

**ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ВЫПУСКА РУДЫ НА ПОТЕРИ И  
РАЗУБОЖИВАНИЮ.**

**Мислибаев И.Т.,**

доктор тех наук, профессор кафедры «Горное дело» НГГИ.,

**Чорикулов А.**

ассистент кафедры «Горное дело» НГГИ.,

**Очилова М.Ш.,**

*студент* НГГИ.,

**Аннотация:** В различных отраслях промышленности многие производственные процессы связаны с образованием пыли. Это горнорудная угледобывающая промышленность; металлургические, металлообрабатывающие и машиностроительные предприятия; производство строительных материалов; электросварочные работы.

**Ключевые слова:** Эллипсоид, теория, коэффициент, руда, границы.

**INFLUENCE OF ORE RELEASE METHODS  
ON LOSSES AND DILUTION.**

**Mislibaev E.T**

**Chorikulov A**

**Ochilova M.Sh**

**Abstract:** In various industries, many production processes are associated with the formation of dust. These are the mining and coal mining industry; metallurgical, metalworking and machine-building enterprises; production of building materials; electric welding works.

**Keywords:** Ellipsoid, theory, coefficient, ore, boundarie

Выпуск руды это перемещение ее под действием собственного веса непосредственно по очистному пространству. Выпуск руды бывает донным и торцовым.

Теория выпуска руды была разработана преимущественно трудами ученых С. И. Минаева, Г. М. Малахова, В. Р. Именитова, В. В. Куликова и др [1, 2]. Рассмотрим основные положения этой теории.

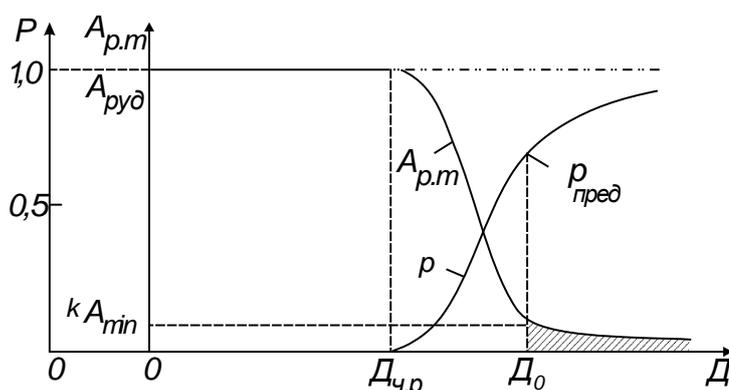


Рис. 1. Зависимость содержания металла  $A_{p.m}$  и разубоживания в дозе выпуска  $P$  от количества выпущенной рудной массы  $D_{ч.р}$ ;  $D_0$  -общее количество выпущенной из блока рудной массы

Первоначально под налегающими обрушенными породами выпускается чистая руда (с содержанием  $A_{руд}$  в количестве  $D_{ч.р}$ ), а затем появляется и начинает возрастать примесь пустых пород (рис.1) [3]. Выпуск из каждого отверстия прекращают тогда, когда разубоживание в последней дозе выпуска достигнет экономически допустимой величины  $P_{пред}$  - Доза выпуска— это минимальная порция, для которой контролируется качество рудной массы. Обычно доза равна количеству рудной массы, выпущенной из отверстия за смену (100 -150 т при скреперной доставке и 300-400 т при доставке самоходным оборудованием и вибропитателями).

Предельное разубоживание в последней дозе выпуска

$$P_{пред} = (A_{руд} - kA_{min})/A_{руд}, \quad (1)$$

Обычно для бедных руд  $P_{пред} = 0,25 \div 0,35$ , а для рядовых

$$P_{пред} = 0,64-0,8.$$

Истечение руды через одиночные отверстия происходит из объемов, напоминающих по форме эллипсоиды вращения с вытянутой вертикальной осью,— эллипсоидов выпуска.

Эллипсоид выпуска - это фигура истечения, все частицы которой, лежащие на поверхности фигуры, приходят к выпускному отверстию одновременно, но пути у них разные, а значит, и скорости частиц разные (рис.2, а).

Коэффициент вытянутости эллипсоида (отношение его высоты к наибольшему горизонтальному диаметру) возрастает с увеличением сил трения и особенно сил сцепления (с увеличением количества мелких глинистых частиц и влаги, уплотнением руды), а также с увеличением объема эллипсоида, т. е. его высоты. По данным проф. В. В. Куликова для выпускных отверстий с поперечными размерами  $A = 1,54-2$  м имеем

$$k_{выт} = H/D = \sqrt{mH}, \quad (2)$$

где  $H$ - высота эллипсоида м;  $D$  - наибольший горизонтальный диаметр эллипсоида, м;  $m$  - эмпирический коэффициент,  $m^{-1}$  зависящий от сыпучих свойств. Для крепких руд при  $k_p = 1,3 \div 1,45$   $m = 0,4 \div 0,5$   $m^{-1}$ ; при  $k_p = 1,2$   $m = 0,55 \div 0,65$   $m^{-1}$ ; при  $k_p = 1,1 \div 1,15$   $m = 0,94-1$   $m^{-1}$ . Для руд средней крепости при  $k_p = 1,3 \div 1,4$   $m = 1,2$   $m^{-1}$ ; при  $k_p = 1,2$   $m = 1,7$   $m^{-1}$ . Объем эллипсоида выпуска

$$V_в = \pi H^2 / (6m) = 0,5H^2 / m = 0,5mD^4 = 0,5HD^2.$$

Как следует из формулы, объем эллипсоида выпуска пропорционален не кубу, а квадрату высоты.

