Записки Ленинградского горного института им.Г.В.Плеханова
Т. 123. Л., 1990

УДК 622.363.2:622.112.3

А.М.РЫЖЕНЬКОВ, А.А.ИВАНОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ МАССИВОВ РУДЫ И ПОРОД ВОКРУГ ВЫСОКИХ ОЧИСТНЫХ КАМЕР ПРИ РАЗРАБОТКЕ КРУТОПАДАЮЩИХ КАЛИЙНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

Тенденции, существующие в мировой практике подземной разработки крутопадающих залежей калийных солей камерной системой, свидетельствуют о том, что одним из наиболее перспективных направлений создания технологии будущих горных предприятий является снижение безвозвратных потерь полезного ископаемого в недрах за счет увеличения камерных запасов блока путем изменения его размеров, в том числе увеличения высоты этажа, в сочетании с закладкой выработанного пространства. В этом плане весьма заметные успехи достигнуты на зарубежных калийных рудниках (Германия, Испания), где, несмотря на большую глубину горных работ (900–1200 м), потери полезного ископаемого за счет увеличенных размеров очистных камер значительно ниже (не превышают, как правило, 25–30 %), чем в отечественной практике разработки крутопадающих калийных залежей (45–60 %). При этом необходимо отметить, что достижению сравнительно низких потерь на зарубежных рудниках наряду с другими параметрами в большой мере способствует увеличенная высота камер, которая в процессе совершенствования системы разработки возросла с традиционных 45–55 м до 100–175 и даже 240–315 м [9, 10].

Вопрос об увеличении высоты этажа с целью повышения камерных запасов блока является немаловажным и весьма актуальным для условий разработки крутопадающих залежей калийных солей Прикарпатья, в частности Стебниковского месторождения, эксплуатация которого сопровождается недопустимо большими потерями (около 60 %) ценной калийной руды в различного рода целиках. Решению этого вопроса применительно к данным условиям были посвящены аналитические и лабораторные экспериментальные исследования Днепропетровского и Ленинградского горных институтов, из которых наиболее полный объем был выполнен ЛГИ [2, 4, 5]. На основании полученных результатов представилось возможным рекомендовать вариант камерной системы разработки с увеличенной в два раза (с 60 до 120 м) высотой этажа при ширине камер 15–17 м и ширине междукамерных целиков 10–12 м, позволяющий снизить потери полезного ископаемого в блоке на 12–14 % и существенно повысить эффективность эксплуатации месторождения в целом. Для принятия всесторонне обоснованного решения о возможности применения рекомендованного варианта на Стебниковских калийных рудниках нами был осуществлен комплекс длительных натурных исследований по изучению устойчивости

