

Д.Ю. Савон

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К СИСТЕМЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА УГОЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Аннотация. Представлен подробный анализ причин несоблюдения и нарушения правил техники безопасности, низкого профессионального уровня работников шахтного производства. Для обеспечения организации труда и промышленной безопасности при производстве горных работ, на предприятиях должен выполняться комплекс мер по техническому перевооружению и интенсификации угольного производства, снижению аварийности и травматизма на угледобывающих предприятиях и дальнейшему развитию потенциала угольной промышленности. Кардинальное повышение производительности при обеспечении мировых стандартов в области промышленной безопасности и охраны труда, экологической безопасности при добыче и обогащении угля. Основная проблема безопасности в угольной индустрии связана с борьбой с пылью и метаном. Расчет показателей уровней опасности по шахтам Печорского угольного бассейна и шахтам АО «СУЭК» позволил сгруппировать шахты по группам опасности и выявил наиболее значимые группы опасностей для каждой шахты, а также выявить опасности, наиболее сложные по предвидению. Обеспечением безопасности на угольных предприятиях является профессионализм работников, высокий уровень квалификации кадров, знание и умение специалистов использовать современные средства и способы обеспечения безопасности горных работ.

Ключевые слова: угольная промышленность, «человеческий фактор», промышленная безопасность, аварийность, травматизм.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-11-0-227-235

Угольная промышленность остается производством с преимущественно вредными и опасными условиями труда. В наиболее тяжелых и опасных условиях трудятся подземные рабочие.

Анализ основных факторов рассогласования производственных процессов на уровне подразделений шахт показал, что наибольшее влияние оказывают такие факторы, как квалификация персонала и ограничения, связанные с техникой безопасности. В настоящее время состояние техники безопасности и уровень противоаварийной устойчивости угольных шахт и разрезов России оцениваются, как недостаточные. Количество летальных травм в угольной отрасли Рос-

сии значительно превышает аналогичный показатель ведущих угледобывающих стран, а уровень профессиональной заболеваемости ее работников значительно выше, чем в других отраслях отечественной экономики [1, 2].

Одним из ключевых условий обеспечения безопасности на угольных предприятиях является профессионализм работников, высокий уровень квалификации кадров, знание и умение специалистов использовать современные средства и способы обеспечения безопасности горных работ. В первую очередь это относится к руководителям и главным специалистам организаций, руководителям участков и цехов. Основная пробле-

ма безопасности в угольной индустрии связана с борьбой с пылью и метаном. По-прежнему основными способами защиты от повышения их концентрации являются предварительная дегазация пластов и проветривание.

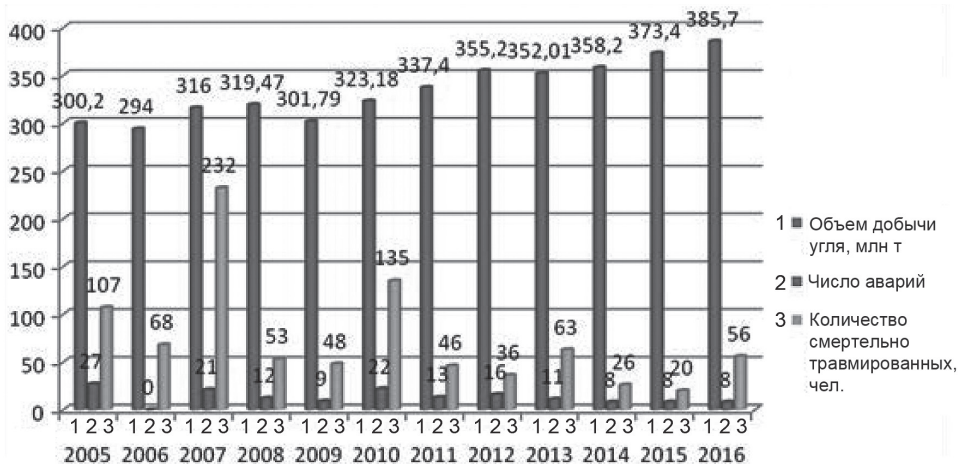
Основной особенностью метана является его необычная характеристика и отсутствие у работников ощущения опасности метана. С тем, чтобы избежать этого воздействия необходимо не только хорошо знать характеристику метана, но и чувствовать, ощущать интуитивно, помнить постоянно о его присутствии, опасности скопления, проявлении в виде взрыва. Наличие такого чувства помогает, с одной стороны, пунктуально соблюдать требования Правил безопасности и принимать своевременно соответствующие меры, аналогично осуществляемых по предупреждению обвалов и обрушений, с другой — своевременно покинуть опасную зону. В этом смысле наиболее важными при работе в шахте становятся персональные газоанализаторы. Их разработкой и производством в России занимаются достаточное количество фирм, как в России, так и на территории СНГ.

