

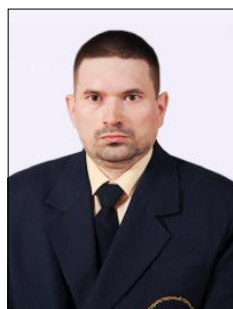
UDK 6227.-027.236
DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-9-25-31

ECONOMIC SUBSTANTIATION OF PRELIMINARY SEPARATION TECHNOLOGY OF COALS IN UNDERGROUND CONDITIONS

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ УГЛЕЙ В ПОДЗЕМНЫХ УСЛОВИЯХ



*V. Potapov,
Ural State Mining
University,
Yekaterinburg*



*V. Potapov,
Ural State Mining
University,
Yekaterinburg*



*A. Sokolov,
Ural State Mining
University,
Yekaterinburg*



*N. Udachina,
Ural State Mining
University,
Yekaterinburg*

*В. Я. Потапов,
Уральский
государственный
горный университет,
г. Екатеринбург
2c1@inbox.ru*

*В. В. Потапов,
Уральский
государственный
горный университет,
г. Екатеринбург
2c1@inbox.ru*

*А. С. Соколов,
Уральский
государственный
горный университет,
г. Екатеринбург
2c1@inbox.ru*

*Н. А. Удачина,
Уральский
государственный
горный университет,
г. Екатеринбург
2c1@inbox.ru*

The article describes the results of investigation of influence of mining and geological factors on coal separation in various apparatuses under conditions of underground enrichment. An estimation of this influence was carried out on the basis of the analysis of the dependence of the resulted costs on the quantitative and qualitative parameters of technological schemes for the development of mines with underground enrichment.

Introduction of enrichment processes into the technological scheme of underground mining allows excluding completely or partially processing of rock mass on the surface.

In the article it was suggested to use dry methods of separation of coals with use of a separator on friction and elasticity (SPRUT) in comparison with application of a steeply inclined SIS separator.

The scheme, using the SPRUT separator, has turned out to be the most economical one, as the separator allows to have minimal costs for the enrichment itself followed by a hydrostatic lifting technology with SIS separator. The technological scheme is presented by underground coal enrichment with the use of the SIS separators as well as the scheme for installing of the SPRUT separator in the technological chain of coal mining.

The use of small-size SPRUT units allows them to be integrated into the technological sequence of coal mass movement from the face to the loading points within the mining areas and in combination with the pneumatic backfilling complexes to place the waste rock into the excavated workings and lay the worked out spaces by using any methods of the rock pressure (roof) control. The calculation of operating costs is presented for all processes of mining, enrichment, and transportation of coal for the schemes with installation of SPRUT and SIS separators. The histograms illustrating the structure of operating costs are given. As a result of economic evaluation the efficiency of technological schemes of separation has been determined

Key words: *geological factors; separators; economic comparison; technological scheme; underground enrichment; coal separation; costs; histogram; calculation; pneumatic backfilling*

В статье представлены результаты исследования влияния горно-геологических факторов на разделение угля в различных аппаратах при подземном обогащении. Оценка этого влияния проведена на основе анализа зависимости приведенных затрат от количественных и качественных параметров технологических схем разработки шахт с подземным обогащением.

Показано, что внедрение в технологическую схему подземных горных работ процессов обогащения позволяет исключить полностью или частично переработку горной массы на поверхности.

Предложено использовать сухие методы разделения углей с использованием сепаратора по трению и упругости (СПРУТ) в сравнении с применением крутонаклонного сепаратора КНС.

Выявлено, что наиболее экономичной является технологическая схема с использованием сепаратора СПРУТ, применение которого в схеме позволяет иметь минимальные затраты на собственное обогащение, далее следует технология гидростатического подъемом с сепаратором КНС. Приведена технологическая схема подземного обогащения угля с применением сепараторов КНС, а также схема установки сепаратора СПРУТ в технологической цепочке добычи угля.

