

Совершенствование технологии разработки сложноструктурных угольных пластов с применением карьерных комбайнов

Improvement of technology for developing complex-structured coal seams using quarry combines

DOI: <http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2025-7-59-61>

При разработке сложноструктурных угольных месторождений все шире используются безвзрывные технологии с применением карьерных комбайнов различных конструкций, типоразмеров и производительности. Актуальной задачей является уменьшение себестоимости добычных работ за счет выбора горного оборудования, наиболее соответствующего конкретным горно-геологическим условиям. В статье предлагается технологическая схема селективной разработки сложноструктурного пласта с выемкой относительно мощных угольных пропластков высокопроизводительным карьерным комбайном, при этом выемку тонких породных прослоев предлагается вести усовершенствованным карьерным комбайном небольшого типоразмера, обеспечивающим безостановочное фрезерование породного прослоя при замене автосамосвалов под погрузкой. Применение предлагаемой технологии позволит повысить качество селективной выемки и снизить затраты на добычу, что увеличит рентабельность горного производства.

Ключевые слова: уголь, породные прослои, послонное фрезерование, карьерный комбайн, накопительный бункер, питатель, углевоз, автосамосвал.

Для цитирования: Чебан А.Ю. Совершенствование технологии разработки сложноструктурных угольных пластов с применением карьерных комбайнов // Уголь. 2025;(7):59-61. DOI: 10.18796/0041-5790-2025-7-59-61.

Abstract

In the development of complex-structured coal deposits, blast-free technologies are increasingly being used with open-pit mining machines of various designs, sizes and productivity. A pressing task is to reduce the cost of mining operations by selecting mining equipment that best suits specific mining

ЧЕБАН А.Ю.

Канд. техн. наук, доцент,
ведущий научный сотрудник
ФГБУН «Институт горного дела
Дальневосточного отделения
Российской академии наук»,
680000, г. Хабаровск, Россия,
e-mail: chebanay@mail.ru

and geological conditions. The article proposes a technological scheme for the selective development of a complex-structured seam with the extraction of relatively thick coal seams by a high-performance open-pit combine, while the extraction of thin rock layers is proposed to be carried out by an improved small-size open-pit combine, which ensures non-stop milling of the rock layer when replacing dump trucks under loading. The use of the proposed technology will improve the quality of selective mining and reduce production costs, which will increase the profitability of mining production.

Keywords

Coal, rock layers, layer-by-layer milling, open-pit combine, storage bin, feeder, coal carrier, dump truck.

For citation

Cheban A.Yu. Improvement of technology for developing complex-structured coal seams using quarry combines. *Ugol*. 2025;(7):59-61. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2025-7-59-61.

ВВЕДЕНИЕ

Рост населения и промышленного производства в мире предопределяет необходимость увеличения потребления минерально-сырьевых ресурсов и развития энергетики [1, 2]. Несмотря на возрастание доли возобновляемых источников энергии, использование угля продолжает оставаться важной составляющей топливно-энергетического баланса большинства стран [3]. При общем увеличении объемов добычи угля открытым способом в освоение все более активно вовлекаются сложноструктурные месторождения, пласты которых содержат многочисленные прослои пустых пород [4]. В настоящее время актуальной задачей является повышение конкурентоспособности горного производства за счет сохранения природного качества полезного ископаемого и снижения себестоимости его добычи путем выбора горного оборудования, наиболее соответствующего конкретным горно-геологическим условиям [2, 5].

БЕЗВЗРЫВНАЯ РАЗРАБОТКА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

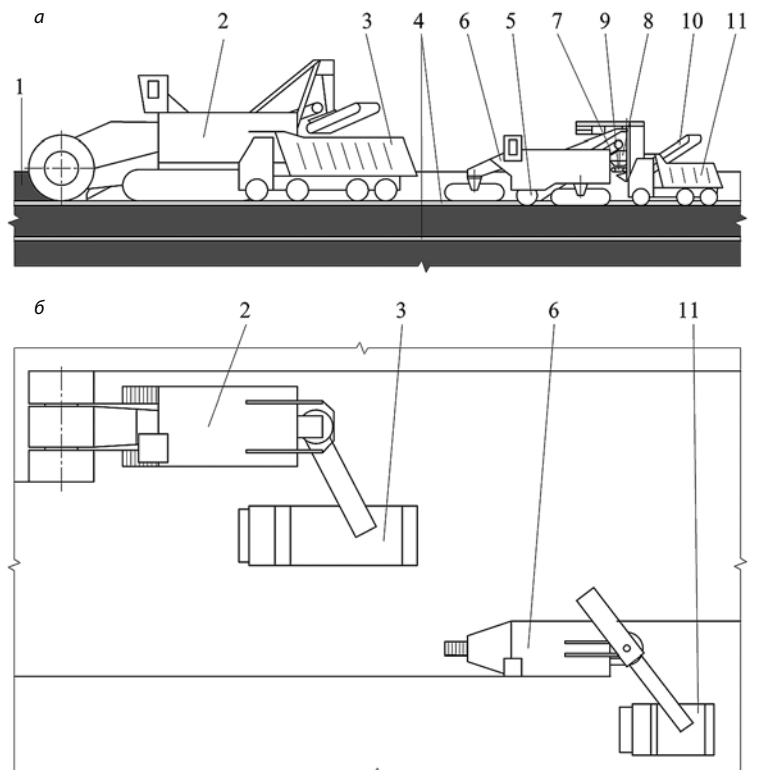
Взрывное рыхление сложноструктурных пластов ведет к снижению качества полезного ископаемого за счет его разубоживания в процессе валовой выемки [6, 7, 8]. Для обеспечения сохранения качества извлекаемого из недр угля на все большем количестве сложноструктурных угольных месторождений внедряется безвзрывная выемка по слоевой технологии с применением карьерных комбайнов [9, 10, 11, 12]. Так, в Австралии фирма Western Collieries при переходе в процессе освоения сложноструктурного угольного месторождения от буровзрывной технологии к механической разработке пласта посредством карьерного комбайна Wirtgen 3000SM, обеспечивающего точность фрезерования пропластков, равную 2,5 см, обеспечила снижение зольности угля с 9,0 до 6,5% [9]. Внедрение в производство безвзрывной технологии с применением комбайна Wirtgen 2200SM на разрезе «Черемховский» позволило снизить зольность добываемого угля на 10-12% при одновременном существенном уменьшении себестоимости добычи [10].