На место выпущенной порции (из объема эллипсоида выпуска) поступает руда из окрестностей эллипсоида выпуска, за счет чего в определенной зоне происходит вторичное разрыхление. Форма объема, в пределах которого происходит вторичное разрыхление, приблизительно сходна с эллипсоидом выпуска и отсюда получила наименование эллипсоида разрыхления (рис. 2, б).

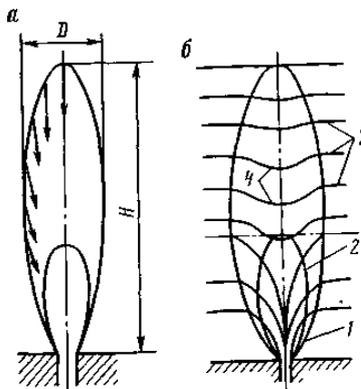


Рис. 2. Эллипсоиды выпуска различной высоты (при разном количестве выпущенной руды) (а) и эллипсоиды разрыхления и выпуска при выпуске определенного количества руды через одиночное отверстие (б):

1 - поверхность эллипсоида разрыхления; 2 - поверхность эллипсоида выпуска; 3 - границы слоев, до начала выпуска бывшие горизонтальными; 4 - воронки прогиба

Эллипсоид разрыхления подобен эллипсоиду выпуска, но значительно больше его по размерам и объему ( $V_P > V_B$ ).

Коэффициент вторичного разрыхления есть отношение объема  $V_2$ , который занимает руда после разрыхления, к объему  $V_1$ , который она занимала до разрыхления:

$$k'_p = V_2/V_1 = V_p/(V_p - V_B). \quad (3)$$

В то же время  $k''_p = k_{p2} / k_{p1}$ , где  $k_{p2}$  — коэффициент разрыхления руды в объеме эллипсоида разрыхления  $V_p$  после выпуска руды из объема эллипсоида выпуска  $V_B$ ;  $k_{p1}$  — коэффициент разрыхления в объеме  $V_p$  до выпуска.

Коэффициент вторичного разрыхления  $k'_p$  растет с увеличением сил сцепления, т. е. с уплотнением руды. Если силы трения и сцепления выше сил собственного веса, то освободившийся при выпуске руды объем вовсе не заполнится и образуется пустота объемом  $V_B$ . При этих условиях на выпускной модели с прозрачной стенкой удастся наблюдать эллипсоид выпуска, совпадающий с эллипсоидом разрыхления. В этом случае  $k'_p = \infty$ , из формулы получаем  $V_p - V_B = V_p/k'_p = V_p/\infty = 0$ , а значит  $V_p = V_B$ .

На рис.3, б показано перемещение контакта руды с налегающими обрушенными породами при выпуске через одиночное отверстие (при

допущении, что налегающие породы крупнее отбитой руды и просачивания породной мелочи нет).

Контакт начинает перегибаться по достижении его эллипсоидом разрыхления, после чего образуется воронка прогиба. Когда воронка прогиба нижним концом достигнет выпускного отверстия, начнется разубоживание. До этого выпускается чистая руда, для которой  $A_{pm} = A_{pya}$ , а с этого момента начинается выпуск разубоженной руды, для которой  $A_{p\cdot m} < A_{руд}$ . Разубоживание в дозах растет до тех пор, пока не превысит допустимую величину - предельное разубоживание в последней дозе выпуска. В этот момент выпуск прекращают.

Дадим описание выпуска руды из нескольких выпускных отверстий.

Теория выпуска рассматривает простейший случай, когда имеют место так называемые идеальные условия: блок большой площади со всех четырех сторон окружен массивом руды с вертикальными стенками; просачивания мелочи между крупными кусками практически нет (руда при выпуске опускается без расслоения); режим выпуска равномерно-последовательный (одинаковыми дозами поочередно из всех отверстий по площади блока); контакт руды и налегающих пород - горизонтальный. Реальные условия существенно усложняют расчеты.

При значительной высоте выпускаемого слоя руды (высоте блока  $H_{бл}$ ) можно считать, что в начале выпуска контакт руды и породы опускается параллельно сам себе, оставаясь строго горизонтальным. Происходит это до определенного уровня, соответствующего  $H_{к\cdot э}$  - высота касающихся эллипсоидов. Касающиеся эллипсоиды выпуска (по проф. Г. М. Малахову) - это эллипсоиды в соседних отверстиях, диаметр которых равен расстоянию между осями отверстий  $D_0$ . Когда поверхность руды (контакт) опустится ниже вершин касающихся эллипсоидов, то частицы, расположенные над осями отверстий, начнут перемещаться с наибольшей скоростью, и поэтому поверхность руды начнет прогибаться.