Сделан вывод, что использование малогабаритных установок СПРУТ позволяет встраивать их в технологическую последовательность движения угольной массы от забоя до погрузочных пунктов в пределах добычных участков, а в сочетаниях с пневмозакладочными комплексами осуществлять размещение пустой породы в погашаемых выработках и закладку выработанных пространств при любых способах управления горным давлением (кровлей). Представлена калькуляция эксплуатационных затрат по всем процессам добычи, обогащения и транспортировки угля для схем с установкой сепараторов СПРУТ и КНС. Приведены гистограммы, иллюстрирующие структуру эксплуатационных затрат. В результате экономической оценки определены эффективные технологические схемы разделения

Ключевые слова: геологические факторы; сепараторы; экономическое сравнение; технологическая схема; подземное обогащение; разделение угля; затраты; гистограмма; калькуляция; пневмозакладка

In a number of works [1-10] the results of studies of influence of mining and geological factors on coal segregations in various apparatuses for underground enrichment are presented. The estimation of this influence was carried out on the basis of analysis of dependence of the resulted costs on the quantitative and qualitative parameters of technological schemes for development of mines with underground enrichment [1; 3; 5].

Earlier it was established that efficiency of underground coal enrichment is expedient to be carried out at a mine, having the field size along a strike not less than 2 km with installation of separation devices in headway.

For underground enrichment it was suggested to use hydrostatic lift and a steeply inclined separator SIS [5] (Fig. 1).

The use of these methods has not passed industrial approbation, so they cannot be recommended for widespread implementation.

The article describes the use of a dry method of coal separation with the help of friction and elasticity separator (SPRUT) in

comparison with the mentioned separator SIS [3; 6] (Fig. 2).

On the basis of the costs data presented in Table 1, it was established that the most economical technological scheme may be when using the SPRUT separator. The use of it in the scheme allows to have minimal costs for the enrichment itself, followed by the technology of hydrostatic lifting with the SIS separator.

Comparing the technological schemes with the installation of separators for underground enrichment, it should be noted that the SPRUT installation has lower operating costs and growth in capital costs. The increase in capital costs is associated with costs on transportation of waste rock and packing it in the worked-out space.

Calculation is interesting in operating costs for all mining, enrichment, and coal transportation processes, for circuits with installation of SPRUT separators and steeply sloping SIS. The histograms illustrating the structure of operating costs for the considered processes are shown in Fig. 3-4.

