

мочувствие специалистов, которые рядом с древними стенами пирамид ощущали необычный прилив бодрости и энергии.

Специалисты научного центра «Терра» имеют основание утверждать, что в звездной системе Плеяд обнаружена планета с белковыми формами жизни, однако утверждать, что ее населяют подобные нам существа пока нет оснований.

В настоящее время известно, что смесь окиси алюминия (глина в гранях пирамиды) и закиси меди (замазка из медного купороса) — это готовый полупроводник, обеспечивающий преобразование энергии в определенную частоту, а нежелательные сигналы просто отсеиваются. Грани крымских пирамид подобны современным радиолокационным антеннам, состоящим из ячеек резонаторов энергии, поступающей от наружной оболочки земного ядра. Причем потоки энергии в Космос и из Космоса — взаимные и определенным образом влияют на организм человека. Нарушение этой энергетической связи Земли и Космоса является причиной участвовавших земных катаклизмов, войн, появления таких заболеваний как рак, СПИД, о которых древние земляне и не подозревали.

Количество пирамид — рукотворных генераторов гармонии, открытых на Крымском полуострове уже достигло тридцати семи.

### **Библиографический список**

1. Егоров В.Н., Аксенов Ф.И. Здесь никогда не ступала нога Генсека // Техника молодежи, 1996. — № 10. — С. 12–13.
2. Егоров В.Н., Аксенов Ф.И. Эстетика стратегических спецподземелий // Техника молодежи, 1996. — № 9. — С. 12–13.
3. Егоров В.Н., Аксенов Ф.И. Легенда о «Метро-2» // Техника молодежи, 1995. — № 5. — С. 40–41.
4. Черкашин Н. Поземная гавань субмарин // Техника молодежи, 1999. — № 5. — С. 8–10.
5. Скрипник Н. Термоядерными реакциями внутри нашей планеты управляют с помощью пирамид из звездной системы Плеяд // Факты и комментарии, 2001. — № 231 от 18 декабря. — 8 с.

© Лысиков Б.А., Лысиков Д.Б., 2002

УДК 622.270.07

ЯРЕМБАШ И.Ф., ВОРХЛИК И.Г. (ДонНТУ), ЦИГАНЕК И. (ВШБ, г. Острава, Чехия), ЯРЕМБАШ А.И. (ДонГАУ)

## **О ДАВЛЕНИИ ЗАКЛАДКИ НА ОПОРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И КРЕПЬ ЛИКВИДИРОВАННОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО СТВОЛА УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ**

Основной задачей при ликвидации вертикальных стволов является обеспечение их долговременной устойчивости, предотвращение в их окрестности опасных сдвижений земной поверхности.

Решение этой задачи предопределяется главным образом достижением силового равновесия закладочного материала, опорных конструкций и крепи ствола.

Любой из названных факторов может усилить или нарушить гармонию системы. Но наиболее активным, поддающимся учету и возможности технологического регулирования является закладка. В зависимости от используемого для закладки ствола материала достигается различная величина его усадки, набухания, степень растворения, выщелачивания, выноса подземными водами отдельных компонентов, вытекания закладки на сопряжениях ствола в примыкающие горные

выработки и др., что прямо или косвенно влияет на устойчивость земной поверхности вблизи ликвидированного ствола.

Наиболее доступным, дешевым и имеющимся практически в неограниченном количестве материалом закладки в Донбассе является порода шахтных отвалов, использование которой, помимо прочего, оказывает позитивное влияние на оздоровление окружающей среды. В то же время достаточно перспективными, часто наиболее приемлемыми и эффективными, хотя и более дорогими, могут быть отходы металлургической промышленности, электроэнергетики, щебень, песок, различного рода твердеющая закладка. И поскольку свойства закладочного материала еще предопределяет и схему засыпки стволов, то выбор материала закладки в конкретных условиях в конечном счете становится одновременно не только научной, технической и технологической, но и экономической, экологической и социальной задачей.