Многие работники, как показывают проверки и расследования аварий, к сожалению, метан знают не очень хорошо. Только немногие (примерно 2–3%) работающие на шахте четко представляют, имели возможность непосредственно встречаться с этим видом аварий, и то, чаще всего, в процессе восстановительных работ при ликвидации последствий взрывов метана. В связи со специфическими особенностями шахт и адаптацией работающих к условиям среды, громадная постоянная опасность от наличия метана и угольной пыли работниками не ощущается, однако, от этого среда не становится менее опасной. Отсутствие этого ощущения является тем человеческим фактором, сопутствующей, косвенной причиной несоблюдения и

нарушения правил техники безопасности и взрывов [3, 4].

Наиболее общими параметрами, характеризующими эффективность производственных процессов угольных шахт, являются коэффициенты использования оборудования, персонала и материальных ресурсов. Безопасность производственных процессов характеризуется уровнем травматизма на 1 млн т добычи угля. На рабочих местах, не соответствующих требованиям по обеспеченности средствами индивидуальной защиты трудится 7,6% работников в подземных выработках шахт, 7,1% работников на шахтной поверхности, 5,2% работников разрезов, 4,7% трудящихся обогатительных фабрик и 2,6% — прочих [5–7].

Государственный контроль в области промышленной безопасности на предприятиях угольной промышленности в 2016 г. осуществлялся на 97 шахтах, 268 разрезах, 108 объектах обогащения угля. К объектам I класса опасности относятся 97 шахт (из них 60 осуществляют добычу); II класса опасности — 193 разреза и 101 объект обогащения угля; III класса опасности — 56 разрезов и 7 объектов обогащения угля; IV класса опасности — 19 разрезов. Общая добыча угля за 2016 г. по сравнению с 2015 г. увеличилась на 3,3 % и составила 385,7 млн т, в том числе: подземным способом — 104,64 млн т; открытым способом — 281,09 млн т. Среднесписочная численность работающих в угольной отрасли составляет 116 245 чел. Показатели состояния промышленной безопасности на угольных предприятиях отрасли за 2016 г. по сравнению с 2015 г. распределились следующим образом. В 2016 г. на поднадзорных предприятиях произошло 8 аварий, из них две аварии с групповым несчастным случаем. При авариях с групповым несчастным случаем получили смертельные травмы 38 чел. При других авариях пострадав-



Динамика объемов добычи угля, смертельного травматизма и аварийности в период 2005–2016 гг. (Источник: Годовой отчет Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору за 2016 г. Москва, 2017)

Trends in coal production output, accident rates and injury rates in 2005–2016

ших и смертельно травмированных нет. Общее количество смертельно травмированных — 56 чел. В 2015 г. на поднадзорных предприятиях произошло 8 аварий, из них одна авария с групповым несчастным случаем. При аварии с групповым несчастным случаем получили смертельные травмы три человека. При других авариях пострадавших и смертельно травмированных нет. Общее количество смертельно травмированных — 20 чел. Таким образом, количество несчастных случаев со смертельным исходом в 2016 г. возросло в 2,8 раза, общий травматизм увеличился с 258 случаев в 2015 г. до 304 случаев в 2016 г. Динамика объемов добычи угля, производственного травматизма со смертельным исходом и аварийности за 2005–2016 гг. показана на рисунке.

