

## ГОРНОТРАНСПОРТНЫЙ ВСКРЫШНОЙ КОМПЛЕКС ЗАШУЛАНСКОГО УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА

Э. А. Иващенко<sup>1</sup>, Ю. М. Овешников<sup>2</sup>, П. Б. Авдеев<sup>2</sup>, Ю. В. Субботин<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ООО «Разрезуголь», Чита, Россия;

<sup>2</sup> Забайкальский государственный университет, Чита, Россия

**Аннотация:** Статья касается вопросов открытой разработки Зашуланского каменноугольного месторождения, одного из наиболее перспективных месторождений высококачественного энергетического и технологического сырья с экспортным потенциалом, месторождение расположено на юго-западе Забайкальского края, правом на добычу угля владеет совместное российско-китайское предприятие «Разрезуголь». Приведены общие сведения о районе расположения, запасах, а также геологических и технических условиях эксплуатации месторождения. Представлены данные об основных технологических решениях открытой разработки месторождения, касающихся буровзрывных, вскрышных и добычных работ. В целях повышения эффективности производства вскрышных работ произведено обоснование рационального состава комплексов горнотранспортного оборудования угольного разреза. Принятые решения продиктованы проектной мощностью предприятия, сложностью строения угольных пластов и наличием ремонтно-эксплуатационной инфраструктуры в регионе. Показаны результаты сравнительного анализа производительности экскаваторно-автомобильного комплекса на вскрышных работах. Дано технико-экономическое сравнение вариантов вскрышного комплекса. Показаны перспективы работы Зашуланского угольного разреза и вклад предприятия в развитие инфраструктуры района работ и экономику региона.

**Ключевые слова:** каменноугольное месторождение, открытые горные работы, технология разработки, выбор оборудования, горнотранспортный комплекс, вскрышные работы, карьерный автосамосвал, гидравлический экскаватор, технико-экономическая эффективность.

**Для цитирования:** Иващенко Э. А., Овешников Ю. М., Авдеев П. Б., Субботин Ю. В. Горнотранспортный вскрышной комплекс Зашуланского угольного разреза // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 3-2. – С. 90–98. DOI: 10.25018/0236\_1493\_2021\_32\_0\_90.

### Overburden stripping and transport machinery at Zashulan coal mine

J. A. Ivashhenko<sup>1</sup>, Ju. V. Subbotin<sup>2</sup>, Ju. M. Oveshnikov<sup>2</sup>, P. B. Avdeev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> «Razrezugol» LLC, Chita, Russia;

<sup>2</sup> Transbaykal State University, Chita, Russia

**Abstract:** The article addresses challenges of open-pit mining in the Zashulan coal field, one of the most promising deposits of high-quality energy resources and raw materials with export potential. The field is located in the southwest of the Transbaikal territory and is operated under coal production license by Razrez Ugol, a joint venture established by Russia and China. The general information on the location, coal reserves, as well as geological and geotechnical conditions of mining in the coal field is provided. The main process solutions on drilling-and-blasting, stripping and coal extraction are presented. The rational configuration of mining and transportation equipment is justified with a view to enhancing efficiency of stripping. All decisions are made subject to project capacity of the coal mine, structural complexity of coal seams and available operational and maintenance infrastructure in the region. The results of the analysis of the truck-and-shovel system efficiency in stripping are presented. The technical and economic assessment of stripping machinery options is given. The prospects of Zashulan coal mine operation and contribution to the infrastructure development and economic growth in the region are shown.

**Key words:** coal deposit, open-pit mining, mining technology, equipment selection, mining transport complex, overburden, economic efficiency.

**For citation:** Ivashhenko J. A., Subbotin Ju. V., Oveshnikov Ju. M., Avdeev P. B. Overburden stripping and transport machinery at Zashulan coal mine. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2021; (3-2):90-98. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236\_1493\_2021\_32\_0\_90.

