УДК 622.274.4

Д.Ю.МИНАЕВ
Горный факультет, группа ТПР-99,
ассистент профессора

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗМЕРОВ ИСКУССТВЕННЫХ ЦЕЛИКОВ ПРИ ВОСХОДЯЩЕЙ ДВУХСТАДИЙНОЙ КАМЕРНОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ

В практике разработки рудных месторождений цветных металлов все чаще применяют комбинированные системы разработки. Горизонт разбивают на камеры I и II очереди, различающиеся типом применяемого закладочного материала. Камеры I очереди заполняют твердеющей закладкой, а камеры II очереди – рыхлой породной. Экономические показатели по системе разработки во многом определяются соотношением размеров камер I и II очереди, так как затраты на твердеющую и рыхлую породные закладки существенно различны. При таком порядке ведения работ имеет место следующая геомеханическая ситуация: кроме горного давления, нагружающего целик со стороны висячего бока, возникает боковое давление сыпучей породной закладки на целик, который является подпорной стенкой. Давление стремится разрушить, опрокинуть или сдвинуть целик. Таким образом, цель данной работы состоит в определении размеров монолитных целиков – подпорных стенок в условиях сложного одновременного нагружения горным давлением и активным давлением сыпучей породной закладки при изменении технологических параметров системы разработки.

Составлена расчетная схема определения размеров искусственных целиков, описаны современные способы расчета горного давления и выполнен расчет ширины подпорной стенки при изменении прочности монолитной закладки и угла падения залежи.

In practice of development mining of deposits of colour metals even more often apply the combined systems of development. Horizon break into chambers I and II turns differing by a type used putting of a material, used The chambers I of turn fill by a hardening bookmark, and the chambers II of turn – friable empty mining. Economic parameters on system of development in many respects are defined(determined) by a parity(ratio) of the sizes of chambers I and II of turn, as expenses on hardening and friable empty mining a bookmark it is essential different. At such order of conducting works the following geomechanical situation takes place: except for mountain pressure loading wall on the part of a trailing side, there is a lateral pressure loose empty mining of a bookmark on wall, which is a wall. It aspires it(him) to destroy, to overturn or to move. Thus, the purpose of the given work consists in definition of the sizes monolithic is whole – walls in conditions complex simultaneous to mountain pressure and active pressure loose empty mining of a bookmark at change of technological parameters of system of development.

In work the settlement circuit of definition of the sizes artificial is made is whole, the modern ways of account of mountain pressure are described and the account of width a wall is executed at change of durability of a monolithic bookmark and corner of fall of a deposit.

В практике разработки рудных месторождений цветных металлов все чаще применяют комбинированные системы разработки, позволяющие повысить полноту и эффективность извлечения руды. Горизонт разбивают на камеры I и II очереди, различающиеся типом применяемого закладочного материала. Камеры I очереди заполняют твердеющей закладкой, а камеры II очереди – рыхлой породной. Отработку камер ведут одной из систем разработки. Экономические показатели по системе разработки во многом определяются соотношением размеров камер I и II очереди, так как затраты на твердеющую и рыхлую породные закладки существенно разные. С одной стороны, при уменьшении ширины камер I очереди объем твердеющей закладки снижается и увеличивается доля породной закладки, что ведет к снижению себестоимости добываемой руды;

с другой стороны, из-за уменьшения несущего сечения целика необходимо применять более прочную, а следовательно, и более дорогую закладку. В данной технологии имеет место следующая геомеханическая ситуация: кроме горного давления, нагружающего целик со стороны висячего бока, возникает боковое давление сыпучей породной закладки на целик, который является подпорной стенкой. Оно стремится разрушить, опрокинуть или сдвинуть целик.

Таким образом, цель данной работы состоит в определении размеров монолитных целиков – подпорных стенок в условиях сложного одновременного нагружения горным давлением и активным давлением сыпучей породной закладки при изменении технологических параметров системы разработки.

Для решения данной задачи была составлена расчетная схема (рис.1) для определения размеров монолитного целика, которые в конечном счете диктуют размеры камер. На целик действуют следующие силы: горное давление Q и давление сыпучей породной закладки E_a, расположенной в камере II очереди. Эти две силы нельзя рассматривать отдельно друг от друга, так как при решении данной задачи они взаимосвязаны. С одной стороны, искусственный целик является несущей конструкцией, разрушаемой горным давлением со стороны висячего бока и собственным весом G_n; с другой стороны, он работает как подпорная стенка в виде балки, защемленной с двух сторон тем же горным давлением Q_n. Пиковый момент наступает, когда соседняя камера II очереди уже отработана, но еще не заложена. В этих условиях целик воспринимает максимальное давление сыпучей породной закладки (активное давление), стремящееся его разрушить, повернуть или сдвинуть.

