

Н. БАРАБАНЕР, К. ТЕННО

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СЛАНЦЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
ЭСТОНСКОЙ ССР

Перспективы развития сланцевой промышленности Эстонской ССР определяются в Институте экономики АН ЭССР в рамках работ по научно-техническому прогрессу отраслевых комплексов, развитию производительных сил республики и программе комплексного использования горючего сланца. Эти работы выполняются в сотрудничестве с соответствующими отраслевыми научно-исследовательскими институтами и с привлечением широкого круга научных и проектных организаций. Перспективы развития энергетики разрабатываются Институтом термодинамики и электрофизики АН ЭССР.

Добыча сланца, его термическая переработка и сланцевая энергетика рассматриваются как единый топливно-энергетический комплекс. Его экономические связи выходят за пределы республики: сырье для сланцевых ГРЭС поступает с Эстонского и Ленинградского месторождений, входящих в Прибалтийский сланцевый бассейн, а часть технологического сланца (крупного класса) с эстонских шахт направляется для переработки в Ленинградскую область. Энергосистема Эстонии является частью Объединенной электроэнергетической системы (ОЭЭС) Северо-Запада СССР. Сложившиеся взаимосвязи в большой мере определяют направления развития как комплекса в целом, так и отдельных его звеньев. С одной стороны, масштабы добывающей отрасли зависят от потребления сланца, но с другой — соотношение объемов сырья, потребляемого энергетикой и сланцеперерабатывающей промышленностью, определено существующими технологиями выемки. Перспективы сланцевого комплекса зависят и от состояния запасов.

Разведанные запасы сланца республики позволяют при сохранении потребности на существующем уровне обеспечить промышленность сырьем примерно до 2045 г., а с учетом забалансовых запасов — до 2060 г. Запасы горючего сланца Эстонского месторождения на 1 января 1982 г. составляют: балансовые категории А+В+С<sub>1</sub> 3856,6 млн. т, забалансовые — 1704 млн. т. Анализ состояния балансовых запасов показал, что около 33% из них находится в разработке, 36% будет вовлечено в эксплуатацию с вводом трех новых шахт («Куремяэ», «Новая Кививыли» и «Пермискюла»), 13—15% (по категории перспективных) реально остается для дальнейшего развития добычи сланца, остальные 16—18% по сегодняшним оценкам не могут быть использованы в силу различных причин.

В разрабатываемой центральной части месторождения теплота сгорания горной массы составляет 7,54—9,21 МДж/кг (1800—2200 ккал/кг), что обеспечивает на действующих предприятиях производство товарного сланца с теплотой сгорания 12,06—13,31 МДж/кг (2880—3180 ккал/кг). Однако по мере продвижения в периферические части месторождения теплота сгорания горной массы снижается до 5,86—5,02 МДж/кг (1400—1200 ккал/кг), качество товарного сланца ухудшается, мощность промышленного пласта уменьшается, а доля пустой породы увеличивается. В связи с этим выход товарного сланца из

добытой горной массы на новых шахтах должен снизиться до 55—48%, тогда как на действующих он составляет 60—66%. Для продления срока службы месторождения необходимо снизить кондиции для подсчета балансовых запасов, усовершенствовать технологию добычи и обогащения сланца, разработать технологию использования сырья с низкой теплотой сгорания, уменьшить потери сланца при добыче.

Добычу сланцев Эстонского месторождения ведет производственное объединение «Эстонсланец», куда входят 7 шахт и 4 разреза. В 1982 г. добыто 29,3 млн. т сланца, из них 14,3 млн. т открытым способом и 15,0 млн. т подземным.

Мощность сланцедобывающей отрасли в настоящее время составляет 30,8 млн. т. Однако из-за выбывания в предстоящее двадцатилетие добывающих предприятий мощность отрасли без нового шахтного строительства снизится на 10 млн. т. Для сохранения добычи сланца на существующем уровне необходимо построить и ввести в эксплуатацию шахту «Куремяэ» мощностью 5,8—6,0 млн. т, реконструировать шахту «Виру» с расширением добычи на 0,5 млн. т и довести мощность разреза «Октябрьский» до проектной, что даст увеличение добычи на 2 млн. т. К концу века в добывающей отрасли останутся 4 шахты и 3 разреза общей мощностью 29 млн. т в год (с учетом новой шахты «Куремяэ»).

