

ГАЗОДИНАМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В КАЛИЙНЫХ РУДНИКАХ



С.С. Андрейко,
заведующий лабораторией
геотехнологических процессов
и рудничной газодинамики,
Горный институт УрО РАН

Представлено современное состояние проблемы газодинамических явлений при подземной разработке месторождений калийно-магниевых солей. Приведены характерные случаи газодинамических явлений в условиях Верхнекамского, Старобинского и Индерского месторождений.

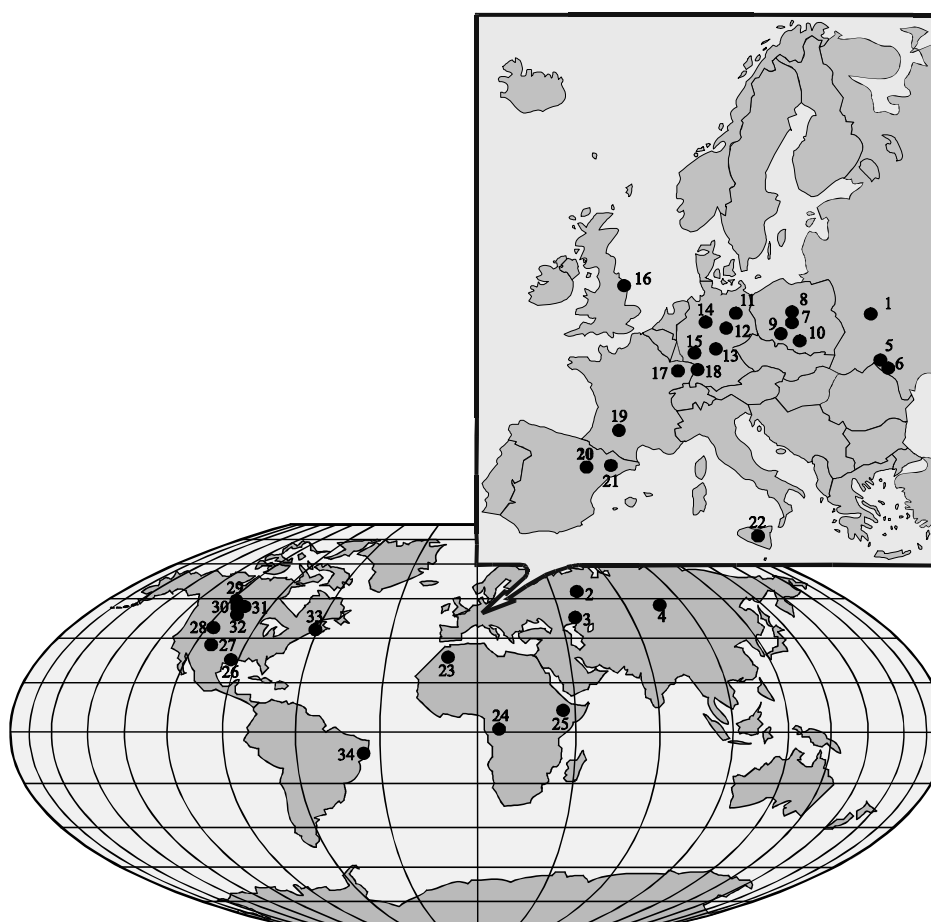
В мире разрабатывается и находится в стадии эксплуатационной разведки более 30 месторождений калийных солей. Общие мировые запасы оцениваются в 100 млрд т K_2O , из них на территорию стран СНГ приходится около 25 млрд т, на территорию Канады – 14 млрд т, ФРГ – 0,5 млрд т, США – 0,3 млрд т. Более 95 % добываемых калийных солей используется для производства калийных удобрений, остальная часть – для производства различных химикатов. Впервые подземная разработка месторождения калийных солей была начата в 1861 г. на небольшом руднике около Страсфурта в Германии. С этого времени началось быстрое развитие калийной промышленности, сначала в Германии, а затем в СССР, Франции, США, Канаде, Италии, Англии. В странах СНГ основными производителями являются Российская Федерация и Республика Беларусь, которые производят более 6,0 млн т K_2O (рис. 1).

Подземная разработка калийных пластов практически на всех месторождениях мира значительно осложняется газодинамическими явлениями (ГДЯ). Внезапные выбросы соли и газа, обрушения по-

род кровли, явления комбинированного типа, отжимы призабойной части пород – вот тот спектр газодинамических явлений, которые представляют реальную угрозу жизни шахтеров, разрушают дорогостоящее проходческое и очистное оборудование, нарушают ритмичность работы калийных рудников. За время отработки сильвинитовых пластов на Верхнекамском и Старобинском калийных месторождениях произошло более 500 газодинамических явлений, которые приводили, в отдельных случаях, к летальным исходам и нанесли значительный материальный ущерб предприятиям.

В условиях новых экономических отношений феномен газодинамических явлений значительно снижает основные технико-экономические показатели работы калийных рудников и приводит к росту социальной напряженности в трудовых коллективах. Поэтому решение проблемы газодинамических явлений при подземной разработке калийных пластов является одной из наиболее актуальных в горной науке.

Добыча калийных руд на Верхнекамском месторождении калийно-магниевых



Цифрами обозначены месторождения:

- | | | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1 – Старобинское | 13 – Верра-Фульда | 25 – Масли |
| 2 – Верхнекамское | 14 – Ганноверское | 26 – Уинфилд |
| 3 – Индерское | 15 – Нижнерейнское | 27 – Карлсбадское |
| 4 – Непское | 16 – Баулби | 28 – Кейн-Крик |
| 5 – Стебниковское | 17 – Эльзасское | 29 – Саскатун |
| 6 – Калуш-Голыньское | 18 – Буггингем | 30 – Белл-Плейн |
| 7 – Кладова | 19 – Дакс | 31 – Эстерхейзи |
| 8 – Инвродлав | 20 – Памплона | 32 – Северо-Дакотское |
| 9 – Бохня | 21 – Каталонское | 33 – Сассек |
| 10 – Величка | 22 – Кальганиссетское | 34 – Сержипи |
| 11 – Цилиц | 23 – Хеммисет | |
| 12 – Заале-Унсрутское | 24 – Холле | |

Рис. 1. Мировые месторождения калийных солей

солей осложняется газодинамическими явлениями, которые начали происходить в 1934 году с началом отработки карналитового пласта В. На сильвинитовых пластах АБ и Красный-II газодинамические явления происходят в виде внезапных выбросов соли и газа, обрушений пород кровли, сопровождающихся газовыделениями, и явлений комбинированного типа (рис. 2).

