

## О ПРОБЛЕМАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ПРОХОДКИ И КРЕПЛЕНИЯ ВЫРАБОТОК

КАЮМОВА А. Н.<sup>1</sup>, ХАРИСОВ Т. Ф.<sup>1</sup>, РЫБАК С. А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Институт горного дела Уральского отделения РАН  
(Россия, г. Екатеринбург, ул. Мамина-Сибиряка, 58)

**Введение.** Добыча полезных ископаемых, наряду со строительством, является одним из видов деятельности, где традиционно наблюдается высокий уровень производственного травматизма со смертельным исходом.

**Цель.** В статье рассмотрены вопросы, связанные с обеспечением безопасности подземных горных работ.

**Методика.** Проанализированы данные об уровне смертельного травматизма на производстве для горной промышленности по состоянию на 2016 г., приведены основные причины травматизма и травмирующие факторы.

**Результаты исследований.** В исследованиях отмечается, что незначительная доля выявленных нарушений крепления и управления кровлей горных выработок (10 % от общего числа всех выявленных органами надзора за год нарушений) привела к несчастным случаям, связанным с обрушением горной массы, которые составляют большую часть от общего числа произошедших (38 %).

**Выводы.** На основе обзора нормативно-методической документации сделан вывод о недостаточности имеющихся нормативных документов в области горной промышленности. Поставлен вопрос о необходимости составления методических указаний по разработке, согласованию и утверждению необходимых технологических инструкций и регламентов по креплению горных выработок, что позволит существенно сократить количество несчастных случаев при ведении подземных горных работ.

**Ключевые слова:** нормативная документация; опасный производственный объект; выработка; крепление горных пород; технологический регламент; инструкция; горная промышленность; подземные горные работы.

**Введение.** Добыча полезных ископаемых, наряду со строительством, является одним из видов деятельности, где традиционно наблюдается высокий уровень производственного травматизма со смертельным исходом. Тем не менее по состоянию на 2016 г. на опасных производственных объектах (ОПО) горной отрасли число случаев смертельного и группового травматизма сократилось по сравнению с предыдущими годами и является минимальным за последние 15 лет на объектах ведения горных работ. Объем добычи горной массы на ОПО горной отрасли в 2016 г. по сравнению с 2015 г. снизился на 12 % и составил 1 267,2 млн м<sup>3</sup> (в 2015 г. – 1 446,7 млн м<sup>3</sup>), причем объем добычи полезных ископаемых открытым способом в 16 раз превышает объем добычи подземным способом. Динамика объемов добычи горной массы, случаев аварийности и смертельного травматизма представлена на рис. 1 [1].

**Цель работы.** Незначительный объем добычи полезных ископаемых подземным способом обусловлен большими капитальными и эксплуатационными затратами, связанными с особенностями залегания на большой глубине месторожде-

ния полезного ископаемого и опасными условиями труда. Количество несчастных случаев со смертельным исходом при подземных горных работах приведено в табл. 1 [1]. Статистика показывает, что количество смертельно травмированных людей в шахтах и рудниках в 2 раза больше, чем при разработке месторождений открытым способом. Согласно «Годовому отчету о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2016 году», число случаев смертельного травматизма при работах, проводимых в подземных условиях в 2016 г., сократилось на 30 %, но по-прежнему составляет основную долю – 66 % от общего числа смертельных несчастных случаев в горной промышленности [1]. Таким образом, работы в рудниках, шахтах на настоящий момент продолжают оставаться самыми опасными в горной отрасли, поэтому и внимание, уделенное безопасности проведения горных работ со стороны надзорных органов и научного сообщества, должно быть повышенным.

