

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТКИ СВИТ СБЛИЖЕННЫХ ПЛАСТОВ НА ПЕРСПЕКТИВНЫХ ШАХТАХ КУЗБАССА

В статье приведены результаты анализа особенностей отработки свит пологих сближенных пластов на перспективных шахтах Кузбасса, использующих высокопроизводительные очистные механизированные комплексы. Отмечено, что особенности проектирования технологических схем отработки сближенных пластов на перспективных шахтах связаны с использованием системы разработки пластов длинными столбами в варианте с оставлением не разрушаемых горным давлением целиков в выработанном пространстве лав вышерасположенного пласта, на поддержание подготовительных выработок и работу лав надработанных пластов. Отмечено, что повышение эффективности отработки сближенных пластов при фактически сложившихся технологических схемах перспективных шахт Кузбасса может быть достигнуто при разгрузке целиков, оставляемых в выработанном пространстве надрабатываемого пласта, от повышенного горного давления. Приведены мероприятия по снижению отрицательного влияния целиков, разрабатываемые в рамках научной школы «Разработка месторождений твердых полезных ископаемых» Санкт-Петербургского горного университета. Приведено выражение для оценки минимально необходимой степени частичной отработки целика, при которой обеспечивается его разгрузка от повышенного горного давления.

Ключевые слова: целики, длинные столбы, горное давление, лавы, выработки, разгрузка целиков, сближенные пласты, погашение целиков

Специфика отработки сближенных пластов на перспективных шахтах Кузбасса связана с тем, что практически все пласты отработывают с использованием системы разработки длинными столбами с подготовкой столбов сдвоенными выработками, одна из которых погашается за лавой, а вторая повторно используется при отработке смежного столба (рис. 1). При этом в выработанном пространстве через расстояние равное длине лавы оставляют целики угля Z шириной до 40м и длиной равной длине выемочного

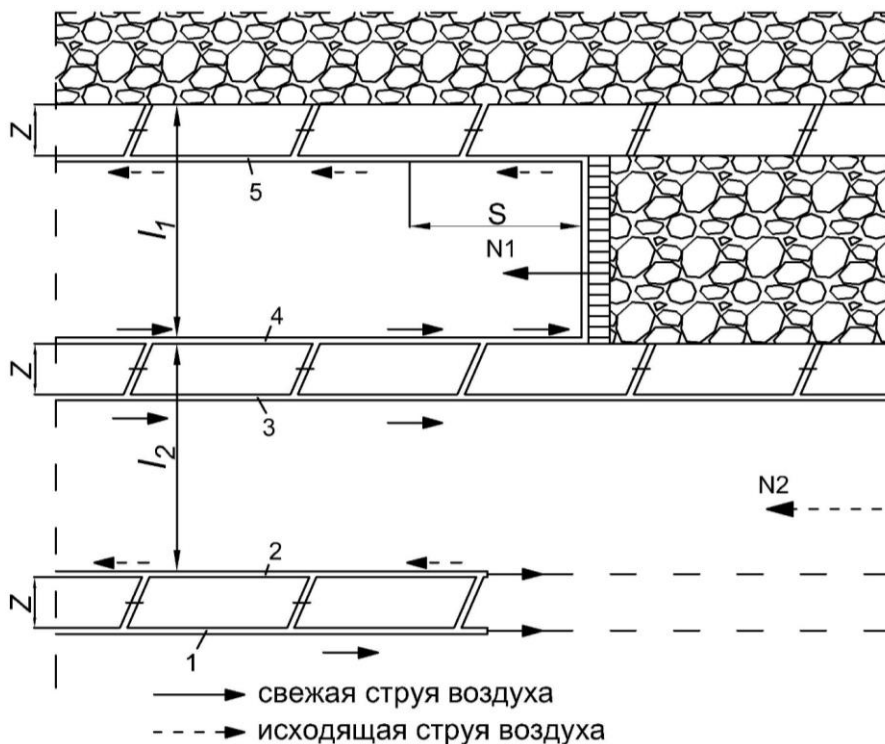


Рис. 1 Система разработки, применяемая на перспективных шахтах Кузнецкого бассейна

столба [1.2]. Целики угля, являясь «концентраторами» высоких нагрузок, создают в нижерасположенном горном массиве зоны повышенных напряжений (зоны ПГД), которые существенно усложняют решение вопросов, связанных с управлением горным давлением в очистных и подготовительных выработках и обеспечением надежного выполнения производственных заданий по объемам добычи.

