Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LXVII, вып. 1, 1975 г.

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА СЛАНЦЕВЫХ ШАХТАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Канд. техн. наук *Г. П. Бакинов*
(Ленинградский горный ин-т)

Сланцевые шахты Ленинградской области характеризуются сложным структурным строением промпласта рабочей мощностью 1,5—1,6 *м* (включающего три слоя горючего сланца общей мощностью 1,0—1,05 *м* и два прослоя известняка), малой мощностью отдельных слоев сланца, значительной закарстованностью вмещающей толщи пород, высокими притоками подземных вод и др. Все эти особенности, подробно освещаемые в имеющейся литературе [1, 2, 5 и др.], осложняют разработку Ленинградского месторождения, которое является восточной частью Прибалтийского бассейна, имеющего практически неисчерпаемые запасы горючих сланцев (западная часть бассейна находится в пределах Эстонской ССР).

Шахты Ленинградской области, несмотря на отмеченные трудности, с каждым годом увеличивают размеры добычи, которые доходят уже до 5 млн. *т* в год, и планомерно улучшают технико-экономические показатели работы. Ленинградские шахтеры, выполняя заветы В. И. Ленина, создали новый достаточно крупный горнопромышленный район с хорошо оснащенными сланцедобывающими предприятиями. Ряд сопоставимых фактических показателей их работы превышает соответствующие показатели угольной промышленности СССР (по среднесуточной нагрузке шахт и очистных забоев, среднемесячному подвиганию последних, темпам проходки подготовительных выработок, удельной протяженности их, степени использования горношахтного оборудования и т. д.), но уступают сланцевым шахтам Эстонии, которые имеют более благоприятные природные условия.

Решения XXIV съезда КПСС поставили перед шахтерами задачи по дальнейшему совершенствованию работы шахт, которое должно заметно улучшить технико-экономические показатели, в частности, повысить за годы 9-й пятилетки производительность труда рабочего на шахтах не менее чем на 40—50%.

Систематическому совершенствованию работы сланцевых шахт Ленинградской области несомненно способствуют научные исследования, которые в послевоенный период проводились здесь в достаточно широких масштабах (силами ЛГИ, ВНИМИ и ряда других организаций, в тесном сотрудничестве с местными работниками). Эти исследования были направлены в основном на совершенствование технологии добычи горючих сланцев, повышение производительности труда рабо-

чих, обеспечение безопасности горных работ, а также изыскание наиболее рациональных путей дальнейшего технического развития сланцедобывающей промышленности Ленинградской области.

Проводимые научные исследования и опытные работы в производственных условиях давали, как правило, четкие и ценные результаты, которые использовались не только в эксплуатационной практике, но и в проектных работах по рассматриваемым шахтам. Широкое промышленное применение получили, в частности, результаты следующих исследований.

1. Совершенствование буровзрывных работ, эффективность которых имеет для сланцевых шахт особо важное значение, в целях уменьшения выхода мелких классов товарного сланца, достижения равномерности дробления горной массы, сокращения удельного расхода ВВ, повышения безопасности и снижения трудоемкости буровзрывных работ, изыскания более эффективных способов производства. На первом этапе исследованиями руководил один из старейших и опытных работников ЛГИ доц. А. Ф. Вайполин, которого затем заменил доц. Г. М. Головин, а в последние годы проф. А. Н. Ханукаев.

2. Изыскание рациональных типов и параметров штанговой крепи с последующим широким внедрением ее в производственную практику (на рассматриваемых шахтах штанговая крепь особенно эффективна и в подготовительных выработках имеет теперь преимущественное применение); соответствующие исследования и помощь при внедрении штанговой крепи осуществляли работники ЛГИ под руководством проф. В. Н. Семевского, а при внедрении железобетонных штанг проф. Б. В. Бокия.

3. Совершенствование схем и способов проветривания горных выработок рассматриваемых шахт с переходом от центральной схемы проветривания к секционной (фланговой), бурением на участках специальных вентиляционных скважин большого диаметра и осуществлением других мероприятий, что резко улучшило проветривание подземных выработок, а соответственно условия труда и безопасности работ. Этими работами руководил проф. В. Б. Комаров при непосредственном участии доц. А. И. Колбина.