В исследовании [11] для разработки сложноструктурных угольных пластов Эльгинского угольного месторождения предлагается использовать высокопроизводительный карьерный комбайн KSM-2000K массой 210 т, диаметром роторного рабочего органа 3,55 м, шириной разрабатываемой полосы 5,6 м и наибольшей высотой обрабатываемого слоя 2,5 м. Технология предполагает селективную выемку данным карьерным комбайном угля и породных прослоев мощностью более 0,1-0,2 м, что позволит уменьшить зольность добываемого угля по отдельным пластам на 3,7-7,2% по сравнению с традиционной технологией [11]. Недостатками технологической схемы являются невысокая эффективность применения крупного карьерного комбайна KSM-2000K на обработке маломощных породных прослоев относительно высокой прочности, а также сложность обеспечения качественной селективной выемки тонких прослоев рабочим органом большой ширины.

Целью исследования являются увеличение эффективности разработки крупного сложноструктурного угольного месторождения за счет повышения качества селективной выемки угля и породных прослоев небольшой мощности, а также увеличение эксплуатационной производительности выемочных машин послыйного фрезерования посредством совершенствования их конструкции.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для качественной селективной выемки породных прослоев небольшой мощности (0,1-0,3 м) с достаточно высокой производительностью целесообразно использовать более компактные и маневренные карьерные комбайны фирмы Wirtgen. Так, комбайн Wirtgen 2600SM при массе 45 т, диаметре фрезерного рабочего органа 0,95 м, ширине обрабатываемой полосы 2,6 м имеет расчетную производительность по плотной массе 390 м³/ч. С увеличением прочности пород производительность механической выемки непрерывно снижается, для повышения производительности комбайна, ведущего выемку породных прослоев с прочностью на сжатие до 40-55 МПа, предлагается оснастить его накопительным бункером с целью обеспечения безостановочной работы при замене автосамосвалов под погрузкой. Расчеты показывают, что при технической производительности комбайна 240-300 т/ч, времени на обмен автосамосвалов 0,6-0,8 мин и плотности пустых пород в разрыхленном состоянии 1,7-2,0 т/м³ потребная вместимость накопительного бункера составит не более 2 м³. С учетом технической производительности комбайна KSM-2000K, равной 1400 м³/ч [11], и невысокой



Усовершенствованная схема открытой разработки сложноструктурного угольного пласта: а – общий вид; б – вид сверху
 A refined layout for open-pit mining of a complex coal seam: a – a general view; б – a top view

плотности угля оснащение данной машины накопительным бункером затруднительно из-за его большой потребной вместимости, равной 25 м³.

Предлагаемая усовершенствованная схема разработки крупного сложноструктурного угольного месторождения представлена на *рисунке*.

Выемка угля 1 осуществляется высокопроизводительным карьерным комбайном KSM-2000K 2 с погрузкой полезного ископаемого в углевозы 3, при замене которых карьерный комбайн 2 останавливается. Рыхление обнажившихся тонких относительно прочных породных прослоев 4 ведется фрезерным рабочим органом 5 карьерного комбайна Wirtgen 2600SM 6 с последующей подачей разрыхленной горной массы на промежуточный транспортер 7, а затем через накопительный бункер 8 с питателем 9 на разгрузочный конвейер 10 и далее – в автосамосвал 11. При замене автосамосвала 11 питатель 9 останавливается и перестает подавать горную массу на разгрузочный конвейер 10, в это время фрезерование породного прослоя 4 продолжается, а разрыхленная порода временно аккумулируется в накопительном бункере 8, таким образом обеспечивается безостановочная работа комбайна 6.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предлагаемая в статье технологическая схема с применением карьерных комбайнов различных типоразмеров для выемки угля и породных прослоев при разработке сложноструктурного угольного пласта позволит повысить качество селективной выемки и снизит себестоимость добычи. Оснащение карьерного комбайна накопительным бункером с питателем обеспечит возможность его безостановочной работы при замене автосамосвалов под погрузкой, что увеличит производительность выемки породных прослоев.

