

Роберт ПЯЗОК

## ОЦЕНКА НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ РАКВЕРЕСКОГО ФОСФОРИТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Вопросы освоения фосфоритных месторождений Эстонии до сих пор изучались фрагментарно и часто в отрыве технических аспектов от организационных и экономических. Настало время свести воедино разрозненные сведения и результаты научных разработок, чтобы на принципах системного анализа дать сквозную народнохозяйственную оценку эффективности добычи, обогащения и дальнейшего использования сырья с учетом реальных технических достижений в этой области и имеющихся организационных возможностей отрасли. Важной задачей исследования представляется установление основных причин, препятствующих проявлению потенциального народнохозяйственного эффекта, либо вообще исключающих его.

Попытаемся выполнить такой анализ на примере участка Кабала-Западный Раквереского месторождения. Надеемся, что полученные результаты будут в некоторой мере применимы и к другим месторождениям фосфоритов Прибалтики.

### Затраты на добычу и обогащение сырья

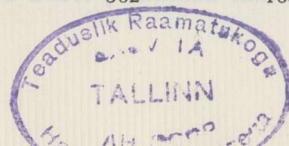
Предполагается, что годовая мощность рудника Кабала-Западный Раквереского месторождения составляет 12 млн. т сырой руды или 1137 тыс. т концентрата в расчете на 100%  $P_2O_5$ .

Капиталовложения в строительство рудника определены Госгорхимпроектом в размере 803 млн. руб. Сметная документация Госгорхимпроекта была подвергнута изучению со стороны проектных организаций республики. Были выполнены специальные расчетные оценки величин капиталовложений по объектам и направлениям затрат. Сопоставление этих оценок со сметными показателями приведено в табл. 1.

Причина столь существенного расхождения величин капиталовложений объясняется тем, что отраслевые проектировщики недостаточно полно учли природные и экономические условия будущего предприятия.

Таблица 1

Показатели	Промстрой- тельство	Развитие стройбазы ЭССР	Жилищно- гражданское строитель- ство	Всего
Затраты по смете Госгорхимпроекта, млн. руб.	534	50	219	803
Затраты по расчетным оценкам ГПИ «Эстпром- проект», млн. руб.	950	172	1011	2133
Разница затрат, млн. руб.	416	122	792	1330
Относительное удорожание, %	78	244	362	165



Рудник было намечено разместить в уже сформировавшейся инфраструктуре региона, которая и без того перегружена. Не предусматривалось в должной мере развитие строительной базы. По этим категориям затрат расчетные оценки превысили сметные в 3,5—4,5 раза.

В относительном выражении меньше всего возросли капиталовложения в промышленное строительство. Прирост связан с затратами на компенсацию всякого рода ущерба и на дополнительные природоохранные мероприятия. Наиболее дорогим и крупным объектом в этой категории затрат является противофильтрационный водоохраный экран вокруг границ шахтного поля, стоимость которого составляет, по нашим оценкам, 320 млн. руб. Необходимость возведения подобного барражного экрана продиктована тем, что месторождение территориально располагается в Пандивереской водоохранной зоне, созданной недавним постановлением правительства республики в целях сохранения для народного хозяйства ресурсов подземных вод.

Таким образом, общие капиталовложения в освоение участка Кабала-Западный выражаются по расчетным оценкам величиной 2,1 млрд. руб. Их погашение на тонну  $P_2O_5$  в реализуемой рудником продукции (амортизация) составит около 53 руб.

Наибольшие сложности заключаются в установлении правдоподобной величины себестоимости производимого на руднике концентрата, точнее, себестоимости добычи фосфоритной руды. В мировой горной практике месторождения, аналогичные по горно-геологическим условиям Ракверескому, подземным способом обычно не разрабатываются [1]. Поэтому практическими данными о затратах на добычу мы не располагаем.

Анализ условий месторождения с различных точек зрения (горно-геологической, гидрогеологической, экологической и т. д.) привел к выводу о необходимости его подземной разработки без обрушения налегающей толщи пород. Сохранить земную поверхность можно лишь при технологии выемки пород с полной закладкой выработанного пространства твердеющими смесями.