Всего на сильвинитовых пластах Верхнекамского месторождения про-

изошло около 300 газодинамических явлений, которые по видам распределились следующим образом: внезапные выбросы соли и газа – 52 %, обрушения, сопровождающиеся газовыделениями, – 42 %, явления комбинированного типа – 6 %. Наибольшее число ГДЯ (62 % от общего числа) произошло на руднике БКПРУ-2. Внедрение результатов научно-исследовательских работ в практику ведения горных работ позволило уменьшить число газодинамических явлений в калийных

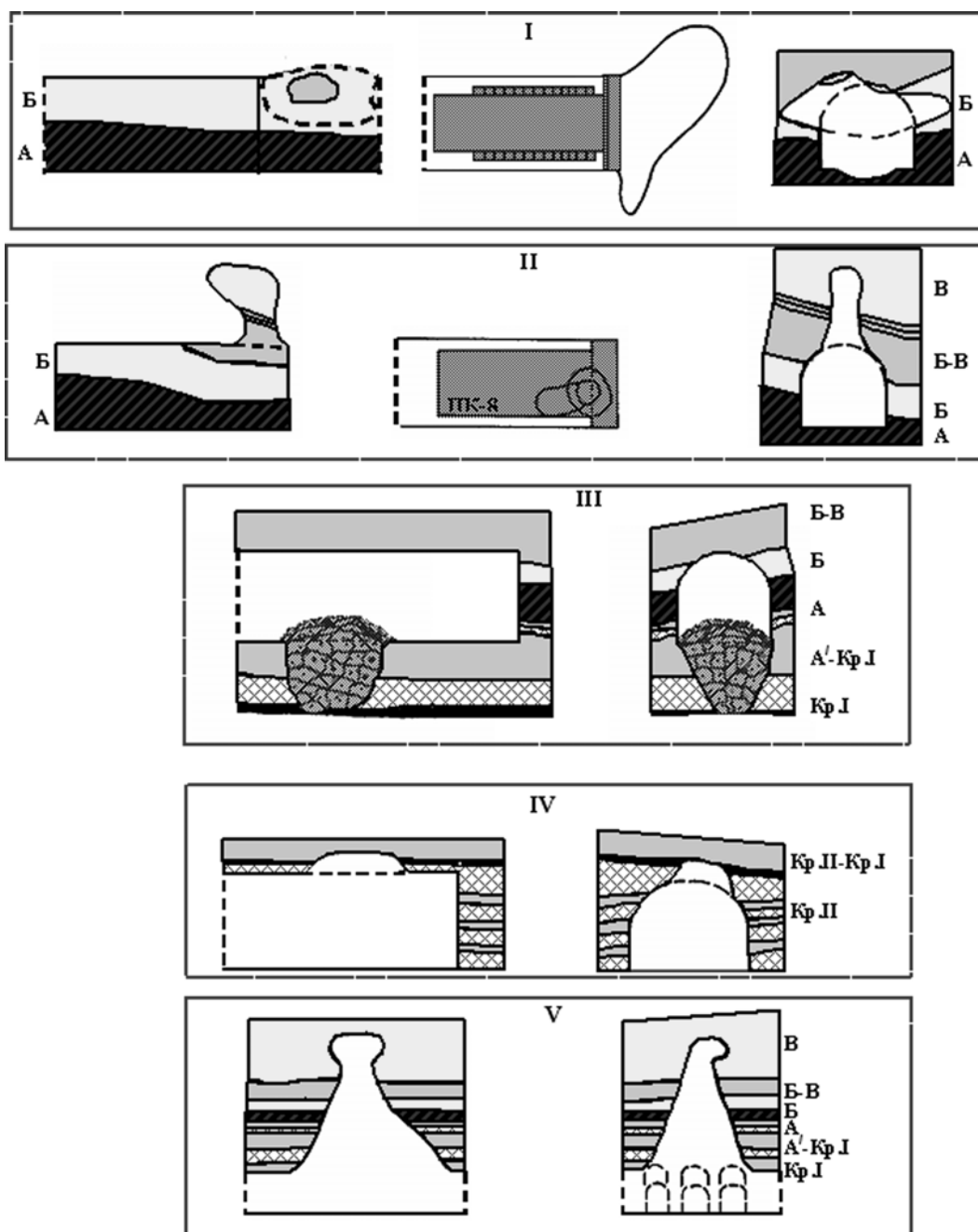


Рис. 2. Газодинамические явления при отработке сильвинитовых пластов на Верхнекамском месторождении калийных солей: I, II, III – соответственно внезапные выбросы соли и газа из забоя, кровли и почвы горных выработок; IV – обрушение пород кровли, сопровождающееся газовыделением; V – явление комбинированного типа

рудниках. Тем не менее ГДЯ на месторождении продолжают происходить, и для повышения безопасности ведения горных работ требуется дальнейшее совершенствование как методов прогнозирования газодинамических явлений, так и способов их предотвращения.

В настоящее время в решении проблемы газодинамических явлений в калийных рудниках на Верхнекамском месторождении достигнуты определенные ус-

пехи. По результатам многолетних научных исследований внедрены в практику горного дела следующие разработки: метод прогноза зон, опасных по газодинамическим явлениям, при разведке и разработке Верхнекамского месторождения для условий рудников ОАО «Уралкалий» и ОАО «Сильвинит», метод текущего прогноза опасности ГДЯ по скорости нарастания газового давления (метод бароконтроля), профилактическое и защитное

дегазационное бурение, способ торпедирования массива при механизированной выемке карналлитового пласта В на руднике СКРУ–1, установлены предупредительные признаки и предвестники газодинамических явлений и регламентированы действия персонала и лиц технического надзора при появлении предупредительных признаков и предвестников ГДЯ.

Внедрение указанных разработок позволило резко снизить количество газодинамических явлений в калийных рудниках. Сегодня происходит 1–2 явления в год, связанных, как правило, с человеческим фактором. Однако, несмотря на достигнутые успехи, эта проблема по-прежнему остается одной из актуальных и сложных при решении вопросов безопасной и эффективной разработки калийных пластов.

