



УДК 622.337.2.013(09)

Э. Г. КАЛЬЮВЕЭ, Э. Я. РЕЙНСАЛУ

**ДОБЫЧА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ В СССР**

Горючие сланцы являются ресурсом, позволяющим повысить маневренность и надежность топливно-энергетического комплекса страны. Из имеющихся на территории СССР месторождений разрабатываются в настоящее время три: Эстонское и Ленинградское, входящие в Прибалтийский бассейн, и Кашпирское в Волжском бассейне. Годовая добыча горючих сланцев составляет 30 млн. т (10 млн. т условного топлива (у.т.)), из них 98 % приходится на Прибалтийский бассейн. Практика показывает, что горючие сланцы, несмотря на низкое качество ( $8 \div 14$  МДж/кг, или 2000—3500 ккал/кг, эквивалент у.т. 0,28—0,4), могут быть использованы с высокой экономической эффективностью для пылевидного сжигания в котлах электростанций, способных работать и в полупиковом режиме. Термическая переработка горючих сланцев позволяет получить смолу (заменитель нефти), отличающуюся высокими потребительскими свойствами — сернистость не более 0,9 %, температура застывания ниже  $-15^{\circ}\text{C}$ . Кроме того, сланцеперерабатывающие предприятия дают народному хозяйству бытовой газ и более 50 видов различных ценных продуктов (малозернистый электродный кокс, антисептик для пропитки древесины, химико-мелиоративный препарат «Нэрозин», модификаторы резины и др.). Отходы сланцевой промышленности — известняковый щебень и сланцевая зола — широко применяются в строительстве для производства стройматериалов и в сельском хозяйстве. Благодаря своему компонентному составу, мелкие фракции летучей золы пригодны для известкования кислых почв и для облагораживания цемента.

Народнохозяйственное значение прибалтийских горючих сланцев заключается прежде всего в том, что их добывают в районе, бедном другими энергоресурсами. Экономический эффект от сжигания горючего сланца вместо привозных топлив (природного газа, кузнецких энергетических углей) составляет не менее 10 руб./т у.т. (порядка 100 млн. руб. в год). Наиболее перспективный путь его утилизации в будущем — переработка на жидкие коммунальные топлива (эффект составит более 50 руб./т у.т. полученного топлива), а также выработка электроэнергии для покрытия полупиковой части графика нагруженности энергосетей (это даст свыше 160 руб./т у.т., или 2 коп./кВт · ч выработанной электроэнергии).

Экономическая эффективность комплексного использования горючих сланцев и попутно добываемых материалов как многоотраслевого сырья существенно возрастает с внедрением малоотходного производства при их добыче, сжигании и термической переработке. Для приволжских сланцев и подобных им принципиальное значение имеет решение вопросов применения попутно добываемой породы (глины) в производстве строительных материалов.

## История добычи

В Эстонии горючие сланцы добывают уже 71 год\*. Первый небольшой карьер был заложен летом 1916 г. в Ярвеской волости, а в 1916—1917 гг. тремя карьерами и одной шахтой было добыто 2420 т сланца, причем вся работа велась вручную. В период 1919—1939 гг. работали девять сланцедобывающих предприятий, было добыто 11,12 млн. т сланца, причем немеханизированные карьеры заменили шахтами, добыча из которых выросла с 1,0 % в 1919 г. до 100 % в 1938—39 гг. В 1939 г. добыча действовавших тогда семи шахт составила 1766,4 тыс. т, из них 970 тыс. т было переработано на смолу с выходом сырой смолы 181,1 тыс. т [2].