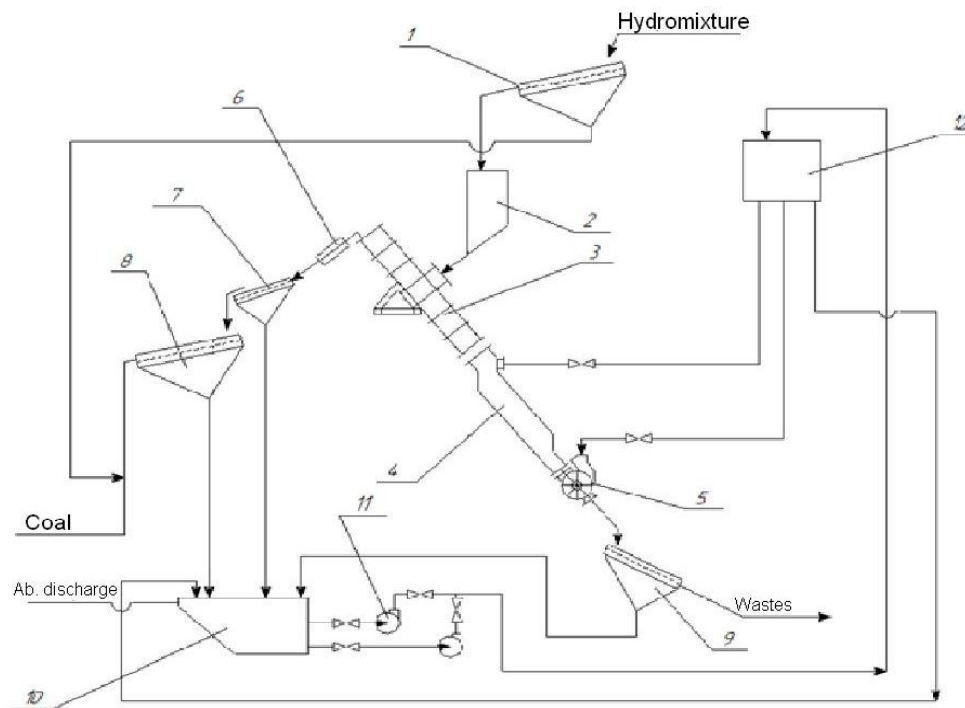


Fig. 1. Technological scheme of underground coal dressing with the use of SIS separators:
 1 – screen; 2 – bunker; 3 – circular-inclined separator; 4 – bunker waste chute; 5 – paddle unloader;
 6 – chute; 7 – sieve waste; 8, 9 – screen dehydrating; 10 – sump; 11 – pump; 12 – tank head with an overflow
 pipe / Рис. 1. Технологическая схема подземного обогащения угля с применением сепараторов КНС:
 1 – грохот; 2 – бункер; 3 – сепаратор круглонаклонный; 4 – бункер-желоб отходов; 5 – выгрузатель
 лопастной; 6 – желоб; 7 – сито сбросное; 8, 9 – грохот обезвоживающий; 10 – зумпф; 11 – насос;
 12 – бак напорный с переливной трубой

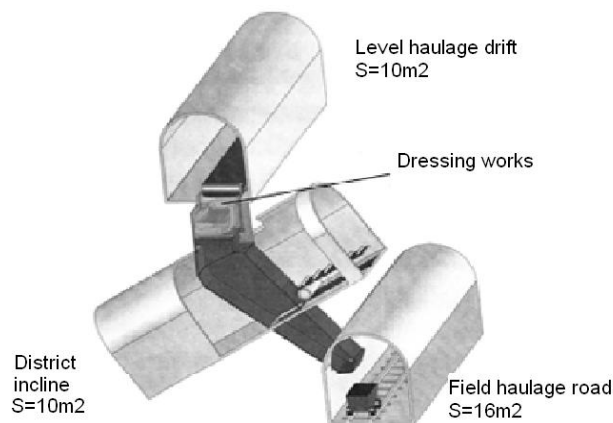


Fig. 2. Installation of SPRUT separator in the process chain
 Рис. 2. Установка сепаратора СПРУТ в технологической цепочке

Comparison of the cost of technological solutions / Сравнение затрат на технологические решения

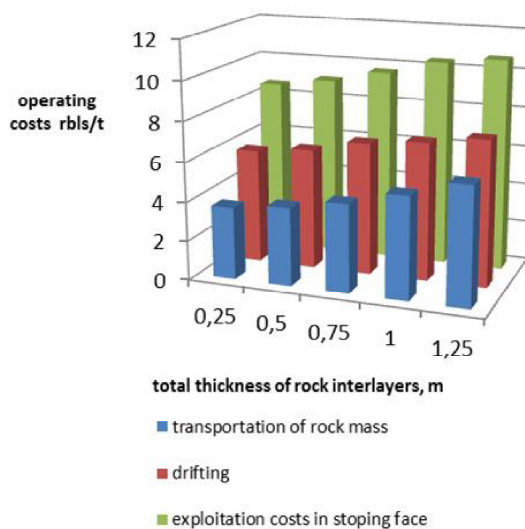
| Index / Показатель | Technological schemes of underground coal enrichment / Технологические схемы подземного углеобогащения | | | | |
|---|--|---|--|---------------------------|--|
| | 1 (SPRUT) / 1 (СПРУТ) | | | 2 (SIS) / 2 (КНС) | |
| | at headway / в бремсберге | in vicinity of integration (receiving platform) / в районе сопряжений (приемная площадка) | at shaft bottom / в околоствольном дворе | at headway / в бремсберге | at shaft bottom / в околоствольном дворе |
| Total capital expenditures, th. rbls. / Суммарные капитальные затраты, тыс. р. | 878205,6 | 888393,6 | 916920 | 918958 | 957672 |
| Operating costs, rbls. / t / Эксплуатационные расходы, р / т | 49,242 | 55,185 | 57,732 | 57,732 | 61,977 |
| Operating costs for underground coal enrichment, rbls. / t / Эксплуатационные затраты на подземное углеобогащение, р./т | 7,2165 | 10,1031 | 14,6877 | 11,037 | 17,9988 |
| Capital costs for underground coal enrichment, th. rbls / Капитальные затраты на подземное углеобогащение, тыс. р. | 43604,64 | 43604,64 | 49717,44 | 47679,8 | 57867,84 |

As can be seen from the histogram, the most significant of the accounted costs are the costs on enrichment (SIS), transport of rock mass and the placement of rock in the worked-out space.