---

## Введение

Ископаемый уголь, как энергоноситель, является одним из базовых полезных ископаемых, добываемых на территории Забайкальского края. Расширение районов угледобычи имеет решающее значение для социально-экономического развития как отдельных поселений, так и края в целом, что характерно для регионов, в том числе и в мире, где существует недостаток других энергетических ресурсов [1, 2, 3]. Доля угля в мировом энергобалансе в следующие 10 лет, по некоторым оценкам, сократится на 5–7 %, что вызовет падение цен на энергетический уголь, в том числе на внутреннем рынке. В перспективе, интенсификация добычи угля в России будет напрямую зависеть от экспортных поставок топлива [4]. Высокий экспортный потенциал углей многих месторождений Забайкалья и их востребованность на внешних рынках, особенно в Китае, Юго-Восточной Азии, позволяют увеличить объемы добычи и, как следствие, валютные доходы страны. [5]

Также следует учитывать, что угольные месторождения являются потенциальными источниками редких и редкоземельных металлов [6], что в полной мере относится и к ряду месторождений бурого и каменного угля Забайкалья [7].

## Геолого-горнотехнологические особенности Зашуланского месторождения

Зашуланское месторождение каменных углей расположено в пределах Красночикийского района Забайкальского края в 115 км юго-восточнее железнодорожной станции Петровск-Забайкальский. Правом на разведку и добычу угля на месторождении обладает компания «Разрезуголь» – совместное предприятие ООО «Компания Востсибуголь» и крупнейшей угольной компании Китая Shenhua Group. Предполагается, что запуск разреза придаст импульс экономическому и социальному развитию региона, а также станет важным шагом в реализации дорожной карты китайско-рос-

сийского сотрудничества в угольной сфере [8]. Уголь будет использоваться как для нужд энергетики и ЖКХ Забайкальского края, так и для экспорта в Китай. Согласно проекту, в рамках первой очереди работ на площадке угольного разреза Зашуланского месторождения обустраиваются карьерная выемка, внешний отвал, промплощадки расходного склада взрывчатых материалов, их испытания и уничтожения, площадки очистных сооружений карьерных, ливневых и талых вод. Также проектом предусмотрено сооружение промежуточного угольного склада, вахтового поселка с модульной котельной и других объектов инфраструктуры.

Основными элементами рельефа района месторождения является Чикойская впадина и ограничивающие ее с севера, севера-запада хребет Малханский, с юга, юго-востока — хребет Черского с относительными превышениями водоразделов над долинами 300—400 м. Климат района резко континентальный, с холодной продолжительной зимой и коротким, относительно сухим летом. Отмечено наличие многолетней мерзлоты, носящей островной характер с глубиной 10—62 и более метров. Электроснабжение района работ осуществляется по высоковольтной линии электропередач 110 кВ.

В геологическом строении района Зашуланского угольного месторождения принимают участие разнообразные изверженные, метаморфические и осадочные комплексы пород от протерозоя до четвертичной системы. Коэффициент крепости выветрелых вскрышных пород равен 6, выветрелых — 4, угля — 2. Подсчет запасов угля согласно «ТЭО постоянных разведочных кондиций для подсчета запасов каменного угля Зашуланского месторождения», выполненный ООО «Сибгеопроект» в 2016 г., произведен по 19 пластам. Запасы угля

для добычи открытыми горными работами в границах лицензии по состоянию на 01.01.16 г. составляют 653183 тыс. т. Угли каменные, марок Д, ДГ, Г с зольностью 2—8 %, помимо энергетического направления, их можно использовать для производства адсорбентов, гумусовых стимуляторов роста растений и гидрогенизационной переработки в жидкое топливо [9].

Длина участка работ по простиранию вдоль свиты пластов составляет 6600 м, ширина — 107 м по дну карьера и 2900 м по поверхности, глубина 360 м. Общая длина фронта горных работ по участку составляет на средние условия эксплуатации 2,2 км. Освоение проектной мощности 5000 тыс. т угля в год достигается на 6 году эксплуатации. Первоочередной участок отработки предусматривает эксплуатацию в течение 40 лет. Коэффициент вскрыши в первые годы эксплуатации участка составляет 4, затем увеличивается до 7,5 м<sup>3</sup>/т.

#### **Технологические решения при разработке Зашуланского месторождения**

Горно-геологические условия участка определяют применение углубочной продольной однобортной системы разработки с размещением вскрышных пород во внешнем и внутреннем отвалах.

Вскрышные работы по отработке наносов и навалов предполагается выполнять гидравлическим экскаватором типа «обратная лопата» с погрузкой в автомобильный транспорт. При отработке вскрышного уступа экскаватор устанавливается на промежуточную площадку, что позволяет одновременно работать с верхним и нижним черпанием. Движение экскаватора на промежуточной площадке осуществляется поперечными заход-

ками с погрузкой в автосамосвал ниже уровня стояния. Для свободного прохода экскаватора из забоя, с промежуточной площадки, формируется съезд. Отработку коренных пород, представленных в основном песчаниками, реже аргиллитами и алевролитами, предусматривается выполнять после их предварительного рыхления буровзрывным способом гидравлическими экскаваторами типа «обратная лопата» и мехлопатами с погрузкой в автомобильный транспорт.