В технико-экономическом обосновании (ТЭО) Госгорхимпроекта себестоимость добычи руды системой с закладкой определена как 6,35 руб/т в пересчете на сухую массу, причем удельный объем твердеющей закладки составляет всего 20% от вынутого объема руды. Остальное предполагалось заполнять обычными отходами обогащения. На наш взгляд, здесь имеет место явная недооценка затрат на закладку выработанного пространства. В практике подземных рудников Союза, применяющих аналогичную систему разработки, затраты на закладку достигают 24 руб/м<sup>3</sup> или 6—8 руб/т добываемой руды [2].

По нашим расчетам, себестоимость руды при системе со сплошной твердеющей закладкой составит на руднике Кабала-Западный не менее 10 руб/т. Это самая оптимистическая оценка, соответствующая благоприятному стечению всех прочих горнотехнических факторов (возможности механизированной отбойки массива, возможности выемки пласта на всю его мощность вместо послонной выемки, отсутствия необходимости крепления стенок выработок).

При таких затратах на добычу себестоимость концентрата составит 165,4 руб/т  $P_2O_5$  без учета реновационной части амортизации капиталовложений. Примерно две трети эксплуатационных затрат приходится на добычу сырья, остальную часть составляет обогатительный передел. Для сравнения: в ТЭО Госгорхимпроекта полная себестоимость концентрата составляла 126 руб/т  $P_2O_5$ .

В затраты на разработку месторождения должен включаться, естественно, весь ущерб, наносимый горными разработками природным ресурсам региона, и соответствующие компенсационные выплаты. Наибольшая часть таких выплат учтена в составе капиталовложений в виде компен-

сации за сельскохозяйственные земли, рыболовное хозяйство, жилье и фермы, лесные угодья. В капиталовложениях фигурируют также почти все затраты на объекты природоохранного назначения, начиная от очистных сооружений и кончая вышеназванным противомембранным экраном.

Дополнительно нами были подсчитаны ущерб от снижения продуктивности сельскохозяйственных угодий в контурах обезвоженной территории шахтного поля и ущерб от списания с баланса подрабатываемых запасов горючего сланца над залежью фосфорита (если не будет предусмотрена его попутная добыча). Неучтенными пока остаются затраты на очистку флотохвостов перед их использованием в качестве закладочного материала.

Исследованиями установлено, что флотохвосты в обычном их виде не могут использоваться для закладки выработок, поскольку загрязняют подземные воды [3]. Методы их очистки не известны, и затраты на эти цели не подсчитаны. Пока вопрос с очисткой флотохвостов не будет решен, не может быть речи об освоении месторождения. Придется либо искать другой закладочный материал, либо отказаться от флотационного и флотохимического способов обогащения добываемого сырья. Короче, возникнут новые проблемы.

Сводка известных нам затрат на добычу и обогащение сырья, а также необходимая по условиям рентабельности производства цена на раковеский концентрат представлены в табл. 2.

Таблица 2

Категория затрат	Величина затрат	
	руб/т $P_2O_5$ в концентрате	%
Эксплуатационные затраты на производство концентрата	165,4	74,3
Компенсация ущерба сельскому хозяйству	0,9	0,4
Компенсация ущерба от списания запасов горючего сланца	3,1	1,4
Погашение капитальных вложений промышленного и непромышленного назначения	53,2	23,9
Итого	222,6	100,0
в том числе природоохранные и компенсационные затраты	15,2	7,0
Отпускная цена на концентрат при 10%-ной рентабельности производства	245,0	

В приведенных цифрах поражает ничтожная доля затрат на природоохранные сооружения и компенсацию ущерба. Априори всегда казалось, что учет именно природоохранного и социально-экономического факторов сделает добычу наших фосфоритов дорогой и экономически убыточной. Однако никакого парадокса в этом нет. Существенная доля затрат природоохранного характера кроется в высокой себестоимости добычи сырья и выделить ее отдельной строкой невозможно. Технология подземной добычи с закладкой потому и дорога, что наиболее экологична. В таблице же показаны лишь дополнительные затраты такого рода.

В целом затраты на добычу и обогащение выросли по сравнению с данными Госгорхимпроекта на 76%. Об экономической эффективности этих затрат можно будет судить лишь после анализа использования добытого сырья.

