Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. LXXXVII, 1981 г.

УДК 622.367:622.23:622.3.013

МЕТОД ВЫБОРА И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ПРИ ДОБЫЧЕ РУДЫ НА СЛЮДЯНЫХ РУДНИКАХ

П.Ф.КОРСАКОВ, В.П.БАЛЯСОВ

Годовой экономический эффект от внедрения механизации на горных работах $Э$ обычно определяется по общесоюзной методике [3] как разность приведенных затрат на выпуск одного и того же объема продукции A при существующей (базовой) $З_1$ и новой $З_2$ технике:

$$Э = (З_1 - З_2)A \ . \qquad (1)$$

Приведенные затраты определяют по формуле

$$З = c + E_н k \ , \qquad (2)$$

где c - себестоимость единицы продукции, руб.; $E_н$ - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, равный 0,15; k - удельные капитальные вложения в производственные фонды, руб.

Формула (1) может быть использована при расчете ожидаемой и фактической эффективности нового оборудования на рудниках и шахтах, где внедрение новой техники не сказывается на качестве добываемой руды. Однако имеется ряд полезных ископаемых (слюда, пьезокварц, шпаты и др.), ценность которых определяется размером их кристаллов или кусков. Эту особенность необходимо учитывать при внедрении новой техники. Метод такого учета рассмотрим на примере разработки месторождений слюды.

Слюда имеет невысокую твердость (2-3 по шкале Мооса) и легко расщепляется по плоскостям совершенной спайности. Это приводит к тому, что при добыче под действием механизмов и кусков породы кристаллы слюды часто повреждаются, а следовательно, снижается их ценность и увеличивается количество отходов.

Новые машины и механизмы по степени их влияния на кристаллы слюды делятся на три группы: машины первой группы не увеличивают повреждаемость кристаллов по сравнению с базовой техникой; второй - изменяют повреждаемость кристаллов на технологической операции, использующей эту технику; третьей - вызывают повреждаемость кристаллов как по выполняемому, так и по другим технологическим процессам.

Для второй и третьей групп новой техники при расчете экономической эффективности необходимо учитывать не только разность производственных затрат, но и экономические потери, вызванные изменением объема поврежденных кристаллов слюды:

$$Э=(З_1-З_2)А \pm \Delta Э_П , \qquad (3)$$

где $\Delta Э_П$ - экономические последствия от изменения потерь слюды при внедрении новой техники, руб. (знак „+" соответствует снижению потерь, знак „-" - увеличению).

Расшифруем зависимость (3). Промышленная ценность Ц слюдосодержащей жильной массы и руды представляет собой стоимость промышленной продукции, заключенной в I м^3 (или I т) породы. Стоимость же продукции зависит от размеров и качества забойного сырца (так называются освобожденные от породы и поверхностных загрязнений кристаллы слюды площадью более 4 см^2).

Представим, что намеченный к отработке очистной блок слюдосодержащего рудного тела (или само рудное тело) имеет длину L, высоту H и среднюю мощность m. Объем жильной массы в блоке $V = LHm$. Геологическое содержание забойного сырца в жильной массе α с распределением по размерам и сорту β_1, β_2, ..., β_n. Тогда общий геологический запас сырца в блоке может быть определен по зависимости

$$G = \alpha V = \frac{\alpha V\beta_1+\alpha V\beta_2+\ldots+\alpha V\beta_n}{\beta_1+\beta_2+\ldots+\beta_n} = \frac{\alpha V}{100}\sum\beta i , \qquad (4)$$

а промышленная ценность жильной массы

$$Ц_{ЖМ} = \frac{\beta_1 G z_1+\beta_2 G z_2+\ldots+\beta_n G z_n}{\beta_1+\beta_2+\ldots+\beta_n} = \frac{G}{100}\sum\beta_i z_i , \qquad (5)$$

где z_1, z_2, ..., z_n - стоимость единицы соответствующего размера и сорта промышленной продукции, руб.