Суммарная площадь зон ПГД в наработанном пласте под системно оставленными целиками достигает 30% площади шахтного поля, а напряжения в зонах ПГД на уровне расположения надрабываемого пласта может в 1,5- 1,7 раза и более превышать уровень естественных напряжений в массиве на соответствующей глубине.

Данное обстоятельство необходимо учитывать при отработке пластов опасных по внезапным выбросам и горным ударам, а также при обосновании параметров крепи управления горным давлением на участках подготовительных и очистных выработок, расположенных в зонах ПГД.

Так на ряде перспективных шахт («Котинская», «Комсомолец», им. «С.М.Кирова», «им. А.Д. Рубана», им. В.Д. Ялевского и др.) фактически достигнутая глубина ведения горных работ составляет 330- 510м. Следует отметить, что в горно-геологических условиях шахт ОАО «СУЭК-Кузбасс» с глубины 150-180м пласты обычно относят к угрожаяемым по горным ударам, с глубины 220-300м - к опасным по горным ударам, с глубины 430-490м – к угрожаяемым по внезапным выбросам угля и газа.

Целики угля оказывают также существенное влияние на проходку и поддержание участков подготовительных выработок, закрепленных анкерной крепью, а также являются причиной повышенной интенсивности обрушений пород кровли в лавах, отжима угля, неплановых простоев лавы и, как следствие, невосполнимых потерь добычи угля.

Для исключения отрицательного влияния целиков подготовительные выработки рекомендуется [4] располагать за пределами зон ПГД. Однако при выполнении этой рекомендации в зонах влияния целиков неизбежно оказываются очистные забои. При этом степень отрицательного влияния целиков на очистные работы, с точки зрения отрицательных экономических последствий для шахты и снижения безопасности труда горнорабочих, может быть не менее существенным. Основанием для такого предположения являются, в частности, данные шахтных исследований на шахте «Гуковская» (рис. 2) , позволяющие судить о степени влияния целиков на смещения пород в ярусном штреке и среднесуточную нагрузку на очистной забой в сопоставимых горно-геологических условиях.

На рис.2,а приведены данные о суточной добыче из лавы № 254 пласта K_5^{1-B} в период отработки ее под целиком, оставленным в выработанном пространстве вышерасположенного пласта K_6 . На рис.2,б – график изменения скоростей сближения пород кровли и почвы по длине участка штрека 255, расположенного в зоне влияния целика при уменьшении его ширины от 93 до 35м. Глубина расположения пласта K_5^{1-B} от поверхности составляла 600-630м, мощность междупластья $M=45-53$ м.

В рассмотренном примере (рис.2,а) величина снижения нагрузки на очистной забой в период прохождения лавы № 254 под целиком в среднем составляла 30-35%. Снижение нагрузки было связано, в основном, с простоями лавы из-за повышенной интенсивности отжима угля и вывалов пород кровли в призабойном пространстве лавы.