## Практические возможности использования сырья и их народнохозяйственная эффективность

Прибалтийский фосфоритный концентрат (производимый в настоящее время в Маарду и Кингисепе Ленинградской области) находит применение при производстве двойного суперфосфата как сырьевая добавка к кольскому апатиту. Из апатита вначале получается экстракционная фосфорная кислота, которая затем используется для разложения фосфорита. Около 75% питательного вещества в продукте дает апатит и соответственно 25% приходится на фосфорит. Таким образом, на каждую тонну направляемого на переработку фосфоритного концентрата надо иметь в наличии 3 т апатита (оба в расчете на  $P_2O_5$ ).

Заводы двойного суперфосфата принимают на переработку лишь половину производимого в Прибалтике концентрата. Вторая половина используется непосредственно в сельском хозяйстве в виде фосфоритной муки, поскольку других промышленно освоенных способов переработки концентрата в минеральные удобрения нет.

По мнению некоторых специалистов, фосфоритная мука является дешевым и эффективным минеральным удобрением, пригодным под различные выращиваемые культуры. В то же время агрохимические свойства муки очень часто не ставятся в зависимость от типа исходного сырья и содержащегося в нем фосфатного минерала. Эти свойства оцениваются в целом, без привязки к типу фосфоритов и конкретным месторождениям.

Многолетние полевые и вегетационные опыты эстонских ученых с фосфоритной мукой из ракушечного прибалтийского фосфорита показали почти полное отсутствие агрохимического эффекта от ее использования [4]. В нейтральных почвах растворимость содержащегося в ней фосфора не превышает 2%. Остальная часть фосфора растениями не усваивается и уходит в потери. В кислых и сильно кислых почвах растворимость фосфора повышается до 5%, причем агрохимический эффект связан не столько с содержащимся в муке фосфором, сколько с кальцием. Таким образом, мука из ракушечного фосфорита скорее раскислитель почвы, чем фосфорное удобрение. Установлена сравнительная агрохимическая эффективность муки по отношению к водорастворимым фосфорным удобрениям — суперфосфатный эквивалент, равный 10% в расчете на одинаковое содержание  $P_2O_5$  в сравниваемых продуктах.

Народнохозяйственная эффективность использования ракушечного концентрата в качестве фосфоритной муки определена нами исходя из вышеприведенной величины суперфосфатного коэффициента и следующих исходных данных: окупаемости удобрений урожаем 3,5 т/т (что соответствует среднему уровню этого показателя в стране) и перспективной цены на зерно 163 руб/т. Расчеты показали, что производство фосфоритной муки будет убыточным — на рубль затрат придется около рубля урожая. Годовая сумма ущерба составит при мощности производства 1,137 млн. т  $P_2O_5$  274 млн. руб.

Использование прибалтийского фосфорита в производстве двойного суперфосфата до сих пор считалось большим достижением, так как в технологический процесс получения качественного водорастворимого удобрения включалось сравнительно бедное фосфатное сырье. Однако практические возможности этого направления и его потенциальная экономическая эффективность недостаточно изучены. Если бы это было своевременно сделано, то не возникло бы излишнего оптимизма относительно оценки рассматриваемой технологии.

Как отмечалось, производство двойного суперфосфата требует одновременного использования фосфорита и апатита в пропорции 1:3. В случае осуществления данной технологии потребовалась бы коренная

ломка сложившейся структуры производства минеральных удобрений в стране. Наряду со строительством рудника Кабала-Западный пришлось бы построить заводы двойного суперфосфата на суммарную мощность 3,67 млн. т и ежегодно обеспечивать их апатитом в количестве 3,35 млн. т  $P_2O_5$ . В настоящее время предприятия Кольского полуострова дают около 7,5 млн. т апатитового концентрата и возможностей существенного прироста производства практически не имеют. Значит, снабжение нового производства апатитом пришлось бы организовать за счет закрытия половины заводов, выпускающих сейчас другие виды удобрений. Капиталовложения в реорганизацию перерабатывающей подотрасли Минудобрений составили бы, по ориентировочным расчетам, 2 млрд. руб. Практические возможности подобной масштабной реорганизации минимальны. Раквереский концентрат не «вписывается» в производственную структуру подотрасли.

