

# Закономерности процесса сдвижения залежей в условиях обрушенной зоны шахты "Анненская" Восточно-Жезказганского рудника

<sup>1</sup>**БЕКБЕРГЕНОВ Досанбай Калдарбаевич**, к.т.н., зав. лабораторией, [kdbekbergen@mail.ru](mailto:kdbekbergen@mail.ru),

<sup>2</sup>**ДЖАНГУЛОВА Гульнар Кабатаевна**, к.т.н., ассоциированный профессор, [gulnarzan@gmail.com](mailto:gulnarzan@gmail.com),

<sup>3</sup>**\*ЖАНАКОВА Раиса Кульмахановна**, PhD, ассоциированный профессор, [zhanakova\\_raisa@mail.ru](mailto:zhanakova_raisa@mail.ru),

<sup>2</sup>**КУРМАНБАЕВ Олжас Сейтботанович**, PhD, старший преподаватель, [olzhas\\_ak@list.ru](mailto:olzhas_ak@list.ru),

<sup>1</sup>Институт горного дела имени Д.А. Кунаева, пр. Абая, 161, Алматы, Казахстан,

<sup>2</sup>НАО «Казахский национальный университет имени аль-Фараби», пр. аль-Фараби, 71, Алматы, Казахстан,

<sup>3</sup>НАО «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева», ул. Сатпаева, 22а, Алматы, Казахстан,

\*автор-корреспондент.

**Аннотация.** Рассматриваются особенности проявления характера процесса сдвижения в условиях обрушенной зоны шахты «Анненская» Восточно-Жезказганского рудника. Рассмотрены вопросы восполнения выбываемых мощностей, за счет отработки запасов из целиков повторной добычей из открытого выработанного пространства, а также целиков и оставшихся запасов полевыми способами выемки в условиях массовых обрушений. Горно-геологические условия фланговых частей месторождения и участков у очагов массовых обрушений существенно отличаются от центрального рудного поля. В связи с этим предлагается камерно-столбовая система с изменением технологии отработки запасов на Анненском участке и при повторной отработке оставшихся запасов в целиках различного назначения. Возникла проблема, сложность решения которой заключается в отсутствии общепринятых методических основ управления сопутствующими геомеханическими процессами, требующихся для проектирования отработки запасов в указанных выше специфических условиях и обеспечения безопасности добычных работ, что обусловило необходимость проведения научно-исследовательских работ в данном направлении.

**Ключевые слова:** разработка месторождений, подземная технология, горный массив, сдвижение горных пород, зона обрушения, мульда сдвижения.

**Введение.** Несмотря на достаточную устойчивость налегающей толщи пород на жезказганских рудниках в процессе очистных работ в образованном выработанном пространстве начали происходить различного рода отслоения и обрушения пород кровли, площадь которых изменялась от 50 до 70 тыс. м<sup>2</sup>, и происходили они по естественным причинам с раздавливанием целиков. Почти во всех случаях это сопровождалось образованием свода, высота которого не превышала 100 м, с выходом обрушения на поверхность.

При переходе очистных работ на глубину свыше 200 м и вводе в эксплуатацию за-

лежей мощностью свыше 18,0 м появились, а затем и участились массовые обрушения МКЦ с выходом и без выхода на дневную поверхность. Впервые обрушение вышло на поверхность в 1947 г. на шахте «Петро», где по технологической схеме отработки предусматривалось частичное обрушение пород налегающей толщи, однако, обрушение вышло на поверхность, образовав провал площадью 19640 м<sup>2</sup>. Первое крупное обрушение с выходом на поверхность из-за частичной подработки целиков появилось в 1957 г. и более 20 лет оставалось единственным. Далее с 1977 по 1990 гг. произошло 6 массовых обрушений, за период с 1991-2005 гг.

число их увеличилось еще на 11 и в итоге достигло 17 [1].

Аналогичные негативные проявления горного давления на отдельных этапах отработки сопутствовали эксплуатационным работам на Орловском, Миргалимсайском, Соколовском и других месторождениях Республики Казахстан [2]. Как правило, такого рода проявления носят характер внезапного обрушения пород подрабатываемой толщи с появлением провалов на поверхности, горных ударов, сотрясений, колебаний почвы, воздушных ударов и других сопутствующих последствий при эксплуатации рудников как Казахстана, так и других стран СНГ, с наличием больших зон обрушения.