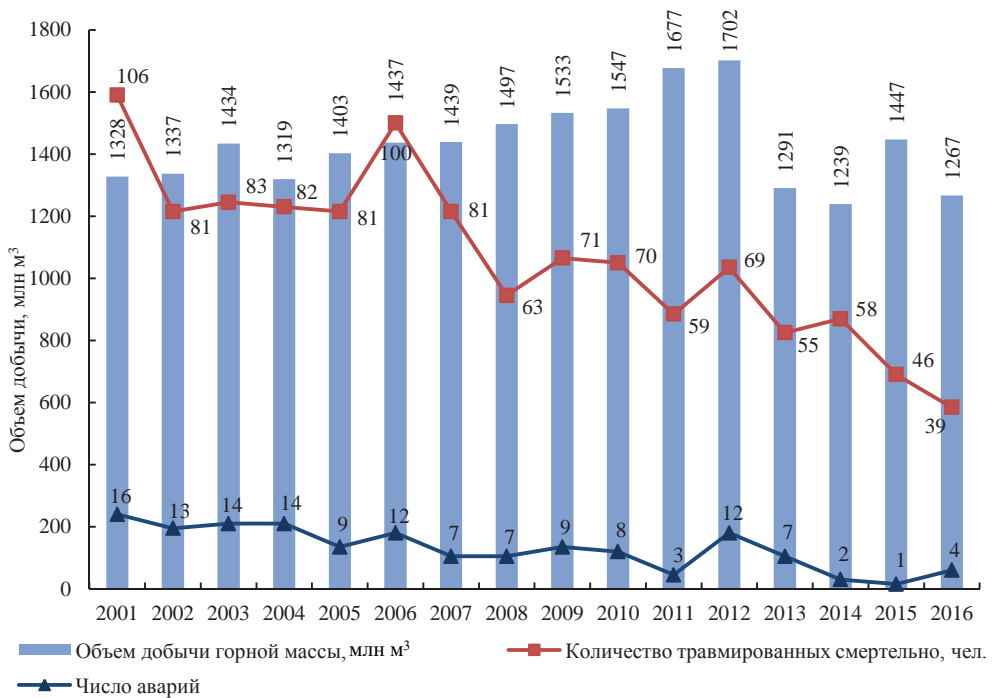


Рис. 1. Динамика объемов добычи горной массы, смертельного травматизма и аварийности за 2001–2016 гг.

Fig. 1. The dynamics of rock mass production output, fatal injury, and accident rate in 2001–2016

**Проведение исследований.** Исследование причин смертельных травм и аварий на объектах рудной и нерудной промышленности и подземного строительства независимо от способа разработки месторождения позволяет определить единую природу происхождения несчастных случаев, а именно:

- низкое качество инженерного сопровождения горных работ, подготовки и организации производства в совокупности с неудовлетворительным уровнем трудовой и технологической дисциплины при наличии серьезных недостатков в функционировании системы производственного контроля;
- недостаточный уровень квалификации непосредственных исполнителей работ.

Федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору проведена работа по ранжированию причин возникновения аварий

и несчастных случаев в горной промышленности. В результате выделено 5 основных причин аварий и несчастных случаев применительно к горной отрасли [2]. Распределение причин возникновения аварий и несчастных случаев со смертельным исходом по результатам исследования представлено в табл. 2.

**Результаты исследований.** По результатам рассмотрения материалов проведенных исследований органами горного надзора установлены причины 39 случаев производственного травматизма и двух аварий, произошедших за 2016 г., в результате которых смертельно травмированы работники. Таким образом, наибольшее количество случаев аварийности и травматизма связано с нарушением технологии проведения работ (32 % от общего числа) и низким уровнем произ-

**Таблица 1. Сведения о смертельном травматизме по видам работ в рудной и нерудной отрасли, подземном строительстве**

**Table 1. Information on fatal occupational injury rate according to work activities in ore mining, nonmetallic minerals mining, and underground construction**

Год	Количество несчастных случаев по видам работ							
	Открытые		Подземные		Дробильно-обогатительные фабрики		Итого	
	Чел.	%	Чел.	%	Чел.	%	Чел.	%
2011	15	25,5	33	55,9	11	18,6	59	100
2012	23	33,3	38	55,0	8	11,7	69	100
2013	18	32,7	33	60,0	4	7,3	55	100
2014	17	29,3	35	60,3	6	10,4	58	100
2015	9	19,6	37	80,4	–	–	46	100
2016	11	28,2	26	66,7	2	5,1	39	100

водственного контроля за обеспечением выполнения требований промышленной безопасности (32 %). Случаи смертельного травматизма происходили вследствие падения работников с высоты из-за отсутствия ограждений либо в результате травм, нанесенных обрушившейся горной массой из-за неудовлетворительной оборки заколов. Значительное количество несчастных случаев связано с неудовлетворительной организацией горных работ (27 %), выполнением производственных операций в отсутствие проектной и технологической документации, что привело к аварии и гибели людей. Меньший процент занимают другие причины: 7 % – нарушения работниками трудового распорядка и дисциплины труда, в том числе грубое нарушение требований промышленной безопасности в состоянии наркотического опьянения; 2 % – низкий уровень знания требований, норм и правил безопасности, в том числе отмечены случаи смертельного травматизма из-за допуска к работам на ОПО людей, не имеющих необходимой квалификации и не прошедших обучение и инструктаж до начала работ.

