маневренных (для покрытия полупиковой части графика нагрузок), Институт

Таблица 3. Ориентировочная оценка вариантов развития сланцевого топливно-энергетического комплекса на уровне 2005 г.

Table 3. Estimation of the variants of development of the oil shale-based fuel and energy industry up to 2005

Показатель	С шахтой «Куремяэ»	Без шахты «Куремяэ»
Добыча сланца, млн. т	22,0	15,3
Ввоз сланца, млн. т	2,0	2,0
Всего ресурсов сланца, млн. т	24,0	17,3
В том числе для энергетики	21,5	14,8
Выработка электроэнергии — всего, млрд. кВт·ч	17,5	12,6
В том числе из сланца	16,0	11,1
Потери в сетях и собственные нужды станций, млрд. кВт·ч	3,0	2,2
Товарная электроэнергия, млрд. кВт·ч	14,5	10,4
В том числе:		
Потребление в республике	10,4	10,4
Передача в другие регионы	4,1	—
Ориентировочные капитальные вложения — всего, млн. р.	1300—1460	470—520
В том числе:		
В добычу сланца:	500—590	30—40
Строительство шахты и стройбаза	290	—
Природоохранные затраты	80—100	—
Жилье и инфраструктура	130—200	—
В энергетику:	800—870	440—480
Расширение Прибалтийской ГРЭС	310	—
Обновление Эстонской и Прибалтийской ГРЭС	240—250	—
Замена основных узлов станций в ходе капремонта	—	270—300
Газоочистка	150	150
Затраты на инфраструктуру	100—160	20—30
Дополнительная потребность в рабочей силе, тыс. чел.	6,7—8,0	—



термофизики и электрофизики АН Эстонии предлагает в ходе капитального ремонта заменить основные узлы оборудования станций, что позволит продлить срок службы агрегатов на 10—15 лет и обойтись в 3—4 раза меньшими затратами [2]. Одновременно рекомендуется приступить к созданию маневренных котлоагрегатов для перевода в перспективе сланцевых электростанций на полупиковый режим работы, экономически предпочтительный при изменении цен на электроэнергию. В табл. 3 дается ориентировочная экономическая оценка двух вариантов развития топливно-энергетического комплекса: один — со строительством шахты «Куремяэ», расширением Прибалтийской ГРЭС, обновлением Эстонской и Прибалтийской ГРЭС, другой — без шахты «Куремяэ» и расширения Прибалтийской ГРЭС. По обоим вариантам учтены ориентировочные затраты на природоохранные мероприятия, не предусмотренные проектами.

По варианту со строительством шахты «Куремяэ», то есть при добыче 22 млн. т, ввозе 2 млн. т и расходе на термическую переработку 2,5 млн. т, для энергетики остается 21,5 млн. т сланца, что позволит произвести 16 млрд. кВт·ч электроэнергии в год. С учетом выработки 1,5 млрд. кВт·ч электроэнергии на ТЭЦ (на природном газе), потеря в сетях и собственных нужд станций (17,3 %) товарная электроэнергия составит 14,5 млрд. кВт·ч, из которых, по прогнозу Института термофизики и электрофизики АН Эстонии, 10,4 млрд. кВт·ч будут потребляться в республике и 4,1 млрд. кВт·ч — передаваться в другие регионы. По варианту без строительства шахты «Куремяэ» и без расширения Прибалтийской ГРЭС при возможной добыче 15—16 млн. т сланца и ввозе 2 млн. т его ресурсы для энергетики составят 14,8 млн. т. Вся производимая электроэнергия соответствует потребности в ней, прогнозируемой для республики на 2005 г.

Таким образом, отказ от нового шахтного строительства приведет к сокращению производства электроэнергии до объемов, позволяющих обеспечить только потребности республики. Прекращение отпуска электроэнергии в другие районы уменьшит денежные доходы, а также может отразиться на снабжении республики ввозимыми энергоресурсами — газом, сланцем Ленинградского месторождения и жидкими топливами. Этот вопрос требует специального исследования, в частности сопоставления альтернативных вариантов энергоснабжения народного хозяйства Эстонии. Одним из вариантов, по нашему мнению, может быть строительство небольших шахт годовой мощностью 2—2,5 млн. т товарного сланца на площадях шахтных полей, где ущерб окружающей среде можно существенно уменьшить по сравнению с предполагаемым ущербом от шахты «Куремяэ», годовая мощность которой 5,8 млн. т. Проведение дополнительных геологических и проектных работ позволило бы выяснить экологическую допустимость и экономическую целесообразность использования части (возможно, половины) куремяэских запасов, которые в противном случае подлежат списанию.