Добычные работы будут вестись гидравлическим экскаватором типа «обратная лопата» послонно с промежуточной площадки поперечными заходками с погрузкой в автосамосвал ниже уровня стояния, при доработке нижнего слоя погрузка в автотранспорт осуществляется на уровне стояния. Уголь автосамосвалами транспортируется на угольный склад, расположенный у северо-восточной границы первого блока первоочередного участка Зашуланского месторождения.

Рыхление коренных пород осуществляется вертикальными рассредоточенными скважинными зарядами. Для бурения скважин применяются буровые станки Atlas Copco DML с годовой производительностью 291 тыс. п. м. Скважины диаметром 216 мм бурятся в три ряда по сетке 6×6,5 м, удельный расход гранулита УП при массовом взрыве составляет 0,6 кг/м<sup>3</sup>. Проектная ширина развала взорванной горной массы составляет 32 м. Буровзрывные работы по углю не проводятся ввиду его трещиноватости и возможности выемки из массива без предварительного рыхления.

На основе выполненного анализа производительности, своевременного сервиса и цены-качества экскаваторов на вскрышных работах рассматривается использование карьерных экскаваторов производства КНР WK-35 с емкостью

ковша 35 м<sup>3</sup> и WK20 с емкостью ковша 20 м<sup>3</sup>. На добычных работах и маломощных междупластьях с учетом полноты извлечения запасов были приняты гидравлические экскаваторы типа «обратная лопата» Bonny CE 1250—7 и Bonny CE(D)1850—7 с емкостью ковша 5 и 11 м<sup>3</sup> соответственно. Следует отметить, что при выборе оборудования учитывалось мнение китайской стороны — собственников рассматриваемого участка Зашуланского месторождения.

Преимуществами применения экскаваторов серии WK являются: большая номинальная грузоподъемность ковша, высокие значения усилий напора, продолжительность цикла экскавации составляет 28 с, что полностью соответствует современным требованиям к такому типу оборудования, принятое оборудование разрешено к применению на территории РФ и имеет необходимые сертификаты соответствия.

Горнотехнические условия разработки месторождения определяют применение на транспортировке горной массы автомобильного транспорта [10]. Для транспортирования вскрышных пород были приняты автосамосвалы БелАЗ-75131 грузоподъемностью 136 т и БелАЗ-75306 грузоподъемностью 220 т, для перемещения угля от забоя до угольного склада принят углевоз БелАЗ-75138 грузоподъемностью 120 т. Данное автотранспортное оборудование в полной мере соответствует современным требованиям и позволяет сформировать с выбранным выемочно-погрузочным оборудованием мощные горнотранспортные комплексы.

При технико-экономическом сравнении сопоставляются только допустимые по техническим требованиям варианты, т. е. такие, в которых потребитель получает эффективную работу выемочно-погрузочного комплекса

заданного качества при заданной степени надежности.

Для определения оптимального уровня производительности экскаватора был выполнен сравнительный анализ производительности экскаватора в комплексе с автосамосвалом. Рассмотрено два комплекса оборудования:

- комплекс № 1 — экскаватор WK-35 — автосамосвал БелАЗ 75306;
- комплекс № 2 — экскаватор WK-20 — автосамосвал БелАЗ 75306.

Годовая производительности экскаваторов WK-35 и WK-20 в комплексе с автосамосвалом БелАЗ-75306 составляет 10100 тыс. м<sup>3</sup>/год и 7300 тыс. м<sup>3</sup>/год соответственно. Анализ показал, что основным параметром, влияющим на работу комплекса оборудования, является время погрузки автосамос-

вала, от которого зависит время полного оборота автосамосвала (рис. 1).

Вполне закономерно, что комплекс № 1 является более производительным, однако следует отметить, что с увеличением расстояния транспортирования, разница в производительности рассматриваемых комплексов с увеличением расстояния транспортирования уменьшается. При планируемом расстоянии транспортирования вскрышных пород 3,2 км преимущество в производительности комплекса № 1 составляет более 3000 тыс. м<sup>3</sup>/год (табл. 1).