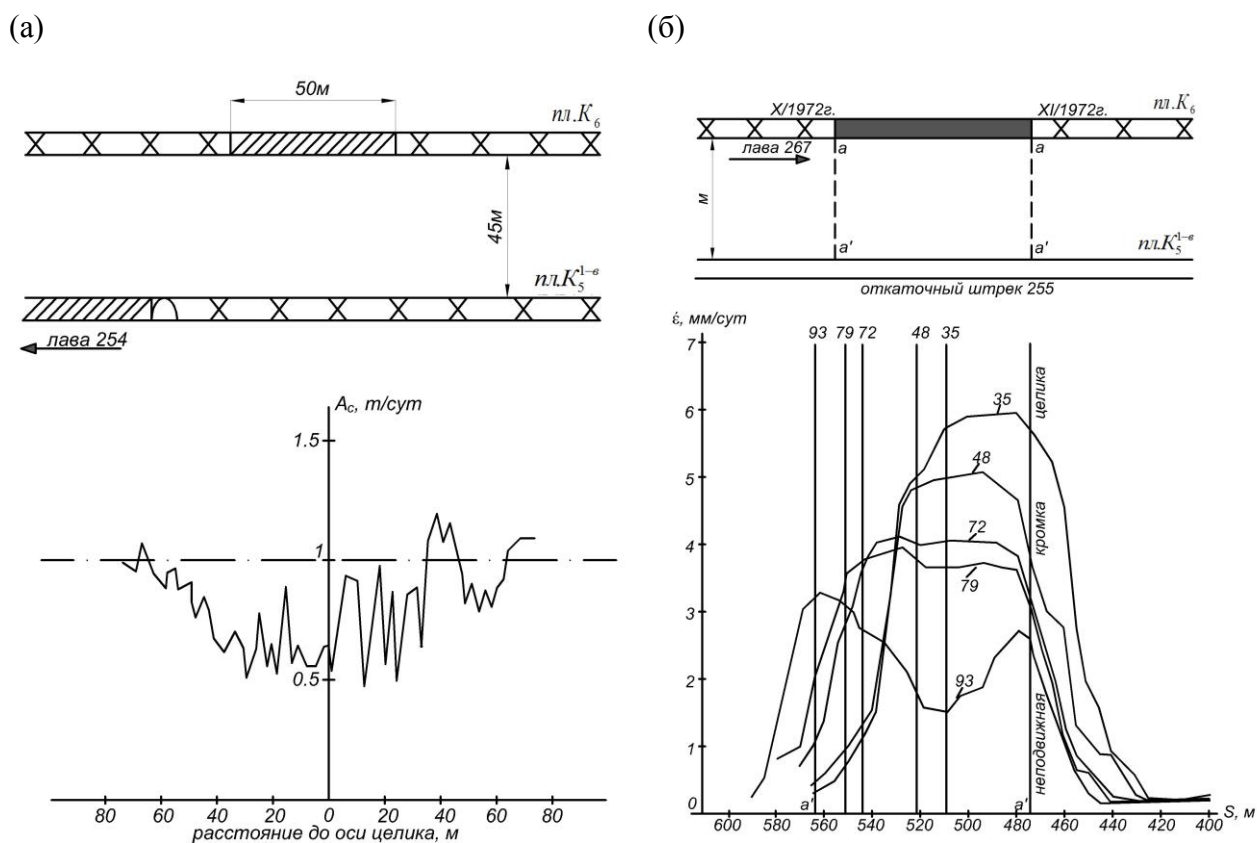


Рис. 2 Влияние целика, оставленного в выработанном пространстве пласта K_6 , на работу лавы № 254 (а) и состояние ярусного транспортного штрека 255 (б) надработанного пласта $K_5^{1-в}$ (ш. «Гуковская»)

Вопросы, связанные с поиском технических решений, позволяющих снизить или полностью исключить отрицательное влияние целиков на ведение горных работ в надработанных пластах, наиболее актуальны для «шахт-лав» на шахтах Кузбасса, базовыми требованиями для которых являются надежность технологических схем и выполнение производственных заданий по объемам добычи. В настоящее время с использованием такой формы организации горных работ отрабатывают пласты более 80% шахт ОАО «СУЭК».

Как следует из работ [9, 10] задача повышения эффективности отработки сближенных пластов является не менее актуальной и для перспективных зарубежных шахт.

