

Э. МУСТИЙГИ

МЕСТОРОЖДЕНИЕ ФОСФОРИТОВ ТООЛСЕ

(ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ОБЗОР)

В последние годы заслуженным вниманием пользуется месторождение фосфоритов Тоолсе. Оно выгодно отличается от других известных в Эстонской ССР месторождений фосфоритов величиной запасов, географическим положением и горнотехническими условиями. Месторождение расположено в непосредственной близости от центра цементной промышленности — города Кунда и при комплексной разработке будет иметь большое значение для народного хозяйства.

Месторождение Тоолсе, так же как и другие месторождения фосфоритов Эстонской ССР и Ленинградской области, относится к Прибалтийскому фосфоритоносному бассейну и имеет аналогичное с ним геологическое строение. Продуктивная толща фосфоритов относится к низам пакерортского горизонта нижнего ордовика, к так наз. оболочным песчаникам. Подстилают толщу кембрийские мелкозернистые кварцевые песчаники. Фосфоритоносная продуктивная толща сложена мелко- и среднезернистыми слабосцементированными кварцевыми песчаниками с включением обломков и изредка целых створок фосфатных раковин. Распределение обломков в толще неравномерное — концентрация их больше в нижней части толщи, верхняя же часть содержит их мало и по существу является пустой породой. Средняя мощность толщи 4,5 м с колебанием от 1,9 до 7,6 м. В зависимости от содержания обломков фосфоритосодержащих раковин, собственно промышленный фосфоритный пласт охватывает не всю толщу оболочных песчаников, а только нижнюю часть ее (Лсоог, Кивимяги, 1968). Средняя мощность промышленного пласта 2,7—3,0 м.

Над продуктивной толщей фосфоритов залегают диктионемовые сланцы, сланцеватые глины, глауконитовые песчаники и в разной степени доломитизированные известняки. Мощность вскрышных пород колеблется в пределах от 15 до 45 м, что позволяет вести разработку открытым способом.

Запасы фосфоритов на месторождении Тоолсе определены в 330 млн т при бортовом содержании P_2O_5 4%. При этом следует учесть, что месторождение с юга и юго-запада не оконтурено и общие геологические запасы его могут оказаться значительно большими. Среднее содержание P_2O_5 в целом по месторождению 9,9%. Уже грубые подсчеты показывают, что этих запасов достаточно для организации горнодобывающего предприятия мощностью 5—6 млн т фосфоритов в год. Отсюда и то внимание, которым пользуется месторождение.

Общеизвестно, что эстонские фосфориты легко обогащаются. К сожалению, они до сих пор применяются в основном для производства

малоэффективного удобрения — фосфатной муки. Вопрос о возможности использования их, в частности тоолсеских фосфоритов, для производства высококонцентрированных сложных удобрений в настоящее время изучается. Выполненные во Всесоюзном научно-исследовательском институте горно-химического сырья (ГИГХС) лабораторные технологические исследования проб дают основание утверждать, что из сырья месторождения Тоолсе можно будет получать при обогащении концентрат с высоким содержанием P_2O_5 .

Основанием для оценки обогатимости фосфоритов месторождения Тоолсе является химический и минеральный состав сырья. Химический состав фосфоритов непостоянен для отдельных частей месторождения и полностью зависит от величины концентрации обломков фосфатсодержащих раковин. Так, в пробе с содержанием P_2O_5 8,7% другие основные компоненты содержатся в следующих количествах: CO_2 — 1,4, F — 0,8, CaO — 14,3, MgO — 1,0, Fe_2O_3 — 2,10, Al_2O_3 — 0,8, SiO_2 — 63,1%. Химический состав самих створок раковин аналогичен их составу на Маардуском месторождении: P_2O_5 — 35—36, CaO — 46—51, Fe_2O_3 — 2,6—3,2, MgO — 0,1—0,2, CO_2 — 2,4—2,6, F — 2,5—2,9, SiO_2 до 1,0%.

При сравнении химических анализов фосфоритов установлена прямая зависимость между содержанием P_2O_5 и CaO. С увеличением в пробах содержания P_2O_5 соответственно увеличивается и содержание CaO. Такая зависимость, обусловленная содержанием карбонатов фактически только в обломках створок раковин, показывает, что часть карбонатов, входящая в состав цемента песчаника, ничтожно мала и не имеет практического значения.

Содержание MgO, как вредного при обогащении компонента, незначительное и практически не превышает допустимого.