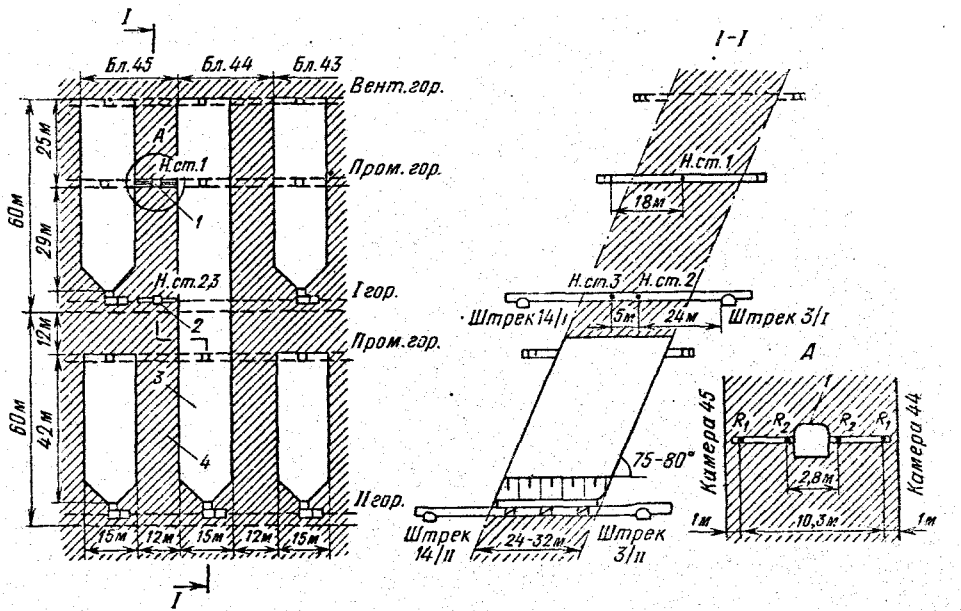


Рис.1. Расположение наблюдательных станций глубинных реперов в междукамерном целике блока 45 при проведении шахтного эксперимента по увеличению высоты камеры 44 за счет отработки междуэтажного целика I горизонта
1, 2 – наблюдательные орты; 3 – опытная камера 44; 4 – целик блока 45

обнаженных массивов руды и пород в высоких камерах в зависимости от фактора времени. Исследования проводились на руднике № 2 в блоках 44 и 45 пласта № 10 и в блоке 16–17 пласта „Основного". Их продолжительность составила соответственно пять и два года.

В блоках 44 и 45 изучалась устойчивость междукамерного целика и пород висячего бока при увеличении высоты очистной камеры до 114 м за счет отбойки междуэтажного целика, разделявшего две ранее отработанные камеры I и II этажей высотой 54 и 42 м (рис.1). Мощность рудного тела на этом участке была 24–32 м, угол падения 75–80°. Параметры конструктивных элементов блоков соответствовали их проектным значениям: ширина камер 15 м, ширина междукамерных целиков и толщина междуэтажных потолочин 12 м.
В блоке 16–17 исследования были направлены на изучение устойчивости обнажений руды и пород одиночной опытной камеры высотой 102 м и шириной 22 м, отработанной в пределах III и IV этажей (рис.2). Мощность рудной пачки, вкрест простирания которой расположена камера, 50 м, угол падения 70°.

Для определения устойчивости обнаженных массивов руды и пород был принят метод инструментальных наблюдений за процессом их деформирования во времени с помощью штанговых станций глубинных реперов конструкции ВНИМИ [6]. Кроме того, состояние обнажений оценивалось визуально путем их осмотра из подэтажных и этажных выработок. При этом для освещения недоступных мест использовалась специальная фара, обеспечивающая хорошую видимость на расстоянии до 50 м.