### Материал и методы исследования

Началом развития процесса сдвижения в Анненском рудном поле Жезказганского месторождения на Восточно-Жезказганском руднике является сопровождавшееся локальное обрушение, которое произошло в июне 2002 г. в районе дренажного штрека горизонта 0 м в блоках 12-12бис, 1, 3-3бис, 8-8бис. Данное обрушение протекало в отдельных камерах с сопровождением провалов «мостов» между залежами и одиночными выработками, разрушениями отдельных МКЦ. При этом процесс обрушения в районе дренажного штрека продолжался в течение 1,5 месяцев и после этого большинство отработанных блоков оказалось недоступны-

ми для визуального обследования.

Следующее обрушение произошло летом 2004 г., с процессом сдвижения налегающей толщи над ослабленным районом 2, включавшим блоки: 18 гор.170 м по Анн-6-I (глубина 240-280 м), Жезказганского месторождения 25 бис горизонта 0 м по Анн-3-Ін (глубина 400 м), 12, 12 бис, 1 горизонта 0 м по Анн-3-Ів/н, 2-IV (глубина 260-330 м), 31 горизонта -50 м по Анн-2-I-II (глубина 400-450 м). Стадия разрушения МКЦ в них проходила в 1997-2002 годы в ходе отработки блоков данного района. После этого, по мере накопления перекрывающихся выработанных пространств, в 2000-2003 годы в данном районе проходила стадия провала мостов. И в 2004 году по проявлениям горного давления в выработках вышележащего откаточного горизонта 90 м зарегистрировано начало стадии сдвижения налегающей толщи.

В этой связи следует отметить, что в 2004 г. и 2006 г. в Анненском горном районе произошло крупное обрушение в результате разрушения МКЦ и провалов междупластия в отработанных перекрывающихся наклонных залежах. При этом объединенной мульдой сдвижения охвачена площадь около 2 км по простиранию залежи Анн-2-I-II и 0,6 км по падению с образованием на земной поверхности по границам мульды сдвижения крупных разрывных трещин (рисунок 1) [3].

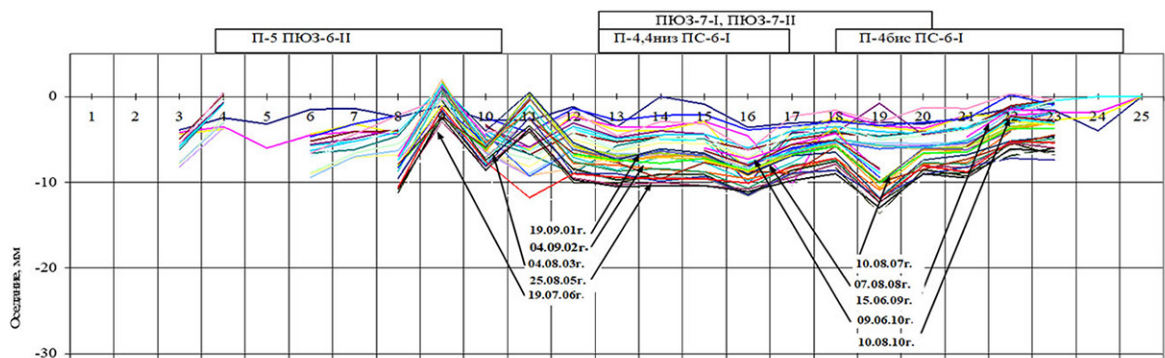


Рисунок 1 – Образование провалов на поверхности в результате ведения подземных горных работ [3]

### Результаты исследования

Считается, что произошло не массовое обрушение по всей площади, а ряд локальных обрушений налегающей толщи с образованием локальных сводов, ограниченных сверху слоями пород-мостов серых песчаников. Они находились выше нее в зоне плавного сдвигания налегающей толщи.

Обследования выработанных пространств, расположенных на примыкании к зонам обрушений, показали, что проявления повышенного горного давления (треск, заколообразование, отслоения, вывалы) наблюдались в выработках, расположенных на расстоянии до 150 м от зоны обрушения. На этом основании вокруг зоны обрушения была отстроена 150-метровая зона, в которой ведение горных работ допускается только с разрешения геомеханической службы.