Чтобы получить промышленную продукцию из блока, требуется разработать рудное тело и выполнить необходимые обогатительные операции. Общие затраты средств на I м^3 подготовительных и нарезных выработок; очистных работ; транспортировку; переработку руды на слюдовыборочных установках; обогащение забойного сырца в цехах обработки при получении конечной промышленной продукции; разведку; проходку выработок вскрытия и другие общерудничные работы обычно распределяются пропорционально запасам руды:

$$З_{общ}=З_{под}А_{под}+З_{нар}А_{нар}+З_{оч}А_{оч}+З_{тр}А_{тр}+З_{пер}А_{пер}+З_0А_0+З_{ор} . \qquad (6)$$

В формуле (6) учитываются приведенные затраты, и для каждого технологического передела они вычисляются по зависимости (2). Тогда общие затраты

$$З_{общ}=\sum_1^N c_j A_j + Е_н \sum_1^N k_j A_j , \qquad (7)$$

где c_j и k_j - соответственно себестоимость и капитальные вложения каждого технологического передела; j - индекс соответствующего технологического передела.

Первый член правой части зависимости (7) представляет собой общие эксплуатационные расходы при добыче руды, а величина k_j - долю основных производственных фондов предприятия, отнесенных на добытую руду, поэтому для простоты расчетов зависимость (7) представим в следующем виде:

$$З_{общ}=(c_п+E_н k_п)Q\,, \qquad (8)$$

где $c_п$ - себестоимость единицы конечной продукции, полученная предприятием при использовании определенной техники и технологии; $k_п$ - удельные капитальные затраты, отнесенные на единицу продукции; Q - объем промышленной продукции (промышленного сырца), полученной из блока, в натуральном выражении.

При добыче и переработке руды имеют место как количественные (весовые) так и качественные (по размеру и качеству кристаллов) потери слюды, поэтому промышленная ценность добытой из блока руды меньше величины $Ц_{ж.м}$ и по аналогии с (5) определяется зависимостью

$$Ц_Р=\frac{\varepsilon G}{100}\sum_1^n u_i z_i\,, \qquad (9)$$

где ε - коэффициент извлечения сырца из жильной массы в долях единицы; u_i - содержание каждого сорта слюды в промышленной продукции, включая скрап (куски и пластинки слюды, образующиеся при переработке забойного сырца), %; z_i - стоимость единицы соответствующего сорта промышленной продукции, включая скрап, руб.

Если предприятие выпускает промышленную продукцию одного сорта, без разделения слюды по размерам кристаллов и доведения их до уровня технических условий промышленного сырца, то формула (9) примет вид

$$Ц_Р=\varepsilon G u_o z_o\,. \qquad (10)$$

Разность между промышленной ценностью жильной массы и руды, полученной из блока, - ценностные потери слюды при добыче:

$$П=Ц_{ж.м}-Ц_Р\,. \qquad (11)$$

Величина $П$ характеризует в денежном выражении суммарно количественные и качественные потери слюды на горном предприятии.

Рассматривая эффективность работы какой-либо новой машины, представим, что при разработке блока с геологическими запасами забойного сырца G базовой системой машин (или базовой машиной) затраты составили $З_{общ_1}$, извлечение ε_1, содержание слюды u_{i_1} и потери $П_1$, а промышленная ценность руды равна $Ц_{Р_1}$. Разность между промышленной ценностью добытой руды и затратами представляет собой рентабельность работы предприятия, т.е. его доходы:

$$Д_1=Ц_{Р_1}-З_{общ_1}\,. \qquad (12)$$

При разработке того же блока новой техникой показатели работ будут иметь соответственно значения $З_{общ_2}$, ε_2, u_{i_2}, $П_2$, $Ц_{Р_2}$. Доход $Д_2$ определяется аналогично $Д_1$ по формуле (12).

Экономический эффект от применения новой техники при разработке блока равен разности в величине получаемых доходов:

$$Ф_э = Д_2 - Д_1 . \qquad (13)$$

При отработке блока за $Т$ лет годовой экономический эффект от внедрения новой техники

$$Э_ф = Ф_э : Т . \qquad (14)$$

Формулы (13) и (14) являются основными для определения экономической эффективности при внедрении новой техники второй и третьей групп. Они пригодны и для первой группы. Предложенный метод оценки является дальнейшим совершенствованием существующей методики [3] применительно к условиям слюдяной и аналогичной ей отраслям промышленности.

Так как каждая из используемых при добыче руды машин или систем комплексной механизации имеет свои значения величин $Ц_р$, ε, u_i, $П$, $З_{общ}$, то, пользуясь данным методом, можно определить рациональный тип необходимого оборудования для конкретных условий горного производства. Поясним это на примере выбора бурового оборудования для очистных работ слюдяных рудников.

