

DOI: 10.26730/1999-4125-2021-1-73-79

УДК 622

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРЕПЛЕНИЯ ДЕМОНТАЖНЫХ КАМЕР,
ФОРМИРУЕМЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫМИ КОМПЛЕКСАМИ**

**INCREASING THE SUPPORT EFFICIENCY OF RECOVERY ROOMS THAT ARE
CREATED BY LONGWALL SET OF EQUIPMENT**

Карпов Григорий Николаевич,

канд. техн. наук, доцент, e-mail: Prk42@mail.ru

Grigoryi N. Karpov, C. Sc. in Engineering, Associate Professor

Сидоренко Андрей Александрович,

кандидат техн. наук, доцент каф. РМПИ, e-mail: Sidorenkoa@mail.ru

Andrey A. Sidorenko, C. Sc. in Engineering, Associate Professor

Носов Александр Алексеевич,

аспирант каф. РМПИ, e-mail: Nosovspmi@gmail.com

Aleksandr A. Nosov, Postgraduate

Санкт-Петербургский горный университет, 199106, г. Санкт-Петербург, 21-я В.О. линия, 2
Saint-Petersburg Mining University, 21st Line, St. Petersburg, 199106, Russian Federation

Аннотация:

Целью данной работы является повышение эффективности крепления демонтажных камер, формируемых очистными комплексами при отработке пологих угольных пластов длинными очистными забоями. Актуальность темы обусловлена низкой эффективностью и высокой трудоемкостью крепления демонтажных камер, значительным отличием паспортов крепления на шахтах России и ведущих угледобывающих предприятий за рубежом. Выполненный анализ действующих нормативных документов, паспортов крепления демонтажных камер позволил выявить существенные недостатки в применяемых методиках расчета анкерной крепи демонтажных камер. В качестве одного из основных недостатков указана необходимость совершенствования методики расчета протяженности зоны предельного состояния пласта в боку демонтажной камеры, которая определяет практически все параметры анкерной крепи, устанавливаемой в кровле и борту демонтажной камеры, но в действующем нормативном документе не учитывает вынимаемой мощности пласта и концентрации напряжений в зоне опорного давления. Предлагаемый авторами методический подход обеспечивает учет влияния вынимаемой мощности пласта и свойств пород основной кровли и позволяет повысить точность расчета анкерного крепления демонтажных камер. Научная новизна работы заключается в создании методического подхода, обеспечивающего учет влияния основных горнотехнических и горно-геологических факторов. В работе представлен разработанный авторами программный комплекс, обеспечивающий автоматизированный расчет и визуализацию параметров анкерной крепи демонтажных камер, формируемых очистным механизированным комплексом при отработке пологих угольных пластов.

Ключевые слова: подземная добыча угля, длинные очистные забои, демонтажные камеры, анкерная крепь, зона предельного состояния.

Abstract:

The purpose of this work is to increase the efficiency of recovery rooms support settings, that are created by longwall set of equipment in the process of mining flat coal seams by longwall faces. The relevance of the topic is due to the low efficiency and high labor intensity of setting recovery rooms support and due to a significant difference between the charts of supports in the mines of Russia and in the leading coal mining operations abroad. The analysis of the current regulatory documents and charts of supports of recovery rooms revealed significant shortcomings in the methods used for calculating the roof bolting support of recovery rooms. One of the main shortcomings is the necessity to improve the methods for calculating the extent of the seam limit state zone in the wall of the recovery room, which determines almost all the parameters of the bolting support, installed in the roof

and the wall of the recovery room, but the current regulatory document does not take into account the extracting seam thickness and the accumulation of stresses in the abutment pressure zone. The methodological approach proposed by the authors considers the influence of the extracting seam thickness and the properties of the main roof strata and improves the accuracy of the recovery rooms bolting support calculation. The scientific novelty of the work consists in the creation of a methodological approach that takes into account the influence of the main mining-engineering and mining-geological factors. The paper presents a software system developed by the authors that provides computer analysis and visualization of the parameters for the bolting support of the recovery rooms formed by a longwall set of equipment in the process of mining the flat coal seams.