**Анализ и обсуждение.** За 2015–2016 гг. значительно увеличилась доля несчастных случаев в результате нарушения технологии производства работ, порядок которых определяется технологическими регламентами. Помимо технологических регламентов существует другая документация: технологические инструкции, методические указания, руководства, приказы, протоколы, паспорта, акты, разрабатываемые в целях обеспечения безопасности подземных горных работ.

Безопасность ведения горных работ всегда является актуальной проблемой для горной науки и горнодобывающих предприятий, так как каждый несчастный

случай влечет за собой невосполнимые материальные потери и человеческие жертвы. В последние десятилетия инновации в области подземного строительства во многом связаны с появлением современного оборудования для проходки и крепления горных выработок, разработкой новых видов и конструкций крепи, современных многофункциональных систем обеспечения безопасности, новых методов исследования горно-геологических, геомеханических и гидрогеологических условий для повышения надежности прочностных, деформационных и структурных параметров массива горных пород [3–8]. Большой объем научных исследований и разработок позволяет решить локальные проблемы обеспечения безопасности в шахте, но этого недостаточно для устранения первоначальных причин аварий и производственного травматизма. Необходимо уделить больше внимания нормативно-методическому сопровождению технологии проведения подземных горных работ. Особенно эта проблема актуальна для рудных и нерудных месторождений полезных ископаемых, разрабатываемых подземным способом. Нормативные документы, действующие в настоящее время, носят общий характер, оставляя проработку деталей специализированным научным организациям, обладающим необходимой компетенцией в этой области. Тенденция сокращения количества нормативной документации уменьшает объем необходимой технической информации, что отрицательно сказывается на качестве технологии производства работ, а следовательно, и на безопасности.

**Таблица 2. Распределение причин аварий и несчастных случаев в горной промышленности (2012–2016 гг.)**

**Table 2. Distribution of the reasons for emergencies and accidents in the mining industry (2012–2016)**

Причины аварии, несчастного случая	Распределение причин аварий и несчастных случаев по результатам исследований, %				
	2012	2013	2014	2015	2016
Нарушение технологии производства	12	8	11	40	32
Неудовлетворительная организация производства	40	42	52	27	27
Низкий уровень производственного контроля	25	19	24	16	32
Нарушение трудового распорядка и дисциплины труда	18	24	9	13	7
Низкий уровень знания требований, норм и правил безопасности	5	7	4	4	2

Если подробнее рассмотреть технологический процесс крепления горных выработок, то характер произошедших аварий и смертельных травм показывает, что системно происходящие нарушения технологии крепления горных выработок и связанные с этим обрушения горных пород не подвергаются всестороннему анализу руководителями, специалистами компаний и организаций. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору по результатам анализа эффективности проверок, проводимых территориальными органами горного надзора, провела статистическую обработку 8719 нарушений, выявленных в ходе плановых проверок в 2016 г. на объектах ведения горных работ и сопоставила их со структурой травмирующих факторов по 39 смертельным случаям, произошедшим в горной отрасли (рис. 2) [2].

Можно сделать вывод, что незначительная доля выявленных нарушений крепления и управления кровлей горных выработок (10 % от общего числа нарушений) привела к несчастным случаям со смертельным исходом, связанным с обрушением горной массы, которые составляют наибольшую часть от всех

произошедших (38 %). Таким образом, необходимо принимать меры по выявлению и устранению нарушений, являющихся причиной несчастных случаев, связанных с обрушением горной массы.

Все названные причины (табл. 2) несчастных случаев связаны с обрушением кровли. Можно сказать, что нарушение технологии ведения горных работ, неудовлетворительная организация производства работ, низкий уровень производственного контроля напрямую связаны с недостаточной освещенностью вопросов проходки и крепления горных выработок в нормативно-методической литературе применительно к горной промышленности. Это оказывает отрицательное влияние на качество проработки и исполнение правил внутренней нормативно-технической документации предприятий.



Рис. 2. Распределение территориальными органами Ростехнадзора РФ выявленных нарушений и основных травмирующих факторов в горной промышленности за 2016 г.

Fig. 2. Distribution of violations and main injuring factors in the mining industry as of 2016 by ROSTEKNADZOR RF local authorities

Технологический процесс проходки и крепления горных выработок в зависимости от вида полезного ископаемого регламентируется большим объемом нормативной документации и должен осуществляться в соответствии с проектной документацией, технологическими регламентами, инструкциями и паспортами крепления (п. 83 Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых», утвержденных Приказом Ростехнадзора от 11.12.2013 № 599).