Но при всем при этом надо еще иметь в виду, что различные виды закладки при различных способах засыпки стволов имеют свои собственные статические и динамические проявления и по-особому в силовом плане взаимодействуют с опорными сооружениями и крепью ствола. Именно это представляет научный и практический интерес при принятии решений об обеспечении долговременной устойчивости ликвидированного ствола.

В указанном силовом взаимодействии элементов важнейшую роль играют реологические процессы, в результате которых под действием нагрузок происходят прежде всего деформации и уплотнение закладочного материала во времени и пространстве. Плотность же закладки в основном и определяет ее давление на опоры и крепь ствола, а сама она (плотность) зависит от величины кинетической энергии при засыпке ствола (интенсивности подачи материала), гранулометрического состава материала, насыпной плотности, обводненности и др.

Плотность закладки, как функция давления вышележащих ее слоев, можно определить по формуле экспоненциальной зависимости:

$$\rho(P) = \rho_0 + \Delta\rho \cdot \left( 1 - \exp\left(-\frac{P}{P_{max}}\right) \right), \quad (1)$$

где  $\Delta\rho$  — интенсивность изменения плотности с увеличением давления до  $P_{max}$ . В данном случае  $P_{max}$  представляет собой предельное давление, при котором достигается стабилизация плотности в закладочном массиве;  $\rho_0$  — насыпная плотность закладочного материала.

При этом следует подчеркнуть, что силы внутреннего трения в массиве закладочного материала и силы трения его о стенки ствола не позволяют достичь предельной плотности закладки.

Итак, в статическом состоянии закладки на поверхности верхнего слоя  $P=0$ , а с увеличением глубины  $h$  в нижерасположенных слоях давление может быть представлено как:

$$P_s(h) = g \int_0^h \rho(h) dh, \quad (2)$$

где  $\rho(h)$  определяется из выражения (1).

А далее, исходя из исследований Н.С.Бульчева [1,2], построенных на теории Янсена, с некоторой корректировкой, давление закладочного массива в вертикальном направлении может быть представлено:

$$P_g(h) = \frac{\rho_{max} g R}{\omega \mu} \cdot \left( 1 - \exp\left(-\frac{\mu \omega h}{R}\right) \right), \quad (3)$$

где  $\rho = \rho_{max}$  — предельно возможная плотность материала, полученная из выражения (1);  $\mu$ ,  $\omega$  — соответственно коэффициенты трения и бокового распора;  $R$  — гидравлический радиус ствола.

Но, с другой стороны  $P_g(h)$  можно определить и из уравнения (2), если его продифференцировать с учетом выражения (1). Тогда после интегрирования получим:

$$P_g(h) = P_{max} \cdot \ln \left( \frac{\exp\left(\rho_0 g \left(1 + \frac{\Delta \rho}{\rho_0}\right) h + \Delta\right)}{1 + \Delta} \right), \quad (4)$$

в котором неизвестные  $P_{max}$  и  $\Delta \rho$  при  $\rho = \text{const}$  определяются для конкретного вида закладочного материала экспериментально.

При относительном уплотнении:

$$\Delta = \frac{\Delta \rho}{\rho_0};$$

$$\rho_{max} = \rho(1 + \Delta). \quad (5)$$

Значение  $\Delta$  для конкретных условий определяется экспериментально как  $\Delta = f(P)$ .

На этой глубине, где плотность закладочного материала достигает  $\rho_{max}$  и будет максимальное давление закладки на опоры и крепь ствола.

Как следует из формулы (3) при средних условиях эта глубина примерно равна 50 м по высоте закладки в стволе.

Однако, в реальных условиях уплотнение закладки выше расчетной. Это объясняется тем, что в процессе засыпки ствола присутствует эффект динамического уплотнения материала за счет кинетической энергии его свободного падения  $F_g$  (сил торможения материала о ранее насыпанные слои).

Динамическое давление при этом определяется как:

$$P_g = \frac{F_g}{S}, \quad (6)$$

где  $S$  — поперечное сечение ствола.

