

## Раздел 2. Прогнозирование и управление состоянием горного массива

УДК 622.273.217.4

А.М. Кузьменко, М.В. Петлёванный

### УСТОЙЧИВОСТЬ ПЛОСКОСТИ ИСКУССТВЕННОГО МАССИВА НА КОНТАКТЕ С ВЫРАБОТАННЫМ ПРОСТРАНСТВОМ ОЧИСТНОЙ КАМЕРЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТРУКТУРЫ ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД КРУТОЙ РУДНОЙ ЗАЛЕЖИ

Государственное ВУЗ «НГУ»,  
49005 г. Днепр, пр. Дмитрия Яворницкого, 19.

*Рассмотрено влияние структуры вмещающих пород на устойчивость искусственного массива из твердеющей закладки в локальной области крутой рудной залежи. Установлено, что общий тренд образования формы вывалов искусственного массива направлен в сторону висячего бока залежи. В ее формировании преобладает действие силы гравитации и недостаточные прочностные свойства, чтобы противостоять этому явлению. Преобладающее большинство вывалов происходит на южном крыле рудной залежи в местах залегания слабых к устойчивости пород, с развитой системой трещин, склонных к сползанию по лежащему боку. Таким образом, увеличивается предельный пролет кровли и нарушается равновесие в массиве локальной области увеличения мощности залежи, где камеры располагаются длинной стороной вкрест простирания.*

**Ключевые слова:** искусственный массив, устойчивость, структура вмещающих пород, очистная камера.

Мощные крутые рудные залежи железорудных месторождений, залегающие в сложных гидрологических условиях с высоким содержанием полезного компонента, разрабатывают с закладкой выработанного пространства, чередуя по рудной площади в шахматном порядке очистные работы с возведением искусственного массива. Очистные камеры первой очереди отработки рудных запасов ведутся в окружении рудного массива и пород лежащего или висячего боков, а горные работы во второй или третьей очереди ведутся на контакте с искусственным массивом. Его площадь может быть значительной при полном окружении очистной камеры, так и менее значительной по отношению к общей площади обнажения, создающей очистной камерой в горном массиве. Как показывает опыт отработки Главной залежи Южно-Белозёрского железорудного месторождения ОАО «Запорожский железорудный комбинат» устойчивость закладки к обнажению на северном и южном крыле отличается.

На южном крыле искусственный массив менее устойчив к обнажению, чем на северном крыле рудной залежи. При отработке запасов руды в камерах второй или третьей очереди, находящихся в окружении искусственного массива, происходит его обрушение, как с кровли, так боков очистной камеры, что приводит к загрязнению рудной массы или ее разубоживанию. Так же, имеет место зональность в структурном строении руды и вмещающих пород. Выделяется интенсивная трещиноватость и частое замещение горных пород с переменными прочностными характеристиками в пределах технологических параметров очистных камер.

По горизонтальной площади рудной залежи и по глубине залегания месторождения структурное строение и минеральный состав вмещающих пород, а также угол падения и простирание существенно отличаются. Месторождение представляет собой полосу железистых кварцитов, вогнутых в западном направлении (с северо-запада на северо-восток) при общем субмеридиональном простирании железистых кварцитов, вмещающих богатые железные руды. На южном фланге простирание - северо-западное ( $310^\circ$ ), а от середины рудной залежи простирание меняет на северо-восточное направление ( $40^\circ$ ). В таком же направлении изменяется угол падения рудной залежи, увеличивая свое значение с юга на север - с  $60 - 65^\circ$  до  $80 - 85^\circ$ .

Как правило, состав закладочной смеси, применяемой для закладки выработанного пространства всех очистных камер, остается постоянным при отработке рудных запасов на одном горизонте или в очистном блоке. Следовательно, устойчивость плоскости искусственного массива на контакте с выработанным пространством очистной камеры определяется структурой вмещающих пород крутой рудной залежи и ее способностью противостоять горному давлению и сейсмическому воздействию при отбойке руды.