Сегодня ГДЯ на Верхнекамском калийном месторождении продолжают происходить при отработке сильвинитовых пластов и при механизированной выемке карналлитового пласта В на руднике СКРУ–1 ОАО «Сильвинит». Даже одно газодинамическое явление, в силу его внезапности, большой мощности, наличия поражающих факторов в виде разлетающихся с большой скоростью кусков породы, ударной воздушной волны и выделяющихся больших объемов горючих газов, может привести к катастрофическим последствиям. Так, 18 февраля 2010 года на руднике БКРУ–2 ОАО «Уралкалий» при отработке пласта АБ на 9-й восточной панели в левом ходе камеры № 192 произошел внезапный выброс соли и газа, в результате которого комбайн «Урал–61» весом 57 т был отброшен от забоя выработки вместе с бункером–перегрузателем на 10 м, а машинист комбайна смертельно травмирован. Внезапный выброса соли и газа произошел в зоне резкого погружения (в забое выработки под углом почти 90°) пласта АБ. Геологической причиной, способствовавшей данному инциденту, было очаговое скопление свободных газов в пласте В, который из-за резкого погружения пласта АБ оказался практически в забое левого хода камеры № 192. Однако главная причина –

нарушение машинистом комбайна требований нормативных документов, регламентирующих безопасное ведение горных работ.

Подземная разработка на Старобинском месторождении Третьего калийного пласта, а с 1989 года и Верхнего пласта I калийного горизонта, осложняется ГДЯ, которые происходят при ведении подготовительных и очистных горных работ. Газодинамические явления происходят в виде внезапных выбросов соли и газа, обрушений (разрушений) пород кровли (почвы), сопровождающихся газовыделениями, отжимов призабойной части пород, сопровождающихся звуковыми эффектами, разрушением и выносом разрушенной породы в выработку.

Внезапные и искусственно инициированные выбросы соли и газа происходят только при вскрытии горными выработками локальных геологических нарушений, получивших на месторождении название мульд. Мульды в условиях III калийного горизонта представляют собой уникальные геологические нарушения, имеющие относительно небольшие размеры: 20,0÷35,0 м в плане. Горизонтальное сечение мульд имеет форму, близкую к эллипсовидной или круговой, а вертикальное сечение – воронкообразную форму (рис. 3). Углы падения слоев соляных пород изменяются от пологих (не более 5°–6°) в краевых частях мульды до крутых (30°–80°) вблизи ее центра.

Для большинства мульд характерно наличие ядра, представляющего собой типичную брекчию. Форма ядра сферическая или изометрическая, породы в пределах ядра перемятые и перемешанные. Обломки соляных пород в ядре представлены каменной солью и карналлитом, заполняющий материал – галопелиты. Размеры обломков изменяются от 0,1 м до 1,0 м. В области мульды отмечаются системы концентрических и радиальных трещин, заполненных галитом, сильвином и карналлитом, увеличивается количество разноориентированных прожилков.

В пределах мульд всегда устанавливаются признаки выщелачивания и замещения сильвинитов, карналлитов и камен-

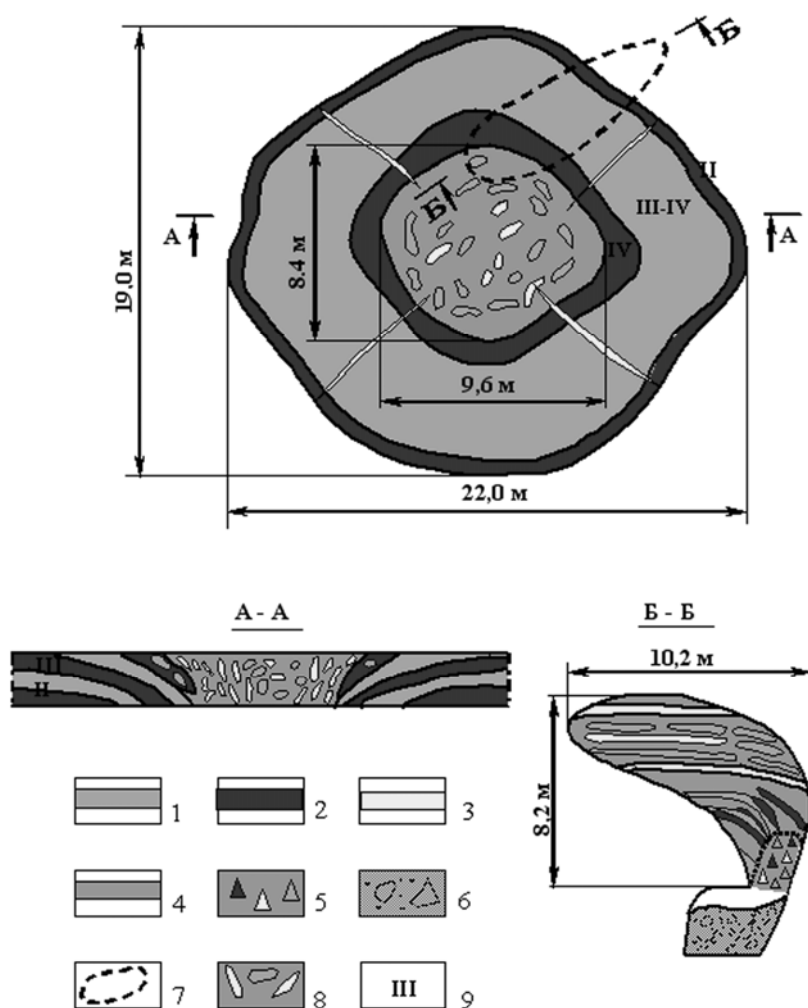


Рис. 3. Выбросоопасное геологическое нарушение – мульда (рудник 3 РУ, гор. – 620 м, 20-я западная панель, лава № 5): 1 – каменная соль; 2 – сylvинит; 3 – карналлит; 4 – галопелиты; 5 – брекчированная порода; 6 – выброшенная порода; 7 – контур полости выброса; 8 – ядро мульды; 9 – номера сylvинитовых слоев

ной соли, которые фиксируются по уменьшению мощности слоев, их «выклиниванию», изменению химического и минерального состава пород. В различной степени эти процессы проявляются в большинстве слоев сylvинита, карналлита и каменной соли. В настоящее время не вызывает сомнений тот факт, что мульды образовались в результате воздействия на породы горизонта агрессивных водных растворов, недонасыщенных по тем или иным компонентам. Воздействие агрессивных водных растворов приводит к формированию зон измененных пород, которые характеризуются набором соответствующих признаков. Наиболее ярко эти признаки проявляются в центральных частях мульд, а на периферии

они сглаживаются из-за естественной эволюции состава водных растворов. Статистические данные о внезапных и искусственно инициированных выбросах соли и газа однозначно свидетельствуют о том, что на месторождении все 32 выброса соли и газа приурочены к локальным геологическим нарушениям – мульдам, т.е. выбросы соли и газа связаны только с мульдами. Обрушения пород кровли, сопровождающиеся газовыделениями, происходят в результате непосредственной подработки горными выработками скоплений свободных приконтактных газов.