Первое массовое обрушение, произошло в поле Анненской шахты ВЖР в октябре-ноябре 2004 года. Схема процесса сдвиговых подвижек показана на рисунке 2, где в горизонтальных выработках, ориентированных вкрест простирания пластов, сдвиговые подвижки имеют вид, показанный на рисунке 3 – сдвиговая подвижка массива, вскрытая в борту выработок [4].

Исходя из этого, можно отметить, что

сдвигание толщи пород в виде скольжения (сдвига) по наклонным поверхностям ослабления массива начинается при угле их падения более  $16^\circ$ , и в таких случаях зону сдвигания горных пород по восстанию залежи необходимо отстроить по углу наклона толщи пород.

Были приняты необходимые меры по обеспечению сохранности объектов инженерной инфраструктуры на земной поверхности над районом готовящегося обрушения, т.к. прогнозировалось плавное оседание земной поверхности без образования провалов, где вовремя было запрещено движение по автодороге к закладочному комплексу, а по коллектору и водоводу были приняты и реализованы технические решения (врезка компенсаторов), предотвращающие их разрыв в результате деформации земной поверхности.

В феврале 2006 года, на ВЖР произошло обрушение в неустойчивых панелях 13, 16, 14 горизонта 160 м по залежи Анн-2-I-II, которое спровоцировало обрушение в августе-сентябре 2006 г. панелей 19, 20 и 18 шахты 57 ВЖР и примыкающих к ним выработанных пространств Анненской шахты ВЖР (блоки 3-4, 29, 32, панели 2, 2-5, 5). Далее обрушение Анненского района рас-

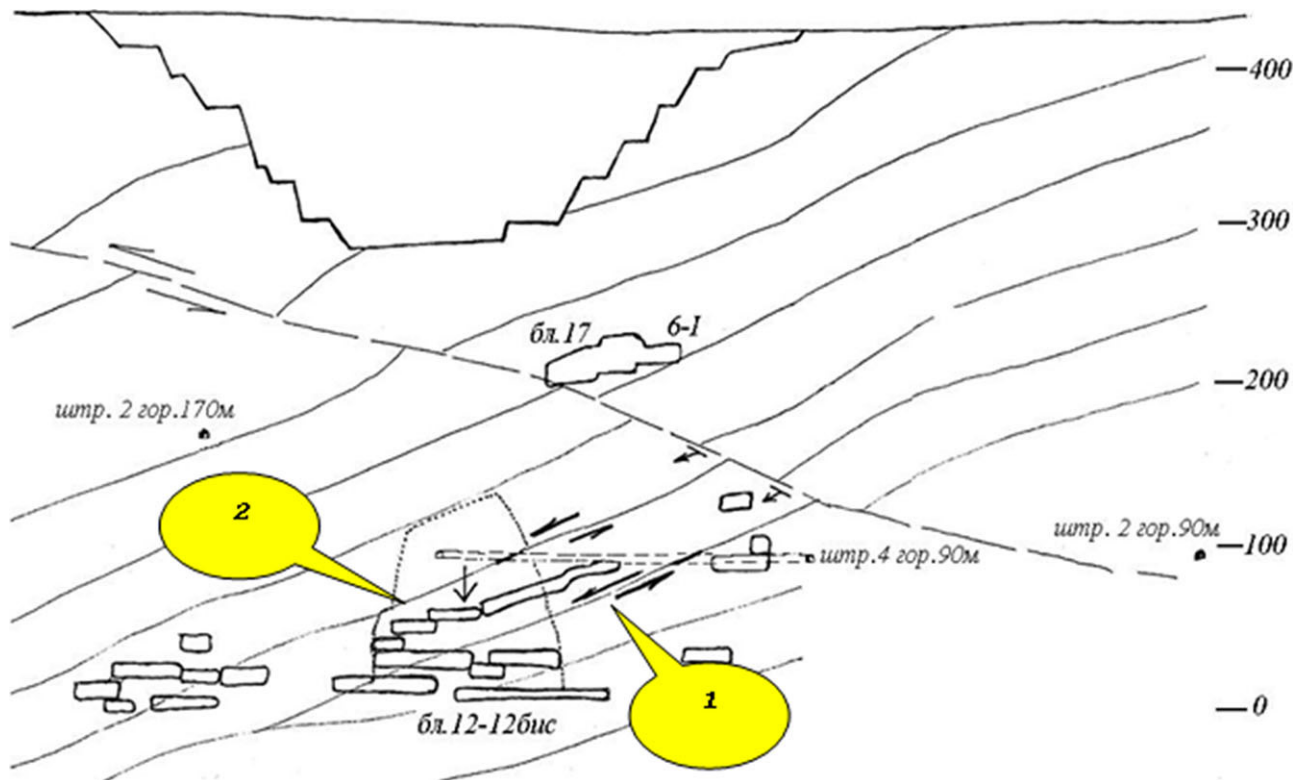
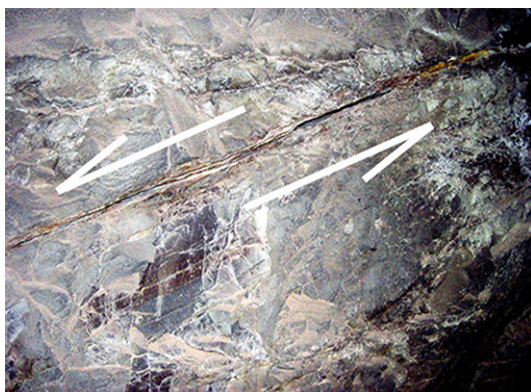