4. Комплексные исследования карстовых нарушений, заметно осложняющих разработку месторождения (средняя закарстованность освоенной части составляет 5,2% ее площади). Эти исследования были направлены на изыскание методики прогноза и разведки карстовых нарушений, выявление наиболее эффективных видов крепи горных выработок в нарушенных зонах и установление необходимой величины охранных целиков у этих зон. Работы проводились по широкой программе девятью специальными кафедрами ЛГИ под руководством проф. Е. О. Погребицкого и автора статьи совместно с коллективом ВНИМИ и при активном участии местных работников. Проведенные исследования позволили разработать практические рекомендации, уже внедренные на производстве.

5. Детальное изучение физико-механических свойств отдельных слоев промпласта и вмещающих пород: показателей временного сопротивления на сжатие, разрыв и изгиб, модулей упругости, величин сцепления, реологических свойств и т. д. Знание истинных значений этих показателей необходимо для обоснованного инженерного решения практических вопросов. Эти исследования проводились ЛГИ и ВНИМИ параллельно с другими работами, но в наибольшем объеме с обобщением данных, ранее полученных в процессе указанных выше комплексных исследований карстовых нарушений.

6. Изучение характера и закономерностей проявления горного давления в конкретных условиях данного месторождения. Оно произ-

водилось ЛГИ и ВНИМИ при различных системах и вариантах технологии разработки в течение достаточно длительного времени. Выявление таких закономерностей имеет существенное значение для эффективности и безопасности горных работ, позволяя более обоснованно находить пути дальнейшего совершенствования систем разработки и технологии добычи.

В начале шестидесятых годов на Ленинградской шахте № 3 под руководством проф. Д. Ф. Борисова и автора статьи при активном участии местных работников проводились комплексные исследования, направленные на коренное изменение методов разработки данного месторождения.

До этого на сланцевых шахтах Прибалтики была принята столбовая система разработки с выемкой спаренными лавами и управлением кровлей способом частичной закладки. Технология работ в очистных забоях характеризовалась широким применением ручного, немеханизированного труда при выполнении наиболее трудоемких и тяжелых производственных процессов (разборка в забое взорванной горной массы с выборкой из нее сланца, навалка последнего на конвейер, перекидка породных прослоев в выработанное пространство, выкладка там бутовых полос и т. д.). Поэтому вопрос механизации горных работ являлся назревшим и особо важным, но вместе с тем и весьма сложным, так как специфические природные условия месторождения не позволяли использовать опыт угольной промышленности, а столбовая система разработки с частичной закладкой выработанного пространства практически исключала возможность механизации основных работ в очистных забоях. Следовательно, внедрить механизацию можно было лишь после изменения системы разработки и отказа от частичной закладки, с переходом на валовую выдачу горной массы и на более прогрессивный способ управления горным давлением, т. е. требовало коренного изменения системы разработки и всей технологии добычи.

Изыскание путей такого совершенствования работы сланцевых шахт Ленинградской области и являлось задачей указанных исследований, в выполнении которых приняли участие сотрудники трех кафедр ЛГИ, ВНИМИ и местные работники. Эти исследования сопровождались достаточно длительными опытными работами в производственных условиях, при различных схемах механизации и организации работ.

Основным и весьма ценным результатом проведенных исследований явилось создание для шахт Ленинградской области весьма эффективной системы разработки «камер—лав» с принципиально новой и более прогрессивной технологией добычи. Система «камер—лав» позволяет механизировать тяжелые и трудоемкие работы в очистных забоях, включая навалку на конвейер, с использованием реально имеющихся средств механизации (серийно выпускаемых для угольной промышленности) и значительно повышает степень безопасности горных работ, так как соответствует природным условиям данного месторождения. Новая система разработки сочетается с переходом на валовую выемку и механическим обогащением выдаваемой на поверхность горной массы; управление горным давлением осуществляется наименее трудоемким способом — поддержанием основной толщи покрывающих пород на оставляемых опорных целиках.

Новая система [6] содержит элементы камерной и столбовой систем разработки, сохраняя основные преимущества и устраняя недостатки каждой в отдельности. Подготовка выемочных участков (блоков) производится камерами шириной 4—6 *м*, которые затем выполняют функции сборного и бортового штреков, а также разрезных печей; подготовленные участки отрабатываются по принципу спаренных лав при

длине каждой до 100—120 *м*; создаваемый широкий фронт очистных забоев обеспечивает высокую нагрузку участка (до 20—24 и более тысяч тонн в месяц).