Целью данных исследований являлось повышение безопасности и экономической эффективности отработки надрабатываемых пластов в условиях «шахт-лав» при использовании для выемки надрабатывающего пласта системы разработки длинными столбами в варианте с оставлением целиков в выработанном пространстве. Идея, на основе которой планируется достижение этой цели, заключается в применении способов разгрузки целиков, оставляемых в выработанном пространстве надрабатывающего пласта, от повышенного горного давления до уровня, исключающего отрицательное влияние целиков на очистные и подготовительные выработки надрабатываемого пласта.

На рис.3 приведены мероприятия по снижению отрицательного влияния целиков, разрабатываемые в рамках научной школы «Разработка месторождений полезных ископаемых» Санкт-Петербургского горного университета [5,6,7,8].

Область рационального использования этих мероприятий зависит от конкретного сочетания горногеологических и горно-технических условий отработки рассматриваемых сближенных пластов, а также стадией их отработки. При фактически сложившемся состоянии технологических схем перспективных шахт Кузнецкого бассейна к числу реально выполнимых мероприятий по полному исключению или снижению отрицательного влияния целиков относятся:

- частичная или полная отработка целиков [3,7,8];
- частичная или полная отработка целиков [3,7,8];
- использование технологических схем, предусматривающих комбинацию нисходящего и восходящего порядка отработки групп сближенных пластов с параметрами, при которых минимизируется отрицательное влияние целиков, оставленных в выработанном пространстве, на технико-экономические показатели шахты;
- максимально возможное по техническим и геомеханическим факторам увеличение длины столба и длины лавы при отработке первого пласта свиты