Устойчивость естественных и созданных в процессе ведения горных работ плоскостей обнажений в массиве горных пород при разработке месторождений оказывает существенное влияние на обоснование технологических параметров и определяет затратную составляющую на добычу полезных ископаемых [1-3]. Качественный показатель устойчивости плоскости обнажения горных пород выражается через количественные параметры напряженного состояния массива, которые возникают под действием горного давления. Это основные показатели, изучению которых многие исследователи уделяют достаточно внимания, чтобы характеризовать состояние массива в зоне ведения или влияния горных работ [4, 5]. В системах разработки рудных месторождений с твердеющей закладкой отмечается снижение напряжений на контуре очистной камеры [6] в сравнении с открытым очистным пространством. Напряжения перемещаются вглубь массива, выравниваясь на расстоянии до 5 – 7 м до геостатического напряженно-деформированного состояния, свойственному конкретному горнодобывающему региону [7, 8].

В принятых моделях не учитываются деформации массива при наличии плоскостей обнажений камер с открытым очистным пространством до его заполнения твердеющими смесями, а также в процессе их превращения в твердое состояние. Они могут быть незначительными при относительной монолитности массива горных пород от земной поверхности к глубине ведения горных работ. Наличие трещин с различной их степенью открытости, зияние без заполнения твердыми включениями горных пород превращает горный массив в дискретную среду, где подвижки отдельных блоков или замещения пород по плоскостям скольжения становятся неизбежными. Изучению данного вопроса уделяется недостаточно внимания, а это может быть причиной обрушения искусственного массива, подвергая его нагрузкам со стороны сдвижения пород лежащего или висячего боков рудной залежи.

В работах [9, 10] обращается внимание на влияние трещиноватости массива при обрушении пород в открытое очистное пространство, как с боков, так и кровли очистных камер, представленных рудой и породами.

Известно, что разрушение массива горных пород или искусственно созданного массива происходит по отрыву или по плоскостям скольжения под действием сил гравитации или сейсмического воздействия в результате ведения взрывных работ по отбойке руды. Системы трещин создают в массиве предпосылки к потере его прочности под действием сил горного давления, а их частота превращает массив в сыпучую среду при обнажении плоскостей значительной площади.

В очистных камерах Южно-Белозёрского железорудного месторождения отмечается различная плотность трещин на метр обнажения площади и она, как правило, что отмечают многие исследователи, является причиной обрушения пород, как в подготовительные, так и очистные горные выработки. По глубине залегания Главная рудная залежь изменяет направление простирания от центральной ее части и уменьшая размеры по простиранию.

Как отмечалось, отработка рудных запасов камер второй и третьей очереди ведется в окружении искусственного массива, которые обрушаются на южном крыле залежи и обрушений таких масштабов не наблюдается на северном крыле. Очевидно, что вопрос прочности закладочного массива остается желать лучшего при раскрытии механизма его разрушения. При недостаточной прочности к устойчивости плоскостей обнажения массива его разрушение происходило и на северном крыле, где площади обнажений близки по своим параметрам. За одинаковый отрезок времени (заполнение закладочными смесями выработанного пространства очистной камеры) массив по высоте камеры обладает разными прочностными свойствами, так как процесс заполнения выработанного пространства длится достаточно долго, соизмеримым с временем для создания необходимой прочности. Становится очевидным, что формирование искусственного массива происходит при разных нагрузках со стороны вмещающих пород. Такими предпосылками служит структура пород, которая в разной степени деформируется под действием гравитационных

сил, передавая их искусственному массиву, который обладает меньшими прочностными свойствами, особенно в переходных процессах формирования твердой фазы.

В большинстве случаев на южном крыле рудной залежи обрушения закладочного массива происходят из кровли или куполов очистной камеры второй очереди отработки рудных запасов. Для выше отработанной части рудной залежи, с позиции технологии возведения закладочного массива, это днище камеры, которое заполняется в первую очередь, откуда начинается заполнение выработанного пространства закладочными смесями. По разным техническим причинам поверхности выпускных траншей не представляются чистыми от остатков руды и обрушенных пород. Закладочная смесь проникает через сыпучую, слабо уплотненную среду, образуя конгломерат или композитную закладку, в которой неизбежно образуются полости, ослабляющие прочностную характеристику. Химические элементы компонентов закладочной смеси, руды и вмещающих пород разные. Аналогичные технологические параметры имеет закладочный массив на северном крыле, но обрушения закладочного массива почти отсутствуют. Происходящие вывалы ослабляют искусственный массив противодействию горному давлению и требуют дополнительных средств и затрат на их устранение. Обрушение провоцирует развитие деформаций в глубину массива, образуя трещины, что ослабляет несущую способность и позволяет проникать подземным водам в горные выработки, что и наблюдается в шахте «Эксплуатационная» на глубине 840 м и более.

