Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLIX, вып. 1, 1964 г.

РЕЖИМ ВЫПУСКА РУДЫ ИЗ РАЗВЕТВЛЕННЫХ ПО ВОССТАНИЮ МАГАЗИНОВ

Э. И. Богуславский

Одно из полиметаллических месторождений Союза, где мощность жил колеблется от нескольких сантиметров до 2—3 *м* и углы падения от 25 до 90°, представлено разнообразными жильными формами, среди которых широко распространены ветвящиеся рудные тела. Особенно сложна разработка жил, ветвящихся по восстанию, так как приемлемость производительной на тонких жилах системы с магазинированием руды определяется возможностью частичного выпуска руды из разветвленных магазинов на общий этажный штрек. От этого зависят выбор варианта системы разработки, объем подготовительно-нарезных работ, производительность труда и себестоимость руды. Возможность частичного выпуска при одновременной отбойке во всех разветвлениях жилы (основной жилы и апофиз) определяется скоростью истечения руды из магазинов по жиле и апофизам.

На рассматриваемом руднике в пределах оконтуренного блока обычно встречается только одно промышленное ответвление и важно выявить зависимость величины опускания руды в магазинах основной жилы и апофизы от их угла падения и мощности с тем, чтобы определить возможный режим выпуска руды на общий откаточный горизонт.

Решение поставленной задачи непосредственно в производственных условиях требует значительных затрат времени и средств. Кроме того, производственные эксперименты могут дать только частные решения, не отражающие общей картины выпуска руды из разветвленных по восстанию магазинов. Поэтому было решено исследовать возможности общего выпуска руды на этажный штрек методом моделирования.

Методика лабораторных исследований выпуска руды в достаточной мере разработана и освещена в литературе [1, 2]. Как известно, надежность результатов моделирования процесса выпуска руды обеспечивается выполнением определяющих критериев подобия: геометрического подобия, подобия начального состояния, подобия граничных условий. Соблюдение всех этих требований затруднительно, поэтому при решении поставленной конкретной задачи ограничились выполнением основных условий, в достаточной мере обеспечивающих качественное сходство явлений и дающих несколько приближенные количественные значения: геометрическим подобием размеров модели и натуры, подобием гранулометрического состава сыпучего материала модели и выпускаемой из магазина руды, подобием свободы истечения, подобием граничных условий, соответствием угла внутреннего трения и степени разрыхления.

Для исследований была изготовлена модель в масштабе 1 : 50, представляющая собой два сопряженных деревянных ящика, смонтированных на металлической раме (рис. 1). Конструкция модели позволяла менять

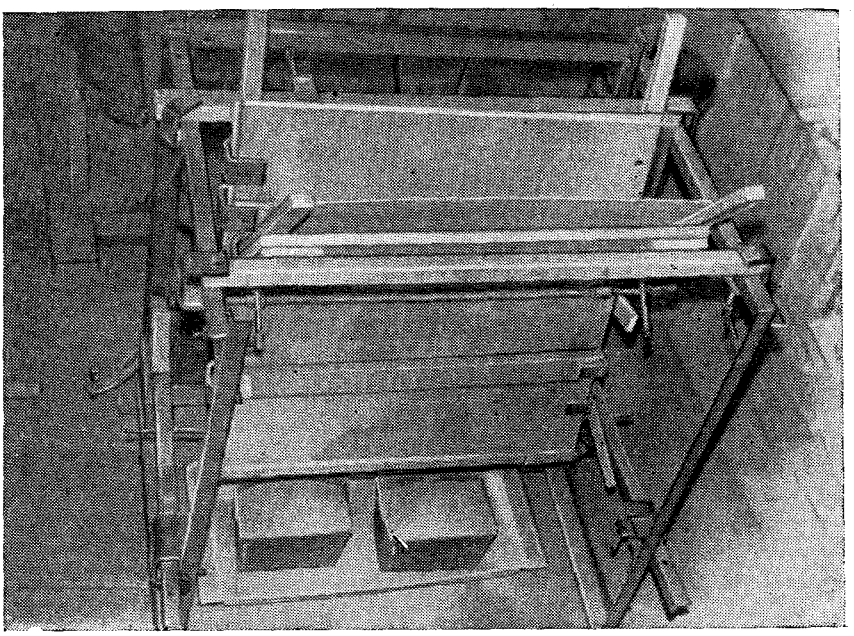


Рис. 1. Общий вид модели.