Перспективы развития сланцедобывающей отрасли определяются на основе экономического сопоставления ряда альтернативных вариантов обеспечения сырьем заданных потребностей. Оптимальный вариант должен предусматривать:

- планирование добычи сланца в требуемых объемах как в целом, так и по классам крупности, а также с соблюдением ГОСТа по теплоте сгорания;

- строительство и ввод новых добывающих предприятий соответственно срокам ввода новых мощностей у потребителя и выбыванию старого шахтного фонда;

- ориентацию на механизированные технологии выемки, обеспечивающие уменьшение потерь, рост производительности труда и снижение затрат на единицу продукции;

- уменьшение отрицательного влияния добывающей отрасли на окружающую среду;

- развитие добычи сланца в объемах, позволяющих имеющимися запасами обеспечивать потребности будущих потребителей в течение длительного времени (не менее срока полной амортизации оборудования потребителей).

Следует отметить, что составить перспективы развития отрасли на базе оптимального варианта не представляется возможным в силу ряда причин. В первую очередь этому мешает сложившаяся практика выделения средств на новое строительство. Расчеты Института экономики АН ЭССР и Эстонского филиала Института горного дела им. А. А. Скочинского показали, что при прочих равных условиях получение крупнокускового сланца на разрезах с обогатительными фабриками экономичнее (с учетом строительства фабрик), чем на новых шахтах. Однако несмотря на преимущества вариантов с обогатительными фабриками, средства для их строительства не выделяются, так как это не связано с расширением мощностей по добыче. Рациональному развитию топливно-энергетического комплекса мешают и межведомственные барьеры, поскольку планы развития потребляющих отраслей (энергетики и сланцепереработки) не всегда согласуются с возможностями добывающей отрасли. Поэтому за основу перспектив развития сланцедобывающей промышленности принят вариант, в наибольшей мере учитывающий реальные возможности отрасли удовлетворить заданные потребности.

К настоящему времени потребность в сланцевом сырье составляет 30 млн. т, включая поставку более 1 млн. т крупнокускового сланца в Ленинградскую область.

В соответствии с разработанными направлениями развития энергетики и термической переработки сланца потребность в сланцевом сырье к концу века достигнет 35—36 млн. т в год. Недостающее количество сланца в объеме 5—6 млн. т может быть покрыто либо ввозом из Ленинградской области, либо строительством еще одной новой шахты. В последнем случае возникает проблема одновременного строительства в республике двух шахт, что при дефиците трудовых ресурсов и ограниченной мощности строительной базы представляется нереальным.

На сланцевых электростанциях в течение рассматриваемого периода будет потребляться 25—26 млн. т сланца в год, причем вместо строительства новой ГРЭС предусматривается реконструкция и расширение Прибалтийской ГРЭС с установкой четырех блоков по 200 МВт. Расширение Прибалтийской ГРЭС целесообразно осуществлять двумя очередями: к 1990 г. ввести два блока с использованием имеющихся ресурсов сланца, а в XIII—XIV пятилетках — еще два блока с использованием сланца, который будет получен за счет новых мощностей.

Запасы шахт «Таммику», «Кохтла» и разреза «Вивиконд» кончаются и при существующих объемах добычи будут истощены к началу 90-х гг. Кроме того в связи с ростом объема вскрышных работ и отсутствием мощных экскаваторов не будет достигнута проектная мощность разреза «Нарвский» и сократится добыча на разрезе «Сиргала». Поскольку сроки строительства новой шахты «Куремяэ» отстают от выбытия старых шахт и разрезов, в 90-х гг. возникнет дефицит сланца.

Чтобы уменьшить намечающийся дефицит сланца, предлагается сократить добычу на шахтах «Кивиыли», «Сомпа», «Таммику» и разрезе «Вивиконд», продлив таким образом срок их действия на несколько лет. И хотя для улучшения экономических показателей отрасли следовало бы закрыть старые немеханизированные шахты «Кивиыли» и «Сомпа» и передать их запасы механизированным предприятиям — разрезу «Октябрьский» и шахте «Виру» — из-за дефицита сланца в будущем, особенно крупнокускового, потребуются продлить срок эксплуатации этих нерентабельных шахт. Альтернативой такого решения было бы строительство обогатительной фабрики на разрезе «Сиргала».