Key words: underground coal mining, longwall faces, recovery rooms, roof bolting support, limit state zone.

Введение.

Основной технологией подземной добычи угля в Российской Федерации является отработка пологих угольных пластов длинными комплексно механизированными очистными забоями, на долю которой приходится более 90% подземной угледобычи. Следует отметить, что применение современного высокопроизводительного оборудования позволило достичь высоких показателей угледобычи (до 1-1,6 млн тонн в месяц [1, 2, 3]), однако анализ эффективности использования [4, 5, 6, 7] показывает, что имеют место длительные простои, снижающие технико-экономические показатели работы шахт. Одной из основных причин таких простоев является низкая эффективность монтажно-демонтажных работ [3, 7, 8, 9, 10], обусловленная неудовлетворительным состоянием демонтажных камер [3, 7, 9, 10].

Следует отметить, что наиболее эффективным способом формирования демонтажных камер при отработке пологих угольных пластов длинными очистными механизированными комплексами,

получающими все большее распространение на шахтах ведущих угледобывающих стран (США, Австралия, Китай, Россия) является формирование демонтажных камер очистным комплексом. Надежность и скорость проведения этих работ в первую очередь зависят от подготовки и квалификации кадров предприятия, осуществляющих данные виды работ, и от нормативной документации, на которую инженеру необходимо опираться. Таким документом является «Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах» (2015 г.) [11].

Анализ применяемого в РФ способа крепления демонтажной камеры.

Крепление демонтажных камер осуществляется анкерами различного уровня заложения с применением полимерной сетки в качестве перекрытия. Использование в качестве перекрытий различных деревянных элементов приводит к увеличению сроков демонтажных работ из-за вывалов пород кровли в рабочее

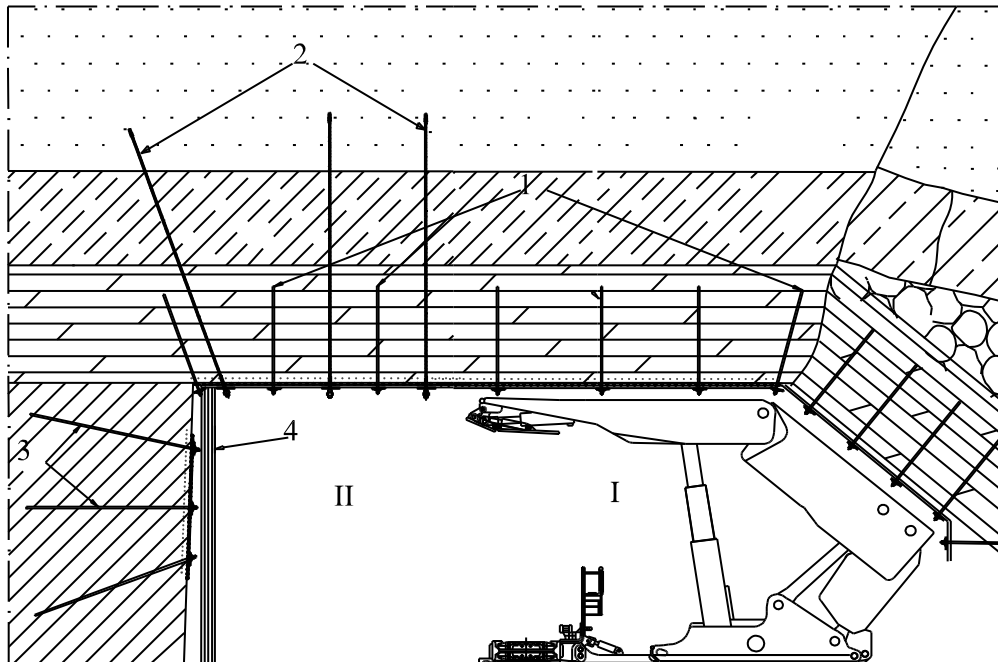


Рис. 1. 1 – анкеры первого уровня; 2 – канатные анкеры; 3 – анкеры в боку ДК; 4 – ряд органной крепи [11]