Допустим все же, что такая реорганизация будет совершена и заводы примут на переработку весь объем выпускаемого рудником Кабала-Западный концентрата. Оценим экономическую эффективность такого идеализированного варианта.

Эффективность производства двойного суперфосфата нельзя рассматривать в отрыве от интересов потребителя. Дело в том, что двойной суперфосфат является дорогим и рафинированным удобрением, лишенным таких необходимых в земледелии элементов, как сера и кальций. Его использование невыгодно сельскому хозяйству. Идеальным по своим потребительским свойствам и самым дешевым фосфорным удобрением является вырабатываемый в стране из кольского апатита простой суперфосфат. Недаром в мировой практике в последнее время существенно повысился интерес к производству именно этого вида фосфорного удобрения [5]. Исследования показывают, что переход от простого суперфосфата к двойному повышает затраты на внесение в почву каждой тонны усвояемой растениями  $P_2O_5$  более чем в полтора раза [6]. Спрашивается: есть ли смысл переводить на двойной суперфосфат кольское апатитовое сырье, если из него может быть получен более выгодный для земледельца простой суперфосфат?

Сравним три варианта производства этих видов удобрений в привязке к Ракверескому месторождению (табл. 3). Первый вариант — производство двойного суперфосфата с применением во второй фазе суперирования раквереского концентрата. Второй вариант — такое же количество кольского апатита перерабатывается в простой суперфосфат (тем самым осуществляется выравнивание вариантов по объемам потребления дефицитного сырья). Выравнивание же по объемам продукции (в единицах усвояемой  $P_2O_5$ ) производится путем включения «компенсирующего» удобрения — аммофоса из сырья Каратау, не являющегося дефицитным. Кстати, сейчас до 30% выпускаемого в стране аммофоса делается именно из него. По расчетам Госгорхимпроекта, добыча сырья для кислотной переработки в объединении «Каратау» должна вырасти к 2005 г. в 5 раз и достичь уровня 4,1 млн. т  $P_2O_5$  в год. Себестоимость тонны  $P_2O_5$  к этому времени увеличится от 57 до 73 руб. Таким образом, фосфорит бассейна Каратау останется одним из наиболее дешевых в стране.

Поскольку обоими этими вариантами предусматривается одинаковый объем продукции, то одинаковой будет и ожидаемая прибавка урожая. Затраты же производителей удобрений и затраты сельского хозяйства на приобретение последних будут сильно различаться.

Из приведенных в табл. 3 цифр видна убыточность использования раквереского концентрата в производстве двойного суперфосфата. Она почти столь же велика, как и при использовании концентрата в качестве фосфоритной муки. Однако природа ущерба в рассматриваемых случаях

Показатели	Вариант I	Вариант II	Вариант III
Потребляемое сырье, млн. т $P_2O_5$ в год:			
кольский апатит	3,35	3,35	3,35
ракверский фосфорит	1,137	—	1,137
фосфорит Каратау	—	1,000	—
Объем выпускаемой продукции, млн. т $P_2O_{5уев}$ в год	3,675	3,675	3,675
в том числе			
двойной суперфосфат	3,675	—	—
простой суперфосфат	—	2,865	—
аммофос	—	0,810	2,538
фосфоритная мука	—	—	1,137
Ожидаемая прибавка урожая в зерновых единицах, млн. т в год	12,9	12,9	9,3
Затраты на выпуск удобрений, млн. руб. в год	1205,4	901,7	954,9
Товарная продукция в действующих оптовых ценах, млн. руб. в год	1212,7	969,5	1268,6
Уровень рентабельности производства, %	0,6	7,5	33,0
Экономический ущерб по сравнению с вариантом II:			
млн. руб. в год	243,2	—	—
на 1 т $P_2O_5$ в фосконцентрате, руб.	239	—	—

будет различной. Ущерб от использования фосфоритной муки является следствием мизерной агрохимической эффективности и высокой стоимости муки. Он очевиден и понятен. В случае переработки фосфорита в двойной суперфосфат ущерб возникнет от неблагоприятного структурного сдвига в производстве фосфорных удобрений и искусственного удорожания процесса переработки сырья в удобрения. От стоимости же самого сырья величина ущерба зависит очень мало. Первый вариант в приведенной таблице будет всегда убыточнее второго, независимо от стоимости фосфорита, а следовательно, и от затрат на его добычу.