Из этого следует, что причину обрушения закладочного массива можно обосновать, рассмотрев структурное строение горного массива лежачего и висячего бока, как на южном, так и северном крыле рудной залежи. Состав рудной залежи состоит, в основном, из гематит-мартитовой, мартитовой руды, чередуясь по простиранию в различном сочетании (мартит-гематитовая) включая прослойки кварц-хлоритовых и кварц-гематит-хлоритовых сланцев, изменяясь от слоистой до массивной. На северном крыле в рудной залежи встречаются реже мартит-гематитовая, часто окварцованная, средне тонкослоистая, иногда брекчированная, с коэффициентом крепости по шкале М.М. Протодяконов от  $f = 3 - 5$  до  $f = 14 - 15$ , от слабой до средней трещиноватости, в основном средней устойчивости.

Характерной особенностью рудной залежи является наличие развитой системы тектонических нарушений, вокруг которых находятся разнонаправленные опережающие трещины I – III порядков, ослабляя массив и его устойчивость к обнажению. Степень устойчивости руды и породы выражается по количеству трещин, которые прослеживаются на метр длины, образующие куски при разрушении массива от приложенной нагрузки.

Рудная залежь по простиранию и по падению разбита трещинами, образуя среднюю и сильную трещиноватость массива, что хорошо коррелирует с

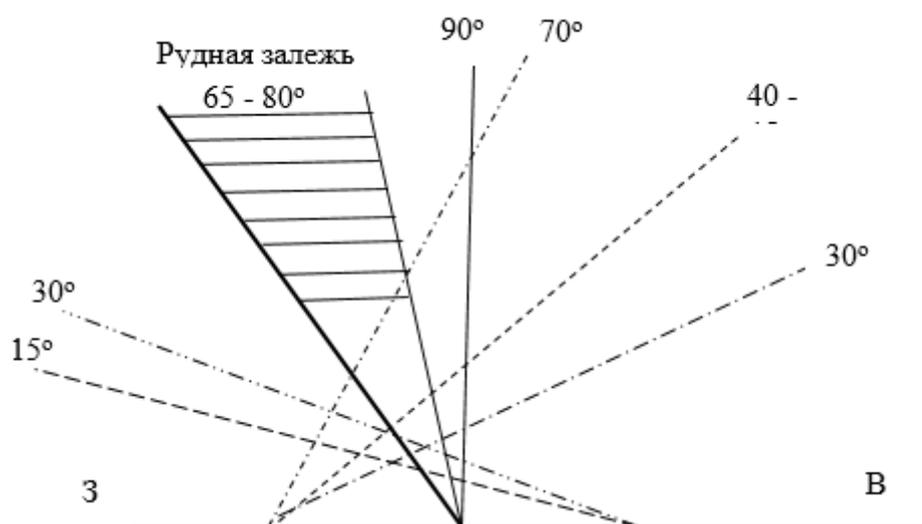
устойчивостью массива горных пород. При ведении горнопроходческих работ происходило блочное отслоение руды из кровли в зоне нахождения сильной трещиноватости с трещинами открытого типа, устойчивость массива низкая. Как на северном, так и на южном крыле рудной залежи прослеживается трещины III порядка в виде основной системы трещиноватости с падением на юго-запад под углом  $15 - 25^\circ$ , по которым возможно отслоение руды. Реже встречаются основной и торцовой системы трещин открытого типа, по падению не выдержаны, падающие на запад под углом  $30 - 70^\circ$ .

В кровле прослеживается тектоническая трещина открытого типа (полость до 30 см) с оперяющими трещинами III порядка, что подтверждает их тектоническое происхождение. В процессе горнопроходческих работ по трещине наблюдались отслоения руды с увеличением сечения выработки.