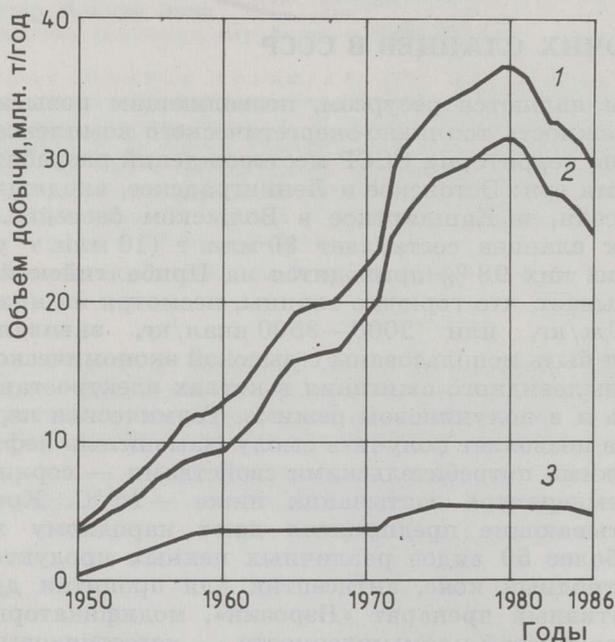


Рис. 1  
Динамика объема добычи горючего сланца в Прибалтийском бассейне: 1 — вся добыча, 2 — Эстонское и 3 — Ленинградское месторождения

В 1940 г. было добыто 1894,5 тыс. т сланца. Во время немецко-фашистской оккупации добыча заметно снизилась. Сразу после освобождения, в 1945 г., пятью шахтами было добыто всего 824,2 тыс. т, однако уже в 1946 г. был достигнут довоенный уровень — 1892,0 тыс. т (работали шесть шахт). Началось быстрое развитие добычи и использования горючих сланцев. В июне 1945 г. Государственный комитет обороны принял постановление о создании в Эстонской ССР и Ленинградской области газсланцевой промышленности, что означало, помимо восстановления старых, строительство шести новых шахт. Объем добычи быстро рос: в 1950 г. — 3543,0 тыс. т, в 1955—7010 тыс. т и в 1960 г. — 9246,3 тыс. т (рис. 1). В 1955 г. структура потребления горючего сланца основными потребителями выглядела следующим образом: для сланцеперерабатывающих заводов — 43 %, сжигание на электростанциях — 16 % и для других промышленных предприятий — 15 %.

\* Имеются сведения, согласно которым еще в 1876 г. в имении Кукрузе действовали сланцевые копи производительностью 3000 пудов в год [1].

На Ленинградском месторождении первая шахта (им. С. М. Кирова) была принята в эксплуатацию в сентябре 1934 г., ее годовая производительность составила 300 тыс. т товарного сланца. В предвоенные годы были построены также шахты № 1 и № 2, впоследствии, в 1970 г., реконструированные и объединенные в шахту «Ленинградская». В 1953 г. к ним добавилась шахта № 3. В 1950 г. шахты Ленинградского месторождения давали около 1200 тыс. т товарного сланца, в 1965 г. — 4144,5 тыс. т и в 1980 г. — 5162,7 млн. т (рис. 1).

В 60-е гг. началось интенсивное развитие сланцевой энергетики, ставшей с 1962 г. основным потребителем сланца. Были введены в строй крупная Прибалтийская и Эстонская ГРЭС. В связи с этим объем добычи сланца по Прибалтийскому бассейну возрастал и достиг в 1975 г. 33603 тыс. т.

Средние темпы роста добычи за 15 лет (1960—1974 гг.) были на уровне 7,5 % в год. В IX пятилетке (1976—1980 гг.) темп роста добычи снизился, так как проектная мощность основных потребителей сланца, электростанций, была освоена. В дальнейшем частичный перевод сланцевых ГРЭС на полупиковый режим работы (базовую часть графика нагрузок принимают на себя атомные электростанции) привел к сокращению объема потребляемого сланца и — 1981 г. — его добычи. В 1980 г. было добыто максимальное количество, 36,0 млн. т, а в 1986 г. всего 29,6 млн. т (по Прибалтийскому бассейну). Снижение составило 17,8 %, и суммарная производственная мощность одиннадцати сланцевых шахт и четырех разрезов использовалась на начало 1987 г. только на 80 %.

Другая причина, сдерживающая наращивание добычи сланца, — крайне медленные темпы расширения его применения для переработки и неудовлетворительное использование побочных продуктов добычи, сжигания и переработки в строительной промышленности и сельском хозяйстве. Структура потребления горючего сланца в настоящее время следующая: в энергетических целях — 83,5 %, для термической переработки — 16,5 %. Из отходов производства используется не более 20 %.