Анализ показывает, что полости, образовавшиеся при ГДЯ этого вида, имеют плоское верхнее основание, приуроченное, в основном, к месту нахождения в

массиве приконтактных газов (зоны контактов литологических разностей пород), и эллиптической формы нижнее основание (рис. 4). Высота полостей изменяется от нескольких десятков сантиметров до нескольких метров. Во всех случаях газодинамические явления этого вида протекают с характерным звуковым эффектом (типа сильного хлопка) и сопровождаются воздушной ударной волной. Физико-геологический механизм образования очагов ГДЯ этого вида в настоящее время не разработан, и в литературных источниках отсутствуют даже гипотезы возможного механизма.

В то же время статистические данные свидетельствуют о том, что в подавляющем большинстве случаев очаги обрушений пород кровли, сопровождающихся газовыделениями, в условиях Старобинского месторождения приурочены или расположены вблизи тектонических тре-

щин. Так, на месторождении зарегистрировано всего 100 явлений данного вида, и в 36 случаях тектонические трещины располагались непосредственно в пределах полостей явлений. Кроме этого, в 23 случаях тектонические трещины находились на расстоянии от полостей явлений не более 3,0 м, в 18 случаях – на расстоянии не более 6,0 м и в 7 случаях – на расстоянии не более 9,0 м. В остальных 16 случаях положение тектонических трещин относительно полостей не установлено. Это связано с отсутствием достоверной информации о геологическом строении массива соляных пород в месте проявления ГДЯ. Таким образом, 84 % очагов обрушений пород кровли, сопровождающихся газовыделениями, связано с тектоническими трещинами. Этот факт до настоящего времени не получил достаточной оценки с позиций механизма образования очагов ГДЯ и требует научного объяснения.

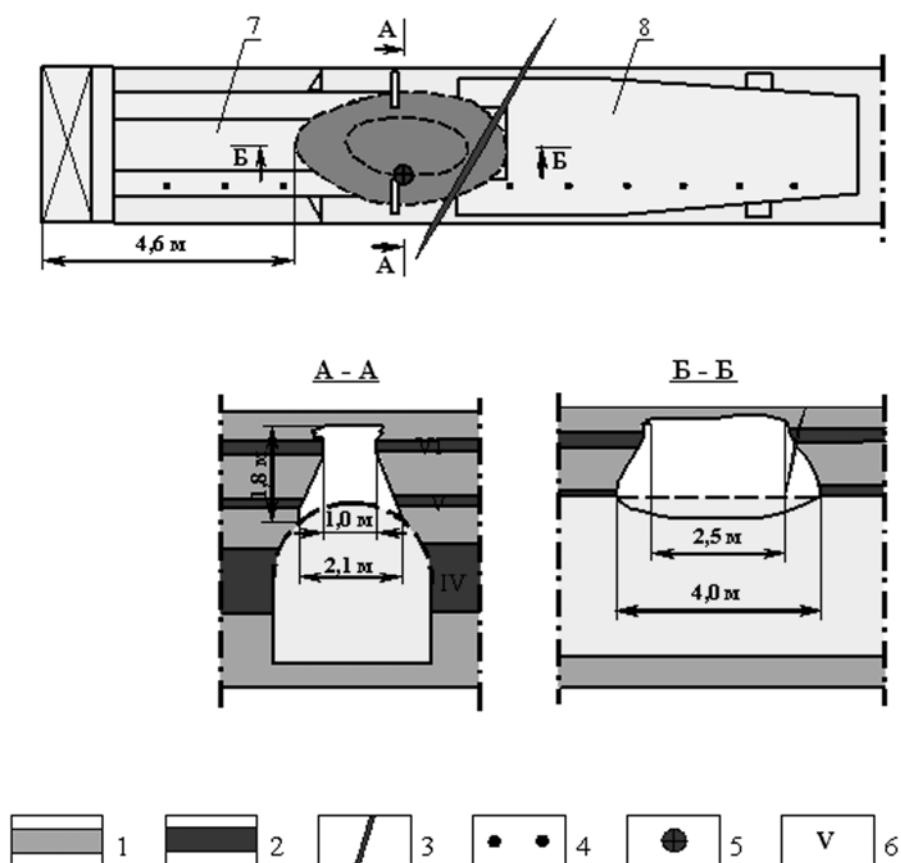


Рис. 4. Обрушение пород кровли, сопровождающееся газовыделением (рудник I РУ, гор. – 430 м, 11-я восточная панель, транспортный штрек лавы № 11): 1 – каменная соль; 2 – сylvинит; 3 – тектоническая трещина; 4 – дегазационные шпурь; 5 – местонахождение тяжело травмированного машиниста комбайна; 6 – номера сylvинитовых слоев; 7 – комбайн ПК-8; 8 – бункер-перегрузатель

Отжимы призабойной части пород, сопровождающиеся звуковыми эффектами, разрушением с выносом породы в горную выработку, имеют интенсивность, не превышающую несколько тонн (рис. 5). В то же время совершаемая ими работа угрожает жизни шахтеров и вызывает разрушение элементов конструкций применяемых комбайнов. В калийных рудниках на

массива на расстояние до 2,0 м.