Существует множество методов расчета давления на целики, которые, применительно к решению данной задачи, можно разделить на две группы: расчет горного давления на целики; расчет активного давления сыпучей породной закладки на подпорную стенку.

К первой группе относятся следующие методы:

• расчет горного давления по методу Турнера – Шевякова, по которому на целик приходится вес всех налегающих пород до поверхности;

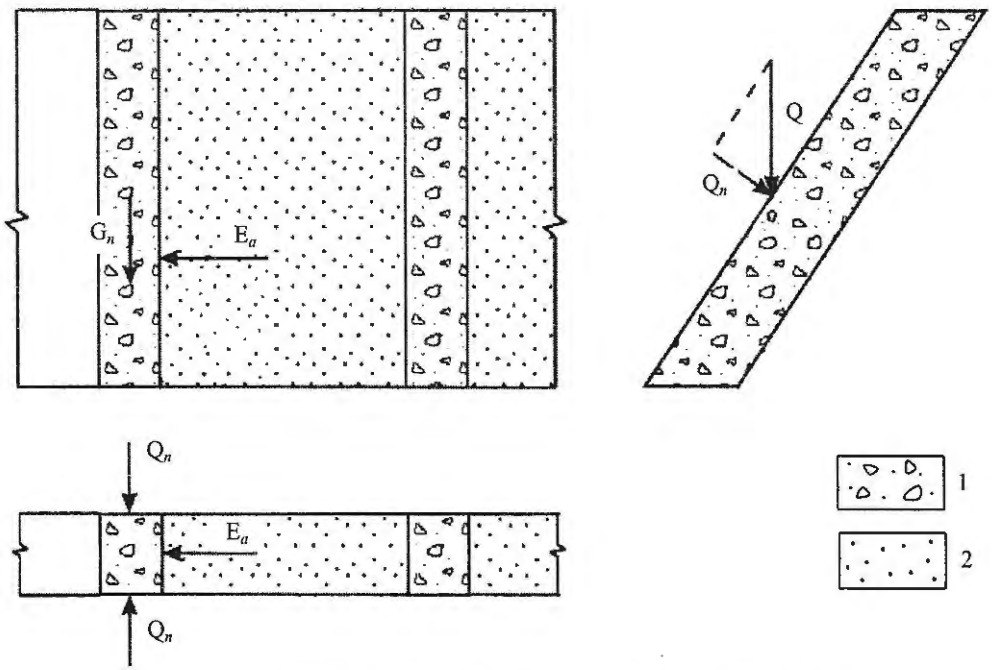


Рис.1. Расчетная схема для определения размеров целиков
1 – искусственный монолитный целик; 2 – сыпучая породная закладка

• расчет горного давления призмы сползания пород висячего бока, доходящей до поверхности (данный метод расчета применим лишь при оставлении целиков на весь срок эксплуатации рудника, и фронт подработки висячего бока камерами составляет не менее 0,7 от глубины работ);

• расчет горного давления на основании теории свода, по которой нагрузка на целик определяется весом приходящихся на него в объеме свода пород, а вес пород выше свода давления воспринимается разгружающим сводом естественного равновесия и передается в виде опорного давления на прилегающий массив и др.

Ко второй группе относятся следующие методы:

• расчет активного давления сыпучей породной закладки по методу Кулона, по которому на целик давит только вес сыпучего, находящийся в объеме призмы сползания;

• расчет активного давления сыпучего на близкорасположенные подпорные стенки по методу Зернова;

• расчет подпорных стенок по методу Геронтьева и др.

В качестве примера мною выполнен расчет для условий месторождения «Заполярное» рудника «Северный». Пластообразная залежь средней мощностью 11,5 м залегает под углом 55°, разделена на этажи по 60 м. На руднике применяют камерную систему разработки с отбойкой руды из подэтажных штреков с выпуском руды через траншею и комбинированной закладкой. Длина камеры I очереди равна длине камер II очереди и составляет 20 м. Прочность твердеющей закладки камер I очереди 1,5 МПа. В соответствии с «Инструкцией по применению систем разработки на руднике «Северный» ГМК «Печенганикель» ширина камер II очереди принята равной 40 м.

Для решения данной задачи мною принят следующий расчетный метод: расчет горного давления ведется по теории свода, а расчет активного давления – по теории Кулона.