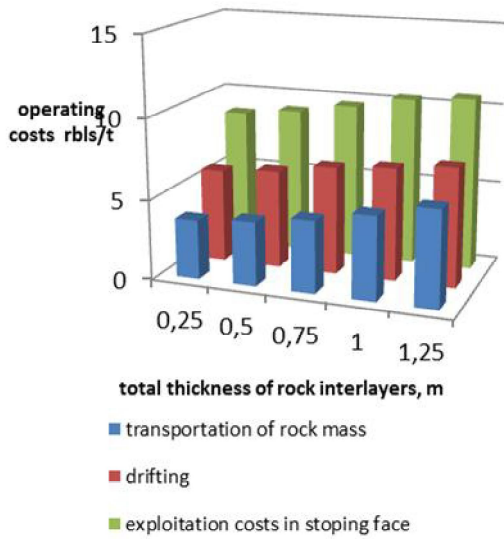
The costs on lifting of the mineral will depend on the yield of the low-ash product.

As a result of economic evaluation of effective schemes for the coal quality improvement, it has been found out that in underground conditions the most promising technological schemes are those which use modern separators on friction and elasticity which provide yielding of a significant part of high-ash products.

a) **Costs on preliminary enrichment in steeply incline separator**



b) Costs on preliminary enrichment in steeply inclined separator



c) Costs on preliminary enrichment in steeply inclined separator

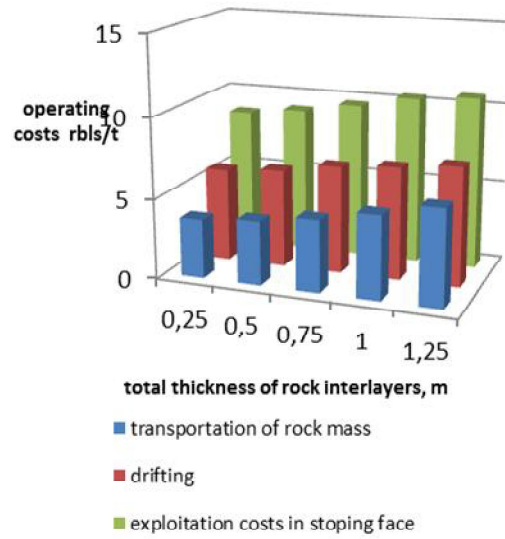
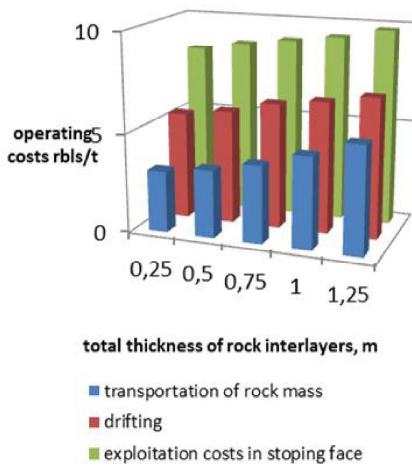
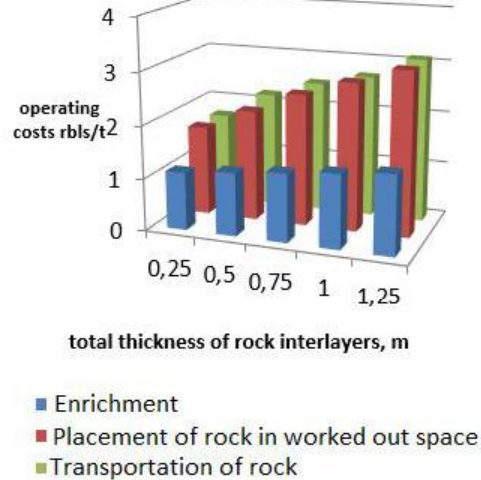