углы падения и ширину магазинов основной жилы и апофизы. Размеры магазинов: основной жилы — длина 100 *см*, высота 100 *см*, ширина *a* (2— 6 *см*); апофизы — длина 100 *см*, высота 50 *см*, ширина *b* (2—6 *см*). Лежачий и висячий бока были оклеены рудной крошкой, чтобы соблюсти граничные условия. В днище модели высверлены выпускные отверстия диаметром 3 *см*.

Таблица

Гранулометрический состав руды на руднике и в модели

Крупность фракций, *мм*		Содержание по весу, % от 100
в блоке	в модели	
—50	—1	68
+50 —150	+1 —3	22
+150 —300	+3 —6	7
+300	+6 —10	3

В качестве сыпучего материала применили дробленую апатитовую руду. Гранулометрический состав ее принят в соответствии с данными проведенной на руднике массовой пробы (см. таблицу).

Объемный вес сыпучего материала модели 1,6 *т/м*^{3}, угол естественного откоса 37—38°, угол внутреннего трения основной фракции 30—32°.

Материал из модели выпускали в мерный сосуд равными дозами из всех 15 отверстий по очереди. После полного цикла выпуска разравнивали образовавшиеся гребни и замеряли величину опускания поверхности руды в магазинах по основной жиле и апофизе.

Проведенные почти 250 опытов исчерпали все возможные комбинации изменения углов падения от 50 до 80° и ширины магазинов по основной жиле и апофизе от 1 до 3 *м*.

Результаты опытов обработаны в масштабе натуры и сгруппированы для построения по ним графиков, иллюстрирующих ход выпуска руды

из разветвленных магазинов. На рис. 2 представлены 24 серии кривых (по две на графике), характеризующие изменение величины опускания уровня руды в магазинах основной жилы (сплошные линии) и апофизы (пунктир) в зависимости от их ширины и углов падения. Каждая кривая отражает изменение такого показателя интенсивности выпуска по жиле и апофизе в зависимости от ширины основной жилы a при поочередном изменении ширины магазина апофизы b, углов падения апофизы β и α. Принятый порядок размещения кривых облегчает определение возможного режима выпуска и организации добычных работ в разветвленных магазинах.

Из рассмотрения полученных кривых видно, что интенсивность выпуска руды из магазина основной жилы при $b = 1$ *м* снижается с увеличением a; при $b > 2$ *м* этот показатель растет, а интенсивность выпуска руды из магазина апофизы уменьшается. С увеличением ширины магазина апофизы интенсивность выпуска руды из магазина основной жилы снижается, а из магазина апофизы возрастает.

Такие результаты опытов можно объяснить тем, что на интенсивность выпуска влияют, с одной стороны, давление магазинированной руды, вызывающее отжим потока руды из другого магазина и, с другой стороны, соотношение ширины магазинов. При малой (до 1 *м*) ширине магазина апофизы давление руды минимально и интенсивность выпуска зависит в основном от размеров магазина жилы.

При средней (2 *м*) ширине магазина апофизы и малой ширине магазина жилы давление со стороны апофизы выше, чем со стороны жилы, в связи с этим интенсивность выпуска руды из жилы меньше, чем из апофизы. С увеличением ширины магазина жилы до 2 *м* давление руды в магазинах и их размеры уравниваются, что вызывает увеличение интенсивности выпуска руды из жилы в связи с движением под углом потока руды из магазина апофизы. Зависимости, полученные при ширине магазина жилы 3 *м* можно объяснить аналогично. Увеличение угла падения вызывает рост интенсивности выпуска руды из соответствующего магазина и ее снижение из другого. Кроме того, увеличение углов падения уменьшает угол перелома потока руды, что сближает условия выпуска из магазинов жилы и апофизы.