Из рис.8, б видно, что  $H_{к\cdot э} = mD_0^2$

где  $D_o = \sqrt{ab}$  - приведенное расстояние между осями смежных отверстий, м;  $a$  — расстояние между отверстиями в ряду, м;  $b$  — расстояние между рядами отверстий, м.

Коэффициент извлечения чистой руды до начала разубоживания в соответствии со схемой на рис. 8, б

$$k_{чр} = (V_{верх} + V_{к.э}) / V_{общ} \quad (4)$$

где  $V_{общ}$  — объем руды, приходящейся на одно отверстие, м<sup>3</sup>

В свою очередь

$$V_{верх} = (H_{бл} - H_{к.э}) D_o^2 = H_{бл} D_o^2 - m D_o^4; \quad V_{к.э} = 0,5 m D_o^4; \quad V_{общ} = H_{бл} D_o^2$$

а значит  $k_{р.ч} = (H_{бл} - 0,5 m D_o^2) / H_{бл}$

Итак, величина поддается расчетам, а зная ее, можно прогнозировать и величины потерь металла  $n$  и разубоживания руды  $p$ .

Идеальные условия с горизонтальным контактом руды с налегающими обрушенными породами встречаются не всегда. Нередко у отбитой руды имеются и горизонтальный, и вертикальный контакты с обрушенными породами, а иногда два или даже три вертикальных контакта. Это причина дополнительных потерь и разубоживания руды. В этих случаях формула для расчета  $k_{чр}$  получается сложнее.. Учет других отклонений реальной ситуации от вышеупомянутых идеальных условий еще больше усложняет задачу нахождения  $k_{чр}$  и нередко требует проведения специальных исследований.

При прогнозировании потерь и разубоживания в процессе выпуска руды под налегающими обрушенными породами исходят из двух положений: во-первых, при большей продолжительности выпуска больше разубоживание и меньше потери, во-вторых, установлены приближенные зависимости суммы потерь металла и разубоживания от коэффициента извлечения чистой руды:  $n + p \approx \varphi(k_{чр})$ . Учитывая эти зависимости, можно утверждать следующее.

Очевидно, что при ценной руде и минерализованных вмещающих породах нужно стремиться к минимальным потерям металла (приблизительно 5%) и к разубоживанию, такому, которое необходимо, чтобы обеспечить такие потери:

при  $k_{ч,р} = 0,3 \div 0,4$   $n_{min} = 0.05$ ;  $p = (1 - k_{ч,р}) \cdot n_{min}$

при  $k_{ч,р} = 0,6 \div 0,7$   $n_{min} = 0.05$ ;  $p = 1.2 (1 - k_{ч,р}) \cdot n_{min}$

При бедной руде и пустых вмещающих породах минимальным должно быть разубоживание (например, 8%), а потери — такими, которые возможны при небольшом разубоживании:

при  $k_{ч,р} = 0,3 \div 0,4$   $p_{min} = 0.08$ ;  $n = 0.6 (1 - k_{ч,р}) \cdot p_{min}$

при  $k_{ч,р} = 0,6 \div 0,7$   $p_{min} = 0.08$ ;  $n = 0.8 (1 - k_{ч,р}) \cdot p_{min}$

Обычно коэффициент извлечения чистой руды составляет 0,60—0,75, а потери и разубоживание в сумме 0,25—0,4. В неблагоприятных условиях (когда массово обрушаются целики, и сверху, и с боков окруженные обрушенными вмещающими породами) величина  $k_{ч,р}$  снижается до 0,3 и даже меньше, а сумма потерь и разубоживания доходит до 0,5—0,6.

### Литература

1. Неверов С. А., Васичев С. Ю. Особенности влияния глубины горных работ на параметры выпуска руды под обрушенными породами // Форум гірників - 2012: матеріали міжнар. конф., 3-6 жовтня 2012 р.- Дніпропетровськ, 2012. - Т.1. - С. 98-103.
2. Именитов В.Р. Системы подземной разработки рудных месторождений. - М.: МГГУ, 2000. – 297 с.
3. Именитов В.Р., Ковалев И.А., Уралов В.С. Моделирование обрушения и выпуска руды. – М.: МГИ, 1991. – 151 с.
4. Тошбоева Р. С. ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГО-ПРАВОВОГО ВОСПИТАНИЯ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛАХ //Теоретические аспекты юриспруденции и вопросы правоприменения. – 2019. – С. 66-69.
5. Тошбоева Р. ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ ВЫДЕЛЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ //Review of law sciences. – 2018. – №. 4.
6. Куликов В.В. Выпуск руды. - М.: Недра, 1980. – 303 с.