На северном крыле рудной залежи вмещающими породами висячего бока являются кварциты гематит-мартитовые, интенсивно дислоцированные в складки, средней трещиноватости, трещины разнонаправленные, часто открытого типа, образующие открытые полости, заполненные дробленным материалом, устойчивость пород низкая средней устойчивости,  $f = 14 - 15$ . Падение пород и руды на восток под углом  $65 - 78^\circ$ . В лежащем боку, в основном, залегают сланцы кварц-хлорит-серицитовые, средней сланцеватости, на контакте с рудой встречаются прослой выветренных кварцитов слабой и средней трещиноватости, средней устойчивости, крепостью по шкале проф. М.М. Протодяконов  $f = 7 - 9$ . Иногда сланцы слабо оталькованные, сильно трещиноватые, широкополосчатые, выветренные, средней трещиноватости, средней устойчивости, крепостью  $f = 8 - 9 \dots 12 - 14$ . Падение пород на восток под углом  $65 - 70^\circ$ . В висячем боку горными породами являются кварциты гематит-мартитовые, микро складчатые, иногда интенсивно смяты в микро-складки от средней до сильной трещиноватости, в основном средней устойчивости. По простиранию и глубине залегания наблюдаются изменения составов кварцитов, но в основе находятся кварцитовые образования, обладающие большими прочностными характеристиками.

Южное крыло в висячем боку представлено кварцитами гематит-мартитовыми, средне-тонкополосчатыми, интенсивно смятыми в складки, средней трещиноватости, средней устойчивости, крепостью по шкале проф. М.М. Протодяконов  $f = 14 - 15$ . По глубине залегания рудной залежи встречаются замещения породы в виде сланцев кварц-хлоритовыми, частично окремненными, средне-грубосланцеватыми. В лежащем боку вмещающими породами являются сланцы кварц-серицит-хлоритовые, тонкорассланцованные, крепостью по шкале проф. М.М. Протодяконов  $f = 7 - 9 \dots 6 - 7$ , средней и низкой устойчивости, наблюдаются тектонические трещины под углом  $40 - 45^\circ$ , падающие на северо-восток и под углом  $15 - 30^\circ$  на восток. Дальше на запад сланцы интенсивно трещиноватые, оталькованные по плоскостям трещин. Падение пород и руды на восток под углом  $65 - 72^\circ$ .

На рис. 1 приведено расположение систем трещин в диапазоне угловых изменений во вмещающих породах и Главной залежи Южно-Белозёрского железорудного месторождения. Взаимное расположение и степень раскрытия трещин в массиве создает рудные и породные блоки, которые становятся неустойчивыми при обнажении горными работами. В отдельных зонах имеет место достаточно большое зияние между плоскостями трещин (до 30 см), а их открытость свидетельствует о том, что возможны перемещения по плоскостям скольжения под действием горного давления.



**Рис. 1.** Расположение систем трещин в диапазоне угловых изменений во вмещающих породах Главной залежи Южно-Белозёрского железорудного месторождения

Заполнение выработанного пространства закладочными смесями при их фазовом преобразовании от жидкого, пластичного до твердого состояния происходит под воздействием горного давления и деформации плоскостей очистной камеры, что нарушают монолитность закладки и провоцирует расслоение в искусственно возведенном массиве. Наглядно это проявляется при формировании искусственного массива, находящегося в окружении горных пород, обладающих слабыми прочностными характеристиками и подверженных интенсивной трещиноватости. В последующей подработке искусственного массива очистными работами в камерах второй или третьей очереди, а также на контакте со слабыми породами висячего или лежачего бока происходит обрушения в достаточно значительных объемах.

Примером данного утверждения являются обрушения искусственного массива произошедшие на южном крыле Главной залежи в очистной камере 00/13ю этажа 605 – 640 м.

Камера граничит с ранее отработанными и заложенными камерами: с юга – к-2/14ю, с севера – к-2/13ю (днище камер); в этаже 605 – 690 м: с востока – к-0/13ю. Вмещающими породами лежачего бока в этаже 640 – 690 м являются

сланцы кварц-хлорит-серицитовые, тонко - груборассланцованные, местами ожелезнённые, слабооталькованные, коэффициент крепости по шкале проф. М.М. Протодяконов  $f = 6 - 9$ , средней трещиноватости, устойчивость в основном средняя. Падение пород юго-восточное, восточное под углом  $70^\circ$ .

На горизонте 690 м структура сланцев кварц-хлорит-серицитовых изменилась. По плоскостям сланцеватости проявились зеркала скольжения, а также трещины II – III-го порядков, разнонаправленные, взаимопересекающиеся, устойчивость пород к обнажению низкая.