Отбойка руды на подземных работах в слюдодобывающей промышленности ведется шпуровыми и скважинными зарядами. Шпуры в блоках бурят телескопными ПТ-36 и ПТ-45 или ручными ПР-25 и ПР-30 перфораторами, а скважины - станками НКР-100 М. Эти методы отбойки применяют не в одинаковых условиях, и их сравнительный анализ отсутствует.

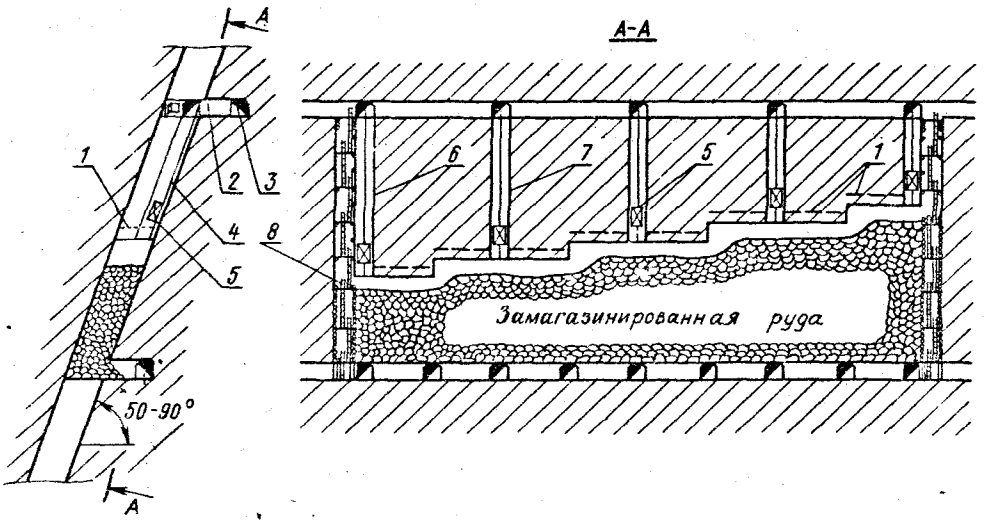
Исследованиями В.М.Бусырева, А.А.Капустина, А.И.Ляхова, Л.К.Нихтфинстера и других авторов установлено, что повышенный диаметр и вес взрываемых зарядов при скважинной отбойке изменяет качественный состав добываемых кристаллов слюды и увеличивает потери их при добыче. Расчеты, выполненные по научно обоснованным зависимостям [1, 2, 4], показали, что при скважинной отбойке общие потери слюды по сравнению со шпуровыми зарядами увеличиваются в 3 раза, а выход промышленного сырца снижается на 1,8 %. Особенно уменьшается в забойном сырце доля крупных кристаллов (фракций более 50 $см^2$), представляющих наибольшую ценность.

При скважинной отбойке, наряду с изменением выхода слюды, изменяются и производственные затраты на добычу, переработку и обогащение руды. При этом затраты на взрывные работы и приобретение бурового оборудования увеличиваются, а удельные расходы на бурение, обогащение, ремонт и содержание механизмов - снижаются.

Пользуясь фактическими показателями работы слюдяных рудников, по приведенным выше формулам была определена эффективность применения различной буровой техники в условном блоке длиной 100 м, разрабатывающем крутопадающую жилу мощностью 10 м при высоте этажа 50 м и среднем содержании забойного сырца в жильной массе 15,5 $кг/м^3$ (объем добытой руды 51,5 тыс.$м^3$, промышленная ценность жильной массы 11195,9 тыс.руб., срок отработки 4 года). Результаты выполненных расчетов следующие:

	Перфораторы	Станки НКР-100М
Потери забойного сырца при добыче, %	10,5	32,1
Масса полученного из блока забойного сырца, т	693,6	526,2
Выход промышленного сырца из забойного, %	50,0	48,2
Масса полученного при отработке блока промышленного сырца, т	346,8	253,6
Масса полученного скрапа, т	346,8	272,6
Распределение в промышленном сырце кристаллов слюды по размерам ($см^2$), %		
100 и более	8,1	4,9
50-100	7,5	5,8
25-50	7,0	6,4
4-25	27,4	31,1
Промышленная ценность руды, тыс.руб.	4047,5	2516,7
Ценностные потери слюды, тыс.руб.	7148,4	8679,2
Себестоимость промышленного сырца, руб./кг	8,68	-
Удельные капитальные затраты, руб./кг	1,1	-
Удорожание взрывных работ, тыс.руб.	-	7,72
Удешевление буровых работ, обогащения и затрат на содержание оборудования, тыс.руб.	-	300,33
Стоимость дополнительно приобретаемого бурильного оборудования, тыс.руб.	-	3,15
Снижение капитальных затрат от уменьшения объемов переработки, тыс.руб.	-	513,26
Приведенные затраты, тыс.руб.	3067,45	2698,32
Рентабельность (доходы) предприятия:		
тыс.руб.	+980,05	-181,62
%	32	6,73
Общий экономический эффект от применения скважинной отбойки, тыс.руб.	-	-1161,67
Годовой экономический эффект от применения скважинной отбойки, тыс.руб.	-	-290,42