Анализ структур и текстур материала, заполняющего трещины в местах обрушений и отжимов показывает, что трещины, в подавляющем большинстве случаев, заполнены вторичными минералами. Минералы представлены карналлитом, сильвинитом и галитом, находящимися между собой в различных соотношениях. При этом

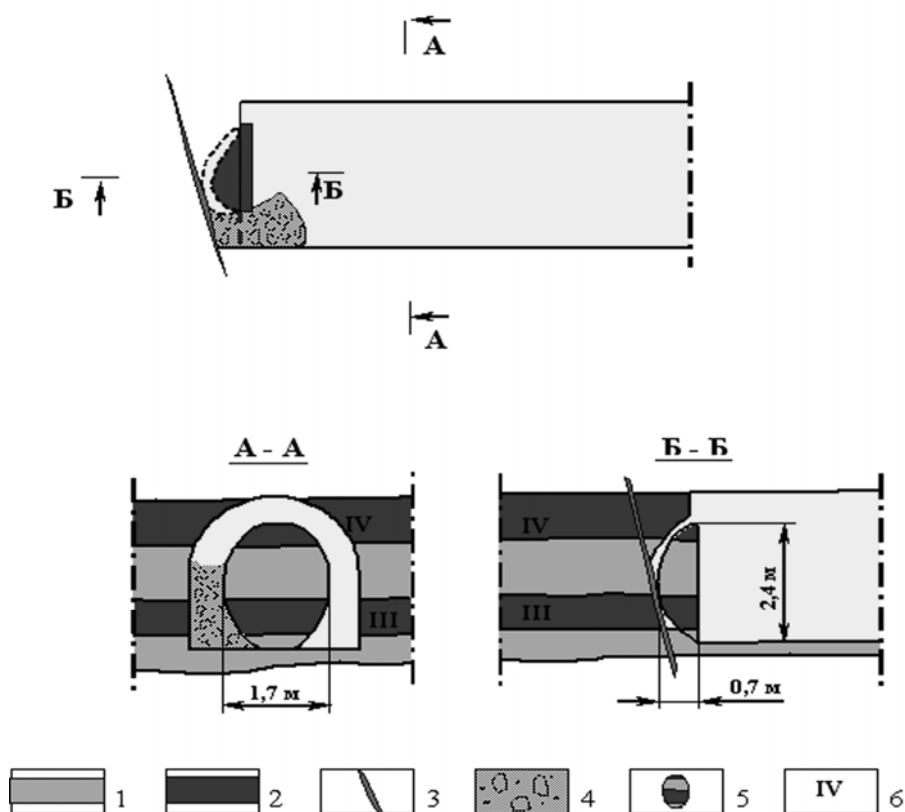


Рис. 5. Отжим призабойной части пород, сопровождающийся разрушением и выносом разрушенной породы в выработку (рудник 2 РУ, гор. – 445 м, б-я южная панель, конвейерная сбойка № 12): 1 – каменная соль; 2 – сильвинит; 3 – тектоническая трещина; 4 – выброшенная порода; 5 – линза отжатой части пород; 6 – номера сильвинитовых слоев

III горизонте известны случаи травмирования шахтеров мелкими частями разрушенной породы, отброса комбайнов от забоя на расстояние до 3,0 м и разрушения ограждающих щитов. Детальный анализ случаев отжимов призабойной части пород показал, что все они приурочены к тектоническим трещинам. Раскрытие трещин в местах отжимов изменяется от 0,01 м до 0,03 м, достигая в отдельных случаях величины 0,05 м. Трещины, как правило, залечены, однако отмечались открытые геологические трещины с раскрытием 0,01–0,015 м, которые прослеживались от полостей отжимов вглубь

вверх по разрезу III калийного горизонта содержание карналлита в трещинах возрастает. Структура карналлита в трещинах поперечно-волоконистая, цвет буровато-, красновато-желтый или желтый. Сильвин представлен мелкими кубическими кристаллами и зернами неправильной формы, среди них встречаются кристаллы молочно-белого сильвина, у которых красное красящее вещество отсутствует или располагается отдельными участками на периферии кристаллов. Галит присутствует в виде бесцветных и желтоватых зерен неправильной формы, среди которых встречаются зерна синего гали-

та. Каменная соль на контакте с трещинами разбита многочисленными пересекающимися микротрещинами, ориентированными почти вертикально.

Микротрещины заполнены желтым мелкозернистым и бурым карналлитом. Встречаются зерна сильвина, имеющие неровные края и равномерно окрашенные в бурый цвет. На контакте с ними наблюдаются округлые зерна галита, имеющего такую же бурую окраску, резко отличающуюся от бесцветного вмещающего галита. Иногда вблизи трещин отмечались участки замещения каменной солью отдельных сильвинитовых слоев протяженностью 1,0–2,0 м. Эти данные являются прямыми доказательствами изменения состава и структуры соляных пород под воздействием агрессивных растворов, путями миграции которых служили тектонические трещины. Приуроченность обрушений и отжимов к трещинам позволяет предполагать существенную роль агрессивных водных растворов и в механизме образования очагов ГДЯ этого типа.

На Старобинском месторождении калийных солей газодинамические явления в течение 35 лет происходили из забоя, кровли и стенок горных выработок. Первый внезапный выброс соли и газа из почвы произошел 27 января 1996 года при отработке слоев II, III в лаве № 42 (низ) на руднике 1 РУ (рис. 6). Внезапный выброс соли и газа из почвы произошел на сопряжении лавы с конвейерным штреком за крепью сопряжения. В результате выброса был травмирован шахтер, натяжная головка скребкового конвейера ЕКФ-3 была поднята к кровле выработки. Сопряжение лавы с конвейерным штреком и пространство под натяжной головкой конвейера было завалено крупными кусками породы с размерами от нескольких сантиметров в поперечнике до весьма крупных кусков, размеры которых составляли 0,3×0,5×1,1 м. Отдельные куски выброшенной породы весом 30–50 кг располагались по конвейерному штреку на расстоянии до 40 м от забоя лавы № 42. Полость внезапного выброса соли и газа находилась в почве на сопряжении конвейерного штрека с отра-

ботанным пространством лавы на расстоянии 6,2 м от забоя за крепью сопряжения. Часть полости выброса была завалена кусками разрушенной породы различных размеров, которые, по-видимому, при выбросе ударились в кровлю, а затем упали обратно в полость.

Полость внезапного выброса соли и газа имела следующие видимые размеры: верхнее основание – 2,0×2,1 м, глубина – примерно 5–6 м. На стенке полости была видна характерная для выбросов соли и газа концентрическая и радиальная трещиноватость. В нижней части полости отчетливо просматривались две каверны, одна из которых уходила в сторону выработанного пространства лавы, а вторая – в сторону конвейерного штрека. Замеры горючих газов через два часа у устья полости выброса показали содержание метана 2,5 %. В результате визуального осмотра очистных и подготовительных выработок в зоне внезапного выброса соли и газа и в прилегающих горных выработках каких-либо геологических признаков и предвестников выброса соли и газа не обнаружено. Шахтеры, находившиеся в лаве № 42 при выбросе соли и газа свидетельствовали, что какие-либо звуковые эффекты или необычное поведение массива и оборудования перед выбросом также отсутствовали.