Fig. 3. Distribution bar graphs of costs for enrichment, using SIS in various technological processes: a), b), c)
Рис. 3. Гистограммы распределения затрат на обогащение КНС при различных технологических процессах: а), б), с)

a) Costs on preliminary enrichment SPRUT



b) Costs on preliminary enrichment SPRUT



c) Costs on preliminary enrichment SPRUT

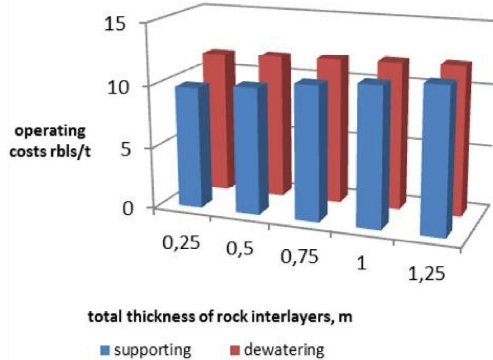


Fig. 4. Distribution bar graphs of costs for enrichment, using SPRUT in various technological processes: a), b), c)

Рис. 4. Гистограммы распределения затрат на обогащение СПРУТ при различных технологических процессах: а), б), с)

The use of small-sized SPRUT units allows them to be integrated into the technological sequence of coal mass movement from the face to the loading points within the mining areas and in combination with pneumatic backfilling complexes to place waste rocks into excavated workings and fill the worked out spaces using any methods of the rock pressure (roof) control.

References

1. Akimov L. M. Obosnovanie ehffektivnosti tekhnologicheskikh skhem, obespechivayushchih povyshenie kachestva dobyvaemogo uglya: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 25.00.21 (Substantiation of technological schemes efficiency, ensuring the quality improvement of extracted coal: abstract of the dissertation. Dis. ... cand. tech. sciences). Novocherkassk, 2002, pp. 22.
2. Bokataya S. V., Kukushkina N. S. Vestnik professionalnyh buhgalterov (Bulletin of professional accountants), 2016, no. 3, pp. 44–51.
3. Valiev N. G., Potapov V. Ya., Potapov V. V. Izvestiya vuzov. Gorny zhurnal (Proceedings of high schools. Mining Journal), 2011, no. 6, pp. 101–107.
4. Izmailkov A. V., Lavrukhina L. Ya., Popov S. F., Limansky A. V. Tekhnika i tekhnologiya otkrytoy i podzemnoy razrabotki mestorozhdeniy: nauch. soobshenie (Technique and technology of open and underground development of deposits: scientific messages) / NSC GP – IGD named after A.A. Skochinsky. Moscow, 2004, issue 328, pp. 65–73.
5. Patsuk V. E. Obosnovanie parametrov tekhnologicheskikh skhem shaht s podzemnym obogashcheniem uglya: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.15.02 (Substantiation of parameters of technological schemes with underground coal enrichment: abstract of the dissertation. dis. ... cand. tech. sciences). Moscow, 1994. 30 p.
6. Separator dlya razdeleniya materialov po treniyu i uprugosti, pat. Ru № 111780. zayavl. 24.06. opubl. 27.12.2011. Byul. № 36 (Separator for grading of materials on friction and elasticity, pat. Ru no. 111780. Appl. of 24.06. Publ. 27.12.2011. Bul. No. 36), V. Ya. Potapov, A. I. Afanasyev, S. A. Lyaptsev, E. F. Tsyplin, V. V. Potapov, V. V. Ivanov.
7. Yurkova E. I. Gorny informatsionno-analiticheskiy byulleten (Mining Information and Analytical Bulletin), 2004, no. 11, pp. 102–104.
8. Yarotskaya E. V., Potapova A. A. Vestnik nauki Sibiri (Bulletin of Siberian science), 2012, no. 4 (5), pp. 203–208.
9. Hao S. L., Ding Z. X. Advanced Materials Research (Advanced Materials Research), 2012, vol. 424–425, pp. 890–893.
10. Răvaş B. Annals of the University of Petrosani, Economics (Annals of the University of Petrosani, Economics), 2014, no. 14 (1), pp. 305–316.