Fig 1. 1 – first level roof bolts; 2 – cable bolts; 3 – roof bolts in the wall of the recovery room; 4 – breaker-prop row [11]

Таблица 1. Размер зоны предельного состояния угля в боку демонтажной камеры (R_L) [11]
 Table 1. Size of the limit coal stress zone in the wall of recovery room (R_L) [11]

Площадь сечения выработки, S , м ²	Глубина работ, Н, м	Угол внутреннего трения угля, ϕ градусы								
		30			35			40		
		Сопротивление угля сжатию, R_c , МПа								
		10	15	20	10	15	20	10	15	20
12	100	2,4	2,2	2,0	2,4	2,2	2,1	2,4	2,2	2,0
	200	3,0	2,7	2,4	2,9	2,6	2,4	2,8	2,5	2,4
	300	3,0	3,0	2,8	3,0	2,9	2,7	3,0	2,8	2,6
	400 ÷ 600	На всех позициях размер зоны R_L принимается 3,0 м								
16	100	2,8	2,5	2,4	2,8	2,5	2,4	2,7	2,5	2,4
	200	3,0	3,0	2,8	3,0	3,0	2,8	3,0	2,8	2,7
	300 ÷ 600	$R_L = 3,0$								
20	100	3,0	2,8	2,6	3,0	2,8	2,7	3,0	2,8	2,7
	200 ÷ 600	$R_L = 3,0$								