Есть еще один фактор, определяющий направление использования прибалтийского фосфоритного сырья. Это ведомственные интересы монопольного производителя удобрений в стране — Минудобрений СССР. Министерство заинтересовано в скорейшем освоении эстонских месторождений, но совершенно не заинтересовано в переработке добываемого из них сырья в удобрения. На то имеются причины, подкрепленные конкретными экономическими стимулами. Одним из таких стимулов является уровень цен на выпускаемую продукцию.

«Неисповедимыми» путями сейчас установлена такая высокая цена на аммофос, что его производство из кольского апатита позволяет иметь на химических заводах уровень рентабельности до 50% и более. В результате этого аммофос стал самым популярным фосфорсодержащим удобрением (до одной трети общего выпуска). За счет прибылей от его продажи можно с лихвой покрывать убытки от производства других видов продукции, в том числе и от фосфоритной муки.

Выражающий отраслевые интересы производственный сценарий изображен в табл. 3 как вариант III. В этом случае апатит перерабатывается в аммофос, а ракверский концентрат отпускается сельскому хозяйству как фосфоритная мука по действующей оптовой цене 118 руб/т  $P_2O_5$ , что намного ниже себестоимости его производства на

руднике Кабала-Западный. Рудник переводится в разряд рентабельных путем введения внутриотраслевой расчетной цены. В целом же по отраслевому «мини-комплексу» обеспечивается уровень рентабельности 33%, самый высокий из всех трех рассмотренных в таблице вариантов.

Аммофос из апатита и ракверская фосфоритная мука вместе дают такой же объем продукции в расчете на  $P_2O_5$ , как и предыдущие варианты табл. 3. Формально отраслевой план выпуска продукции будет считаться выполненным, причем с высоким уровнем рентабельности производства. Но поскольку фосфоритная мука является по своим агрохимическим свойствам далеко не полноценным продуктом, то конечная отдача варианта резко снижается. Образуется недобор урожая около 28%. Таким образом, хозрасчетно выгодный для производящей отрасли вариант оборачивается в конечном счете крупным народнохозяйственным ущербом. Как уже указывалось, ущерб от подобного использования ракверского концентрата составляет 274 млн. руб. в год.

Интересы отрасли являются определяющими в развитии производства минеральных удобрений, и этот фактор нельзя не учитывать. Именно из-за этих интересов продолжает развиваться опережающими темпами производство аммофоса, а действующие мощности по выпуску других видов удобрений часто не догружаются. Можно не сомневаться, что именно эти интересы побуждают использовать прибалтийское фосфатное сырье в качестве фосфоритной муки.

Из выполненного анализа становится совершенно очевидным, что такого способа использования прибалтийского ракушечного фосфорита как агрохимического сырья, который давал бы реальный народнохозяйственный эффект, просто не существует. Значит, затраты на добычу и переработку этого сырья являются экономически неоправданными.

### Заключение

Большие запасы новых фосфоритных месторождений Эстонии привлекают внимание Министерства по производству минеральных удобрений СССР благодаря расположению в экономически развитом регионе и доступности их освоения. С другой стороны, природные, географические и экономические факторы усложняют и удорожают освоение этих месторождений. В случае их разработки придется возмещать ущерб окружающей среде, народонаселению и пострадавшим отраслям экономики района. Придется применять экологичные, а поэтому и дорогостоящие технологии работ.

Отрасль готова вложить любые затраты в освоение месторождений, обещая исключительно экологичные технологии добычи и обогащения сырья. Мотивировкой же служит прочно укоренившаяся в сознании мысль о высоких технологических качествах прибалтийских фосфоритов и большой народнохозяйственной эффективности их использования в производстве минеральных удобрений. Такое суждение некорректно уже потому, что без учета затрат на освоение месторождений нельзя говорить о народнохозяйственной эффективности использования добываемого сырья.