Рисунок 2 – Схема процесса развития сдвиговых подвижек (1) в наклонной слоистой толще пород после образования зоны обрушения (2) [4]





**Рисунок 3 – Сдвиговая подвижка массива, вскрытая в борту выработки [4]**

пространилось в неустойчивые блоки 32, 32север, 32восток, 25, расположенные восточнее штрека 1 горизонта 0 м [4].

В 2004 и 2006 годы по результатам разрушений МКЦ и провалов междупластий между отработанными перекрывающимися наклонными залежами в Анненском горном районе произошли крупные обрушения с объединенной мульдой сдвижения, охваченные площадью около 2 км по простиранию залежи Анн-2-I-II и 0,6 км по падению.

С целью определения границ зоны обрушения, оценки его дальнейшего развития и возможности доработки запасов в зоне, прилегающей к обрушению, были проведены работы [6-7], где в результате выполненных исследований установлено, что выработанные пространства шахты «Анненская» ВЖР в зоне обрушения разобщены в плане и по вертикали, наблюдается фрагментарность подработки налегающей толщи, выявлено наличие участков неподработанного массива и массивных целиков в отдельных блоках – все это вместе взятое позволило установить, что образовались три изолированные зоны с развитием обрушения.

Нужно отметить, что с 2015 по сентябрь 2020 годы, в течение 6-ти лет на Жезказганском месторождении не было допущено ни одного массового площадного обрушения, общий объем образованных пустот составлял – 389812 тыс. м<sup>3</sup>.

**Обсуждение результатов.** На основании исследований горно-геологических и геомеханических условий и закономерностей изменения сдвижений и деформаций при изменении параметров очистного забоя по выполненной работе НИР проведен анализ.

При разработке Жезказганского месторождения отмечены проблемы, связанные с накоплением большого объема выбра-

танных пространств и возрастанием напряженно-деформированного состояния пород вокруг очистных выработок, снижением устойчивости конструктивных элементов систем разработки, появлением негативных проявлений горного давления, что серьезно сказалось на безопасности ведения горных работ.

Горные выработки, расположенные в сдвигающемся массиве (под воздействием потери устойчивости отдельных целиков различного назначения) также деформируются и подвергаются разрушению в виде сколов, отслоений и вывалов, а также интенсивность их разрушения зависит от величин деформаций массива, которые снижаются по мере удаления от контура зоны обрушения.

В таблице 1 отражены основные характеристики обрушений с выходом на поверхность, которыми являются: глубина разработки, суммарная мощность, кратность, оседание и скорость оседания, глубина провала на поверхности на ведение горных работ вокруг зон обрушения в пределах ширины одной типовой панели – 150 м для полной стабилизации горного давления вокруг общей зоны обрушения.