Для большей наглядности полученные зависимости представлены в значениях разности показателей интенсивности выпуска руды из магазина основной жилы и апофизы

$$\Delta h = h_{\text{ж}} - h_{\text{а}},$$

где Δh — разница величин опускания поверхности руды в магазинах жилы и апофизы.

По кривым рис. 3, где представлены зависимости Δh от четырех аргументов a, b, α, β, можно установить влияние углов падения разветвляющихся по восстанию магазинов на процесс выпуска и его режим. Равный выпуск (Δh близка 0) наступает, во-первых, при малой ширине разветвляющихся магазинов только в случае крутых углов падения апофизы ($\beta > 70°$); во-вторых, при средней и выше средней ширине — в условиях близких значений углов падения магазинов. Практически эти графики можно использовать следующим образом. По заданным условиям, например, $a = 1$ *м*, $b = 2$ *м*, $\alpha = 80°$, $\beta = 60°$, находим группу графиков с $\beta = 80°$, из трех графиков этой группы выбираем один с $b = 2$ *м* и на нем отмечаем кривую с $\alpha = 80°$. Рассматриваем положение этой кривой при $a = 1$ *м* по отношению к зоне равного выпуска. На этом участке кривая пересекает эту зону, т. е. Δh не превышает 1 *м*. Следовательно, возможен совместный выпуск руды из магазинов основной жилы и апофизы на общий откаточный штрек.