Рис. 2  
Горная техника сланцевого разреза

По мере роста объема добычи развивались и сланцедобывающие предприятия, совершенствовались техника и технология разработки. Взамен шахт старого поколения с годовой добычей 600 тыс. т была построена мощная шахта «Эстония», которая дала в 1980 г. 6 млн. т товарного сланца; для сравнения — типичная шахта средней мощности «Виру» имеет годовую нагрузку около 2,0 млн. т. Все новые шахты имеют обогатительные фабрики. Построены разрезы производственной мощностью от 3 до 5 млн. т в год, работающие по простой бестранспортной системе и оснащенные такой мощной техникой, как драглайны ЭШ-15/90 и ЭШ-20/75, механическая лопата ЭВГ-35.65М, автосамосвалы грузоподъемностью 40 т, буровые станки шарошечного бурения 2 СБШ-200 и др. (рис. 2). Разрез «Октябрьский», введенный в 1974 г., оснащен обогатительной фабрикой. В настоящее время открытым способом добывается 11,5 млн. т, или 38 % горючего сланца.

Добычу ведут производственные объединения «Эстонсланец» (24,94 млн. т, или 82,9 % в 1986 г.) и «Ленинградсланец» (5,16 млн. т, или 17,1 %). В состав «Эстонсланца» входят 5 шахт и 4 разреза, в «Ленинградсланец» — 4 шахты, в т.ч. «Кашпирская» в Куйбышевской области.

### Развитие технологии добычи

В довоенный период преобладала предложенная в 1928 г. горным инженером Я. Аарманом камерно-столбовая система разработки с частичной закладкой выработанного пространства, которая действовала до 1948 г. Отбойка сланца осуществлялась при помощи взрывных работ, шпуры бурились в большинстве случаев ручными сверлами. Отсортировка породы, погрузка сланца в вагонетки и выкладка буттовых полос производились вручную. Наряду с откаткой электро- и мотовозами применялась конная откатка. При таком обилии ручного труда производительность шахтера составляла в среднем всего 3,54 т сланца в смену (шахта «Кява», 1939 г.).

В 1946 г. началось внедрение системы разработки длинными столбами со спаренными лавами. При этой системе пласт сланца в лавах мог подрубить врубовой машиной, что увеличивало эффективность буровзрывных работ. Для транспортирования сланца из забоя стал применяться скребковый конвейер, намного облегчивший погрузку. Однако сохранились ручная разборка горной массы в забое, ручная навалка сланца на конвейер и выкладка из отобранной породы буттовых полос в выработанном пространстве. Высокая трудоемкость работ (более 90 чел.-смен, а в шахтах Ленинградской области — около 120 чел.-смен на 1000 т добычи) со временем была снижена до 70 чел.-смен, однако все резервы совершенствования тем самым были исчерпаны. В 1987 г. последняя шахта на ручной навалке, шахта «Кивиыли», была закрыта.

Прибалтийские сланцы, которым сопутствует известняк, резко отличающийся от них по свойствам, достаточно легко обогащаются гравитационными методами. В 1960 г. была сдана в эксплуатацию первая очередь опытной обогатительной фабрики на шахте «Ахтме», где обогащение осуществлялось методом отсадки. К 1964 г. ее строительство было завершено. В последующие годы обогатительные фабрики по методу обогащения в тяжелых суспензиях были сооружены при шахтах «Таммику», «Виру», «Эстония», а также «Ленинградская». При шахте № 3 на Ленинградском месторождении была сооружена пневматическая обогатительная установка.

Внедрение механических способов обогащения позволило широко применять на шахтах механизированные способы выемки пласта — залог резкого повышения производительности труда. Из этих способов на Эстонском месторождении утвердилась валовая выемка пласта буровзрывными работами с поддержанием основной кровли на столбчатых целиках — т.н. камерная система со столбчатыми целиками. Непосредственная кровля крепится металлическими анкерами, из которых до 80 % используются повторно. Для бурения по забою применяется специальная бурильная установка БУА-3С (рис. 3), сланец грузят на скребковый конвейер погрузочными машинами типа ПНБ и бульдозерами. Производится предварительная зарубка пласта. Участковый транспорт горной массы осуществляют скребковые и ленточные конвейеры. Шахтный транспорт — электровозный или сплошная конвейеризация (шахта «Эстония»). В Эстонии так добывается 74 % сланца. Если горно-геологические условия осложнены, то используется вспомогательная система длинных столбов с комбайновой выемкой нижней части пласта (слоев А—С).