В свою очередь:

$$F_g = \frac{dm \cdot V}{dt}, \quad (7)$$

где  $\frac{dm}{dt}$  — масса падающего материала в единицу времени;  $V$  — скорость падения закладки,  $V = \sqrt{2gh}$ .

При этой ситуации на поверхности слоя закладки на глубине  $H$  гасится в единицу времени импульс:

$$F_g = \frac{dm \cdot V}{dt} = \rho_0 \cdot Q \cdot V \cdot (h(t)), \quad (8)$$

где  $Q$  — объемный расход закладки,  $\text{м}^3/\text{с}$ , или

$$S \int_0^H \rho(x,t) dH = Q \cdot \rho_0 \cdot t. \quad (9)$$

Значение  $\rho(x,t)$  определяется по формуле (5).

Таким образом, динамическая составляющая давления равна:

$$P_g = \frac{\rho_0 \cdot Q \cdot V}{S}, \quad (10)$$

а суммарное давление с учетом (2), (3) и (10) составит:

$$\sum P_g = P_g(h) + P_g, \quad (11)$$

К примеру. Пусть  $H=5 \cdot 10^2$  м,  $Q=0,03$   $\text{м}^3/\text{с}$ ,  $\rho_0 = 2000$   $\text{кг}/\text{м}^3$ ,  $S=28$   $\text{м}^2$ .

Тогда согласно (10) уже на глубине 5 м от поверхности слоя статическая составляющая в уравнении (11) превысит динамическую. То есть, при наличии «подушки» в 5 м уплотнение закладки за счет динамических нагрузок уже не происходит.

Из этого вытекает важный практический вывод, что слишком интенсивная засыпка ствола на протяжении сравнительно длительного периода не обеспечивает максимальной плотности закладки. Последняя может быть достигнута при оптимальном графике закладочных работ.

В то же время, как показывают расчеты, наличие крупных кусков в закладочном материале увеличивают динамическую составляющую в 5–50 раз, что эквивалентно статическому давлению около 10 м засыпки.

Чрезвычайно важным для практики является и то обстоятельство, что в конкретных условиях можно определить (найти) такую высоту насыпки, когда вес слоя (столба) закладки  $M$  компенсируется силами внутреннего трения закладочного материала и силами трения его о стенки ствола, вследствие чего сжатие (уплотнение) нижележащих слоев породы прекращается, т.е. давление закладки стабилизируется.

В этом случае с учетом (2) и сил трения породы о крепь ствола в первом приближении можно записать:

$$\rho_0 g R \approx 2\mu \rho_0 g x, \quad (12)$$

где  $x$  — глубина от поверхности засыпки, начиная с которой давление на опору не увеличивается.