В целом по сланцедобывающей отрасли ожидается снижение производительности труда и фондоотдачи. Ухудшение экономических показателей при значительных капитальных вложениях в добывающую промышленность объясняется рядом причин, в первую очередь следующими: ухудшением условий добычи и качества промышленного пласта; выбыванием старых шахт и строительством новых с большими капитальными затратами; сокращением добычи на разрезе «Сиргала»; ростом объема вскрышных работ на разрезах; невозможностью применения намеченной ранее новой технологии добычи сланца, рассчитанной на рост добычи и сокращение численности персонала; заменой устаревшего оборудования разрезов новым, требующим больших капитальных затрат.

Комплексный подход к развитию добычи сланца предполагает рациональное использование основных и попутных природных ресурсов и охрану окружающей среды. Особого внимания заслуживают такие аспекты проблемы, как организация горных работ с наименьшим ущербом для окружающей среды, использование отходов добывающей отрасли, предварительная разработка торфа и дровесины при открытой добыче сланца, рациональное использование его запасов и снижение потерь.

В ходе вскрышных работ на разрезах нарушается почвенно-растительный покров и гидрологический режим. При существующих технологиях подземной добычи сланца происходит деформация земной поверхности за счет оседания покрывающих пород с образованием впадин, трещин, мульд. Оседание земной поверхности составляет обычно от 0,5 до 2 м.

Уменьшить экологические изменения при открытом способе добычи сланца можно рекультивацией нарушенных земель, восстановлением

гидрологического режима, очисткой сбрасываемых вод. Оседание поверхности земли при подземной добыче можно сократить при помощи сплошной закладки выработанного пространства, что, однако, сопровождается увеличением производственных затрат в 1,3—2 раза.

При добыче сланца подземным способом попутно извлекается большое количество породы, которая складывается в отвалы. Чтобы сократить вредное воздействие отвалов на окружающую среду следует прежде всего ограничить их появление путем перехода на закладку выработанного пространства отвальной породой, а также рекультивировать имеющиеся. Необходимо изыскивать возможности использования отходов обогатительных фабрик, которые сейчас реализуются в незначительных объемах в виде щебня. При открытой добыче сланца необходимо уделять внимание опережающей разработке древесины и торфа, находящихся на территории разрезов.

При добыче сланца значительная часть ценного полезного ископаемого остается в недрах (под различными наземными объектами, в зонах геологических нарушений, для поддержания кровли, для обеспечения требуемого качества товарного сланца, из-за отсутствия мощного добычного оборудования и по другим причинам). Следовательно, необходимо совершенствовать существующие технологии добычи и разрабатывать новые способы выемки, направленные на снижение потерь запасов сланца.

Следует отметить, что северо-восточная часть республики, где сосредоточена добыча сланца, — это район с сильно развитой промышленностью. Здесь работают крупные электростанции на сланце, сланцеперерабатывающие комбинаты, несколько котельных и ТЭЦ, завод минеральных удобрений и ряд других предприятий.

Поэтому при оценке влияния добывающей отрасли на состояние окружающей среды следует учитывать имеющийся фон загрязнений и совместное влияние всех источников экологических изменений среды в данном районе.

Термическую переработку сланца в Эстонской ССР в настоящее время осуществляет ПО «Сланцехим» им. В. И. Ленина и сланцехимический завод (СХЗ) «Кививыли». В 1980 г. они перерабатывали в газогенераторах и камерных печах 3,7 млн. т крупнокускового сланца. Камерные печи физически и морально устарели и в текущем пятилетии должны быть закрыты. Для переработки мелкого сланца при Эстонской ГРЭС построены две установки с твердым теплоносителем (УТТ) мощностью по 3 тыс. т сланца в сутки, но из-за неработоспособности ряда узлов и систем агрегатов освоение их тянется уже несколько лет.