Наиболее детальная проработка нормативной документации по креплению выработок наблюдается в угледобывающей отрасли, для разработки нефтяных месторождений шахтным способом, при геологоразведочных работах, при строительстве транспортных тоннелей и метрополитенов.

В настоящее время наиболее частым нарушением, зафиксированным на горнодобывающих предприятиях, является отсутствие технологических регламентов на основные технологические производственные процессы в соответствии с требованиями Федеральных норм и правил в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых» [9–10]. Обзор имеющейся нормативной документации показал, что для горной промышленности вопросы проходки и крепления горных выработок имеют общий, иногда рекомендательный характер, недостаточный для обеспечения должного уровня безопасности при ведении подземных горных работ (РД 06-627-03 «Методические рекомендации о порядке разработки, согласования и утверждения регламентов технологических производственных процессов при ведении горных работ подземным способом»).

В регламенты рекомендуется включать меры, выполнение которых направлено на обеспечение безопасной работы шахт на всех стадиях производственных процессов при полном соответствии их содержания принятым проектным решениям для объектов горных работ.

Одним из обязательных документов для обеспечения безопасной работы при проходке и креплении горных выработок является «Инструкция по креплению и поддержанию капитальных, подготовительных, нарезных и разведочных выработок» (Инструкция), разработка которой должна выполняться специализированными организациями [11–13].

В состав Инструкции входит методика оценки устойчивости массива, методика расчета крепи, прогноз устойчивости, оценка качества крепи и др. Таким образом, от ее качества зависит точность оценки устойчивости массива, выбор оптимального типа крепи, ее параметров, технологии крепления. Она должна обеспечивать должный уровень безопасности при проходке и креплении подземных горных выработок.

В настоящее время Инструкция по креплению горных выработок является внутренним документом предприятия, не требующим обязательной процедуры утверждения в органах надзора или проведения экспертизы промышленной безопасности [14].

**Выводы.** Для повышения безопасности в процессе ведения подземных работ разработка технологических регламентов, инструкций по креплению горных выработок или руководств по креплению должна быть обязательной, строго регламентированной процедурой на любом горном предприятии. В зависимости от того, насколько качественно и подробно будет разработан этот документ для конкретных горно-геологических условий месторождения, напрямую зависит безопасность ведения подземных горных работ. Таким образом, необходимо разработать четкие правила о составе и содержании, методические указания по разработке, согласованию и утверждению Инструкции по креплению подземных горных выработок. Одним из вариантов решения данной проблемы является разработка типового проекта (эталона) или положения о порядке разработки, согласования и утверждения «Инструкции по креплению и поддержанию капитальных, подготовительных, нарезных и разведочных выработок» на предприятиях черной и цветной металлургии.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2016 году. URL: [http://www.gosnadzor.ru/public/annual\\_reports/Годовой%20отчет%20за%202016%20год%203.pdf](http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/Годовой%20отчет%20за%202016%20год%203.pdf) (дата обращения 05.04.2018 г.)

2. Управление горного надзора. Горнорудная и нерудная промышленность, объекты подземного строительства // Информационный бюллетень Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. 2017. № 3(90). С. 17.

3. Глубоковских Ю. С., Хлебников П. К., Корнилов М. В. Выбор рациональных управляющих силовых воздействий при использовании металлических арочных крепей на шахте «Соколовская» // Известия вузов. Горный журнал. 2015. № 4. С. 32–36.

4. Шиманский В. В., Мамяшева Я. В., Мамяшев В. Г., Ушивцева Д. А. О совершенствовании правового регулирования обеспечения достоверности геолого-геофизических, петрофизических и геохимических данных, используемых при геологоразведочных работах и подсчете запасов нефти и газа // Недропользование. XXI век. 2016. № 5. С. 156–168.

5. Харисов Т. Ф., Озорнин И. Л. Обоснования эффективной технологии строительства сопряженных шахтных стволов в сложных горно-геологических условиях // Проблемы недропользования. 2015. № 1 (4). С. 84–90.

6. Антонов В. А., Харисов Т. Ф. Обеспечение устойчивости крепи в процессе строительства вертикальных стволов // Проблемы недропользования. 2014. № 1. С. 65–69.