Величина удельного показателя смертельного травматизма, определяемого как количество смертельно травмированных шахтеров на 1 млн т добытого угля за год, в сравнении с 2015 г. в 2016 г. увеличилась с 0,05 до 0,14 чел./млн т [8].

По сравнению с 2015 г. возросло число аварий, связанных со взрывами,

вспышками метана, но в прошедшем году значительно снизилось число пожаров: с 5 до 1. Суммарное количество аварий сохранилось на прежнем уровне.

В 2016 г. рост смертельного травматизма произошел на объектах Печорского управления (+35); Северо-Кавказского управления (+2); Ленского управления (+1); Сахалинского управления (+1); Средне-Поволжского управления (+1). На предприятиях основного угледобывающего региона, Сибирского управления, в 2016 г. количество смертельных несчастных случаев снизилось на 2 случая, а показатель удельного смертельного травматизма составил 0,05 чел./млн т, что является очень высоким достижением. Скачкообразный характер тренда динамики смертельного травматизма вызван происходящими с периодичностью один раз в 3 года на шахтах крупными авариями с количеством жертв, превышающим 10 чел.

Анализ современных подходов к системе промышленной безопасности (ПБ) и сравнительный анализ методов ее экономической оценки выявил ряд существенных проблем. Так, в существую-

ших подходах недостаточно учитывается особенности производственной среды угольных шахт, относящихся к производственным объектам повышенной опасности, в плане учета всех видов опасности как внешней, так и внутренней среды, специфика условий промышленной безопасности и охраны труда как объекта оценки, специфического проявления эффективности управления системой охраны труда (ОТ) и ПБ [9].

Для обеспечения охраны труда и промышленной безопасности вкладываются значительные средства, однако увязать их объем с ростом эффективности системы безопасности напрямую задача достаточно сложная, так как увеличение расходов на ОТ и ПБ не приводит к адекватному повышению уровня безопасности. Это связано с тем, что:

- на уровень безопасности влияет комплекс как внутренних, так и внешних факторов;
- имеет место внутреннее противоречие, связанное с тем, что зачастую рост эффективности производства сопровождается ростом риска возникновения аварий или создания аварийных ситуаций;
- структура управления безопасностью как в целом на предприятии, так и в службе охраны труда, как правило, несовершенна;
- отсутствует четкое определение ролей, ответственности и полномочий должностных лиц по охране труда и, как следствие, регламентированного взаимодействия по вопросам охраны труда между подразделениями предприятия и работающими в них сотрудниками;
- собственники и инвесторы не заинтересованы во вложении своих средств в безопасность, так как чаще всего воспринимают это как дополнительные затраты.

Рост эффективности производства сопровождается увеличением потенциал-

ного социально-экономического ущерба, в том числе для здоровья работников, в результате наступления негативных событий, связанных с производственной деятельностью предприятия, то есть возрастанием производственного риска.

Кроме того, «поскольку система управления организации труда и промышленной безопасности не интегрирована в систему управления предприятием, система оплаты труда стимулирует, преимущественно, выполнение запланированного объема производства, а не на безопасную работу» [10]. Широко распространенная в шахтах сдельно-премиальная оплата труда так же не нацелена на безопасность, а на повышение интенсивности труда, провоцирует работу с нарушением требований безопасности.

Для оценки опасности угольных шахт применяются методики, разработанные угольными компаниями для шахт России.

Опасности на угольных шахтах сгруппированы в 7 групп:

- опасность взрыва газа и/или пыли;
- опасность по горным ударам;
- опасность по внезапным выбросам угля, породы, пыли или газа;
- опасность прорыва воды и/или пульпы в подземные горные выработки;
- опасность эндогенного пожара;
- опасность обрушения горных пород;
- «человеческий фактор».

Каждой группе опасности присваивается определенный ранг от 1 до 10 в порядке возрастания опасности, затем каждому фактору присваивается вес (значимость) и определяется балл по каждому фактору, а затем путем суммирования баллов в каждой группе — общий балл по группе.

Таким образом, осуществляется распределение шахт каждого угольного бассейна по отдельным компаниям, а внутри компаний — по каждой шахте.