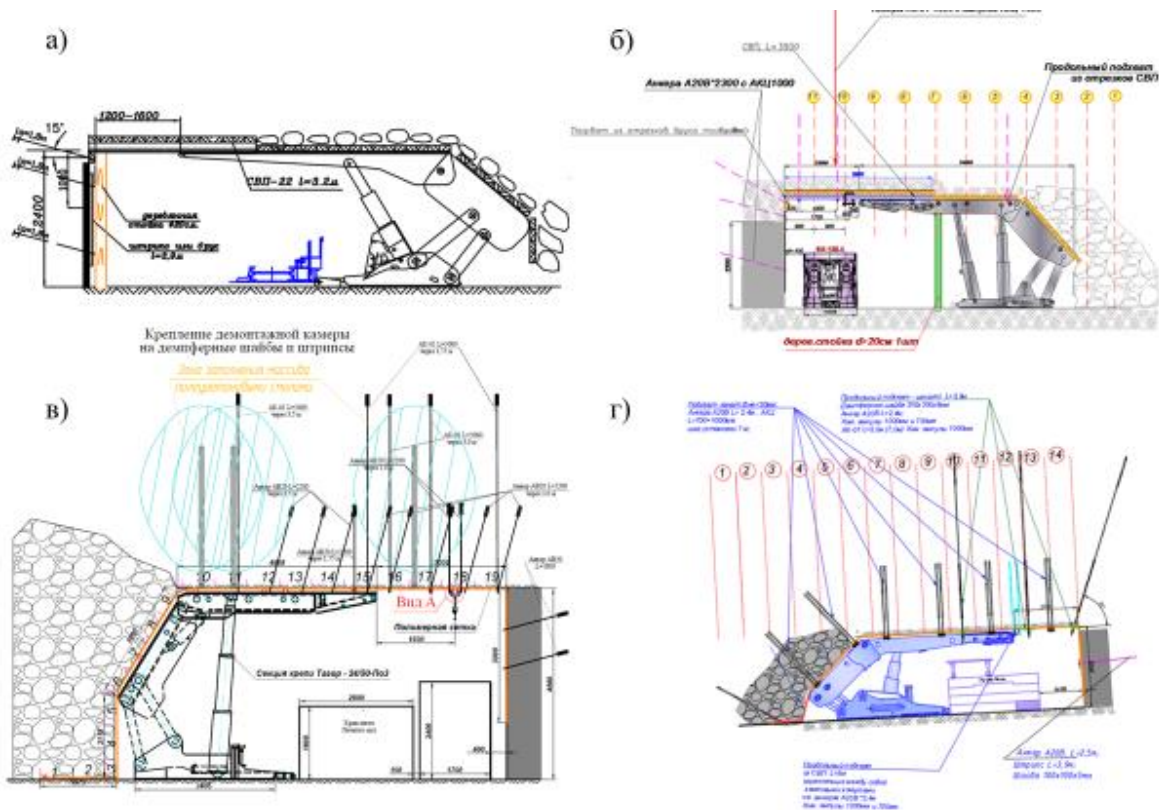


Рис. 2. а) ДК шахты «им. С.М. Кирова» выемочный столб 24-57; б) ДК шахты «Полысаевская» выемочных столбов №1730, №1740; в) ДК шахты «7 ноября» выемочный столб 13-80; г) ДК шахты «Полысаевская» выемочный столб №1731

Fig 2. a) Recovery room of the S. M. Kirova mine, extraction pillar 24-57 ; б) Recovery room of the Polysaevskaya mine, extraction pillars No.1730, No.1740; в) Recovery room of the 7 Nojabrja mine, extraction pillar 13-80; г) Recovery room of the Polysaevskaya mine, extraction pillar No.1731

пространство демонтажной камеры. Деревянные элементы перекрытий теряют свои прочностные свойства в агрессивной шахтной среде. Принципиальная схема крепления демонтажной камеры, сформированной очистным забоем, представлена на рисунке 1.

Крепление кровли демонтажной камеры осуществляется анкерами первого (поз. 1) и второго (поз. 2) уровней заложения с применением полимерной демонтажной сетки. Так же

производится крепление анкерами (поз. 3) бока демонтажной камеры (груди забоя). Бок демонтажной камеры (грудь очистного забоя) ограждается от пространства демонтажной камеры рядом органной крепи (поз. 4).

В соответствии с действующей инструкцией в расчетах длин анкеров, устанавливаемых в боках и кровле l_6 , ширины демонтажной дорожки B_p и ожидаемого давления пород свода естественного

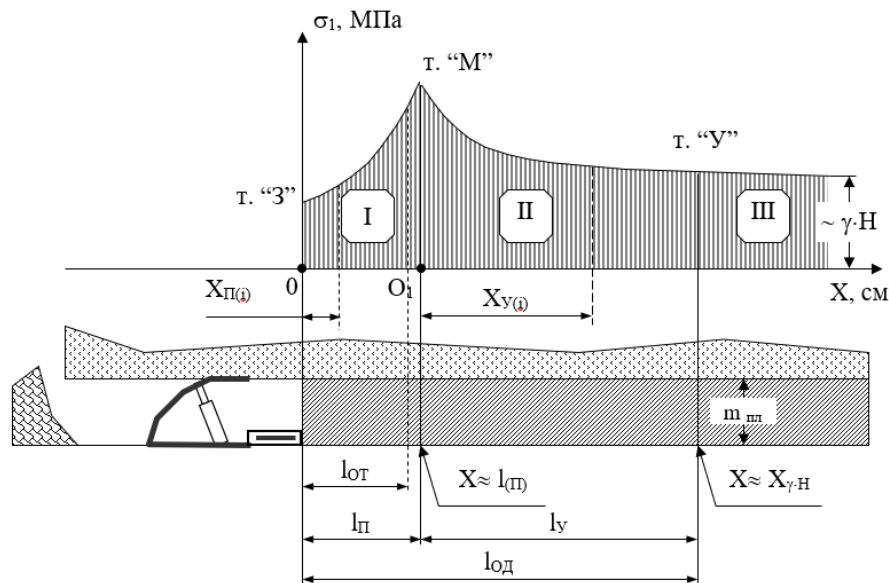


Рис. 3. Поперечное сечение длинного очистного забоя с эпюрой распределения вертикальных напряжений в зоне опорного давления
 Fig. 3. Cross-section area of a longwall production face with orthographic epure of vertical stress distribution in the abutment pressure zone

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ КРЕПЛЕНИЯ ДЕМОНТАЖНОЙ КАМЕРЫ, ФОРМИРУЕМОЙ ОЧИСТНЫМ МЕХАНИЗИРОВАННЫМ КОМПЛЕКСОМ