Расследование этого случая показало, что в калийных рудниках РУП «ПО «Беларуськалий» появилась новая природная опасность – газодинамические явления из почвы горных выработок. В последующие годы эти явления происходили при проходке специальных выработок в слое подстилающей каменной соли на рудниках 1 РУ и 4 РУ. Очередной внезапный выброс соли и газа из почвы за крепью сопряжения произошел 19 ноября 2002 года в лаве № 50 (низ) на 11-бис восточной панели рудника 1 РУ. Внезапный выброс соли и газа произошел за крепью сопряжения лавы – вентиляционный штрек и сопровождался разрушением пород почвы и интенсивным выделением газа. Разрушенными породами почвы была завалена натяжная головка забойного конвейера ЕКФ-3, а также пространство меж-

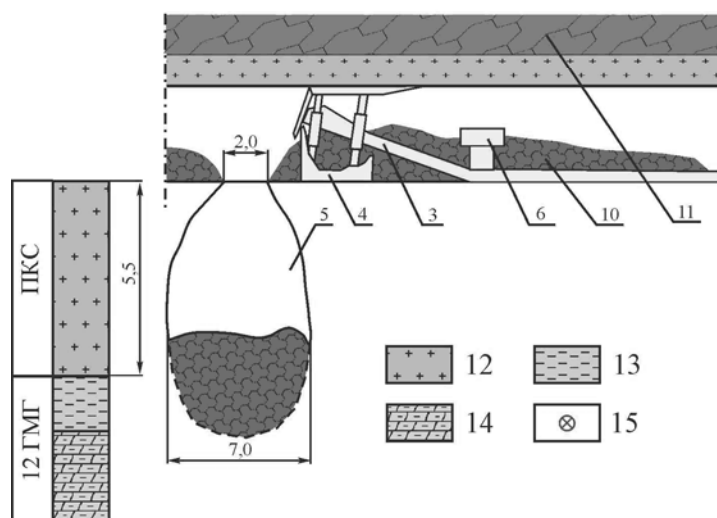
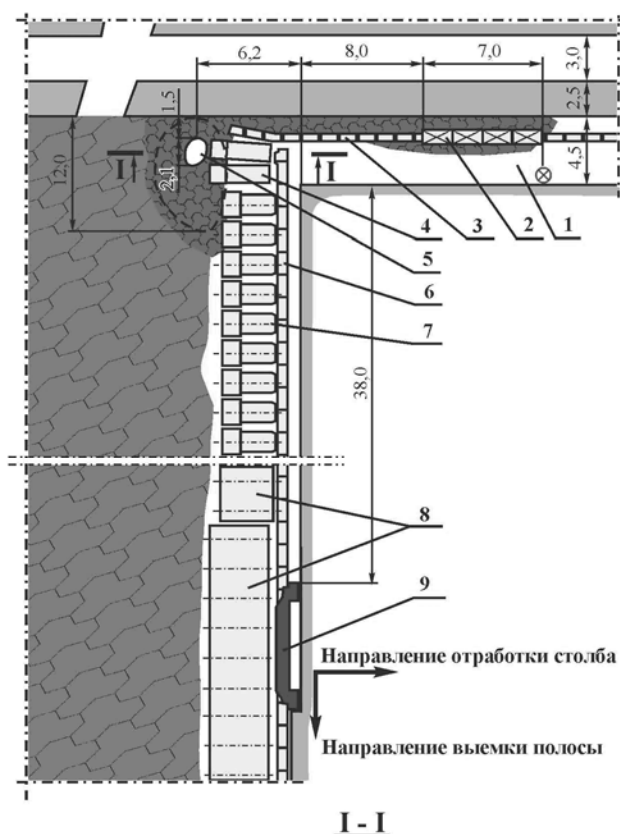


Рис. 6. Внезапный выброс соли и газа из почвы за крепью сопряжения в лаве № 42 рудника 1РУ: 1 – конвейерный штрек; 2 – энергопоезд; 3, 6 – конвейер ЕКФ-3; 4 – крепь сопряжения БС 2.2; 5 – полость внезапного выброса соли и газа из почвы; 7 – крепь БС 2.1П; 8 – положение забойной крепи на момент выброса соли и газа; 9 – очистной комбайн ЕДВ-300/760; 10 – выброшенная порода; 11 – выработанное пространство лавы № 30 (верх), образованное во II квартале 1992 г.; 12 – каменная соль; 13 – глина; 14 – мергель; 15 – местонахождение травмированного шахтера

ду секцией крепи сопряжения СТС-19/32 и натяжной головкой конвейера (рис. 7). Отдельные куски выброшенной породы весом до 50 кг располагались по вентиляционному штреку на расстоянии до 40 м от линии очистного забоя лавы № 50. Ос-

новная часть разрушенных пород почвы располагалась в завальной части лавы и непосредственно в зоне разрушения. В связи с этим установить точные контуры полости выброса соли и газа из почвы не удалось.



Рис. 7. Внезапный выброс соли и газа из почвы за крепью сопряжения в лаве № 50 рудника 1 РУ (вид призабойного пространства)

Анализ геологических условий проявления газодинамических явлений из почвы горных выработок показал, что они обусловлены наличием очаговых скоплений газа в породах 12 глинисто-мергелистого горизонта, кровля которого располагается на расстоянии 5–6 м от почвы горных выработок. Основными направлениями в решении проблемы газодинамических явлений из почвы горных выработок в условиях рудников РУП «ПО «Беларуськалий» является разработка и внедрение методов прогноза и способов предотвращения. Наиболее перспективными методами прогноза зон, опасных по ГДЯ из почвы горных выработок, являются сейсмические дистанционные методы отраженных и преломленных волн. Предотвращение газодинамических явлений такого типа может осуществляться методами принудительной дегазации пород почвы с помощью шпуров и скважин. Для принудительной дегазации пород почвы необходимо установить параметры дегазационных работ: глубину шпуров (скважин) и шаг бурения. Защита шахтеров от воздействия поражающих факторов ГДЯ из почвы горных выработок может быть достигнута внедрением организационно-технических мероприятий: регламентации действий шахтеров при появлении предвестников ГДЯ; установкой дополнительных секций крепей сопряжения; обору́дованием крепей сопряжения гибкими

дополнительными перекрытиями для изоляции на сопряжениях завальной части лав от их рабочего пространства.