Выполненный расчет показателей уровней опасности по шахтам Печор-

ского угольного бассейна и шахтам АО «СУЭК» позволил сгруппировать шахты по группам опасности и выявил наиболее значимые группы опасностей для каждой шахты, а также выявить опасности, наиболее сложные по предвидению.

На шахтах Печорского бассейна наибольшее значение имеет 1-ая группа опасности и это приводит к тому, что итоговая строка по ним совпадает с баллами первой строки. Следовательно, наибольшую опасность в возникновении аварий для этих шахт представляют взрывы газа и /или пыли. Казалось бы, что этот вид опасностей никак не связан с человеческим фактором, а требует только использование самых современных приборов для учета этих параметров. Однако, в действительности и здесь человеческий фактор играет существенную роль.

Так, чтобы исключить остановку процесса добычи в очистных забоях по причине превышения установленной нормы содержания газа в шахтной атмосфере, и получить большую заработную плату при сдельной оплате труда, рабочие накрывают газоанализаторы спецодеждой и продолжают добычу даже в ущерб собственной безопасности.

Для шахт АО «СУЭК» наибольшую опасность представляю I и II группы опасностей, поскольку шахты имеют высокую вероятность проявления горных ударов.

Наиболее сложными по степени предвидения являются группы I, II и V. Кроме того, ущерб от аварий по этим причинам в десятки раз больше, чем инвестиции в их упреждение. Следовательно, этим группам должно быть уделено значительно большее внимание как в плане организации производственной среды и труда, так и в отношении финансирования.

Следующий вывод в отношении полученных результатов связан с тем, что на всех шахтах VII группа факторов имеет одинаковое значение. Это связано с тем,

что в рассмотренной методике VII группа факторов по формальному признаку отнесена к группе со 100% предвидением, а, следовательно, и управляемость ею тоже 100%, что на наш взгляд неверно. Такой подход чреват большими потерями как человеческими, так и материальными. Выше уже высказывалась точка зрения на уровень управляемости и предсказуемости в отношении человеческого фактора. Нисколько не сомневаясь в возможности воздействовать на работников в плане соблюдения требований ОТ и ПБ, необходима разработка системы мотивации именно в этом направлении, а не только в направлении повышения эффективности труда.

Анализ актов расследования несчастных случаев формы НС-1 и формы отчетности «ТБ-2-Уголь», содержащей информацию о несчастных случаях и авариях, по АО «СУЭК-Кузбасс выявил еще более впечатляющую картину: 67% причин возникновения аварий и несчастных случаев происходят по причинам «человеческого фактора», к которому отнесены и причины организационного характера.

Очевидно, что снижение влияния «человеческого фактора» — одна из важнейших задач системы управления ОТ и ПБ. Однако именно эта причина меньше всего поддается управлению. Действия человека очень сложно предугадать, тем более в экстремальных ситуациях. Особенно сложно предугадать действия коллектива рабочих, осуществляющих трудовую деятельность в столь сложной производственной среде, какой является угольная шахта. Здесь не случайно сказано о коллективе людей, т.к. на угольных шахтах основной формой организации труда являются комплексные бригады. И хотя, как показывает анализ, имеют место нарушения требований охраны труда и промышленной безопасности, как правило, отелными работниками, не менее важно предотвращать

создание аварийных ситуаций, относящихся к безопасности групп людей, т.к. это чревато еще большими потерями как человеческими, так и экономическими.

На угледобывающих предприятиях в соответствии с решениями Комиссии при Президенте Российской Федерации по вопросам стратегии топливно-энергетического комплекса и экологической безопасности ведется планомерная работа по техническому перевооружению, внедрению новой техники и технологий, строительству современных технологических комплексов добычи, переработки и обогащения сырья.

На предприятиях отрасли в основном проведена замена морально устаревшего технологического оборудования и технических устройств, развивается сеть монорельсовых дизелевозных дорог, внедряются локальные сети систем геодинамического и сейсмического контроля, проходческие забои оснащаются современной техникой, позволяющей совмещать резание, погрузку и крепление выработки в одном рабочем цикле, внедряются системы мониторинга подземных машин, обеспечивающие сбор, архивацию, передачу и визуализацию данных о работе механизмов, в эксплуатацию вводится горно-шахтное оборудование нового поколения.