Определяющими параметрами для решения вопроса ведения горных работ в мульде сдвижения и на прилегании к ней, согласно нормативным документам [1, 2], являются: граничные углы сдвижения, зоны опорного давления (по падению, по восстанию), зоны по степени нарушенности массива в пределах мульды сдвижения.

**Выводы.** В заключение данного анализа стоит отметить, что, согласно «Временным правилам охраны от вредного влияния подземных разработок на рудниках АО «Жезказганцветмет» (Жезказган, 1998 г.), углы сдвижения для условий Анненского рудника составляют: в отдалении от флексур (более 100 м)  $\beta=70^\circ$  – по падению;  $\gamma=80^\circ$  – по восстанию;  $\delta=80^\circ$  – по простиранию и в прилегании к флексурам  $\beta=70^\circ$  – по падению;  $\gamma=75^\circ$  – по восстанию;  $\delta=75^\circ$  – по простиранию [8].

В целом запасы Анненского рудника, попавшие в мульду сдвижения, находятся в I и II зонах с интенсивным и средним нарушением пород, поскольку они по вертикали прилегают к обрушенным участкам.

Массовые обрушения, возникая внезапно, влекут за собой тяжелые последствия и поэтому рассматриваются как техногенные катастрофы, последствия которых многообразны, ориентировочный перечень которых в условиях отработки прочных руд и вмещающих пород, с формой негативных последствий: [9].

**Таблица 1 – Панели и блоки в геомеханически осложненных участках [9]**

<b>Панель 54</b>	зал.Анн-3-Iв	гор.75м
<b>Панель 22-23-24</b>	зал.Анн-3-II, 3-I, 2-IV	гор.0м и гор.-50м
<b>Блок 24</b>	зал.Анн-3-II, 3-Iв/н, 2-IV	гор.0м и -50м
<b>Блоки 4, 4зап и 4юг</b>	зал.Анн-4-I, 4-II	гор.-50м, -90м

1. Локальные проявления горного давления, последствием которых являются разрушения пород непосредственной кровли, группы междукамерных целиков, появление ослабленных участков, травматизм.

2. Горные удары – внезапные разрушения забоев, стенок выработок, воздушные удары, травматизм.

3. Массовые обрушения и формирование

очагов обрушений – массовые обрушения целиков, пород непосредственной кровли, налегающей толщи, образование разломов и воронок на поверхности, потери разведанных запасов в зонах обрушений, землетрясения, воздушные удары, повреждения инженерных сооружений, жилищных строений и транспортных коммуникаций.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нугманов К.Х., Чабдарова Ю.И., Букин А.Н., Шамганова Л.С. Особенности перераспределения нагрузок на междукамерные целики в процессе их выемки // Сб. межд. конф. «Геодинамика и напряженное состояние недр земли». – Новосибирск, 2003. – С. 386-392.
2. Жеребко Л.Н., Джангулова Г.К., Пивоварова Л.М. Формирование свода обрушений в налегающем массиве, представленном слоями различной мощности // Научно-техническое обеспечение горного производства. Труды ИГД им. Д.А. Кунаева. – Алматы. – Т. 75. – 2008. – С. 18-21.
3. Презентационный доклад Генерального директора ГПК ТОО «Корпорация Казахмыс» Кыркпышева Б. // IV международная научно-практическая конференция «Геотехника-2013»: Проблемы и пути инновационного развития горнодобывающих промышленности. – Алматы, 2013.
4. Заключение о причинах обрушений и рекомендации по мерам безопасности для продолжения работ на Анненском руднике / Горно-геомеханическое управление ПО «Жезказганцветмет» ТОО «Корпорация Казахмыс». Жезказган, 2007. – 50 с.
5. Заключение геомеханического состояния выработанных пространств Жезказганского месторождения от 12.2011 г.
6. Заключение о состоянии выработанных пространств и оценка возможности доработки запасов шахты Анненская, 57 ВЖР. Корпорация «Казахмыс» Жезказганский, Горно-геомеханическое управление ГМК от 12.2011 г.
7. Заключение о состоянии выработанных пространств и оценка возможности доработки запасов шахты Анненская, 57 ВЖР. Корпорация «Казахмыс» Жезказганский, Горно-геомеханическое управление ГМК. Жезказган, 2006 г. – 9 с.
8. Временные правила охраны от вредного влияния подземных разработок на рудниках АО «Жезказганцветмет». Жезказган, 1998.
9. Отчет заключительный за 2022 год по теме НИР «Исследование соответствия определения параметров и системы отработки в условиях шахты «Анненская» Восточно-Жезказганского рудника». Руководитель проекта Бекбергенов Д.К., ТОО «КазНИИцветмет». Алматы, 2022. – 347 с.