Статистические данные о газодинамических явлениях и потенциально выбросоопасных геологических нарушениях в калийных рудниках РУП «ПО «Беларуськалий» свидетельствуют о том, что всего на Старобинском месторождении подготовительными и очистными горными выработками встречена 281 мульд, было пересечено 227 мульд, что составляет 81 % от общего их числа. Внезапные выбросы соли и газа произошли при пересечении пяти мульд, что составляет 2 % от общего числа мульд и 10 % от числа выбросоопасных мульд. Искусственно инициированные буровзрывными работами выбросы соли и газа произошли при пересечении 46 мульд, что составляет 20 % от общего числа мульд, пересеченных горными выработками. За время эксплуатации Старобинского месторождения калийных солей произошло 244 газодинамических явления, которые по видам распределились следующим образом: внезапные выбросы соли и газа при пересечении мульд – 5 (2 % от общего числа ГДЯ); искусственно инициированные выбросы соли и газа при пересечении мульд – 46 (19 % от общего числа ГДЯ); обрушения пород кровли, сопровождающиеся газовыделениями, – 101 (41 % от общего числа ГДЯ); отжимы призабой-

ной части пород – 87 (36 % от общего числа ГДЯ); внезапные выбросы соли и газа из почвы – 5 (2 % от общего числа ГДЯ).

Статистические данные свидетельствуют, что на месторождении преобладают такие виды газодинамических явлений, как обрушения пород кровли, сопровождающиеся газовыделением, и отжимы призабойной части пород, которые по численности занимают соответственно первое и второе место. Следует отметить, что после внедрения профилактического бурения дегазационных шпуров произошло 36 % от общего числа ГДЯ данного типа, при этом 16 % случаев связано с нарушением параметров профилактического бурения дегазационных шпуров. В последнее десятилетие внедрение организационно-технических мероприятий и жесткий контроль параметров профилактического дренажного бурения позволили исключить газодинамические явления данного вида из практики ведения горных работ на рудниках РУП «ПО «Беларуськалий». Существенно снизилось и число отжимов призабойной части пород, что связано как с изменением геологических условий отработки Третьего калийного пласта на шахтном поле рудника 2 РУ, так и с применением проходческих комбайнов «Урал – 61», позволяющих создавать овальную форму забоя выработки. Наибольшую опасность для шахтеров представляют внезапные выбросы соли и газа, которые, как правило, заканчиваются трагически (рис. 8).

Газодинамические явления происходят в виде суфлярных газовыделений и внезапных выбросов соли и газа на Индерском борно-калийном месторождении, расположенном в пределах купола Индер. Первый внезапный выброс соли и газа произошел 17 мая 1978 года. В среднем за год на месторождении происходило 10–12 газодинамических явлений. Суфлярные газовыделения и внезапные вы-

бросы соли и газа представляют большую опасность для шахтеров и наносят значительный материальный ущерб (рис. 9). На Индерском месторождении были отмечены газодинамические явления при бурении скважин с поверхности и в камерах подземного выщелачивания солей. Такие газодинамические явления приводили к разрушению бурового оборудования, разрушению стволов скважин, обрушениям кровли камер выщелачивания, выбросам через стволы скважин газов, смесей рассолов с нерастворителем, которые сопровождалась загрязнением окружающей территории и экологическим ущербом. В настоящее время проблема газодинамических явлений на месторождении остается актуальной и требует разработки как надежных методов прогноза, так и эффективных способов предотвращения газодинамических явлений.

В странах Западной Европы (Англии, Испании, Италии, Польше, ФРГ) и Северной Америки (Канаде и США) газодинамические явления, в том или ином виде, происходят практически на всех месторождениях калийных солей, разрабатываемых подземным способом. Однако, несмотря на полученные положительные результаты в решении проблемы газодинамических явлений, ряд вопросов, связанных с их прогнозированием и предотвращением, требует своего решения.

Анализ геологических и горнотехнических условий разработки месторождений калийных солей подземным способом показал, что практически на всех месторождениях мира добыча калийных руд осложняется газодинамическими явлениями. Несмотря на определенные успехи, проблема ГДЯ еще далека от своего окончательного решения и по-прежнему остается предметом самого пристального внимания со стороны горной науки и производства.