Сквозной экономический анализ по стадиям производства (от затрат, вложенных в освоение месторождений, до окупаемости полученных минеральных удобрений урожаем) показал, что освоение фосфоритных месторождений Эстонии убыточно для народного хозяйства. И вовсе не потому, что экологические и другие региональные ограничения сделают добычу сырья очень дорогой. Хотя этот фактор тоже играет свою роль, причем немалую.

Главная причина убыточности заключается в том, что нет такого способа применения прибалтийского ракушечного фосфорита, который

давал бы реальный народнохозяйственный эффект при производстве минеральных удобрений. Использование фосфорита в виде муки либо применение его в качестве сырьевой добавки при производстве двойного суперфосфата вызывают почти одинаковый по величине народнохозяйственный ущерб.

Запасы фосфоритов — большое богатство республики. Надо лишь по-хозяйски распорядиться этим богатством, исследовать новые области его использования. «Агрехимическая» направленность исследований, как нам кажется, не дала положительных производственных результатов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дегтярев В. А., Галкин В. А. Перспективы подземной разработки месторождений Прибалтийского фосфоритоносного бассейна. — В кн.: Проблемы развития и рационального использования ресурсов Прибалтийского фосфоритоносного бассейна. (Тр. ГИГХСа, вып. 63.) М., 1985, 90—96.
2. Требуков А. Л. Применение твердеющей закладки при подземной добыче руд. М., 1981.
3. Валлер Л. К., Иоханнес Э. Я., Йыгар П. Э., Каризе В. Ю., Хвалынская М. Р. Прогноз влияния добычи фосфоритов на месторождения Тоолсе и Кабала-Западный Раквереского фосфоритоносного района на гидросферу в Эстонии. — В кн.: Проблемы геологии фосфоритов. Тез. докл. и путеводитель VI всесоюз. совещ., Таллинн, 18—21 апреля 1988 г. Таллинн, 1988, 58—60.
4. Кярблане Х., Кох Р., Киррет О. О возможности рационального использования фосфатного сырья Маардуского месторождения. — Изв. АН ЭССР. Биол., 1984, 33, № 3, 157—165.
5. Sheidrick, W. F. The economics and outlook for fertilizer production. — Chem. Econ. and Eng. Rev., 1988, May, 5—13.
6. Päsok, R. Millist fosforiväetist vajab põllumees? — Tehnika ja Tootmine, 1988, N 7, 22—24.

Представил Ю. Эннусте

Институт экономики  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
20/II 1989

Robert PÄSOK

#### RAKVERE FOSFORIIDIMAARDLA EVITAMISE RAHVAMAJANDUSLIKU EFEKTIIVSUSE HINNANG

Artiklis on analüüsitud Eesti fosforiidide kasutamiseefektiivsuse arvutamist kõigis tootmis- ja kasutamisaasides süsteemses käsitluses, alates kaevandamiskuludest ja lõpetades väetiste tasuvusega põllumajanduses.

On tõestatud, et meie fosforiidide kasutuselevõtt on rahvamajanduse seisukohalt kahjulik. Selle peamiseks põhjuseks on leiukohtade evitamise teravate ökoloogiliste ja sotsiaalsete probleemide kõrval fosforiidide kui agrookeemilise tooraine kasutamise ebaefektiivsus.

Eesti NSV Teaduste Akadeemia  
Majanduse Instituut

Toimetusse saabunud  
20. II 1989

Robert PÄSOK

#### AN ESTIMATE OF THE ECONOMIC EFFICIENCY OF THE EXPLOITATION OF THE RAKVERE PHOSPHORITE DEPOSIT

The author presents results of a systems analysis of the efficiency of using Estonian phosphorites. The analysis includes all stages of production from mining costs to the benefits gained from the use of phosphorite fertilizers in agriculture.

It was ascertained that the mining of the Rakvere deposit would bring about losses for the state. The main reason for losses (besides acute ecological and social problems involved) is our present incapability of making efficient use of phosphorite as an agrochemical raw material.

Academy of Sciences of the Estonian SSR,  
Institute of Economics

Received  
Feb. 20, 1989