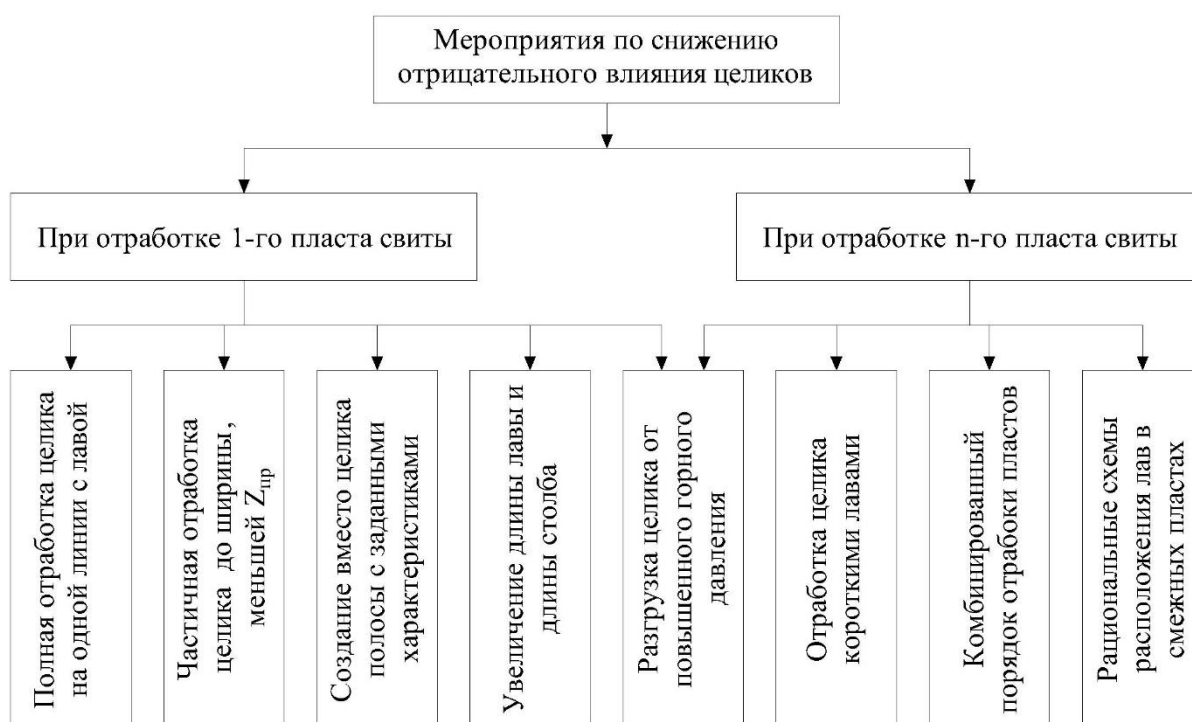


Рис. 3 Мероприятия по снижению отрицательного влияния целиков, оставленных в выработанном пространстве вышерасположенного пласта, на ведение горных работ в наработанном пласте

Частичную отработку целика целесообразно проводить на участке S (рис. 1) перед погашением повторно используемой подготовительной выработки 5 путем, например, проведения в целике печей и разрушения известными способами неизвлеченного между печами угля. Минимально необходимая степень частичной отработки целика, при которой обеспечивается его разгрузка от повышенного горного давления может быть оценена с использованием выражения

$$V = \frac{h_x(1-K_x^k) + m_z K_y^k}{m_z K_y^k} 100\% \quad (1)$$

где $V = Q_B / Q_Z$;

Q_B – объем выемки угля из целика перед его погашением;
 Q_Z – объем угля в целике;
 h_n – суммарная мощность пород непосредственной кровли надрабатывающего пласта;
 K_n^k, K_y^k – конечные значения коэффициента разрыхления обрушившихся пород непосредственной кровли надрабатывающего пласта и разрушенного (гидроразрывом, взрывными работами, горным давлением) угля;
 m_b – вынимаемая мощность надрабатывающего пласта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.Н. Демура, В.Б. Артемьев, С.В. Ясюченя и др. Технологические схемы подготовки и отработки выемочных участков на шахтах ОАО «СУЭК-Кузбасс». Библиотека горного инженера. 2014. – том 3, книга двенадцатая. – 255с.
2. Ютяев Е.П. Влияние геомеханических процессов в массиве на выбор параметров технологических схем отработки пологих пластов Ленинск-Кузнецкого месторождения // «Записки Горного института». Т.185, 2010. С.50-55.
3. Зубов В.П., Козовой Г.И., Зайденварг В.Е. Способ разработки пластов полезных ископаемых. Заявка на изобретение №97100392/03 от 08.01.1997.
4. Правила технической эксплуатации угольных и сланцевых шахт. М., Недра, 1976, с.47
5. Зубов В. П. Научная школа «Разработка месторождений твердых полезных ископаемых: этапы становления, основные результаты исследований, направления развития» // Записки Горного института. Инновационное развитие минерально-сырьевого комплекса. 2013. Т. 205. С. 11–17.
6. Зубов В.П. Кафедра разработки месторождений полезных ископаемых: этапы становления, направления развития, приоритетные задачи. Горный журнал, 2016, № 1, с. 18
7. Патент №2441160 России. Способ подземной разработки угольных пластов. /Зубов В.П., Елькин В.С. 27.01.12.
8. Зубов В.П., Елькин В. С. Оценка максимально допустимых нагрузок на лаву при бесцеликовых технологиях отработки пластов на шахтах с повышенным выделением метана. Журнал Газовая промышленность. Метан угольных шахт. М. 2012. с. 29-33.
9. Christopher Mark, Ph.D., P.E., Frank E. Chase, Deno M. Pappas. Multipleseam mining in the united states: design based on case histories. Proceedings on the New Technology for Ground Control in multiple seam mining. 2007, pp.15-27.
10. A case study on mine subsidence due to multi-seam longwall extraction. 2nd Australasian Ground Control in Mining Conference, Sydney. 23-24 November.2010.