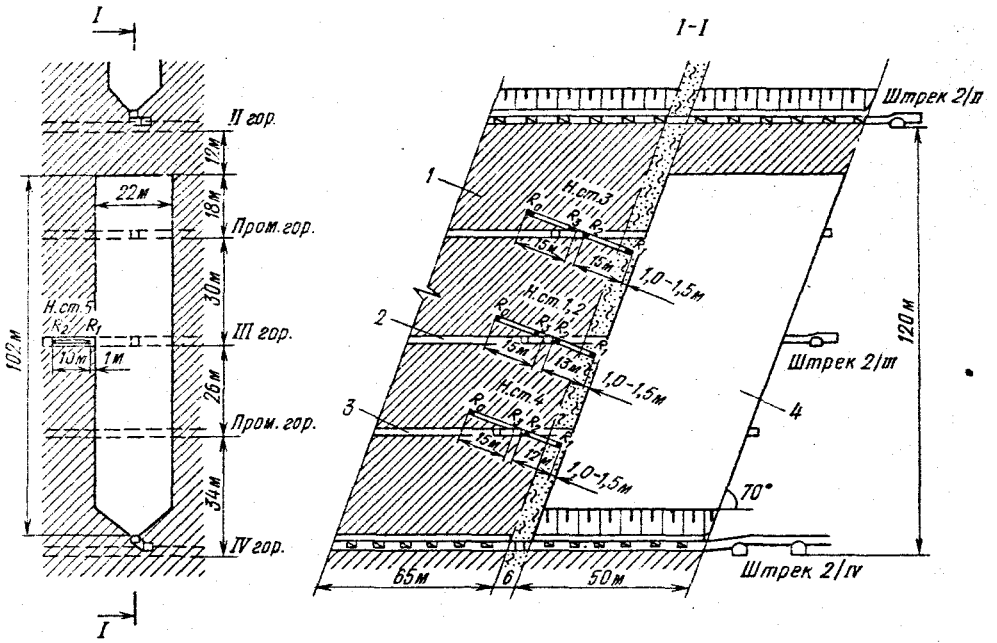


Рис.2. Расположение наблюдательных станций глубинных реперов вокруг камеры 16 при проведении шахтного эксперимента по увеличению ее высоты
1, 2, 3 – буровые орты; 4 – опытная камера 44

Скважины для размещения глубинных реперов бурились по нормали к обнажениям руды и пород из подготовительно-нарезных или специально пройденных наблюдательных выработок. Ближайшие к этим обнажениям реперы R_1 и R_1' располагались от них на расстоянии не менее I м, поскольку до глубины 0,6–0,8 м стенки очистных камер нарушены трещинами от взрывных работ [7]. Изменения интервала между реперами R_1 и R_1' в междукамерном целике блока 45, смещения реперов R_1 относительно R_2 и R_3 относительно R_0 в руде и породах блока I6–I7 определялись с помощью измерителя, установленного вблизи стенок наблюдательных выработок (R_2 и R_2' в целике, R_2 и R_3 в породах висячего бока) и контролировались стойкой СУИ-2. Точность измерений составляла не менее 0,I мм.

Принятая схема расположения в блоках наблюдательных станций и скважин с глубинными реперами позволила выявить и оценить характер нарушенности и величину деформаций обнаженных массивов руды и пород в зависимости от временного фактора в разных по высоте частях обнажений и на различной от них глубине. Визуальными наблюдениями было установлено, что в результате сейсмического воздействия взрывов при отбойке руды в обнажениях камер образуются нарушения в виде заколов и трещин. Со временем некоторые заколы под действием выветривания трансформируются в вывалы. В то же время образования новых нарушений, обусловленных влиянием статических нагрузок (проявлением горного давления), не происходит. Глубина распространения

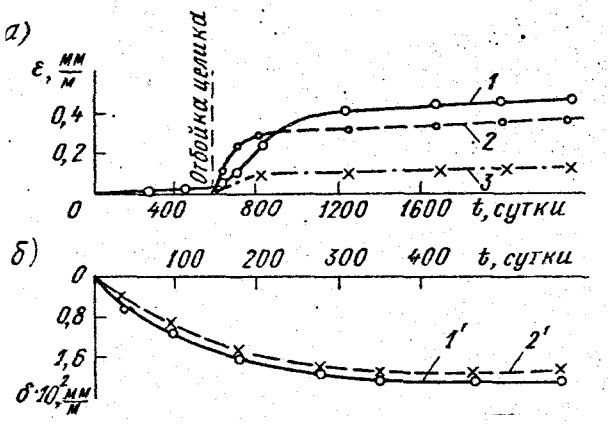


Рис.3. Графики деформирования междукамерного целика блока 14 (а) и пород висячего бока блока 16-17 (б) во времени
1 - Н.ст.1; 2 - Н.ст.2; 3 - Н.ст.3 (блок 45); 1' - Н.ст.1 и 2; 2' - Н.ст.3 и 4 (блок 16-17)

трещин, установленная путем просмотра прибором РЗП-456 скважин, пробуренных в сторону обнажений, остается неизменной и не превышает 0,7-0,8 м [8].

Результаты инструментальных наблюдений в виде графиков изменения во времени максимальных деформаций, измеренных в междукамерном целике блока 45 на базе R_1-R_1' и в породах висячего бока блока 16-17 на базе R_0-R_1, представлены на рис.3. Из них видно, что деформирование рудного и породного массивов начинается с момента их обнажения в процессе отработки очистных камер. В этот период отмечается наиболее интенсивный рост деформаций. Затем, через 200-300 суток после окончания очистной выемки, он заметно уменьшается (практически на два порядка) и процесс деформирования стабилизируется и приобретает затухающий характер. К настоящему времени скорость деформирования междукамерного целика снизилась до $(2,03-2,57)\cdot10^{-5}$ мм/м, пород висячего бока до $(1,54-1,71)\cdot10^{-5}$ мм/м.