Оптимальный по технико-экономическим показателям вариант вскрышного комплекса выбирается в результате расчетов сравнительной экономической эффективности капитальных вложений (табл. 2).

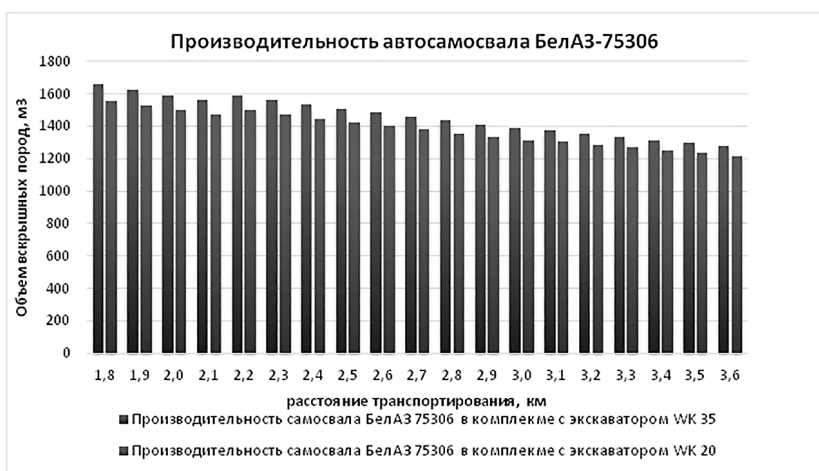


Рис. 1. Производительность автосамосвала БелАЗ-75306 в зависимости от расстояния транспортирования вскрышных пород

Fig. 1. Performance of the BelAZ-75306 dump truck depending on the distance of overburden transportation

Таблица 1

Расчет производительность комплексов  
Calculation of the performance of complexes

Наименование показателей	Ед. изм.	WK 20	WK 35
		БелАЗ-75306	БелАЗ-75306
Вид разрабатываемых пород	—	коренные невыветрелые	коренные невыветрелые

Окончание табл. 1

Наименование показателей	Ед. изм.	WK 20	WK 35
		БелАЗ-75306	БелАЗ-75306
Категория породы по трудности экскавации	—	4,00	4,00
Емкость ковша	м <sup>3</sup>	20,00	35,00
Грузоподъемность автосамосвала	т	220,00	220,00
Объем горной массы в кузове автосамосвала с учетом его грузоподъемности и объемного веса	м <sup>3</sup>	143,48	137,50
Время погрузки автосамосвала	мин	2,80	2,30
Сменная производительность	м <sup>3</sup> /см	9687,50	15500,00
Среднегодовая производительность	тыс. м <sup>3</sup> /год	7033,13	10100,00

Таблица 2

**Технико-экономическое сравнение вскрышных комплексов**  
**Technical and economic comparison of overburden complexes**

Показатели	Ед. изм	Комплексы	
		Комплекс WK-20 — БелАЗ 75306	Комплекс WK-35 — БелАЗ 75306
Амортизация	млн руб.	252,84	226,82
Текущий ремонт и запасные части	млн руб.	126,42	113,41
Вспомогательные материалы	млн руб.	25,28	22,68
Фонд заработной платы	млн руб.	25,70	21,20
Отчисления на ФЗП	млн руб.	9,00	7,42
Электроэнергия	млн руб.	24,12	27,37
Горюче-смазочные материалы	млн руб.	369,82	319,71
Всего затрат	млн руб.	833,19	738,62
Цеховые расходы	млн руб.	66,66	59,09
Общезаводские расходы	млн руб.	99,98	88,63
ИТОГО затрат	млн руб.	999,83	886,34
Годовой объем перевозки	млн м <sup>3</sup>	7,033	10,1
Себестоимость выемки и транспортировки	руб./м <sup>3</sup>	142,16	87,76

На основании укрупненных расчетов основных технико-экономических параметров можно сделать вывод, что применение выемочно-погрузочного комплекса экскаватора WK-35 с автосамосвалом БелАЗ-75306 будет эффективнее комплекса экскаватора WK-20 с автосамосвалом БелАЗ-75306, т. к. удельные показатели выемки и транспортировки пород вскрыши по первому комплексу составили

87,76 руб./м<sup>3</sup>, а по второму комплексу 142,16 руб./м<sup>3</sup>. Годовая производительность экскаваторов WK-35 и WK-20 в комплексе с автосамосвалом БелАЗ-75306 составляет 10100 тыс. м<sup>3</sup>/год и 7300 тыс. м<sup>3</sup>/год соответственно.