Разработчик: к.т.н. Сидоренко А.А. Кафедра разработки месторождений полезных ископаемых Санкт-Петербургский горный университет

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Глубина расположения демонтажной камеры	H	3,0	м
Вынимаемая мощность пласта	m	2	м
Объемный вес пород кровли	γ	25	кН/м ³
Прочность угля в массиве	$R_{сy}$	10	МПа
Прочность пород кровли	R_k	50	МПа
Ширина демонтажной дорожки	B_ϕ	2,5	м
Ширина захвата очистного комбайна	r	1	м
Несущая способность анкеров 1-го уровня	N_a	50	кН
Несущая способность анкеров 2-го уровня	$N_{ка}$	210	кН
Длина подерж. верхняя секция мех. крепи	L_B	4,2	м
Угол внутреннего трения угля	ϕ	30	град

Устойчивость пород непосредственной кровли
 неустойчивые средн. устойчивости устойчивые
 Тип основной кровли
 труднообрушаемая средне и легко обрушаемая

ВЫХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ:

Анкера 1-го уровня:	Анкера 2-го уровня:	Анкера на груди забоя:
Длина анкера 1-го уровня $l_{полн} = 2,4$ м	Длина анкера 2-го уровня $l_{ка} = 3,5$ м	Длина анкера $l_{полн.бок} = 1,6$ м
Плотность установки $\Pi_{на} = 1,4$ анк/м ²	Плотность установки $\Pi_{ок} = 0,4$ анк/м ²	Количество анкеров в ряду $n_{бок} = 2$
Количество анкеров в ряду $n_{рн} = 3$	Количество анкеров в ряду $n_{ркн} = 2$	Расстояние между рядами анкеров $C_{бок} = 1,7$ м
Расстояние между рядами анкеров $C_{кн} = 1,7$ м	Расстояние между рядами анкеров $C_{кн} = 1,7$ м	
Расстояние между анкерами в рядах $C_{ркн} = 1,1$ м	Расстояние между анкерами в рядах $C_{ркн} = 1,5$ м	

Рис. 4. Общий вид программы по анкерному креплению демонтажной камеры, формируемой очистным забоем
 Fig 4. General view of the program for roof bolting of the recovery room created by production face

равновесия со стороны кровли $P_{св}$ (формулы 1, 2 и 3) важную роль занимает размер зоны предельного состояния угля в боку демонтажной камеры (R_L), который определяется по таблице (табл. 1).

$$l_0 = \frac{2}{3} R_L + l_3 + l_B, \quad (1)$$

$$B_p = B_\phi + R_L, \quad (2)$$

$$P_{св} = \frac{2}{3} (B + l_{м.к} + R_L) h_{св} \gamma, \quad (3)$$

Следует отметить, что значение R_L изменяется в диапазоне от 2 до 3 м и зависит только от таких факторов, как:

- площадь сечения выработки,
- глубина ведения работ,
- угол внутреннего трения угля;
- сопротивление угля сжатию.

При этом данная инструкция не учитывает такие важные факторы, как:

- мощность пласта;
- концентрация напряжений в зоне максимума опорного давления (ОД), которая определяется типом кровли.

Определение значения R_L является не точным, а ее величина очевидно превышает разумные значения, что подтверждается применяемыми паспортами крепления демонтажных камер на шахтах «им. С.М. Кирова» лава 24-57 и «7 ноября» лава 13-80 (рис. 2, 3, 4, 5). Там при удачных демонтажных работах длина анкеров в боку демонтажной камеры не превышает 1,8 метра, что является недопустимым по табличным значениям и дальнейшим расчетам, приводимым в инструкции, поскольку длина анкеров по инструкции должна всегда составлять минимум 2 м даже на малых глубинах и достигать 2,7 м на глубинах 400 м.

Предлагаемый методический подход к расчету параметров зоны предельного состояния.