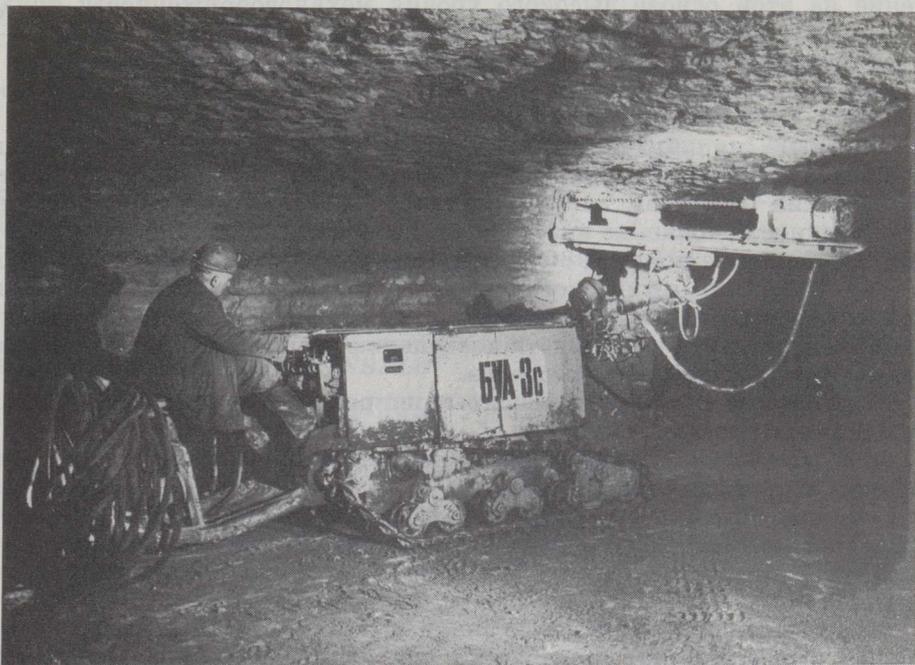


Рис. 3  
Бурильная установка БУА-3С, разработанная для сланцевых шахт

На шахтах Ленинградского месторождения преобладает комбинированная система разработки «камер-лава», которая также внедрялась начиная с 60-х гг. по мере развития способов механического обогащения. Оборудование здесь то же, что и в камерах со столбчатыми целиками, только основная кровля поддерживается ленточными целиками и непосредственно управляется деревянной крепью. Заметим, что технико-экономические показатели этой технологии несколько ниже. На шахте «Кашпирская» внедряется комплексно-механизированная выемка взамен лав с ручной навалкой, которые ликвидируются ввиду предстоящего технического перевооружения шахты.

## Технико-экономический уровень добычи

Сланцедобывающими предприятиями достигнуты высокие технико-экономические показатели. Особенно высок уровень концентрации горных работ и производства: в 1980 г. нагрузка на одно предприятие достигла 2,61 млн. т, в том числе на шахту — 2,17 млн. т.

Для периода, предшествующего XI пятилетке, было характерно устойчивое улучшение и относительная стабильность важнейших технико-экономических показателей сланцедобычи. Так, в годы X пятилетки производительность труда увеличилась с 218,5 до 244,3 т/мес., или на 11,8 %, однако из-за снижения добычи сланца она упала к началу 1987 г. на 6,8 %. Основные показатели на 1986 г. таковы: себестоимость тонны товарного сланца — 4,49 руб., производительность труда — 215,9 т/мес., численность рабочих — 11,7 тыс. человек.

Можно выделить два фактора, определяющих повышение технико-экономического уровня сланцедобывающей отрасли до 1975 г. включительно: 1) техническое перевооружение шахт и разрезов и обеспечение на этой основе высокого уровня механовооруженности труда, 2) освоение на всех производственных уровнях (бригада—участок—предприятие—объединение) эффективных форм организации труда и создание достаточно гибкой экономической системы управления производственной деятельностью в целом.