Отработку месторождения ведут в восходящем порядке. Отработка запасов этажа возможна, если ближайший к отрабатываемому блоку монолитный целик (рис.2), у которого с одной стороны находится сыпучая закладка, а с другой стороны пустота, не разрушается. Последующие целики будут разрушаться, но постепенно, с увеличением времени их работы и расстояния от отрабатываемой камеры. Такая технология возможна, так как при отработке этажа необходимости в ранее оставленных целиках нет, а при переходе к отработке следующего

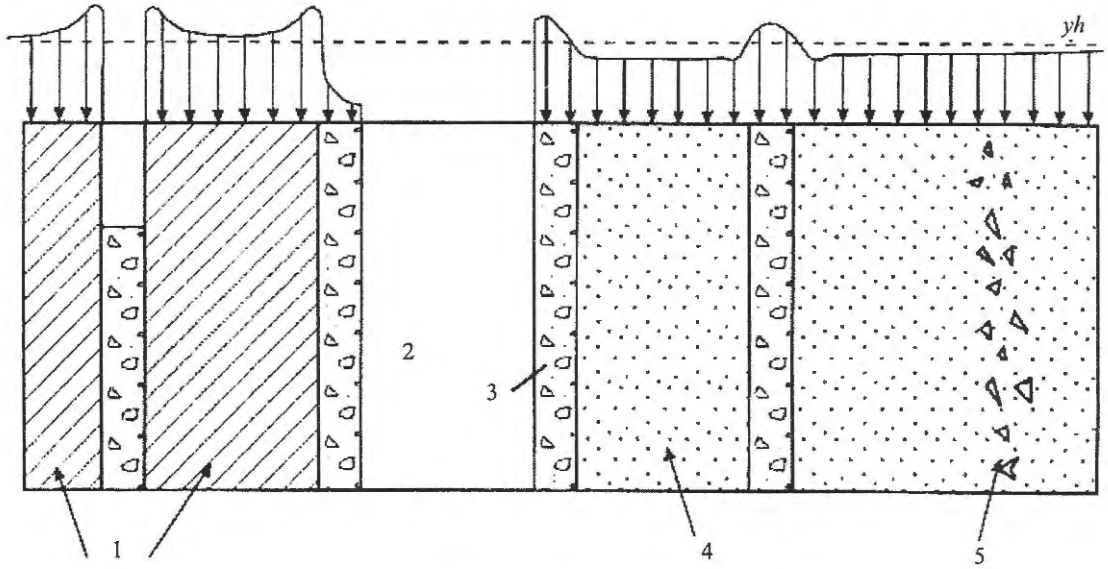


Рис.2. Технологическая схема отработки этажа
1 – рудный массив; 2 – отработанная камера; 3 – рассчитываемый целик; 4 – сыпучая породная закладка; 5 – несохраняемый целик



Рис.3. Зависимость ширины искусственного целика (подпорной стенки) от прочности закладки

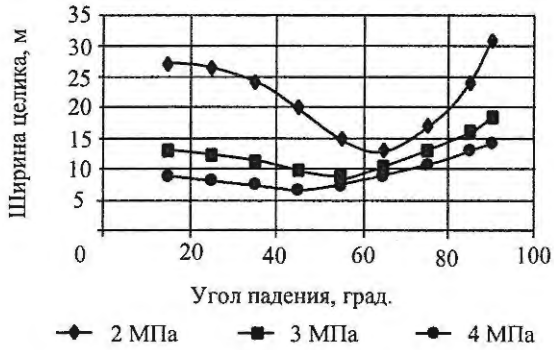


Рис.4. Зависимость ширины искусственного целика (подпорной стенки) от угла падения рудного тела

вышерасположенного этажа отработанные камеры остаются внизу и не оказывают влияния на ведение горных работ на нем.

В результате расчета были получены зависимости изменения ширины искусственного целика от его прочности и угла падения залежи. При уменьшении ширины искусственного целика от предельно большой (20 м) до 9 м прочность закладки незначительно повышалась по линейной зависимости: от 1,75 до 2,7 МПа (рис.3). При дальнейшем уменьшении ширины искусственного целика (от 9 до 5 м) необходимая прочность закладки повысилась до 10 МПа по квадратичной зависимости. Таким образом, создавать искусственный целик более 9 м экономически не выгодно, так как при практически одинаковой прочности, а следовательно, и стоимости закладки затраты на создание более больших камер I очереди будут существенно больше.

При предельно малых и предельно больших углах ширина стенки получается максимальной (рис.4). Минимальная ширина целика получается при средних значениях угла падения рудного тела. Это связано с тем, что при предельно малых углах падения залежи нормальная составляющая горного давления максимальна, а давление породной закладки минимально. При крутых углах падения залежи картина обратная. Горное давление в этом случае минимально, а давление породной закладки передается только на подпорную стенку и не давит на лежачий бок залежи. При изменении прочности закладки значение оптимального угла падения залежи уменьшается.

Таким образом, в результате выполнения данной работы определены зависимости размеров камер I очереди, а следовательно, и искусственных целиков от прочности закладки и угла падения рудного тела, что позволит приступить к экономико-математическому моделированию параметров и показателей камерной двухстадийной системы разработки.

Научный руководитель д.т.н. проф. *Э.И.Богуславский*