Анализ существующих методических подходов к оценке параметров зоны ПНС [11, 12, 13, 14, 15] впереди лавы показал, что для определения размеров зоны предельного состояния угля в боку демонтажной камеры можно использовать формулу 4. Расчетная схема параметров опорного давления показана на рисунке 3.

Общая протяженность зоны опорного давления L_{OD} определяется протяженностью двух зон, которые входят в его состав: зоны предельного состояния (l_{Π}) и зоны упругого состояния (l_y). В границах зоны предельного состояния выделяют зону отжима (l_{OT}), протяженность которой – меньше или равна протяженности зоны предельного состояния (l_{Π}). Точка «М» на эпюре напряжений является точкой максимума вертикальных напряжений и соответствует значению напряжений на границе зон предельного и упругого состояния. Точка «З» соответствует уровню вертикальных напряжений на груди очистного забоя.

$$l_{\Pi} = \frac{1}{a} \cdot \ln \left[\frac{\chi \cdot (\gamma \cdot H)}{k' \cdot v} \right], \text{ см} \quad (4)$$

$$\text{Где } a = \frac{2 \cdot f \cdot \lambda}{m_{\text{пл}}}; (1/\text{см}) \quad (5)$$

f – коэффициент трения «уголь-порода»;

$$v = \frac{2 \cdot \cos \rho}{1 - \sin \rho}; \quad (6)$$

$$\lambda = \frac{1 + \sin \rho}{1 - \sin \rho}; \quad (7)$$

ρ – угол внутреннего трения углей (градусы);
 $k' \approx 0,75k$ – коэффициент сцепления угля в зоне ПНС, МПа;

k – коэффициент сцепления угля по данным лабораторных испытаний;

$m_{\text{пл}}$ – мощность пласта, см;

$(\gamma \cdot H)$ – вертикальная компонента ($\sigma_z \approx \gamma \cdot H$) геостатического поля напряжений (МПа);

χ – коэффициент концентрации напряжений в «зоне максимума» ОД;

Выполненные исследования, которые включали анализ действующих нормативных документов и анализ паспортов крепления демонтажных камер на шахтах в России и за рубежом, позволили разработать методику расчета зоны предельного состояния в боку демонтажной камеры.

Рекомендуемая методика расчета паспорта крепления ДК.

Следует отметить, что изменение параметров зоны предельного состояния в боку камеры приводит не только к изменению параметров анкерного крепления бока камеры (груди забоя), но и полностью изменяет параметры анкеров первого и второго уровней, устанавливаемых в кровлю демонтажной камеры. Следует отметить, что получаемые параметры анкерования соответствуют параметрам крепления, применяемым в мировой практике, и фактическим паспортам крепления, применяемым на некоторых шахтах России.

Предлагаемый методический подход существенно усложняет и без того очень непростую методику расчета параметров анкерной крепи демонтажной камеры, в связи с чем было принято решение разработать программный комплекс, позволяющий путем ввода минимального объема исходных данных осуществлять в автоматическом режиме не только мгновенный расчет, но и построение масштабной схемы крепления демонтажной камеры для простоты визуализации получаемых данных. Вид разработанной программы для расчета анкерного крепления представлен на рисунке 4.

Исходные данные для расчет представлены в левой части окна программы и вводятся пользователем, получаемая масштабная схема – правая часть экрана – мгновенно выстраивается после нажатия кнопки «выполнить расчет». В нижней части экрана цветом, соответствующим цвету анкеров на схеме их расположения, выводятся численные значения соответствующих параметров. Сохранение расчета осуществляется в виде «Print Screen» всего окна при нажатии на соответствующую кнопку.