При отработке рудных запасов в камере произошло обрушение искусственного массива с бортов и кровли камеры. Также произошло обрушение ранее заложённой руды, увеличив выход камеры под горизонт 580 м (Рис. 2).

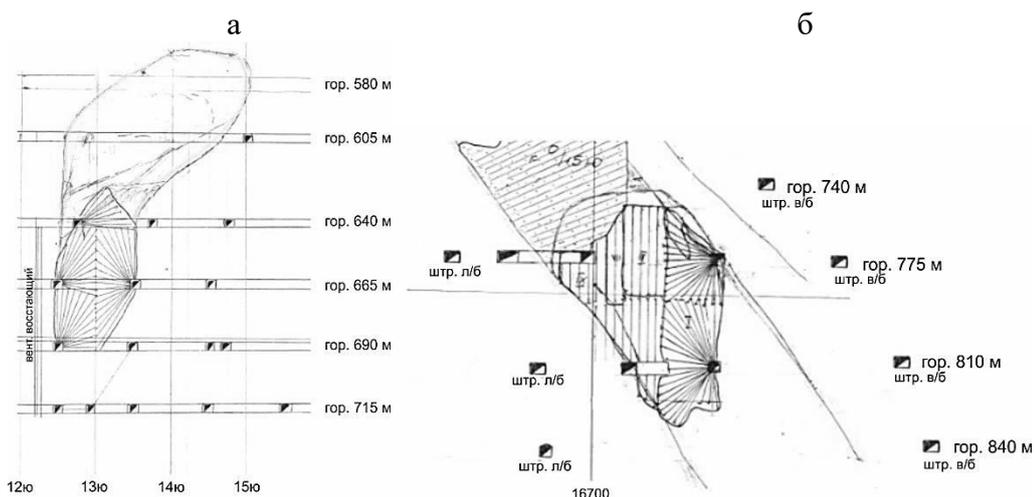


Рис. 2. Обрушение искусственного массива с бортов и кровли в очистное пространство камеры: а - 00/13ю (вид по простиранию залежи); б - 1/15ю (вид вкрест простирания залежи)

Аналогичные обрушения закладочного массива происходили и в других очистных камерах южного крыла Главной залежи, расположенных со стороны лежачего бока. При отработке рудных запасов в камере 1/15ю на горизонте 715 – 840 м, граничащей с ранее отработанными и заложёнными камерами: в этаже 740 – 775 м с запада 0/15ю (днище камеры). В этом диапазоне глубины залегания на участке заложения камеры руда и вмещающие породы часто замещаются и перемешиваются по своему составу, отмечается высокая степень трещиноватости и низкая устойчивость массива горных пород к обнажению горными работами.

Руда камеры 1/15ю по составу мартитовая, железослюдковая, гематит-мартитовая, мартит-гематитовая, тонко-среднеслоистая, брекчированная, сланцеватая, складчатая, местами с зеркалами скольжения, окварцованная кварц-карбонатным материалом, по крепости не равномерная, коэффициент крепости по шкале проф. М.М. Протодяконов изменяется от  $f = 3 - 5$  до

$f = 10 - 12$ . У днища камеры на горизонте 835 м руда становится землистой, трещиноватость от средней до сильной, устойчивость в основном средняя. На горизонте 740 м в интервале 13,5 – 18,0 м – руда мартитовая, слоистая,  $f = 7 - 8$ , сильной трещиноватости, трещины часто открытого типа. При горнопроходческих работах происходило блочное отслоение руды из кровли, устойчивость низкая. На горизонте 775 м со стороны висячего бока руда с прослоями кварцитов гематит-мартитовых, оруденелых, складчатых,  $f = 12 - 14$ , средней трещиноватости, средней устойчивости. По мощности рудной залежи состав руды изменяется, проявляются смятые складки, встречается сланцеватость окварцованная кварц-карбонатным материалом,  $f = 5 - 6$  низкой устойчивости. В южном направлении руда становится гематит-мартитовая, мартит-гематитовой, с железной слюдкой, тонкослоистая, смятая в складки, коэффициент крепости по шкале проф. М.М. Протодьяконов  $f = 3 - 5$ . Трещины II-III порядков, разнонаправленные, устойчивость низкая.