Выемка, как и при существующей технологии, производится буровзрывным способом с предварительной зарубкой (в лавах) машинами «Урал-33», но горная масса грузится на конвейеры СП-63 машинами ПНБ-2. Непосредственная кровля в очистных забоях поддерживается легкой деревянной крепью при плотности 0,33 стойки на 1 $м^2$, которая по миновении надобности извлекается механизированным способом, так что фактически расход леса не превышает 3—4 $м^3$ на 1000 *т* товарного сланца. Основная кровля поддерживается опорными (междукамерными) целиками шириной 5—6 *м*, оставляемыми через каждые 33—35 *м*. Такая ширина пролета «камер—лав» определяется исходным условием максимального использования естественной устойчивости покрывающих пород. Разработанный паспорт крепления забоев обеспечивает необходимую безопасность горных работ. Извлечение стоек способствует планомерному (регулируемому) обрушению в отработанных «камер—лавах» нижней части покрывающей толщи пород.

Проведенные комплексные исследования и повседневная помощь ЛГИ обеспечили успешное внедрение системы «камер—лав» и новой технологии добычи на шахте № 3, полностью заменив на ней применявшуюся столбовую систему и старую технологию добычи. Эта шахта стала первой механизированной шахтой района. Перевод целой шахты на принципиально новую технологию добычи является сложным и сравнительно длительным процессом, который потребовал осуществления ряда технических и организационных мероприятий, а также определенного периода времени на освоение и накопление производственного опыта. Творческое содружество ученых и производственников дало положительные результаты.

Перевод шахты № 3 на новые методы добычи существенно улучшил основные показатели ее работы: среднемесячная производительность труда рабочего по шахте повысилась с 65 до 115—120 *т* (в расчете на товарный сланец); производительность труда горнорабочих очистного забоя увеличилась более чем в четыре раза, до 45—50 *т* на выход; себестоимость 1 *т* товарного сланца, несмотря на существенные удорожающие факторы, снизилась с 4,40 до 3,20 руб., т. е. до уровня, близкого к себестоимости сланца на шахтах Эстонии, и т. д.

Однако на шахте № 3 еще не использованы все возможности для более значительного улучшения основных показателей ее работы, что отмечалось и в печати [3]. В частности, для повышения эффективности новой системы разработки большое значение имеет совершенствование ее параметров: целесообразно увеличить длину «камер—лав» до 120—150 *м* и более, а ширину панелей до 700—800 *м* и выше; следует практиковать работу двухсторонними панелями шириной до 1500 *м*; необходимо продолжать работу по модернизации применяемого оборудования, по замене его новым, более мощным и производительным; совершенствовать отдельные процессы и операции; особое внимание следует уделить дальнейшему улучшению общей организации производства и труда. Реализация возможностей совершенствования системы «камер—лав» и новой технологии добычи позволит, по нашему мнению, увеличить производительность труда рабочих на очистных работах не менее чем на 15—20%, снизить себестоимость сланца и еще более повысить степень безопасности и надежности горных работ.

В последние два года появились сторонники работы Ленинградских шахт с полным обрушением кровли в выработанном пространстве в сочетании с чисто столбовой системой разработки (не «камер—лав») и комбайновой выемкой промпласта. На шахте № 3 были начаты опыт-

ные работы, которые вскоре прекратились, в последнее время они возобновлены на шахте им. С. М. Кирова с участием работников ИГД им. А. А. Скочинского, но пока четких результатов не дали. Для посадки кровли начали применять гидрофицированные крепи «Спутник» с установкой их в два ряда при интервале 0,6—0,7 *м*.

В данных условиях полное обрушение кровли в очистных забоях принципиально возможно, но следует ожидать весьма высоких нагрузок на крепи — до 250—280 *т* на 1 *м* обрезного ряда, что фактически имело место и в период опытных работ на шахте № 2 треста «Эстонсланец» [4]. Такие высокие нагрузки на крепи неизбежно усложнят процесс управления горным давлением и, как следствие, повысят трудоемкость. Использование же выемочных комбайнов, предназначенных для работы на угольных шахтах, в частности 2К-52, затрудняется сложным строением пласта, наличием в нем весьма крепкого породного прослоя, так называемой «плиты» (с временным сопротивлением на сжатие до 600—700 *кг/см*^{2}), который потребует, очевидно, предварительного рыхления буровзрывными работами.

Из вышесказанного видно, что необходимых обоснований экономической целесообразности применения на шахтах Ленинградской области комбайновой выемки в сочетании с полным обрушением кровли пока нет. В то же время резкое улучшение фактических показателей работы шахты № 3 при переводе ее на систему «камер—лав» наглядно свидетельствует о высокой эффективности этой системы и принятой новой технологии добычи в данных условиях. Поэтому скорейшее внедрение их на всех действующих шахтах района должно быть, по нашему мнению, о с н о в н ы м направлением технического развития сланцедобывающей промышленности Ленинградской области на ближайшие годы, реализация которого заметно улучшит все показатели ее работы.