Следует отметить, что данные цифры не окончательны, и современный уровень развития техники и технологии позволяет значительно снизить транспортные издержки, что особенно

актуально в условиях, когда затраты на транспортирование горной массы автотранспортом могут достигать 50 % в себестоимости добычи. Так, важным элементом повышения эффективности горного производства является оптимизация транспортных систем карьеров и наиболее перспективным направлением для реализации этого будет сквозная цифровизация горного производства, позволяющая обеспечить экономию затрат в 2 раза и более [11], что позволяет рекомендовать данные технологии для внедрения в производство уже на начальном этапе освоения месторождения.

### **Заключение**

Открытая разработка Зашуланского месторождения каменных углей создает предпосылки для социального и эконо-

мического развития Красночуйского района, позволяет обеспечить более 1000 рабочих мест и привлечь население Забайкальского края, а также специалистов из других регионов для работы и постоянного проживания [12]. Ежегодные налоговые отчисления после выхода проекта на полную мощность прогнозируются в объеме более 400 млн руб. Дальнейшие перспективы освоения месторождения заключаются в строительстве угольной шахты для отработки запасов за пределами разреза, кроме этого, тенденция повышения требований потребителя к качеству продукции угледобывающих предприятий предопределяет необходимость внедрения в производственную цепочку современных технологий обогащения углей месторождения [13], позволяющих выходить на новые, перспективные рынки сбыта.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. *Mehmet Melikoglu*. Clean coal technologies: A global to local review for Turkey // *Energy Strategy Reviews*, 2018, Vol. 22, pp. 313–319.
2. *Xiaojiang Yu*. Coal mining and environmental development in southwest China // *Environmental Development*, 2017, Vol. 21, pp. 77–86.
3. *Lijun Zeng, Jiaqi Guo, Bingcheng Wang, Jun Lv, Qin Wang*. Analyzing sustainability of Chinese coal cities using a decision tree modeling approach // *Resources Policy*, 2019, Vol. 64, 101501.
4. *Линник Ю. Н., Линник В. Ю., Жабин А. Б., и др.* Анализ конъюнктуры и прогноз рынка угля // *Уголь*. – 2020. – № 5. – С. 34–38.
5. *Richard Clark, Noah Zucker, Johannes Urpelainen*. The future of coal-fired power generation in Southeast Asia // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2020, Vol. 121, 109650
6. *Seredin V. V., Shifeng Dai*. Coal deposits as potential alternative sources for lanthanides and yttrium // *International Journal of Coal Geology*, 2012, Vol. 94, pp. 67–93.
7. *Сидорова Г. П., Авдеев П. Б., Якимов А. А., Маниковский П. М.* Рудные элементы в ископаемых углях месторождений Забайкалья // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. – 2020. – №10. – С. 79–85.
8. *En+ и Shenhua* будут совместно осваивать Зашуланское угольное месторождение в Забайкалье // *Уголь*. – 2014. – №2. – С. 32–33.
9. *Малолетнев Д. Ю., Рябов В. Н., Осока О. А.* Мазнева Гидрогенизация угля Зашуланского месторождения Читинской области // *Химия твердого топлива*. – 2011. – №6. – С. 19–23.
10. *Благоразумов И. В., Кирпичников К. А., Непомнящих Е. В., Зимин Р. Н.* Создание транспортной инфраструктуры для освоения Зашуланского угольного месторож-

дения в Забайкальском крае. // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. — 2016. — Т. 1. — С. 424–432

11. Журавлев А. Г. Вопросы оптимизации параметров транспортных систем карьеров // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2020. — № 3—1. — С. 583–601.

12. Куклина Г. Л., Мязин В. П., Сверкунова Т. П., Метелев В. А. Комплексная геолого-технологическая переоценка качества ископаемых углей восточного Забайкалья и перспективы их многоцелевого использования // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2004. — №2. — С. 321–330.

13. Turek Marian. Directions of changes of hard coal output technologies in Poland // Mining Science and Technology, 2011, Vol. 21, Issue 1, pp. 1–5. **MIAB**

## REFERENCES

1. Mehmet Melikoglu. Clean coal technologies: A global to local review for Turkey. Energy Strategy Reviews, 2018, Vol. 22, pp. 313–319.