7. Louchnikov V. N., Eremenko V. A., Sandy M. P. Ground support liners for underground mines: energy absorption capacities and costs // Eurasian Mining (Gornyi Zhurnal). 2014. No. 1 (21). P. 54–62.

8. Hoek E., Brown E. T. Practical estimates of rock mass strength. Int. J. Rock Mech. & Mining Sci. & Geomechanics Abstracts. 1997. No. 34 (8). P. 1165–1186.

9. Перечень типовых нарушений обязательных требований в сфере компетенции Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору // URL: <http://www.gosnadzor.ru/public/Reform%20of%20HCS/Перечень%20типовых%20нарушений%20обязательных%20требований.docx> (дата обращения 05.04.2018 г.)

10. Федоров В. Н. К вопросу о техническом регулировании производственных процессов современной шахты // Уголь. 2010. № 2 (1006). С. 49–51.

11. Козырев А. А., Смирнов Ю. Г., Орлов А. О., Семенова И. Э., Лобанов Е. А., Сулов И. В., Волков Д. С., Пантелеев А. В., Чайкин Д. А. Инструкция по креплению горных выработок на месторождении апатит-нефелиновых руд Олений ручей. Апатиты: Каэм. 2015. 72 с.

12. Ильина Е. С., Позолотин А. С., Разумов Е. А. Инструкция по расчету и применению анкерной крепи на угольных шахтах Кузбасса: шаг вперед в креплении горных выработок // Уголь. 2011. № 11 (1028). С. 18–19.

13. Douglas T. N., Arthur L. Y. A guide to the use of rock reinforcement in underground excavations // Construction Industry Research and Information Association Report. London. 1983. No. 101. P. 173–176.

14. Каюмова А. Н. Особенности экспертизы промышленной безопасности строительной документации для районов развития опасных природных и техноприродных процессов // Известия вузов. Горный журнал. 2017. № 8. С. 102–107.

Поступила в редакцию 4 августа 2018 года

Каюмова А. Н., Харисов Т. Ф., Рыбак С. А. О проблемах обеспечения безопасности в процессе проходки и крепления выработок // Известия вузов. Горный журнал. 2018. № 7. С. 115–122.

#### Сведения об авторах:

**Каюмова Альфия Наилевна** – кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории геомеханики подземных сооружений Института горного дела Уральского отделения РАН. E-mail: [alfkaa@mail.ru](mailto:alfkaa@mail.ru)

**Харисов Тимур Фаритович** – кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории геомеханики подземных сооружений Института горного дела Уральского отделения РАН. E-mail: [Timur-ne@mail.ru](mailto:Timur-ne@mail.ru)

**Рыбак Светлана Александровна** – младший научный сотрудник лаборатории сдвижения горных пород Института горного дела Уральского отделения РАН. E-mail: [ribak@e1.ru](mailto:ribak@e1.ru)

### ON THE PROBLEMS OF SAFETY PROMOTION IN THE COURSE OF EXCAVATION DRIVING AND SUPPORT

Kaiumova A. N.<sup>1</sup>, Kharisov T. F.<sup>1</sup>, Rybak S. A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Mining, Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, Russia.

**Introduction.** Together with construction, mineral production is one of activities with a high level of fatal occupational injury observed.

**Research aim.** The article considers the problems connected with underground mining safety promotion.

**Research methodology.** Data on the level of fatal occupational injury for mining industry as of 2016 are analyzed; the main reasons and the injuring factors are given.

**Research results.** The research focuses on the fact that a negligible proportion of the excavation roof management and support violations (10% from the total number of violations detected annually) have led to accidents related to the collapse of the rock mass, constituting the major part of accidents (38%).

**Conclusions.** On the basis of the normative and methodical documentation review the conclusion have been made on the lack of normative documents in the field of mining industry. The question has been raised about the need to develop guidelines for the development, coordination and approval of required technological instructions and regulations for excavation support that will significantly reduce the number of accidents in the course of underground mining.

**Key words:** normative documentation; hazardous production facility; excavation; rocks support; technological regulation; instruction; mining industry; underground mining.