### **Шығыс Жезқазған кенінің Анненская шахтасындағы опырылу аймағындағы кеншоғырдың жылжу процесінің заңдылықтары**

<sup>1</sup>**БЕКБЕРГЕНОВ Досанбай Калдарбаевич**, т.ғ.к., зертхана меңгерушісі, kdbekbergen@mail.ru,

<sup>2</sup>**ДЖАНГУЛОВА Гульнар Кабатаевна**, т.ғ.к., қауымдастырылған профессор, gulnarzan@gmail.com,

<sup>3</sup>**\*ЖАНАКОВА Раиса Кульмахановна**, PhD, қауымдастырылған профессор, zhanakova\_raisa@mail.ru,

<sup>2</sup>**КУРМАНБАЕВ Олжас Сейтботанович**, PhD, аға оқытушы, olzhas\_ak@list.ru,

<sup>1</sup>Д.А. Қонаев атындағы Тау-кен істер институты, Абай даңғылы, 161, Алматы, Қазақстан,

<sup>2</sup>«Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті» КеАҚ, әл-Фараби даңғылы, 71, Алматы, Қазақстан,

<sup>3</sup>«Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті» КеАҚ, Сәтбаев көшесі, 22а, Алматы, Қазақстан,

\*автор-корреспондент.

**Аңдатпа.** Шығыс Жезқазған кенінің Анненская шахтасының опырылу аймағындағы жер бетінің жылжу процесі ерекшеліктері қарастырылады. Жұмыста кен орындарынан қайталап өңдеу жолымен кентіректерден тау-кен қорларын қазымдау, сондай-ақ қалған қорлардың жаппай опырылу жағдайында кенді өндіру әдістерімен жүзеге асырылуына болжам жасалған. Кен орнының шеткі қаптал бөліктерінің және жаппай опырылу аумақтардың тау-кен-геологиялық жағдайлары орталық кен алаңымен айтарлықтай айырмашылығы бар. Осыған байланысты, Анненский учаскесінде қорларды қазымдау технологиясына өзгеріс енгізе отырып, камерааралық кентірек жүйесімен қалған қорларды қайта өндіру ұсынылады. Мәселе туындауына байланысты, шешу жолдарының күрделілігі кен-қорларын игеруді жобалау және тау-кен жұмыстарының қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қажетті ілеспе геомеханикалық процестерді басқарудың жалпы қабылданған әдістемелік принциптерінің жоқтығында болып табылады, осыған орай аталмыш бағытта ғылыми-зерттеу жұмыстарын жүргізу қажеттілігі туындайды.

**Кілт сөздер:** кен орындарын игеру, жерасты технологиясы, кен сілемі, тау жыныстарының жылжуы, құлау аймағы, жылжу мұльдасы.

### **Regularities of The Deposit Shearing Process in The Cave-In Zone of The Annenskaya Mine of The East Zhezkazgan Mine**

<sup>1</sup>**BEKBERGENOV Dossanbay**, Cand. of Tech. Sci., Head of Laboratory, kdbekbergen@mail.ru,

<sup>2</sup>**JANGULOVA Gulnar**, Cand. of Tech. Sci., Associate Professor, gulnarzan@gmail.com,

<sup>3</sup>**\*ZHANAKOVA Raissa**, PhD, Associate Professor, zhanakova\_raisa@mail.ru,

<sup>2</sup>**KURMANBAYEV Olzhas**, PhD, Senior Lecturer, olzhas\_ak@list.ru,

<sup>1</sup>Mining Institute after D.A. Kunayev, Abai Avenue, 161, Almaty, Kazakhstan,

<sup>2</sup>NPJSC «Al-Farabi Kazakh National University», Al-Farabi Avenue, 71, Almaty, Kazakhstan,

<sup>3</sup>NPJSC «Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev», Satpayev Street, 22a, Almaty, Kazakhstan,

\*corresponding author.