Таким образом, при использовании станков НКР-100 М по сравнению со шпуровой отбойкой на 24,13 % снижается объем добытого забойного сырца и на 26,87 % объем промышленного сырца, а предприятие несет ежегодный убыток в сумме 290,42 тыс.руб. Следовательно, применять в слюдяной промышленности бурильные станки данного типа нерентабельно.



Система разработки со скважинной отбойкой жильной массы из восстающих с помощью комплекса КПВ и магазинированием руды в блоке:
1 – скважины; 2 – заезд; 3 – полевой штрек; 4 – монорельс; 5 – проходческий комплекс КПВ; 6 – восстающий с лестничным отделением; 7 – восстающий для КПВ; 8 – лестница

Однако при использовании перфораторов производительность бурильщика по горной массе в 2,6 раза ниже, чем при скважинной отбойке (27 и 70 м^3 соответственно). Это вызывает необходимость совершенствования буровых работ и способов разработки слюдосодержащих руд.

Эффективность добычных работ на слюдяных рудниках, как показали исследования, может быть повышена за счет применения при отбойке руды скважинных зарядов малого диаметра (до 40–60 мм) и рудоразработки в очистном забое взорванной жильной массы с удалением из дальнейшего технологического потока крупных кристаллов слюды.

Для выполнения данных условий авторами предложено крутопадающие слюдосодержащие жилы и тела разрабатывать вариантом системы разработки, показанным на рисунке. При заданной системе подготовка отличается от существующих тем, что в блоке проходят восстающие на всю его высоту через 25-30 м друг от друга. Проходка ведется с помощью проходческого комплекса КПВ. По окончании проходки рудное тело из каждого восстающего разбуривают горизонтальным веером скважин. Бурение производят перфораторами типа ПК-75, смонтированными на КПВ. Отбойка руды ведется слоями толщиной 0,7-1,6 м, которые подвергают рудоразборке, и крупные кристаллы слюды выбирают из горной массы.

Предлагаемый вариант системы разработки обеспечивает малые потери слюды при добыче, позволяет механизировать основные технологические процессы и успешно решает вопросы транспортировки людей и грузов в очистных забоях слюдяных рудников.

Выводы

I. Разработка слюдосодержащих рудных тел имеет ряд специфических особенностей, в результате чего на слюдяных рудниках при добычных работах неприменима существующая методика [3]. Для данных работ разработан новый метод оценки эффективности средств механизации, основанный на определении величины получаемого при разработке блока (или рудного тела) дохода от реализации промышленной продукции.

2. Предложенный метод пригоден не только для оценки эффективности работы оборудования, но и для его выбора в конкретных условиях как слюдяных, так и других горных предприятий с подземным и открытым способами разработки, на которых ценность конечной продукции определяется размерами кристаллов или блоков (кусков).

3. Выполненные расчеты показали, что существующая система разработки крутопадающих слюдосодержащих рудных тел с магазированием и со шпуровой отбойкой не обеспечивает высокой эффективности работы предприятий. Для устранения недостатков предложена система разработки с отбойкой жильной массы скважинными зарядами малого диаметра из восстающих бурильными установками, смонтированными на проходческом комплексе КПВ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балясов В.П. Исследование источников потерь слюды с целью повышения извлечения запасов. Автореф. дисс. на соиск. уч.степ. канд. техн. наук. Л., изд. ЛГИ, 1977.

2. Бусырев В.М. *Потери слюды от повреждений при подземной разработке месторождений.* М., Наука, 1977.

3. Методика (основные положения) определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений.

4. Седых В.М., Бочарников М.М., Шувалов Н.Г. и др. Разработка и обогащение слюдяных руд. М., Недра, 1965.