Список литературы • References

1. Sivek M., Jirásek J. Coking Coal – Really a Critical Raw Material of the European Union. *Resources Policy*. 2023;83:103586. DOI: 10.1016/j.resourpol.2023.103586.
2. Gavrilov V.L., Tkach S.M. Coal industry of eastern Russia: current situation and development trends. *Journal of Mining Science*. 2023;59(6):1066-1075. DOI: 10.1134/s1062739123060194.
3. Andreoni V. Drivers of Coal Consumption Changes: A Decomposition Analysis for Chinese Regions. *Energy*. 2022;242:122975. DOI: 10.1016/j.energy.2021.122975.
4. Xu X., Gu X., Wang Q., Zhao Y., Wang Z. Open pit limit optimization considering economic profit, ecological costs and social benefits. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*. 2021;31(12):3847-3861. DOI: 10.1016/s1003-6326(21)65769-2.
5. Трубецкой К.Н., Захаров В.Н., Галченко Ю.П. Природоподобные и конвергентные технологии при освоении минеральных ресурсов литосферы // Вестник Российской академии наук. 2020. Т. 90. № 6. С. 560-566. DOI: 10.31857/S0869587320050102. Trubetskoy K.N., Zakharov V.N., Galchenko Yu.P. Nature-like and convergent technologies in the development of mineral resources of the lithosphere. *Vestnik Rossijskoj akademii nauk*. 2020;90(6):560-566. (In Russ.). DOI: 10.31857/S0869587320050102.
6. Безвзрывные технологии подготовки скальных горных пород к перемещению конвейерным транспортом / С.В. Бурцев, Я.В. Левченко, В.В. Таланин и др. // Уголь. 2018. № 10. С. 8-17. DOI: 10.18796/0041-5790-2018-10-8-17.
7. Чебан А.Ю. Совершенствование безвзрывных циклично-точных технологий добычи полезных ископаемых // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2016. Т. 14. № 2. С. 5-9. DOI: 10.18503/1995-2732-2016-14-2-5-9. Cheban A.Yu. Enhancing the conveying technology in explosive-free mining. *Vestnik Magnitogorskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta im. G.I. Nosova*. 2016;14(2):5-9. (In Russ.). DOI: 10.18503/1995-2732-2016-14-2-5-9.
8. Cheluszka P., Mikula S., Mikula J. Conical picks of mining machines with increased utility properties – selected construction and technological aspects. *Acta Montanistica Slovaca*. 2021;26:195-204. DOI: 10.46544/AMS.v26i2.02.
9. Панкевич Ю.Б., Шимм Б., Дженге П. Опыт применения горных комбайнов Wirtgen Surface Miner на угольных разрезах мира // Горная промышленность. 1999. № 3. С. 46-52. Pankevich Yu.B., Shimm B., Jenge P. Experience of using Wirtgen Surface Miner mining combines in coal mines around the world. *Gornaya promyshlennost'*. 1999;(3):46-52. (In Russ.).
10. Панкевич Ю.Б. Влияние технологических особенностей горного производства на технико-экономическую оценку месторождений полезных ископаемых // Рациональное освоение недр. 2014. № 3. С. 42-50. Pankevich Yu.B. Influence of technological features of mining production on the technical and economic assessment of mineral deposits. *Ratsional'noe osvoenie neдр*. 2014;(3):42-50. (In Russ.).
11. К вопросу применения горных комбайнов типа KSM при отработке Северо-Западного участка Эльгинского каменноугольного месторождения / Д.В. Хосоев, С.В. Панишев, В.В. Киселев, А.М. Бураков // Горная промышленность 2024. № 1. С. 138-143. DOI: 10.30686/1609-9192-2024-1-138-143. Khosoev D.V., Panishev S.V., Kiselev V.V., Burakov A.M. On application of the KSM-type continuous surface miners in developing the north-west section of the Elga coal deposit. *Gornaya promyshlennost'*. 2024;(1):138-143. (In Russ.). DOI: 10.30686/1609-9192-2024-1-138-143.
12. Чебан А.Ю. Селективная разработка Эльгинского угольного месторождения с применением выемочно-сортировочного комплекса // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2017. № 4. С. 247-254. Cheban A.Yu. Selective development of the Elginsk coal deposit with using the excavating and sorting complex. *Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Nauki o Zemle*. 2017;(4):247-254. (In Russ.).

Authors Information

Cheban A.Yu. – PhD (Engineering), Associate Professor, Leading researcher, Institute of Mining, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, 680000, Russian Federation, e-mail: chebanay@mail.ru

Информация о статье

Поступила в редакцию: 10.04.2025

Поступила после рецензирования: 17.06.2025

Принята к публикации: 27.06.2025

Paper info

Received April 10, 2025

Reviewed June 17, 2025

Accepted June 27, 2025