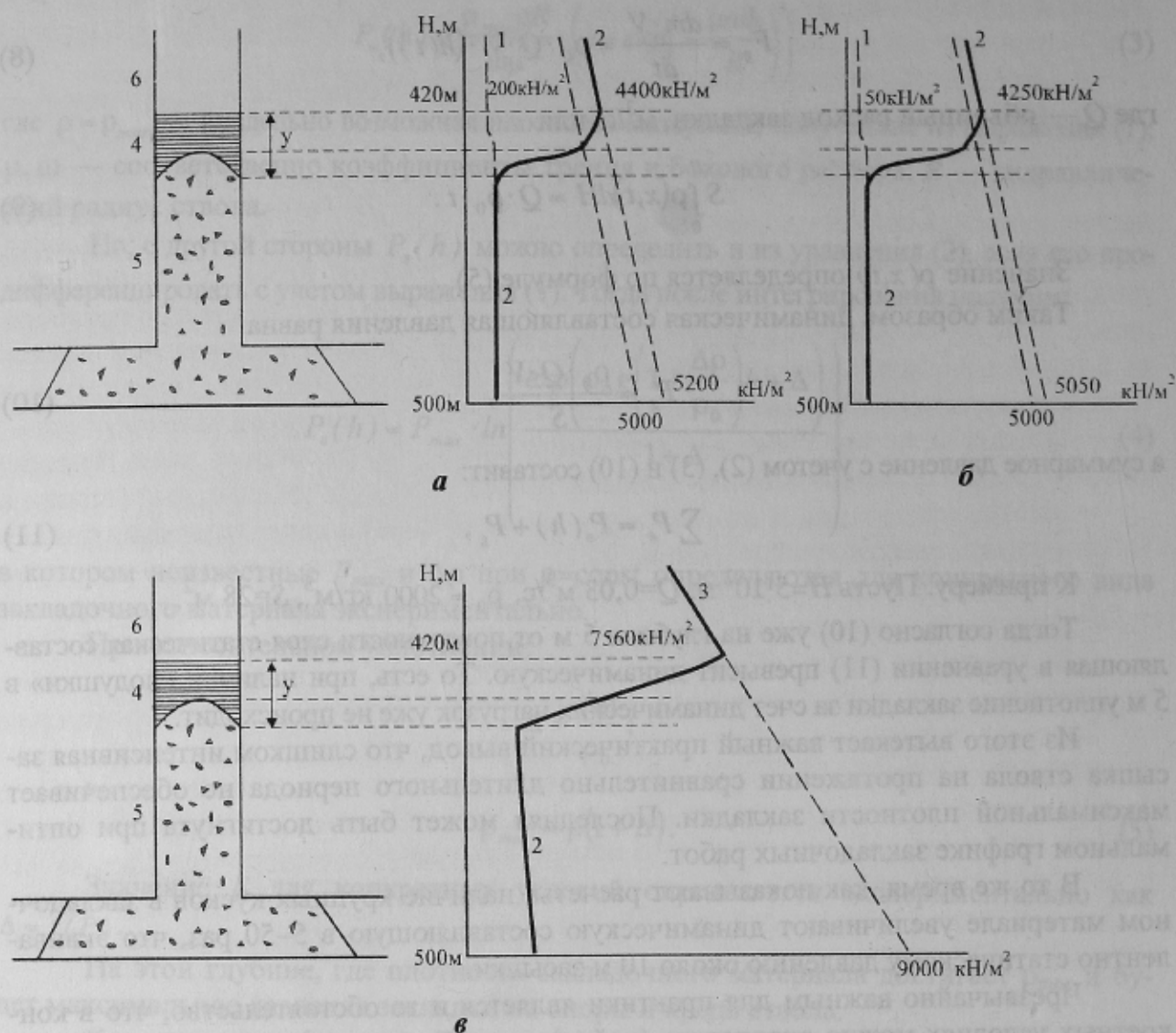
В этом случае имеем:

$$x \geq \frac{R}{2\mu}. \quad (13)$$

Пусть  $R=3$  м,  $\mu=0,3$ , тогда  $x \geq 5$  м.

В теоретическом и особенно в практическом плане важно знать закономерности проявлений статики и динамики давления закладочного материала в зависимости от его вида, присущих ему характеристики и высоты засыпки (заполнения) ствола.

На рис. 1 приведены графики статического давления закладочного материала как функция высоты закладки, рассчитанного согласно методике [2]. Рис. 1 а,б



**Рис. 1.** Графики статического давления закладочного материала как функция высоты закладки: *а, б* — сухого и обводненного; *в* — растворенного: *а, б* — соответственно вертикальное ( $P_v$ ) и горизонтальное ( $P_r$ ) давление сухого и насыщенного водой закладочного материала, *в* — давление растворенной закладки: 1 — давление сухого закладочного материала; 2 — давление насыщенного водой закладочного материала; 3 — давление растворенной закладки; 4 — глина (уплотнение); 5 — прочный обводненный материал закладки; 6 — закладка, насыщенная водой