Принятые направления организации производства позволяли до настоящего времени перекрывать ухудшающее влияние на его экономику таких факторов, как осложнение горно-геологических условий, замедленное обновление парка горно-добывающих машин и ряда других. Сокращение после 1980 г. потребления горючих сланцев, прежде всего, как энергетического сырья, предопределило ухудшение технико-экономических показателей, обусловив потребность изыскания более действенных средств повышения экономической отдачи всех видов производственных ресурсов.

Разработаны следующие основные направления дальнейшего развития добычи горючих сланцев:

- техническое перевооружение шахт и разрезов, коренное обновление техники и технологии добычи;

- реконструкция действующих и строительство новых предприятий для компенсации выбывающих производственных мощностей и покрытия возрастающего в будущем объема потребления горючих сланцев.

Техническое перевооружение сланцевых шахт будет развиваться на основе разработанных специально для сланцедобывающих предприятий, а также применяемых на рудниках и угольных шахтах СССР средств комплексной механизации очистных и подготовительных работ, полной конвейеризации подземного транспорта.

Техническое перевооружение сланцевых разрезов заключается во внедрении по причине постоянного возрастания мощности вскрышных пород усложненной бестранспортной системы разработки со вскрышными экскаваторами большой единичной мощности, драглайнами ЭШ-40/85 и ЭШ-65/100. При этом следует предусмотреть своевременное приближение погрузочно-дробильных комплексов к зонам добычных работ и интенсивное развитие в связи с этим новых транспортных коммуникаций с последовательным переходом на более производительный автотранспорт. Технология добычных работ должна базироваться на соответствующем погрузочном оборудовании (гидравлические экскаваторы с ковшом емкостью 8—12 м<sup>3</sup>), а также на механическом разрушении сланцевого пласта вместо буровзрывных работ (рыхление на базе тракторов тягового класса 0,5—0,7 МН).

Для сохранения производственной мощности топливно-сырьевой базы сланцевой энергетики и химической переработки необходимо в первую очередь соорудить в Эстонской ССР шахту «Куремяз» производственной мощностью 5,4 млн. т товарного сланца в год (9 млн. т горной массы). За нею последуют в зависимости от потребности в горячем сланце шахта «Кировская» (5,0 млн. т товарного сланца год) или разрез «Междуречье» (4,15 млн. т/год) в Ленинградской области и шахта «Новая Кивиыли» (5,4 млн. т/год) в ЭССР.

Сланцевая промышленность Прибалтийского бассейна обладает надежными минерально-сырьевыми ресурсами для дальнейшего развития своей производственной мощности. Запасы сланца-кукерсита, пригодные к добыче с использованием имеющихся и разрабатываемых технологий, составляют около 4,7 млрд. т. Если потребители будут согласны использовать товарный сланец с теплотой сгорания на 20 % ниже, чем у ныне добываемого, добавится еще 7,5 млрд. т запасов. Ресурсы, превышающие объем годовой добычи в 200 раз, достаточны для развития отрасли.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Mägi V. Põlevkivi tulek Eesti energiamajandusse // Tehnilise mõtte ja tehnikaarenduse ajaloo probleeme Eestis, 1; Tehniline mõte: Vabariikliku konverentsi materjalid. Tln., 1985. Lk. 106—121.
2. Пяргель А. «Эстонсланец» вчера и сегодня. — Таллин, 1986.

*Эстонский филиал  
Института горного дела им. А. А. Скочинского  
г. Кохтла-Ярве*

Поступила в редакцию  
10.09.1987

*E. G. KALJUVEE, E. J. REINSALU*

#### OIL SHALE MINING IN THE USSR

Nowadays there are three exploitable oil shale deposits in the USSR, namely Estonian, Leningrad and Kashpir. Oil shale is either burnt in power plant boilers, including those of manoeuvrable operation, or retorted. The economic effect of burning local oil shale instead of imported fuels exceeds 100 million roubles per year.

In the Baltic basin, the exploitation of oil shale began in 1916. Oil shale production has steadily been increasing since then, reaching 36 million t of shale per year in 1980. By now, the output and processing levels have been stabilized at 30 million t per year. The prewar labour-consuming mining systems have been replaced by modern efficient underground and opencast mining techniques. Further development of oil shale mining foresees modernization of the mining equipment and technology, as well as reconstruction of the operating mines and building new ones to meet the increasing demands for oil shale in the future.

*A. Skochinsky Mining Institute,  
Estonian Branch  
Kohila-Järve*