Средний минеральный состав проб, взятых в качестве валовых на всю мощность маардуской пачки, следующий (по данным ГИГХС):

Компоненты	Содержание, %	
	Проба с содержанием P_2O_5 8,7%	Проба с содержанием P_2O_5 6,6%
Фосфатные раковины (с содержанием P_2O_5 около 35%)	22,4	16,3
Фосфат, слагающий корки и пленки на зернах кварца (с содержанием P_2O_5 до 38%)	2,4	2,3
Доломит в виде цемента в песчанике	1,7	1,1
Пирит	0,3	0,1
Гидроокиси железа	0,3	0,1
Глауконит	0,7	0,1
Глинистые минералы, в основном гидрослюда	3,5	5,1
Кварц	66,9	72,0
Прочие (органические вещества и др.)	1,8	2,9

Как показал анализ данных минерального состава, фосфатный материал встречается в двух видах — в раковинах и в виде пленок на зернах кварца. При этом количество последней модификации постоянное — 2,3—2,4%. Отсюда следует вывод, что из абсолютного содержания P_2O_5 приблизительно 1 абс. % всегда находится в виде пленок на зернах кварца, а вся остальная часть — в раковинах. Если при обогащении использовать стандартный помол сырья (0,3—0,5 мм), то фосфат-

ный материал на зернах кварца не перейдет в концентрат. Более тонкое измельчение сырья позволяет повысить процент извлечения P_2O_5 , но ухудшает качество концентрата вследствие перехода части зерен кварца в концентрат. При измельчении сырья до крупности 0,3—0,5 мм в промышленных условиях можно получить концентрат с содержанием 32—34%

P_2O_5 и извлечь около 75% полезного компонента. При более тонком помоле можно довести процент извлечения до 82, но при этом содержание P_2O_5 в концентрате останется в пределах 26—27%. Лабораторные испытания фосфоритов месторождения Тоолсе на обогатимость дали вполне хорошие результаты. Кондиционные концентраты для сложных удобрений можно получить при флотации как анионным, так и катионным реагентами, а также при электромагнитной сепарации. Лучшие результаты дала анионная флотация с катионной доводкой (содержание P_2O_5 в концентрате до 33,5%, извлечение 75%) и электромагнитная сепарация с реагентной доводкой (поверхностно-активными веществами).

Химический состав концентрата, полученного флотацией (проба с содержанием P_2O_5 8,7%) следующий: P_2O_5 — 31,8, CO_2 — 5,18, $S_{\text{общ}}$ — 1,98, F — 3,20, CaO — 47,88, MgO — 1,0%, нерастворимый остаток — 5,08%, все железо в пересчете на Fe_2O_3 — 3,88%. Концентрат такого состава пригоден для изготовления сложных удобрений, лишь содержание железа в нем несколько превышает предусмотренное кондиционными требованиями. Но данная проба не представительная для промышленного пласта фосфоритов месторождения, а валовая по всей толще оболового песчаника, в верхней непродуктивной части которой содержание железа повышенное. Фактически содержание Fe_2O_3 в промышленном пласте по месторождению колеблется в пределах 1,0—1,5%. Можно полагать, что получаемый в промышленной части месторождения концентрат по содержанию железа будет отвечать кондиционным требованиям. Тем не менее при геологоразведочных работах на фосфориты нужно предусмотреть систематическое опробование сырья на железо.

Приведенные материалы позволяют говорить о высокой рентабельности месторождения. На базе его можно также организовать производство комплексных азотно-фосфорных удобрений, для чего необходимы технологические и экономические исследования (Kirret, Koch, Veidermaa, 1958).

Месторождение Тоолсе следует рассматривать как комплексное. При таком подходе возникает вопрос о возможности использования всех полезных компонентов, связанных с промышленным пластом фосфоритов и вскрышными породами (Хабихт, 1962; Habicht, 1962).

При обогащении фосфоритов в концентрат переходит 20—22% сырья. Остальная часть — мелкозернистые кварцевые пески с содержанием SiO_2 86,6—92,5 и P_2O_5 до 2—3%. По гранулометрическому составу преобладает фракция 0,3—0,5 мм (до 80%). Эти остаточные пески пригодны для производства силикатобетонов как плотных, марки «200», так и ячеистых прочностью от 30 до 200 кг/см² в зависимости от объемного веса (данные Научно-исследовательского и проектного института силикатобетонов за 1967 год).