отражает значения вертикального и горизонтального статического давления сухого сыпучего закладочного материала и насыщенного водой. Давление закладки, насыщенной водой, практически одинаково в вертикальном и горизонтальном направлениях. Наличие уплотняющих водонепроницаемых слоев, например из глины, позволяет секционировать ствол по заданным (допустимым) нагрузкам на опорные конструкции. К примеру, если принять коэффициент фильтрации уплотненной глины  $K_f = 0,03 \cdot 10^{-8} \text{ см/с}$  (что вполне реально), то глиняная пробка высотой 5–6 м обеспечит водоупор на многие столетия, а ниже нее давление будет соответствовать давлению сухой прочной закладки либо нарастать до следующего водоупора как при обводненной закладке. Высота уплотняющего водонепроницаемого слоя «у» может быть определена из соотношения:

$$P_{\sigma} \cdot \frac{R}{2} = y P_{\sigma} \omega, \quad (14)$$

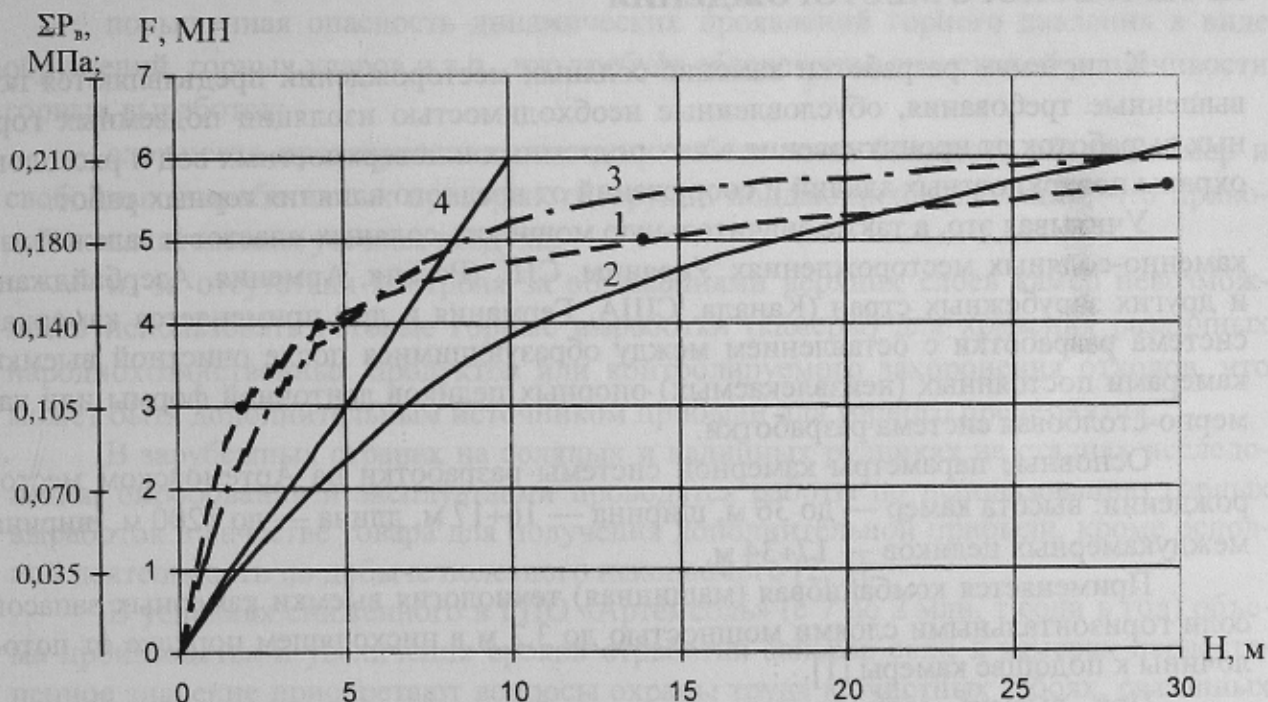
где  $\omega$  — коэффициент бокового распора.

Откуда:

$$y = \frac{R}{2\omega}. \quad (15)$$

В условиях же, если материалы закладки окажутся растворимыми, плотность «закладки» увеличивается, давление будет больше гидростатического, что графически отображено на рис. 1, в.