Для оценки временной устойчивости обнаженных массивов руды и пород замеренные деформации при достигнутой скорости деформирования были сопоставлены с их критическими значениями (6,5-7,5 мм/м для целика и 4,6-5,1 мм/м для пород висячего бока), определенными для данных условий в соответствии с рекомендациями ВНИИ [3] и ЛГИ [1]. При этом значение коэффициента поперечных деформаций, использованного при переходе от поперечных к продольным деформациям, принималось равным 0,33, как наиболее характерное для калийной руды [7]. Результаты сопоставления показали, что при принятых параметрах высоких камер деформации междукамерных целиков и пород висячего бока весьма далеки от своих критических значений и при установившейся скорости деформирования могут их достичь не ранее, чем через 90-100 лет. Это свидетельствует о том, что целики и боковые породы будут находиться в устойчивом состоянии в течение длительного периода времени.

Выполненные исследования позволяют сделать вывод о возможности применения камер высотой 100-115 м и шириной 15-22 м по условию устойчивости обнажений руды (целиков) и боковых пород на Стебниковском месторождении калийных солей. Однако необходимо иметь в виду, что с развитием горных работ по простиранию и особенно по падению пластов вполне вероятна активизация процесса деформирования несущих элементов системы разработки и сокращение продолжительности устойчивого состояния обнажений в камерах.

Поэтому даже при достигнутой в настоящее время степени отработанности месторождения необходимым условием его дальнейшей безопасной эксплуатации является заполнение камер твердеющей закладкой. При этом продолжительности периода очистной выемки и закладки выработанного пространства следует принимать по возможности минимальными.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Галаев Н.З., Рыженьков А.М. Прочностные и деформационные свойства пород Стебниковского месторождения // Физические процессы горного производства: Сб. науч. трудов / Ленинградский горный ин-т. Л., 1981.

2. Иванов А.А., Шванев К.А. О возможности повышения высоты этажа при отработке Стебниковского месторождения калийных солей // Новые исследования в горном деле. Вып. 7 / Ленинградский горный ин-т. Л., 1974.

3. Карманов И.А., Шалушкина Е.А., Львова А.В. Исследования проявлений горного давления на калийных рудниках // Методы определения размеров опорных целиков и потолочин / М.: Изд-во АН СССР, 1962.

4. Оценка устойчивости междукамерных целиков при разработке Стебниковского калийного месторождения / Н.З.Галаев, М.М.Мордухович, К.А.Шванев и др. // Подземная разработка мощных рудных месторождений: Межвуз. сб. Вып. 15 / МГМИ. Магнитогорск, 1975.

5. Перспективы совершенствования разработки крутопадающих залежей Стебниковского калийного месторождения / Н.З.Галаев, А.А.Иванов, А.М.Рыженьков и др. // Повышение эффективности технологических процессов горных работ на калийных рудниках / ВНИИГ, Л., 1980.

6. Петухов И.М., Воскобоев Ф.Н. Опыт применения глубинных реперов для изучения сдвижений и деформаций горных выработок в массиве. М.: Недра, 1967.

7. Проскуряков Н.М., Пермяков Р.С., Черников А.К. Физико-механические свойства соляных пород. Л., Недра, 1973.

8. Шванев К.А., Рыженьков А.М., Иванов А.А. Исследование устойчивости и характера нарушенности обнажений руды и вмешающих пород Стебниковского месторождения калийных солей // Разработка соляных месторождений: Межвуз. сб. Вып. 139 / ППИ. Пермь, 1973.

9. Краузе Е. Kali und Steinsalz, 1971, Bd.5, № 11.

10. Пеллер Е. Kali und Steinsalz, 1970, Bd.5, № 7.