Вполне реально встает вопрос об использовании дикионемовых сланцев попутной добычи. На месторождении Тоолсе дикионемовые сланцы содержат от 9 до 15% органических веществ, до 5% пирита, около 6% K_2O и т. д. Теплотворная способность сланцев около 1150 ккал/кг, выход смолы 2,3—2,5% от сухого сланца. Достаточно изучены возможности термической переработки этих сланцев с твердым теплоносителем (Лаус и др., 1963) и их энергетического использования (сжигание в кипящем слое); не исключена возможность извлечения серы из дымовых газов и некоторых редких металлов из зольного остатка (Müürisepp, 1962).

Возможность использования сланцеватых глин пока еще не выяснена из-за слабой их изученности; по всей вероятности, массового при-

менения они не найдут. Глауконитовые песчаники пригодны для производства пигментов (содержание глауконита 50—60%), водомягчителей и строительных материалов (силикатобетонов), однако их селективная добыча и массовое применение связаны с известными трудностями.

Вышележащие карбонатные породы изучены довольно хорошо и в настоящее время успешно применяются для производства цемента и строительного щебня. Так, ухакуские известняки можно использовать как цементное сырье; верхнюю часть ласнамягских — для цементной промышленности, для производства бута и строительного щебня и как дорожный балластный материал; нижняя часть ласнамягских, азериские и кундаские известняки пригодны для производства рядового строительного щебня. Запасы известняков в пределах месторождения превышают 300 млн м³. Максимальное их использование зависит только от наличия потребителей.

Учитывая мощности отдельных литологических разностей пород месторождения, можно в итоге получить на одну тонну добытой фосфоритной руды:

0,2 т концентрата с содержанием P_2O_5 28—32%;

0,4 м³ остаточных песков для силикатобетонов;

0,5 т диктионемовых сланцев;

1,0 т сланцеватых глин;

0,2 т глауконитовых песчаников;

2,0 м³ высококачественных цементных и строительных известняков;

1—1,5 м³ строительных известняков пониженного качества.

Директивами октябрьского (1968 г.) Пленума ЦК КПСС намечается широкая химизация сельского хозяйства и резкое усиление темпов производства минеральных удобрений. Эстонские фосфориты, в частности фосфориты месторождения Тоолсе, могут дать уже в ближайшем будущем заметный прирост производства высококонцентрированных фосфорных удобрений.

ЛИТЕРАТУРА

- Лаус Т. Н., Эленурм А. А., Кыль А. Т., Губергриц М. Я. 1963. О двухступенчатой термической переработке диктионемового сланца. Энерготехнологическое использование топлива, вып. 4. М.
- Лоог А., Кивимяги Э. 1968. Литостратиграфия пакерортского горизонта в Эстонии. Изв. АН ЭССР, Хим. Геол., 17, № 4.
- Хабихт К. 1962. О кондиционности эстонской фосфоритной руды. Бюлл. научно-техн. информ. «Горючие сланцы», № 4.
- Habicht K. 1962. Eesti NSV Maardu fosforiidi leiukoha maavarade kasutamise võimalusi ja majanduslik efektiivsus. Tööstuse ja ökonomika uurimusi III. Tallinn.
- Kirret O., Koch R., Veidermaa M. 1958. Maardu Keemiakombinaadi arenguvõimalusi. Tallinn.
- Müürisepp K. 1963. Eesti NSV maavarade kasutamise perspektiividest. Eesti Geograafia Seltsi aastaraamat. 1962.

Управление геологии
Совета Министров Эстонской ССР

Поступила в редакцию
22/X 1969

E. MUSTJÖGI

TOOLSE FOSFORIITIDE LEIUKOHT (geoloogilis-ökonomiline ülevaade)

Esitatakse lühiülevaade leiukoha geoloogilisest ehitusest ja fosforiidide kvaliteedist. On esile toodud seosed fosforiidide keemilise ja mineraalse koostise ning rikastatavuse

vahel. Andmestik näitab Toolse fosforiitide sobivust kontsentreeritud fosforvæetiste valmistamiseks. Eraldi on näidatud võimalused fosforiitide kompleksseks jääkideta kasutamiseks ja kattekihtide maksimaalse ärakasutamise suunad koos võimalike toodangumahtudega.

E. MUSTJOGI

THE PHOSPHORITE DEPOSIT OF TOOLSE (a geologico-economic survey)

The author presents a brief survey of the geological structure of the Toolse deposit and of the quality of the phosphorites occurring there. The connection between the chemical and mineralogical composition of the phosphorites and the possibilities of their concentration is put forward. According to available data, the phosphorites of the Toolse deposit are suitable for the production of concentrated phosphoric fertilizers. Further, the author points to the possibilities of a complex and complete utilization of the phosphorites as well as a maximum utilization of the covering strata, and presents the possible production capacities.