Осуществлению такого решения благоприятствует законченная реконструкция шахты № 2, объединение ее с шахтой № 1 и организация на их базе шахты «Ленинградской», включающей обогатительную фабрику производственной мощностью 5 млн. *т* в год по товарному сланцу (9 млн. *т* по горной массе). На этой шахте в соответствии с пересмотренным проектом реконструкции все горные работы переводятся на систему «камер—лав» и новую технологию добычи. Завершение этого перехода, наряду с применением прогрессивной технологии обогащения (в тяжелых суспензиях), обеспечит при освоении шахтой проектной мощности высокую производительность труда (на рабочего по шахте, включая обогатительную фабрику, 197 *т* в месяц, т. е. примерно в два раза выше средней фактической по шахтам района в настоящее время) и низкую себестоимость 1 *т* товарного сланца (2,64 руб., т. е. на уровне себестоимости, ожидаемой по шахтам Эстонии).

Достижение отмеченных проектных показателей — большая и почетная задача, поставленная перед местными работниками на ближайшие годы, выполнение которой заметно улучшит технико-экономические показатели по району в целом. Старая технология добычи временно сохранится лишь на шахте им. С. М. Кирова — старейшей шахте района, вопрос о времени реконструкции которой не получил пока четкого решения (выполненный проект реконструкции также предусматривает применение системы «камер—лав» и новой технологии добычи).

Переход шахт Ленинградской области на валовую выдачу с механическим обогащением горной массы создает реальные возможности для широкого использования отходов обогащения, представляющих собой качественный известняковый щебень; реализация попутно получаемого полезного продукта соответственно снижает себестоимость товарного сланца. Сланцевые шахты Прибалтики должны иметь ха-

рактер комбинированного производства, комплексно использующего все составные части промпласта, что способствует повышению общей эффективности их работы. Пионером в этом отношении является шахта № 3, которая реализует щебень с 1966 г.

В процессе комплексных исследований ЛГИ, направленных на коренное совершенствование технологии добычи, наряду с основной задачей, рассматривались вопросы, связанные с нею косвенно, в частности: рациональный порядок подготовки и отработки шахтных полей, возможная степень концентрации горных работ, оптимальное взаимное положение очистных и подготовительных забоев, правильная расстановка трудящихся по шахте в целом, организация технического надзора и т. д. Рациональное решение этих вопросов и успешная реализация этих решений способствовали повышению эффективности работы сланцевых шахт Ленинградской области.

Большое значение для повышения общей эффективности сланцедобывающей промышленности Ленинградской области имеет скорейшее развитие здесь открытого, более экономичного способа производства горных работ; благоприятными природными условиями для этого обладает северо-западная часть месторождения, называемая «Междуречье». Работами Гипрошахта установлена возможность закладки там карьера производственной мощностью 3,2 млн. *т* в год при себестоимости 1 *т* товарного сланца 1,70 руб. Разумное сочетание подземного и открытого способов разработки данного месторождения будет особо эффективным, улучшит все основные показатели по району в целом и подведет, соответственно, экономическую базу для дальнейшего, более форсированного развития сланцедобывающей промышленности Ленинградской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бакинов Г. П., Ширенко К. И. Технология и экономика добычи горючих сланцев Ленинградской области. Гостоптехиздат, 1961.

2. Бакинов Г. П. Особенности разработки Ленинградского месторождения горючих сланцев, обуславливаемые его закарстованностью. В сб. «Горногеологическое значение карста на Ленинградском месторождении горючих сланцев». Изд. ЛГИ, 1973.

3. Бакинов Г. П. Перспективы дальнейшего совершенствования технологии добычи на сланцевых шахтах Прибалтики в связи с развитием науки и техники. В сб. «*Проблемы сланцедобывающей промышленности ЭССР*». *Недра*, 1968.

4. Бакинов Г. П., Петров А. П. Промышленные испытания новых систем разработки для сланцевых шахт Эстонии. ГНТК СМ ЭССР. 1959.

5. Газизов М. С. Карст и его влияние на горные работы (в условиях Прибалтийского сланцевого бассейна). Наука, 1971.

6. Ширенко К. И., Третьяков Ю. К., Бакинов Г. П. Шахта № 3 треста «Ленинградсланец» в борьбе за технический прогресс. Уголь, 1966, № 9.