Развитие термической переработки сланца связано с реконструкцией и техническим перевооружением действующих предприятий путем интенсификации генераторного процесса и со строительством новых, высокопроизводительных генераторов (1 тыс. т сланца в сутки и более). Так, на ПО «Сланцехим» освоен головной 1000-тонный генератор. Новые генераторы обеспечат значительно большую автоматизацию, производительность, выход смолы и срск службы, чем действующие агрегаты. На их основе в XI пятилетке предусматривается сооружение новой газогенераторной станции (ГГС-6), а в дальнейшем еще двух станций с доведением общего объема переработки сланца по генераторному методу до 5—6 млн. т в год.

Поскольку при механизированной добыче доля мелкозернистого сланца увеличивается, проблема его переработки имеет центральное значение, однако пока она не решена. Процесс полукоксования твердым теплоносителем сложен в аппаратурном оформлении, а получаемая смола содержит значительное количество высокодисперсной трудноотделяемой золы и бензиновых фракций. Это не позволяет включать такую смолу в переработку по освоенной в промышленности схеме. В НИИсланцев разрабатывается технология полукоксования мелкозернистого сланца

газовым теплоносителем в псевдооживленном (кипящем) слое. Исследования процесса на стендовой установке показали его высокую эффективность. Получаемая смола по своему составу близка к генераторной, и ее переработка осуществима обычно применяемыми способами. В ближайшие годы предстоит построить и освоить на СХЗ «Кивийли» опытную установку пропускной способностью 25 т сланца в сутки с тем, чтобы своевременно подготовить разработку промышленного процесса. В дальнейшем предусматривается методом полукоксования в псевдооживленном слое перерабатывать 1—2 млн. т мелкозернистого сланца в год.

Сланцевая смола отличается низким содержанием серы и высоким — кислородных соединений. Из последних наиболее ценны фенолы и прежде всего водорастворимая часть алкилпроизводных резорцина (5-метил-, 5-этилрезорцин, диметилрезорцины и др.). На базе водорастворимых фенолов производятся эпоксидные и ряд других клеевых смол, синтетические дубители, модификаторы резины, тампонажные составы и прочая химическая продукция.

Разработана схема комплексной химико-топливной переработки сланцевой смолы, включающая фракционирование подготовленной и очищенной суммарной смолы и использование отдельных фракций для производства, наряду с ценной фенольной продукцией, высококачественного химико-мелиоративного препарата «Нэрозин», масла для пропитки древесины, топливного масла, электродного кокса и т. д. Предусматривается углубленная переработка смолы с увеличением доли и расширением ассортимента химической продукции. Переработку смолы следует дополнить выделением  $\alpha$ -олефинов для алкилирования. Для более рационального использования химического сырья намечается сооружение установок вакуумной ректификации фенолов для разделения суммарных фенолов на узкие фракции и индивидуальные соединения, в частности для получения чистого 5-метилрезорцина.

В сланцехимической промышленности Эстонской ССР широко используется и привозное сырье нефтехимического происхождения с комбинированием сланце- и нефтехимии, в наибольшем объеме — нефтяные пиролизные смолы. При совместной переработке сланцевого газбензина и пиролизных смол вырабатывают ароматические углеводороды — бензол и толуол. Из толуола производят бензойную кислоту для консервирования кормов в сельском хозяйстве, из остатков дистилляции пиролизных смол — стирольно-инденую смолу, применяемую в шинной промышленности, и т. д. Комбинирование сланце- и нефтехимии в дальнейшем предусматривается расширить. Расширится и использование привозного метанола для производства формалина, намечается выработка на его основе новой полимерной продукции — полиформальдегида и параформа.

В сланцеперерабатывающую отрасль как подразделение ПО «Сланцехим» входит завод минеральных удобрений, который использует природный газ для производства аммиака. Завод выпускает аммиачную воду для сельского хозяйства и синтетический аммиак, а также карбамид и серную кислоту. В перспективе предусматривается производство сложного минерального удобрения — нитроаммофоски.

Значительное внимание уделяется сооружению объектов природоохранного назначения. Сюда относятся реконструкция систем очистки газа и оборотной воды, установок переработки фусов, совершенствование обезвреживания полукокса и золы, что должно приблизить технологию переработки сланца к безотходной.

Реализация намечаемой программы развития сланцеперерабатывающей промышленности требует значительных капитальных вложений и увеличения рабочей силы.