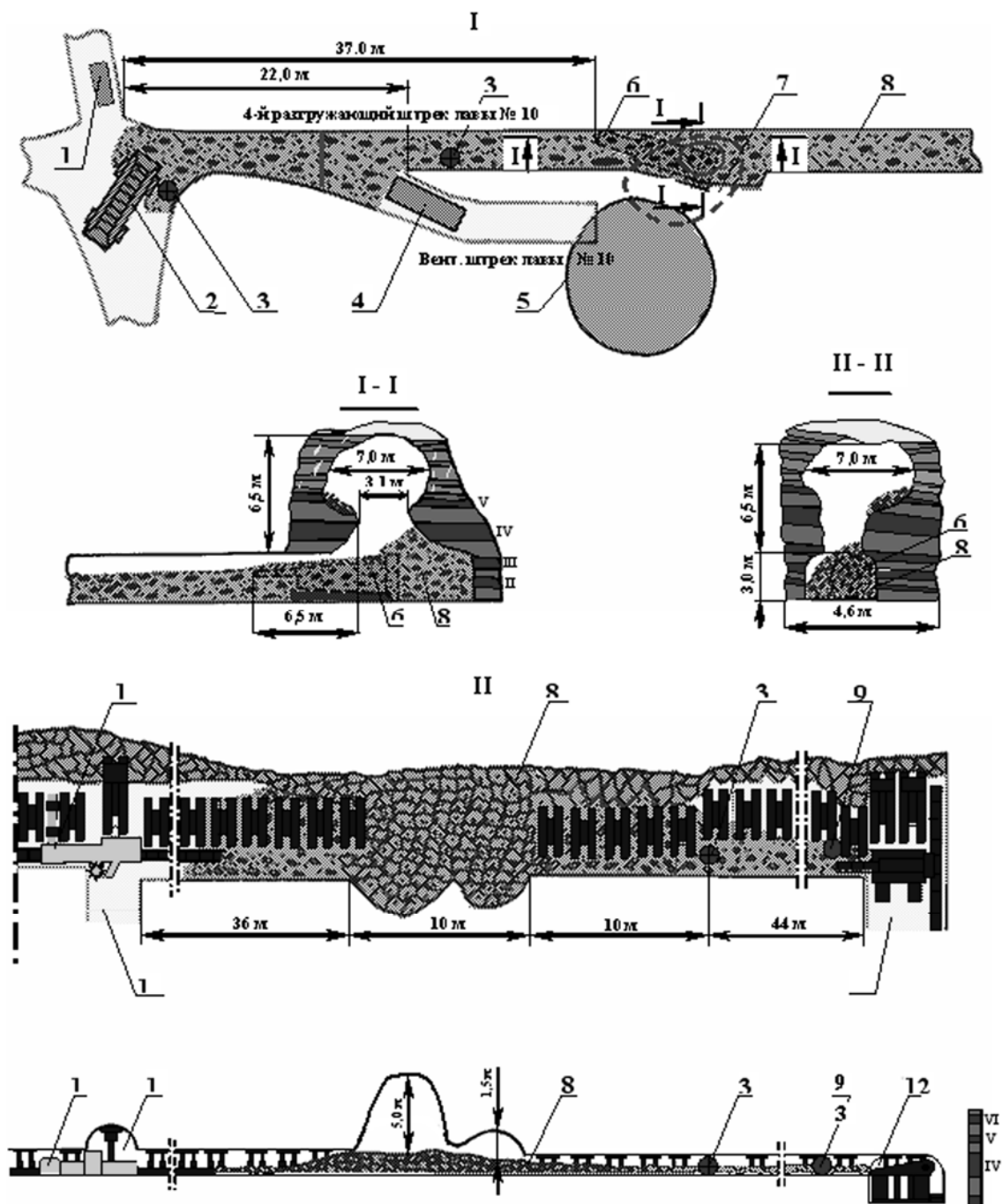


Рис. 8. Газодинамические явления в рудниках РУП «ПО «Беларуськалий», сопровождавшиеся гибелью шахтеров: I – внезапный выброс соли и газа в разгрузающем штреке № 4 лавы № 10 рудника 3 РУ 2 сентября 1982 года; II – внезапный выброс соли и газа в лаве № 4 (верх) рудника 1 РУ 25 сентября 1983 года; 1 – электрооборудование; 2 – самоходный вагон; 3 – тела погибших шахтеров; 4 – бункер-перегрузатель; 5 – предполагаемый контур выбросоопасной зоны; 6 – комбайн ПК-8; 7 – контур полости внезапного выброса соли и газа; 8 – выброшенная порода; 9 – тяжело травмированный шахтер; 10 – комбайн МК-67; 11 – вентиляционный штрек; 12 – конвейерный штрек

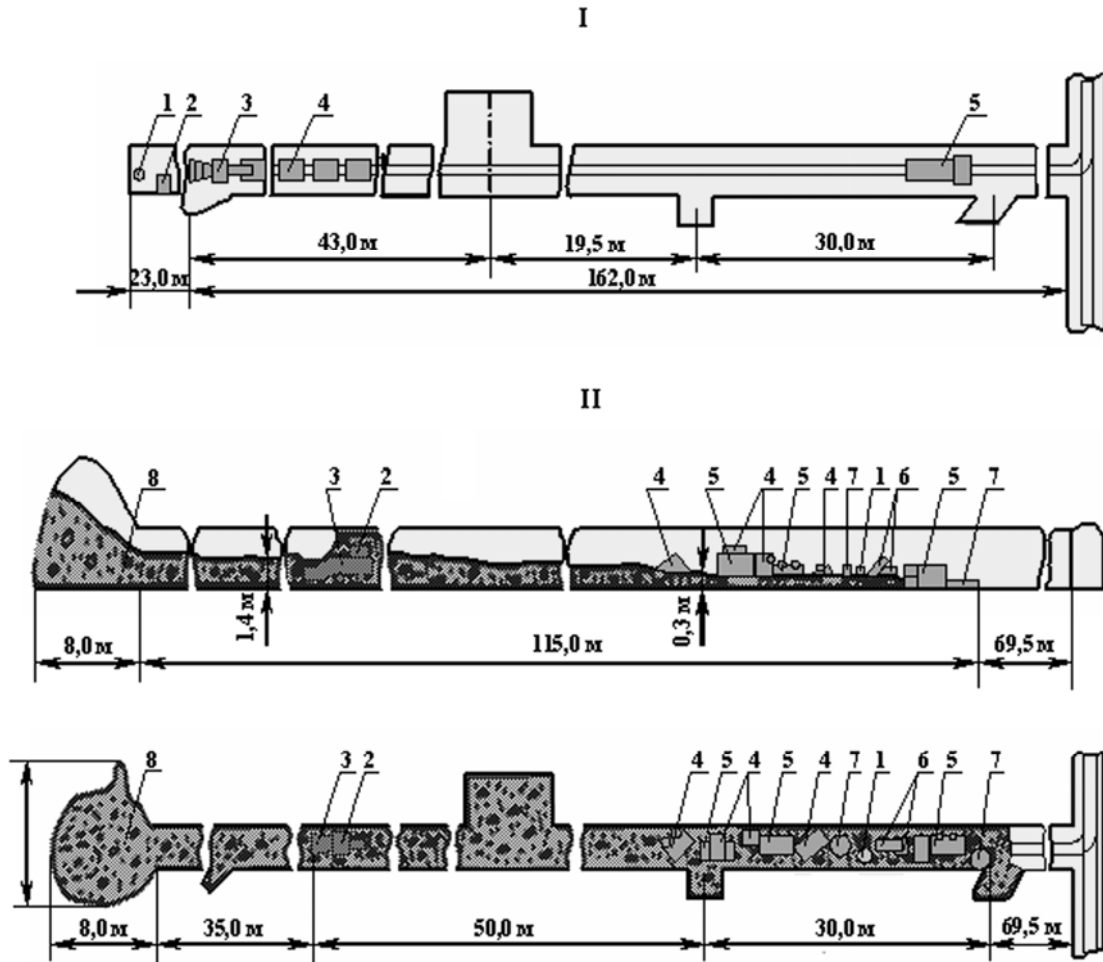


Рис. 9. Внезапный выброс соли и газа в орте № 48 17 мая 1978 года в шахте Индерского калийного месторождения: положение забоя орты до (I) и после (II) внезапного выброса соли и газа; 1 – датчик метана ДМТ-3Т; 2 – ковши скреперной лебедки; 3 – погрузочная машина 1 ПНБ-2; 4 – вагонетка ВШ-1; 5 – электровоз АК-2У; 6 – электробатарея электровоза; 7 – крышка от электробатареи электровоза; 8 – выброшенная порода