На горизонте 740 м висячий бок рудной залежи представлен кварцитами гематит-мартитовыми, среднеслоистые, складчатые, коэффициент крепости по шкале проф. М.М. Протодьяконов  $f = 14 - 15$ , с редкими прослоями сланцев кварц-гематит-хлоритовых, средней трещиноватости, средней устойчивости. Структурное строение вмещающих пород аналогично рудной залежи, особенно, трещиноватости и устойчивости к обнажению.

Устойчивость искусственного массива при обнажении зависит не только от состава закладочной смеси и приобретения прочностных свойств на сжатие, но и от направленности приложения нагрузки со стороны вмещающих пород. Как уже отмечалось, в большинстве случаев, искусственный массив обрушается при достижении определенного обнажения у кровли очистной камеры на южном крыле рудной залежи.

Кровля закладываемой камеры является днищем вышерасположенной камеры, где в закладочной смеси дополнительно увеличивается содержание вяжущего в виде цемента не менее 10 кг цемента на 1 м<sup>3</sup>. Высота заполнения первого слоя закладки составляет 6 – 8 м, закладочная смесь должна быть наиболее густой консистенции (водоцементное отношение смеси снижают с В/Ц = 1,0 до В/Ц = 0,8) и подаваться с уменьшенной интенсивностью. При этом закладочная смесь должна содержать. Прочность закладки в днище камеры должна составлять 10 - 12 МПа, при дальнейшем возведении камеры – 7 – 8 МПа.

Таким образом, по высоте создается разнопрочный искусственный массив с целью противодействию на сжатие горному давлению, находясь в замкнутом пространстве окружающих пород. Однако при обнажении очистными работами искусственный массив испытывает растягивающие напряжения под действием гравитации, перемещения породных блоков по плоскостям скольжения трещиноватости, а также сейсмике при производстве массового взрыва. Искусственный массив и вмещающие породы находятся в состоянии

всестороннего сжатия и при их частичном обнажении деформируются в сторону открытого пространства. Формируется сферическая поверхность свойственная трехстороннему сжатию образца, подверженному давлению. Вывалы приобретают куполообразную форму, что свидетельствует о преобладающем действии силы гравитации. При сильнотрещиноватых породах висячего или лежачего бока данная форма охватывает и вмещающие породы.

Так как вывалы искусственного массива, в подавляющем большинстве, происходят на южном крыле рудной залежи в местах залегания слабых к устойчивости пород, разбитых трещинах, то их сползание по лежачему боку нарушает равновесие в искусственном массиве. На южном крыле мощность рудной залежи достигает 100 м и более, что позволяет располагать очистные камеры длинной стороной вкrest простирания, увеличивая, таким образом, предельный пролет в искусственном массиве без достаточного учета его прочностных свойств.

На северном крыле рудной залежи очистные камеры располагают по одной в пределах мощности залежи и искусственный массив находится в постоянном контакте со вмещающими породами, которые достаточно прочны (кварциты гематит-мартитовые и сланцы кварц-хлорит-серицитовые) и имеют необходимую мощность, чтобы экранировать гравитационную составляющую силы горного давления.

### Выводы

1. Устойчивость плоскости искусственного массива при его обнажении выработанным пространством очистной камеры зависит от структурного строения пород висячего и лежачего бока крутой рудной залежи, а также от характера приложения нагрузки.

2. Куполообразная, эллипсоидная форма вывалов и ее вытянутость в сторону висячего бока свидетельствует о преобладающем действии силы гравитации и недостаточных прочностных свойствах искусственного массива, чтобы противостоять горному давлению.

3. Структурное строение и мощность вмещающих пород влияет на характер нагрузки, передаваемой искусственному массиву от горного давления, и приводит к сползанию сильнотрещиноватых мелко слоистых пород.

1. *Воробьев А.Е.* Ресурсосберегающая технология выемки руды на контакте с складочным массивом / А.Е. Воробьев, Л.А. Крупник, Ю.Н. Шапошник [и др.] // *Маркшейдерия и недропользование*. – М., 2010. – № 5. – С. 22 – 291.
2. *Капленко Ю.П.* Влияние напряженного состояния горного массива и горно-геологических условий на параметры обнажений и форму очистных камер / Ю.П. Капленко, В.В. Цариковский // *Разработка рудных месторождений* – 2005. – Вып. 88. – С. 11 – 24.