Приведенные теоретические выкладки и расчетные данные нуждается в экспериментальном подтверждении. И оно в известной степени есть. В [1] приведены величины давления на опору при ликвидации ствола шахты «Красный Профинтерн». Производилась засыпка ствола сечением  $28 \text{ м}^2$  материалом с удельным весом  $0,02 \text{ мН/м}^3$ . На сооруженной в стволе опоре были установлены баллоны с водой и манометрами. С ростом высоты закладки измерялось давление на опору. Результаты представлены на рис. 2, кривая 1. Проведены также теоретические расчеты давления (3) без учета динамической составляющей (кривая 2).



**Рис. 2.** Нагрузка на перекрытие вертикального ствола в зависимости от высоты засыпки: 1 — экспериментальная (замеренная) нагрузка; 2 — рассчитанная по формуле Н.С. Бульчева; 3 — рассчитанная по предложенной в статье методике (формула 11); 4 — полный вес засыпки F (МН)

Как видно из графиков, кривая 1 и 2 совпадают только при высоте закладки более 20 м, а до этой глубины расчетное давление значительно меньше. С учетом же динамической составляющей, определенной по формуле (10), экспериментальная и расчетные кривые практически совпадают, максимальное отличие по глубине немногим более 10%.

Таким образом, исследования взаимодействия закладки, опор и крепи ствола, установленные при этом зависимости позволяют приблизить нахождение научно-обоснованных параметров технологических схем погашения вертикальных стволов, обеспечивающих их долговременную устойчивость при различных видах закладочного материала.

### Библиографический список

1. Булычев Н.С. Механика подземных сооружений в примерах и задачах. — М.: Недра, 1989. — 270 с
2. Циганек И. и др. Проектирование опор в ликвидируемых стволах угольных шахт и расчет их параметров // Изв. Донецкого горного института, 1999. — № 2. — С. 36–41.

© Ярембаш И.Ф., Ворхлик И.Г., Циганек И., Ярембаш А.И., 2002

УДК 622.270.03

ЯРЕМБАШ И.Ф. (ДонНТУ), ПЫРИН С.Н. (ГПО «АРТЕМСОЛЬ»), ЕЩЕНКО А.Н., СТАНКЕВИЧ М.И. (УкрНИИСооль)

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КАМЕРНОЙ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ И ТЕХНОЛОГИИ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧИ КАМЕННОЙ СОЛИ В УСЛОВИЯХ АРТЕМОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

К системам разработки каменно-соляных месторождений предъявляются повышенные требования, обусловленные необходимостью изоляции подземных горных выработок от проникновения в них подземных и поверхностных вод и рассолов, охраны поверхностных зданий и сооружений от вредного влияния горных работ.

Учитывая это, а также значительную мощность соляных пластов и залежей, на каменно-соляных месторождениях Украины, СНГ (Россия, Армения, Азербайджан) и других зарубежных стран (Канада, США, Германия и др.) применяется камерная система разработки с оставлением между образующимися после очистной выемки камерами постоянных (неизвлекаемых) опорных целиков ленточной формы или камерно-столбовая система разработки.

Основные параметры камерной системы разработки на Артемовском месторождении: высота камер — до 36 м, ширина — 16+17 м, длина — до 1200 м, ширина междукамерных целиков — 17+34 м.

Применяется комбайновая (машинная) технология выемки камерных запасов соли горизонтальными слоями мощностью до 3,2 м в нисходящем порядке от потолчины к подошве камеры [1].

При выемке соли используются комбайновые комплексы: проходческо-очистные комбайны типа «Урал», бункер-перегрузатели БП и самоходные электрические вагоны типа ВС-15, в которых соль доставляется по выемочному слою до солеспускных скважин. Далее она самотеком поступает на откаточный горизонт и транспортируется к скиповому стволу системой ленточных конвейеров.

На соляных рудниках Артемовского месторождения за последние 20 лет достигнуты значительные результаты по повышению технического уровня добычи соли: дважды произошла смена технологии добычи, полностью обновлено добычное и транспортное оборудование, в результате повысилась концентрация горных работ и увеличилась нагрузка на очистные забои, достигнут почти в три раза рост производительности труда подземных рабочих.