В настоящее время разработанная программа прошла проверку на кафедре информатики в Санкт-Петербургском горном университете на

работоспособность и передана с необходимым оформлением Свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. комплектом документов в Патентный отдел для

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zubov V.P., Karpov G.N., Polosukhin, S.V. Povyshenie effektivnosti primeneniya ochistnykh mekhanizirovannykh kompleksov v usloviyakh vysokoy kontsentratsii gornyykh rabot // Горный журнал, 2014. №4. С. 65-69.
2. Zubov V.P. Sovremennyye tekhnologii i aktual'nye problemy resursosberezheniya pri podzemnoy razrabotke plastovykh mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh // Горный журнал. 2018. № 6. С. 77-83.
3. Kazanin O.I., Sidorenko A.A., Meshkov A.A. Organizatsionno-tekhnologicheskie printsipy realizatsii potentsiala sovremennoy vysokoproizvoditelnogo ochistnogo oborudovaniya // Уголь. – 2019. – №12. – С. 4-13.
4. Калинин С.И., Роут Г.Н., Игнатов Ю.М., Черданцев А.М. Обоснование суточной добычи угля из лавы длиной 400 м в условиях шахты им. В.Д. Ялевского // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2018. – № 5. – С.27-34.
5. Карпов Г.Н. Обоснование технологии демонтажа очистных механизированных комплексов при высокой концентрации горных работ: дис. канд. техн. наук: 25.00.22. СПб, 2014.
6. Карпов Г.Н., Ковальский Е.Р., Смычник А.Д. Определение параметров разгрузки массива горных пород на концевых участках демонтажной камеры // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2019. №8. С. 95-107.
7. Мешков А.А., Волков М.А., Ордин А.А., Тимошенко А.М., Ботвенко Д.В. О рекордной длине и производительности очистного забоя шахты имени В.Д.Ялевского // Уголь. – 2018. – №7. – С.4-7.
8. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах». Серия 05. Выпуск 42. ЗАО «НТЦ ПБ», 2015. – 186 с.
9. Харитонов И.Л. Опыт подготовки очистных забоев к демонтажу в условиях шахты «Им. 7 Ноября» // Горный информационно-аналитический бюллетень – 2013. – № 2. – С. 127 – 136.
10. Galvin J.M. Ground engineering - principles and practices for underground coal mining. - Springer International Publishing. 2016. 684 p.
11. Kazanin, O.I. Improvement of a longwall recovery room erection technology / O.I. Kazanin, V.V Klimov, V.Y Alekseev, A.A Sidorenko // International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET). – 2019. – Vol.10, – № 2. – P. 1148-1153.
12. Klimov V.V. Geomechanical feasibility of underground coal mining technology using control systems of electro-hydraulic shield supports for longwall mining. IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – P. 1-5.
13. Sengani F., Amponsah-Dacosta F. The application of the face-perpendicular preconditioning technique for de-stressing seismically active geological structures // Mining technology: transactions of the institute of mining and metallurgy, 2018, vol. 127, № 4, pp. 241-255.
14. Ютяев Е.П. Влияние геомеханических процессов в массиве на выбор параметров технологических схем отработки пологих пластов Ленинск-Кузнецкого месторождения. Записки Горного Института. 2010. Том 185. С. 51
15. Kazanin O.I., Yaroshenko V.V. Snizhenie potery uгля pri obrabotke sblizhennykh plastov donnoy chasti Vorkutinskogo mestorozhdeniya. Записки Горного Института. 2020. Том 244. С. 395-401.

REFERENCES

1. Zubov V.P., Karpov G.N., Polosukhin, S.V. Povyshenie effektivnosti primeneniya ochistnykh mekhanizirovannykh kompleksov v usloviyakh vysokoy kontsentratsii gornyykh rabot [Increasing the efficiency of the use of mechanized stoping complexes in conditions of high concentration of mining operations]. Mining magazine. 2014. №4. P. 65-69. (rus)
2. Zubov V.P. Sovremennyye tekhnologii i aktual'nye problemy resursosberezheniya pri podzemnoy razrabotke plastovykh mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh [Modern technologies and current problems of resource saving in underground mining of flat-masses mineral deposits]. Mining magazine. 2018. № 6. P. 77-83. (rus)
3. Kazanin O.I., Sidorenko A.A., Meshkov A.A. Organizatsionno-tekhnologicheskie printsipy realizatsii

potentials of realizing the potential of modern high-capacity stoping equipment]. *Ugol.* – 2019. – №12. – P. 4-13. (rus)