Список литературы

1. Акимов Л. М. Обоснование эффективности технологических схем, обеспечивающих повышение качества добываемого угля: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 25.00.21. Новочеркасск, 2002. 22 с.
2. Бокатая С. В., Кукушкина Н. С. Оценка факторов, влияющих на финансовое положение угледобывающих организаций России // Вестник профессиональных бухгалтеров. 2016. № 3. С. 44–51.
3. Валиев Н. Г., Потапов В. Я., Потапов В. В. Технология разработки угольных месторождений, обеспечивающая экологическую и промышленную безопасность горных работ // Известия вузов. Горный журнал. 2011. № 6. С. 101–107.
4. Измаилов А. В., Лаврухина Л. Я., Попов С. Ф., Лиманский А. В. Перспективы развития высокопроизводительных энергосберегающих технологий выемки пологих пластов на шахтах России // Техника и технология открытой и подземной разработки месторождений / НИЦ ГП – ИГД им. А. А. Скочинского. М., 2004. Вып. 328. С. 65–73
5. Пацук В. Е. Обоснование параметров технологических схем шахт с подземным обогащением угля: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.15.02. М., 1994. 30 с.
6. Пат. РФ № 111780. Сепаратор для разделения материалов по трению и упругости / В. Я. Потапов, А. И. Афанасьев, С. А. Ляпцев, Е. Ф. Цыпин, В. В. Потапов, В. В. Иванов; опубл. 27.12.2011. Бюл. № 36.
7. Юркова Е. И. Формирование системы нормирования затрат на горнодобывающем предприятии // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2004. № 11. С. 102–104.
8. Яроцкая Е. В., Потапова А. А. Риски предприятий угледобывающей отрасли РФ в современных экономических условиях // Вестник науки Сибири. 2012. № 4 (5). С. 203–208.

9. Hao S. L., Ding Z. X. Design of Internal Control Risk Management System of Coal Mining Enterprises Based on Systems Engineering // *Advanced Materials Research*, 2012, vol. 424–425, pp. 890–893.

10. Rãvaş B. Aspects regarding the implementation of internal control in mining companies // *Annals of the University of Petrosani, Economics*, 2014, no. 14 (1), pp. 305–316.

Briefly about the authors

Valentin Potapov, doctor of technical sciences, professor, Technical Mechanics Department, Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russia. Sphere of scientific interests: mathematical modeling

Vladimir Potapov, candidate of technical sciences, associate professor, Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russia. Sphere of scientific interests: mathematical modeling

Alexander Sokolov, senior lecturer, Economics and Management department, Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russia. Sphere of scientific interests: mathematical modeling

Nina Udachina, senior lecturer, Foreign Languages and Business Communication department, Ural State Mining University, Yekaterinburg, Russia. Sphere of scientific interests: mathematical modeling

Коротко об авторах

Потапов Валентин Яковлевич, д-р техн. наук, профессор кафедры «Горная механика», профессор, Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия
2c1@inbox.ru

Потапов Владимир Валентинович, канд. техн. наук, доцент, Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия
2c1@inbox.ru

Соколов Александр Сергеевич, ст. преподаватель кафедры «Экономика и менеджмент», Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия
2c1@inbox.ru

Удачина Нина Александровна, ст. преподаватель кафедры «Иностранные языки и деловая коммуникация», Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург, Россия
2c1@inbox.ru

Образец цитирования

Potapov V., Potapov V., Sokolov A., Udachina N. Economic substantiation of technology of preliminary separation of coals in underground conditions // Transbaikal State University Journal, 2017, vol. 23, no. 9, pp. 25–31. DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-9-25-31.

Потапов В. Я., Потапов В. В., Соколов С. А., Удачина Н. Н. Экономическое обоснование технологии предварительного разделения углей в подземных условиях // Вестн. Забайкал. гос. ун-та. 2017. Т. 23. № 9. С. 25–31. DOI: 10.21209/2227-9245-2017-23-9-25-31.

Дата поступления статьи: 18.07.2017 г.
Дата опубликования статьи: 29.09.2017 г.