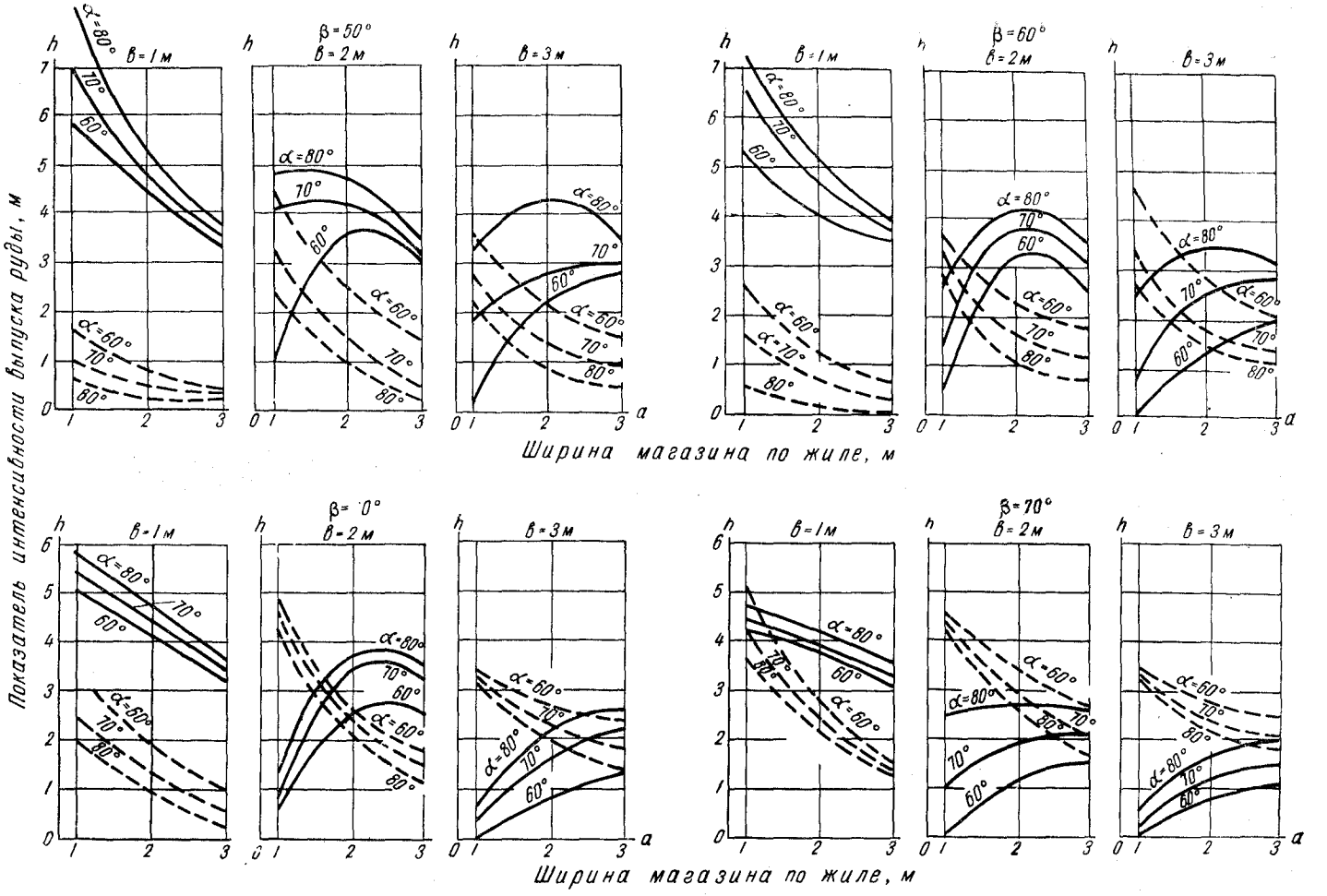


Рис. 2. Показатель интенсивности выпуска руды из разветвляющихся магазинов в функции α, β, *a*, *b*.