**Abstract.** The article considers the peculiarities of manifestation of the character of the shear process in the conditions of the collapsed zone of the Annenskaya mine of the East-Zhezkazgan mine. The questions of replenishment of retired capacities are considered, where it is supposed at the expense of working out of reserves from pillars by re-mining from the open excavated space, and also pillars and remaining reserves by field methods of excavation in conditions of mass caving. The mining and geological conditions of the flank parts of the deposit and the areas near the mass cave-ins differ significantly from the central ore field. In this connection, we propose a chamber and pillar system with a change in the technology of reserve mining at the Annensky site and with the re-mining of the remaining reserves in pillars of various purposes. The problem has arisen, the complexity of the solution of which lies in the absence of generally accepted methodological bases of management of accompanying geo-mechanical processes required for designing of reserves development in the above mentioned

*specific conditions and ensuring safety of mining operations, which has caused the necessity of carrying out research works in this direction.*

**Keywords:** *deposit development, underground technology, rock massif, rock shear, collapse zone, shear mulda.*

## REFERENCES

1. Nugmanov K.X., Chabdarova Yu.I., Bukin A.N., Shamganova L.S. Osobennosti pereraspredeleniya nagruzok na mezhdukamerny`e celiki v processe ix vy`emki //Sb. mezhd. konf. «Geodinamika i napryazhennoe sostoyanie nedr zemli». – Novosibirsk. – 2003. – Pp. 386-392.
2. Zherebko L.N., Dzhangulova G.K., Pivovarova L.M. Formirovanie svoda obrushenij v nalegayushhem massive predstavleny`m slojami razlichnoj moshhnosti // Nauchno-texnicheskoe obespechenie gornogo proizvodstva. Trudy` IGD im. D.A.Kunaeva. –Almaty`. – T. 75. – 2008. – Pp. 18-21.
3. Prezentacionny`j doklad General`nogo direktora GPK TOO «Korporaciya Kazaxmy`s» Ky`pkpy`sheva B. // IV mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Geotexnika-2013»: Problemy` i puti innovacionnogo razvitiya gopnodoby`vayushxsya promy`shlennosti. – Almaty`. – 2013.
4. Zaklyuchenie o prichinax obrushenij i rekomendacii po meram bexopasnosti dlya prodolzheniya rabot na Annenskom rudnike. Gorno-geomexanicheskoe upravlenie PO «Zhezkazganczvetmet» TOO «Korporaciya Kazaxmy`s». Zhezkazgan, 2007. – 50 p.
5. Zaklyuchenie geomexanicheskogo sostoyaniya vy`rabortanny`x prostranstv Zhezkazganskogo mestorozhdeniya ot 12.2011 g.
6. Zaklyuchenie o sostoyanii vy`rabortanny`x prostranstv i ocenka vozmozhnosti dorabotki zapasov shaxty` Annenskaya, 57 VZhR. Korporaciya «Kazaxmy`s» Zhezkazganskij, Gorno-geomexanicheskoe upravlenie GMK ot 12.2011 g.
7. Zaklyuchenie o sostoyanii vy`rabortanny`x prostranstv i ocenka vozmozhnosti dorabotki zapasov shaxty` Annenskaya, 57 VZhR. Korporaciya «Kazaxmy`s» Zhezkazganskij, Gorno – geomexanicheskoe upravlenie GMK. Zhezkazgan, 2006 g. – 9 p.
8. Vremenny`m pravilam oxrany` ot vrednego vliyaniya podzemny`x razrabotok na rudnikax AO «Zhezkazganczvetmet». Zhezkazgan, 1998.
9. Otchet zaklyuchitel`ny`j za 2022 god po teme NIR «Issledovanie sootvetstviya opredeleniya parametrov i sistemy` otrabotki v usloviyax shaxty` «Annenskaya» Vostochno-Zhezkazganskogo rudnika». Rukovoditel` proekta Bekbergenov D.K., TOO «KazNIlczvetmet». Almaty`, 2022. – 347 p.