4. Kalinin S.I., Roth, G.N., Ignatov S.M., Cherdantsev, A.M. Obosnovanie sutochnoy dobychi uglja iz lavy dlinoy 400 m v usloviyakh shakhty im. V.D. Yalvskogo [Substantiation of daily coal mining from lava 400 m long in the conditions of the V. D. Yalvsky mine]. *Vestnik of the Kuzbass state technical University.* – 2018. – № 5. – P.27-34. (rus)

5. Karpov G.N. Obosnovanie tekhnologii demontazha ochistnykh mekhanizirovannykh kompleksov pri vysokoy kontsentratsii gornyykh rabot [Substantiation of technology for dismantling mechanized stoping complexes at high concentration of mining operations]: dis... cand. of Tech. sciences: 25.00.22. Spb, 2014. (rus)

6. Karpov G.N., Kovalsky E. R., Smychnik A.D. Opredelenie parametrov razgruzki massiva gornyykh porod na kontsevykh uchastkakh demontazhnoy kamery [Determination of parameters for loading-out the rock mass at the hatch-end sections of the recovery room]. *Mining information and analytical Bulletin (scientific and technical journal).* 2019. №8. P. 95-107. (rus)

7. Meshkov A.A., Volkov M.A., Ordin A.A., Timoshenko A.M., Botvenko D.V. O rekordnoy dline i proizvoditel'nosti ochistnogo zaboya shakhty imeni V.D.Yalvskogo [About the record length and productivity of the stoping face of the V. D. Yalvsky mine]. *Ugol.* – 2018. – №7. – P.4-7. (rus)

8. Federal'nye normy i pravila v oblasti promyshlennoy bezopasnosti «Instruktsiya po raschetu i primeneniyu ankernoy krepki na ugol'nykh shakhtakh» [Federal rules and regulations in the field of industrial safety "Instructions for the calculation and use of the roof bolting support in coal mines"]. Series 05. Fascicle 42. ZAO «NTZ PB», 2015. – 186 p. (rus)

9. Kharitonov I.L. Opyt podgotovki ochistnykh zaboev k demontazhu v usloviyakh shakhty ««Im. 7 Noyabrya» [Experience in preparing stoping faces for dismantling in the conditions of the mine "7 Nojabrya"]. *Mining information and analytical Bulletin* – 2013. – № S 2. – P. 127 – 136. (rus)

10. Galvin J.M. Ground engineering - principles and practices for underground coal mining. - Springer International Publishing. 2016. 684 p.

11. Kazanin, O.I. Improvement of a longwall recovery room erection technology / O.I. Kazanin, V.V Klimov, V.Y Alekseev, A.A Sidorenko // *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET).* – 2019. – Vol.10, № 2. – Pp. 1148-1153.

12. Klimov V.V. Geomechanical feasibility of underground coal mining technology using control systems of electro-hydraulic shield supports for longwall mining. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering.* – 2019. – Pp. 1-5.

13. Sengani F., Amponsah-Dacosta F. The application of the face-perpendicular preconditioning technique for de-stressing seismically active geological structures. *Mining technology: transactions of the institute of mining and metallurgy*, 2018, vol. 127, no 4, pp. 241-255.

14. Yutiaev E.P. Vliyaniye geomekhanicheskikh protsessov v massive na vybor parametrov tekhnologicheskikh skhem otrabotki pologikh plastov Leninsk-Kuznetskogo mestorozhdeniya [Influence of geomechanical processes in rock mass on the selection of parameters of technological schemes for flat seams mining at the Leninsk-Kuznetsk coal deposit]. *Journal of Mining Institute.* 2010. Volume 185. P. 51-54. (rus)

15. Kazanin O.I., Yaroshenko V.V. Snizheniye poter' uglja pri otrabotke sblyzhennykh plastov donnoy chasti Vorkutinskogo mestorozhdeniya [Decrease in coal losses during mining of contiguous seams in the near-bottom part at Vorkuta deposits]. *Journal of Mining Institute.* 2020. Volume 244. P. 395-401. (rus)

Поступило в редакцию 10.01.2021

Received 10 January 2021