Имея в виду напряженность баланса рабочей силы, не планируется значительного увеличения численности занятых: обеспечение новых объектов рабочей силой должно осуществляться в основном за счет внутренних резервов — высвобожде-

ния при закрытии объектов и повышения производительности труда.

В целом направления развития сланцевого комплекса можно определить следующим образом.

Анализ состояния добывающей отрасли и перспективной потребности в сланце свидетельствует о том, что увеличения его добычи в республике до конца века не ожидается. В предлагаемом варианте развития сланцевой промышленности особого внимания заслуживает проблема строительства новых добывающих предприятий. Баланс добычи и потребления сырья рассчитан на своевременный ввод нового шахтного фонда в Эстонской ССР и значительный ввоз сланца из Ленинградской области, где для обеспечения этого ввоза также потребуются строительство новых объектов.

Поскольку выделение средств на новое строительство постоянно откладывается, создается реальная угроза того, что будущие потребители сланца останутся без сырья. Чтобы сбалансировать добычу и потребление сланца по срокам и объему, необходимо преодолеть ведомственные барьеры между министерствами, ведающими добычей и использованием сланца, обеспечить пропорциональное развитие всего сланцевого комплекса и единство его планирования на региональном уровне.

Термическую переработку сланца следует ориентировать на выпуск жидкого котельного топлива и химической продукции на основе смолы и фенолов. Техническое перевооружение действующих производств должно происходить путем интенсификации генераторного процесса и строительства новых, высокопроизводительных генераторов. Хотя проблема переработки мелкого сланца является одной из важнейших, она до сих пор не получила удовлетворительного решения: единственная технология, находящаяся в стадии внедрения, — переработка твердым теплоносителем — не освоена и не отвечает современным требованиям по экономическим и экологическим параметрам; для освоения другой технологии, которая представляется перспективной, — полукоксования в псевдооживленном слое — требуется форсировать научно-исследовательские работы.

Проблематично и соответствие применяемых сланцевых технологий экологическим требованиям. В частности, это связано с утилизацией огромных количеств остатков термической переработки — полукокса и золы. Природоохранная деятельность в сланцевом бассейне требует повышенного внимания и значительных затрат.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Пути снижения потерь сланца при добыче /Под ред. Э. Рейнсалу. Таллин, 1982.
2. Рейнсалу Э. Я., Петерсон М. С., Барабанер Н. И. Управление качеством в сланцевой промышленности. М., 1982.
3. Рудин М. Г., Радченко В. Б., Пийк Э. Э. Генеральная схема развития сланцеперерабатывающей промышленности. — В кн.: Пути повышения эффективности и перспективы дальнейшего развития сланцеперерабатывающей промышленности. Тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. совещания, Кохтла-Ярве, 24—26 мая 1983 г. Кохтла-Ярве, 1983, с. 3—4.
4. Дойлов С. К., Омеляненко В. А., Журавлева И. В. Разработка технологии полукоксования мелкозернистого сланца в псевдооживленном слое. — Там же, с. 11—12.

Представил И. Каганович

Институт экономики  
Академии наук Эстонской ССР  
г. Таллин

Поступила в редакцию  
22. 10. 1983

## DEVELOPMENT OF ESTONIAN OIL SHALE INDUSTRY

The paper discusses the results of investigations carried out at the Institute of Economics, Estonian SSR Academy of Sciences, in cooperation with other research and designing institutions, aimed at the development of Estonian oil shale industry. Oil shale mining, its thermal processing and oil shale power engineering are regarded as an integrated fuel, energetical and chemical complex. Economic analysis of oil shale reserves and social factors shows that an accelerated growth of oil shale extraction in Estonia is not justified.

The main trends of the thermal processing of oil shale should be the production of liquid fuels and chemical products based on oil and phenols. Fluidized distillation seems to be a promising procedure for processing fine shale. Special attention must be paid to the utilization of huge quantities of semi-coke and ash, the residual products of thermal processing. It is suggested that a comprehensive scheme for processing shale oil with vacuum rectification of phenols and for an output of high-grade fuels and chemical products be realized.

*Academy of Sciences of the Estonian SSR,  
Institute of Economics  
Tallinn*