DOI: 10.21440/0536-1028-2018-7-115-122

#### REFERENCES

1. Annual report of the activity of the Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service in 2016. Available at: [http://www.gosnadzor.ru/public/annual\\_reports/Годовой%20отчет%20за%202016%20год%203.pdf](http://www.gosnadzor.ru/public/annual_reports/Годовой%20отчет%20за%202016%20год%203.pdf) (Access date 5th April, 2018). (In Russ.)
2. Mining Supervision Authority. Ore mining and nonmetallic mineral mining, underground construction sites. *Informatsionnyi biulleten' Federal'noi sluzhby po ekologicheskomu, tekhnologicheskomu i atomnomu nadzoru – News Bulletin of the Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service*, no. 3(90), 2017, pp. 17. (In Russ.)
3. Glubokovskikh Iu. S., Khlebnikov P. K., Kornilkov M. V. [The selection of efficient operating force actions when using steel arched supports at "Sokolovskaya" mine]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal – News of the Higher Institutions. Mining Journal*, 2015, no. 4, pp. 32–36. (In Russ.)
4. Shimanskii V. V., Mamiashva Ia. V., Mamiashv V. G., Ushivtseva D. A. [Regarding the development of legal control over the reliability of geological-geophysical, petrophysical, and geochemical data used in the course of geologic prospecting works and estimation of oil and gas reserves]. *Nedropol'zovanie XXI vek – Natural Resource Management 21st Century*, 2016, no. 5, pp. 156–168. (In Russ.)
5. Kharisov T. F., Ozornin I. L. [Grounding the efficient technology of construction mine shafts conjugations in complicated mining and geological conditions]. *Problemy nedropol'zovaniia – The Problems of Subsoil Use*, 2015, no. 1 (4), pp. 84–90. (In Russ.)
6. Antonov V. A., Kharisov T. F. [Provision support stability in the process of vertical shaft sinking]. *Problemy nedropol'zovaniia – The Problems of Subsoil Use*, 2014, no. 1, pp. 65–69. (In Russ.)
7. Louchnikov V. N., Eremenko V. A., Sandy M. P. Ground support liners for underground mines: energy absorption capacities and costs. *Eurasian Mining (Gornyi Zhurnal)*, 2014, no. 1 (21), pp. 54–62.
8. Hoek E., Brown E. T. Practical estimates of rock mass strength. *Intl. J. Rock Mech. & Mining Sci. & Geomechanics Abstracts*, 1997, 34 (8), pp. 1165–1186.
9. [The list of typical violations of mandatory requirements under the jurisdiction of the Federal Environmental, Industrial and Nuclear Supervision Service]. Available at: <http://www.gosnadzor.ru/public/Reform%20of%20HCS/Перечень%20типовых%20нарушений%20обязательных%20требований.docx> (Access date 5th April, 2018). (In Russ.)
10. Fedorov V. N. [Regarding the problem of technical regulation of the modern mine's industrial processes]. *Ugol' – Coal*, 2010, no. 2 (1006), pp. 49–51. (In Russ.)
11. Kozyrev A. A., Smirnov Iu. G., Orlov A. O., Semenova I. E., Lobanov E. A., Suslov I. V., Volkov D. S., Pantelev A. V., Chaikin D. A. [Instruction on excavations support at Oleniy Ruchey nepheline-apatite ore deposit]. *Apatites, OOO Kaem Publ.*, 2015. 72 p.
12. Il'ina E. S., Pozolotin A. S., Razumov E. A. [Instruction on calculation and application of anchor support in coal mines of Kuzbass: a step forward in excavations support]. *Ugol' – Coal*, 2011, no. 11 (1028), pp. 18–19. (In Russ.)
13. Douglas T. N., Arthur L. Y. A guide to the use of rock reinforcement in underground excavations. *Construction Industry Research and Information Association Report*. London, no. 101, 1983, pp. 173–176.
14. Kaiumova A. N. [Some peculiarities in the examination of industrial safety of documentation for construction in the areas of hazardous natural and techno-natural processes development]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Gornyi zhurnal – News of the Higher Institutions. Mining Journal*, 2017, no. 8, pp. 102–107. (In Russ.)

#### Information about authors

**Kaiumova Al'fiia Nailovna** – Candidate of Engineering Science, researcher of the Laboratory of Geomechanics of Underground Buildings, the Institute of Mining UB RAS. E-mail: [alfkaa@mail.ru](mailto:alfkaa@mail.ru)  
**Kharisov Timur Faritovich** – Candidate of Engineering Science, senior researcher of the Laboratory of Geomechanics of Underground Buildings, the Institute of Mining UB RAS. E-mail: [timur-ne@mail.ru](mailto:timur-ne@mail.ru)  
**Rybak Svetlana Aleksandrovna** – junior researcher of the Laboratory of Rock Movement, the Institute of Mining UB RAS. E-mail: [ribak@e1.ru](mailto:ribak@e1.ru)