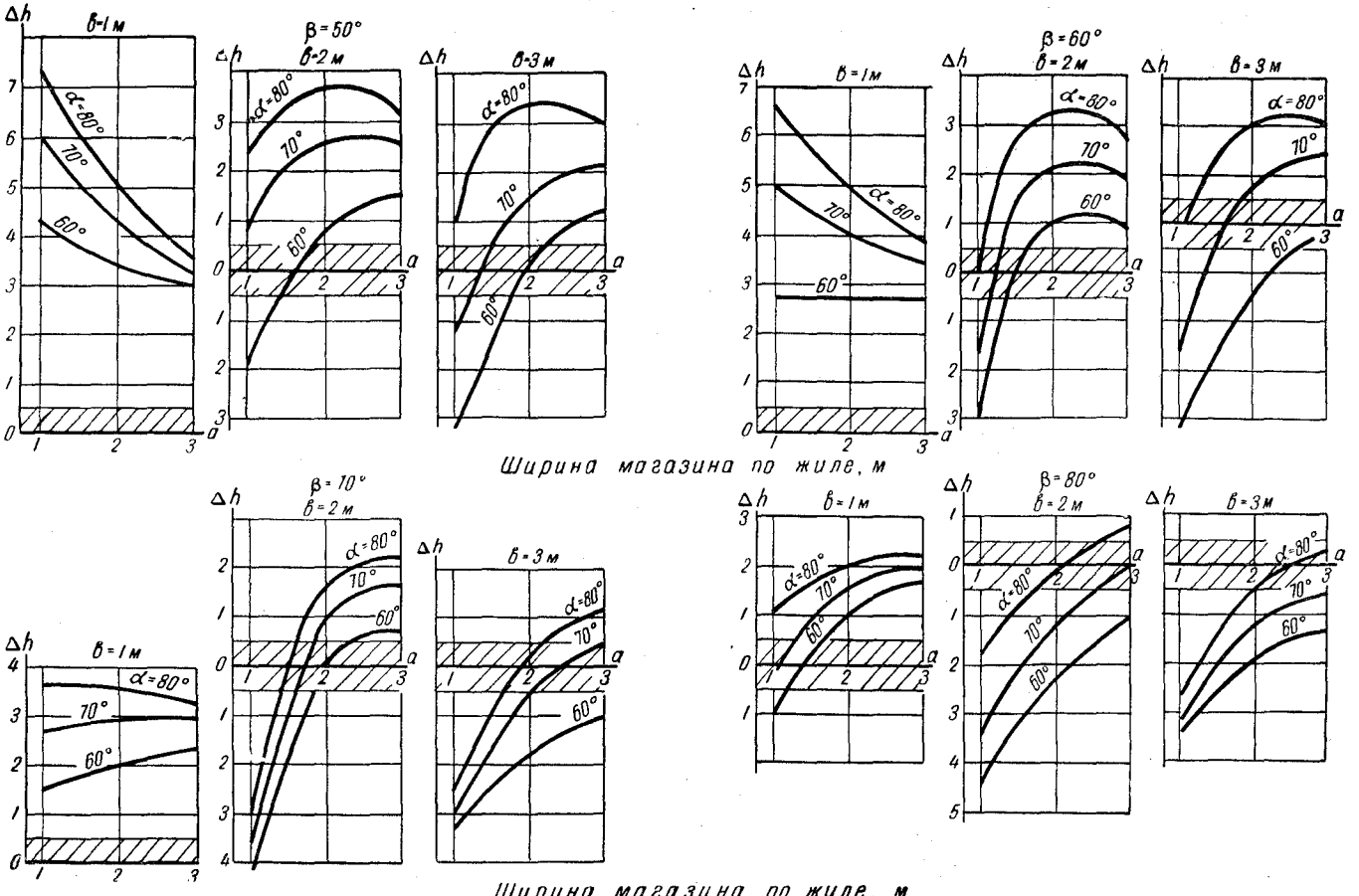


Рис. 3. Разность показателей интенсивности выпуска руды из разветвляющихся магазинов в функции α, β, a, b.

Штриховкой выделена зона равной интенсивности выпуска из магазинов основной жилы и апофизы.

Математическая обработка полученных и систематизированных результатов экспериментов с целью выявления функциональной зависимости (от четырех аргументов) в аналитическом виде — весьма сложная задача. В результате можно получить только громоздкое решение, вряд ли приемлемое для практики.

Графическое представление этой функциональной зависимости в обычном трехмерном изображении невозможно, так как исследуемая функция определяется четырьмя аргументами. Можно было бы представить полученные зависимости в системе координат Е. С. Федорова, где в качестве трех измерений используется обычное трехмерное пространство, развернутое на плоскость по законам начертательной геометрии, а четвертое представляет вектор в направлении действия четвертого аргумента, равный ему в масштабе. Однако изображение в таком виде исследуемых зависимостей трудно читаемо и не наглядно. Поэтому взаимосвязь отдельных факторов отражена сериями графиков.

Выводы

1. Установленные в результате экспериментальных работ закономерности позволяют определить условия совместного выпуска руды из разветвленных по восстанию магазинов на один горизонт.

2. Сравнительно равная интенсивность выпуска руды обеспечивается: при малой ширине магазинов — крутым углом падения апофизы ($\beta > 70°$); при средней ширине и выше средней ширины — близкими значениями как углов падения, так и ширины магазинов.

3. Если заданные условия не обеспечивают равного выпуска, то согласно найденному по графикам Δh, можно наметить организацию работ (очередность отбойки и выпуска руды), допускающую совместный выпуск руды из разветвляющихся магазинов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Галаев Н. З. Лабораторные исследования влияния выпускной воронки на результаты выпуска руды. Зап. ЛГИ, т. XXX, вып. 1, 1955.

2. Малахов Г. М. Выпуск руды из обрушенных блоков. Металлургиздат, 1952.