2. Xiaojiang Yu. Coal mining and environmental development in southwest China. Environmental Development, 2017, Vol. 21, pp. 77–86.

3. Lijun Zeng, Jiaqi Guo, Bingcheng Wang, Jun Lv, Qin Wang. Analyzing sustainability of Chinese coal cities using a decision tree modeling approach. Resources Policy, 2019, Vol. 64, 101501.

4. Linnik Yu.N., Linnik V.Yu., Zhabin A. B., Polyakov A. V. & Zich A. Coal market: analysis and forecast. *Ugol' – Russian Coal Journal*. 2020, no. 5, pp. 34–38 [In Russ].

5. Richard Clark, Noah Zucker, Johannes Urpelainen. The future of coal-fired power generation in Southeast Asia. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2020, Vol. 121, 109650.

6. Vladimir V. Seredin, Shifeng Dai. Coal deposits as potential alternative sources for lanthanides and yttrium. *International Journal of Coal Geology*, 2012, Vol. 94, pp. 67–93.

7. Sidorova G. P., Avdeev P. B., Yakimov A. A., Manikovskiy P. M. Presence of metal elements in Transbaikalian coal. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020, no. 10, pp. 79–85 [In Russ].

8. En+ and Shenhua will jointly develop the Zashulansky coal Deposit in Transbaikalia. *Ugol*, 2014, no. 2. pp. 32–33 [In Russ].

9. Maloletnev A. S., Mazneva O. A., Ryabov D.Yu., Osoka V. N. Hydrogenation of coal from the Zashulanskoe field in Chita oblast. *Solid fuel chemistry*, 2011. no. 6. pp. 19–23 [In Russ].

10. Blagorazumov I. V., Kirpichnikov K. A., Nepomnjashhih E. V., Zimin R. N. Creation of transport infrastructure for the development of the Zashulansky coal Deposit in the Transbaikalian territory. *Transport infrastructure of the Siberian region*, 2016, T. 1, pp. 424–432 [In Russ].

11. Zhuravlev A. G. The issues of optimization parameters of quarry transport systems. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020;(3-1):583–601. [In Russ].

12. Kuklina G. L., Myazin V. P., Sverkunova T. P., Metelev V. A. Comprehensive geological and technological reassessment of the quality of fossil deposits in Eastern Transbaikalia and prospects for their multi-purpose use. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020. no. 10. pp. 321–330.

13. Turek Marian. Directions of changes of hard coal output technologies in Poland. *Mining Science and Technology*, 2011, Vol. 21, Issue 1, pp. 1–5.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Иващенко Эдуард Анатольевич<sup>1</sup> — генеральный директор, ivaschenko\_ea@kvsu.ru;



*Овешников Юрий Михайлович*<sup>2</sup> — докт. техн. наук, профессор, заведующий кафедрой ОГР, e-mail: ogr\_chitgu@mail.ru;

*Авдеев Павел Борисович*<sup>2</sup> — докт. техн. наук, профессор, декан горного факультета, e-mail: chita-arb@yandex.ru;

*Субботин Юрий Викторович*<sup>2</sup> — докт. техн. наук, профессор кафедры ОГР, e-mail: iu.v.subbotin@mail.ru;

<sup>1</sup> ООО «Разрезуголь», Забайкальский край, Красночикийский р-н, с. Черемхово, Россия.

<sup>2</sup> Забайкальский государственный университет, Чита, Россия.

## INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

*Ivashhenko J. A.*<sup>1</sup>, general director;

*Oveshnikov Ju. M.*<sup>2</sup>, Dr. Sci. (Eng.), Professor;

*Avdeev P. B.*<sup>2</sup>, Dr. Sci. (Eng.), Professor;

*Subbotin Ju. V.*<sup>2</sup>, Dr. Sci. (Eng.), Professor;

<sup>1</sup> LLC “Razrez Ugol”, Zabaykalsky Krai, Krasnochikoyskoe district, village of Cheremkhovo, Russia;

<sup>2</sup> Transbaikal State University, Chita, Russia.

Получена редакцией 20.11.2020; получена после рецензии 06.02.2021; принята к печати 10.02.2021.

Received by the editors 20.11.2020; received after the review 06.02.2021; accepted for printing 10.02.2021.