3. Кузьменко А.М. Влияние структуры горного массива и порядка отработки камерных запасов на разубоживание руды / А.М. Кузьменко, М.В. Петлеваний // Сб. науч. труд. НАН Украины, ИГТМ, вып. 118, 2014. – С. 37 – 45.
4. Chistyakov E. Investigation of the geomechanical processes while mining thick ore deposits by room systems with backfill of worked-out are / E. Chistyakov, V. Ruskih, S. Zubko // “Geomechanical processes during underground mining”. – Netherlands: CRC Press / Balkema, 2012. – P. 127 – 132.
5. Хоменко О.Є. Моделювання на еквівалентних матеріалах деформації масиву навколо первинних камер / О.Є. Хоменко, М.М. Кононенко // Науковий вісник НГУ. – 2010. – №6. – С. 18 – 21.
6. Волощенко В.П. Перспективы управления горным давлением на глубоких горизонтах / В.П. Волощенко // Сб. науч. тр. НИГРИ. – Кривой Рог. – 1990. – С. 67 – 71.
7. Кузьменко А.М. Распределение напряжений в горном массиве вокруг высоких очистных камер при разработке рудных месторождений с твердеющей закладкой / А.М. Кузьменко, В.В. Усатый // Геотехническая механика: сб. науч. труд. / ИГТМ НАН Украины. – Д., 2010. – Вып. 94, т. 1. – С. 105 – 133.
8. Petlovanyi M. (2016). Influence of configuration chambers on the formation of stress in multi-modulus mass. Mining of Mineral Deposits, 10(2), 48 – 54. <https://doi.org/10.15407/mining10.02.048>
9. Ляшенко В.И. Научно-технические основы природоохранных технологий подземной разработки урановых месторождений / В.И. Ляшенко, А.Х. Дудченко, А.А. Ткаченко // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2008. – № 4. – С. 34 – 42.
10. Котенко Е.А. Опыт подземной отработки сложноструктурных урановых месторождений СНГ / Е.А. Котенко, А.К. Порцевский // Горный журнал. – № 5, 2004. – С. 32 – 35.

*О.М. Кузьменко, М.В. Петльований*

### **СТІЙКІСТЬ ПЛОЩИНИ ШТУЧНОГО МАСИВУ НА КОНТАКТІ З ВИРОБЛЕНІМ ПРОСТОРОМ ОЧИСНОЇ КАМЕРИ ЗАЛЕЖНО ВІД СТРУКТУРИ ВМІЩУЮЧИХ ПОРІД КРУТОГО РУДНОГО ПОКЛАДУ**

Розглянуто вплив структури вміщуючих порід на стійкість штучного масиву з твердого закладення в локальній області крутого рудного покладу. Встановлено, що загальний тренд утворення форми вивалів штучного масиву спрямований в бік висячого боку покладу. В її формуванні переважає дія сили гравітації і недостатні властивості міцності, щоб протистояти цьому явищу. Переважна більшість вивалів спостерігається на південному крилі рудного покладу в місцях залягання слабких до стійкості порід з розвинутою системою тріщин, схильних до сповзання по лежачому боку. Таким чином, збільшується граничний проліт покрівлі та порушується рівновага в масиві локальної області збільшення потужності покладу, де камери розташовуються довгою стороною вперехрест простяганню.

**Ключові слова:** штучний масив, стійкість, структура вміщуючих порід, очисна камера.

*A. Kuzmenko, M. Petlovanyi*

STABILITY OF PLANE OF ARTIFICIAL MASSIF ON CONTACT WITH  
STOPE GOAF DEPENDING ON THE STRUCTURE OF ADJACENT  
STRATA OF STEEP DIP ORE DEPOSIT

The influence of the structure of adjacent strata on a stability of an artificial massif from a cementing backfill in the local area of a steep dip ore deposit is considered. It was established that the general trend of formation the form of the rock outburst of the artificial massif is directed toward the hanging wall of the deposit. In its formation, the forces of gravity and the insufficient strength properties predominate in order to resist this phenomenon. The predominant majority of the rock outburst occurs on the southern part of the ore deposit in the places where the rocks have weak stability, with a developed crack system susceptible to rockslide along the foot wall. Thus, the limiting span of the roof is increased and the equilibrium in the massif of the local area of increasing the deposit thickness get broken, where the stopes are located by the long side across the strike.

**Keywords:** artificial massif, stability, structure of enclosing rocks, underground quarry.