## SUMMARY

The main fuel used in power stations in Estonia is oil shale from the Estonian and Leningrad deposits. A decrease in its consumption in the 1980s, complicated conditions of mining and a rise in the cost of building a new mine have deteriorated the economic position of the Estonian oil-shale industry (Table 1, Figs. 1 and 2). The cost of production of oil shale and other power resources will continue to rise in the U.S.S.R. Nevertheless, oil shale-fuelled power stations will be competitive with coal-fuelled and nuclear ones in the future as well.

The commercial production of oil shale, including for power purposes, without necessary environment protection has brought about its considerable pollution

in the oil-shale basin. The concentrations of sulphur and nitrogen compounds, phenols and toxic organic substances discharged into the air of towns in the oil-shale region are considerably above normal. 85—87 % of all the pollutants entering from permanent effluent sources in the republic are formed here. The oil-shale processing plants use up about 85 % of the water consumed in Estonia. With existing oil-shale technologies, the topsoil and hydrological regime are upset, the settling of the earth's surface and swamping of soils take place and woods perish.

To reduce the harmful effect of the oil-shale industry on the environment, in addition to taking its protection measures, out-of-date oil-shale technologies must be given up.

The future of the oil shale-based power industry will depend on the possibility of developing existing oil shale reserves. Up to now they have been estimated according to quality, degree of explorability and methods of mining. Recently, the Estonian Geological Service evaluated oil shale reserves in the Estonian deposit from an ecological viewpoint, i.e. determining the influence of mining on the environment. According to estimation only 45 % of the balanced reserves (categories A + B + C<sub>1</sub>), found in the Estonian deposit may be developed without causing harm to the environment.

This is why the development of reserves in the designed mine with a yearly output of  $5.8 \cdot 10^6$  t shale is not recommended to start.

The construction and operation of a new mine would cause damage to the neighbouring lakes and water regime not only within the mine field but also beyond if due to the formation of a huge cone of influence by pumping out the mine water.

As without constructing a new mine the capacity of operating ones may decrease to 30—40 % by the year 2000, the raw material problems in the power industry will remain urgent. The use of out-of-date technologies in nuclear power engineering is much more dangerous than the oil shale-based production of electric power. This is why alternative methods of oil shale mining must be searched for. Construction of small mines with a yearly output of  $(2-2.5) \cdot 10^6$  t shale would offer such possibility.

## ЛИТЕРАТУРА

1. О выполнении мероприятий по охране и рациональному использованию природных ресурсов в Эстонской ССР за 1987 год : Статистический сборник. — Таллинн, 1988.
2. Липпмаа Э. Т., Мытус М. М. Воздействие сланцевой энергетики на окружающую среду // Эффективность и функционирование энергетического комплекса региона. — Таллинн, 1989. С. 39—45.
3. Каганович И. З. Исследования макроэкономических и отраслевых систем. — Таллинн, 1979.
4. Прогнозный анализ многоотраслевого комплекса в условиях неопределенности (на примере энерго-топливно-химического комплекса). — Таллинн, 1980.
5. Рейнсалу Э. Оптимальное развитие добычи горючего сланца. — Таллинн, 1984.
6. XIII сессия Верховного Совета ЭССР одиннадцатого созыва // «Советская Эстония». 14 октября 1989 г.
7. Михкалев М. Е., Пузин Г. Н. Исследование экономической эффективности применения атомных электростанций // Энергетическое строительство. 1989. № 8. С. 46—48.

Институт экономики  
Академии наук Эстонии  
г. Таллинн

*Estonian Academy of Sciences,  
Institute of Economics  
Tallinn*

Поступила в редакцию  
12.04.90

Received 12.04.90