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Владимир Павлович Зубов, профессор, заведующий кафедрой разработки месторождений полезных ископаемых, Санкт-Петербургский горный университет, spggi_zubov@mail.ru

Анатолий Сергеевич Фёдоров, аспирант кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, Санкт-Петербургский горный университет, plyton213@gmail.com

Дмитрий Сергеевич Бостанджиев, аспирант кафедры разработки месторождений полезных ископаемых, Санкт-Петербургский горный университет, sime4@rambler.ru

IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE DEVELOPMENT OF CONTIGUOUS SEAMS IN THE PROMISING MINES OF THE KUZBASS

The article presents the results of the analysis of particularities of the development of flat-lying contiguous seams on promising mines of Kuzbass using highly productive mechanized complexes. Noted that the peculiarities of designing of technological schemes of mining contiguous seams on the promising mines associated with longwall mining with pillar leaving not destructible by rock pressure in the goaf. Performed assessment of grade of the influence of pressure burden, formed under pillars left in the goaf overlying seam, to maintenance of entries and operation on overworked seam. Noted that improving the efficiency of mining of contiguous seams with the existing technological schemes in the promising mines of the Kuzbass can be achieved with de-stress pillars from high rock pressure left in the goaf of overworking seam. Given measures to reduce the negative impact of the pillars, developed as part of scientific school "Development of deposits of solid minerals", St. Petersburg mining university. Given the expression for estimation the minimum required grade of partial pillar mining, which provides its de-stressing from the high rock pressure.

REFERENCES

1. V.N. Demura, V.B. Artem'ev, S.V. YAsyuchenya i dr. Tekhnologicheskie skhemy podgotovki i otrabotki vyemochnyh uchastkov na shahtah OAO «SUEHK-Kuzbass». Biblioteka gornogo inzhenera. 2014. – tom 3, kniga dvenadcataya. – 255s.
2. YUtyaev E.P. Vliyanie geomekhanicheskikh processov v massive na vybor parametrov tekhnologicheskikh skhem otrabotki pologih plastov Leninsk-Kuzneckogo mestorozhdeniya // «Zapiski Gornogo instituta». T.185, 2010. S.50-55.
3. Zubov V.P., Kozovoj G.I., Zajdenvarg V.E. Sposob razrabotki plastov poleznyh iskopaemyh. Zayavka na izobretenie №97100392/03 ot 08.01.1997.
4. Pravila tekhnicheskoy ehkspluatacii ugol'nyh i slancevyh shaht. M., Nedra, 1976, s.47
5. Zubov V. P. Nauchnaya shkola «Razrabotka mestorozhdenij tverdyh poleznyh iskopaemyh: ehtapy stanovleniya, osnovnye rezultaty issledovaniy, napravleniya razvitiya» // Zapiski Gornogo instituta. Innovacionnoe razvitiye mineral'no-syr'evogo kompleksa. 2013. T. 205. S. 11–17.
6. Zubov V.P. . Kafedra razrabotki mestorozhdenij poleznyh iskopaemyh: ehtapy stanovleniya, napravleniya razvitiya, prioritetye zadachi. Gornyj zhurnal, 2016, № 1, s. 18
7. Patent №2441160 Rossii. Sposob podzemnoj razrabotki ugol'nyh plastov. /Zubov V.P., El'kin V.S. 27.01.12.
8. Zubov V.P., El'kin V. S. Ocenka maksimal'no dopustimyh nagruzok na lavu pri bescelikovyh tekhnologiyah otrabotki plastov na shahtah s povyshennym vydeleniem metana. ZHurnal Gazovaya promyshlennost'. Metan ugol'nyh shaht. M. 2012. s. 29-33.
9. Christopher Mark, Ph.D., P.E., Frank E. Chase, Deno M. Pappas. Multipleseam mining in the united states: design based on case histories. Proceedings on the New Technology for Ground Control in multiple seam mining. 2007, pp.15-27.
10. A case study on mine subsidence due to multi-seam longwall extraction. 2nd Australasian Ground Control in Mining Conference, Sydney. 23-24 November.2010.