За период с 2008 по 2016 гг. на угольных шахтах было построено 42 вертикальных и наклонных ствола, смонтировано 28 вентиляторных установок главного проветривания. Данная модернизация шахт позволила обеспечить расчетным количеством воздуха очистные и проходческие забои, тем самым, создав условия не только для увеличения объемов добычи угля, но и для безопасной эксплуатации предприятий.

Внесены изменения от 28.12.2017 № 422-ФЗ в Федеральный закон от 21.07.2014 № 219-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об ох-

ране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации», которые будут способствовать решению наиболее актуальных проблем в области охраны окружающей среды. Предусматриваемый законопроектом переход на новую систему нормирования воздействия на окружающую среду, ориентированную на наилучшие доступные технологии (НДТ), в совокупности с рядом других мер позволит обеспечить радикальную модернизацию базовых технологических процессов в основных отраслях российской экономики при одновременном снижении негативных воздействий на окружающую среду.

Первый этап реализации подпрограммы «Обеспечение промышленной и экологической безопасности, охраны труда в угольной промышленности» характеризуется принятием законодательных и иных нормативных правовых актов, реализация которых обеспечит снижение количества промышленных аварий и производственного травматизма в организациях угольной промышленности до уровня в странах Евросоюза [11, 12].

Реализация мероприятий по промышленной и экологической безопасности, охране труда в угольной промышленности предусматривает достижение к 2030 г. уровня развитых стран в вопросах промышленной, экологической безопасности и охраны труда, отказа от потенциально опасных технологий в основных и вспомогательных процессах угледобычи. Основной целью развития трудовых отношений и корпоративной социальной ответственности угольных компаний является обеспечение устойчивого роста качества жизни работников угольной промышленности и в целом населения угледобывающих регионов.


На всех этапах реализации этого направления основная роль государственных федеральных органов власти будет заключаться в нормативно-правовом ре-

гулировании внутренней и внешней социальной политики угольных компаний.

Таким образом, для решения проблем в управлении ОТ и ПБ необходимо увязать вопросы ресурсного, организационного и социального обеспечения безопасности при условии допустимого

уровня риска с достижением необходимого уровня эффективности деятельности предприятия. Особое место в обеспечении управления безопасностью должно занимать управление «человеческим фактором» и, в частности, мотивацией на соблюдение требований ОТ и ПБ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кубиньски В., Кубиньска-Ябзон Е., Петров А., Дариуш С., Савон Д. Ю. Анализ рисков в горнодобывающей промышленности, связанных с безопасностью работы // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2017. — № 11. — С. 168–176.
2. Жолобова Ю. С., Сафронов А. Е., Куший Н. А., Савон Д. Ю. Минимизация воздействия на окружающую среду при применении новых технологий обогащения углей и утилизации отходов добычи // Горный журнал. — 2016. — № 5. — С. 109–112.
3. Карибжанова Е. Л., Мисюра М. М., Савон Д. Ю., Сафронов А. Е. Совершенствование процесса обогащения и глубокой переработки полезных ископаемых // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2017. — № 12. — С. 161–169.
4. Мисюра М. М., Савон Д. Ю. Оценка экономической эффективности инвестиционных проектов алмазодобывающих предприятий // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2016. — № 9. — С. 82–98.
5. Пешкова М. Х., Савон Д. Ю. Механизм государственно-частного партнерства при эколого-экономической оценке техногенных минеральных объектов // Горный журнал. — 2016. — № 10. — С. 37–41.
6. Савон Д. Ю. Совершенствование процесса экологизации территорий нарушенных угледобычей в Восточном Донбассе // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. — № S1. — С. 167.
7. Савон Д. Ю., Самарина В. П. Влияние параметров производства по переработке отходов угледобычи и обогащения на состояние окружающей среды / Современные проблемы горно-металлургического комплекса. Наука и производство. Материалы Четырнадцатой Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием. — 2017. — С. 305–309.
8. Тулупов А. С. Понятие «ущерб» в экономике природопользования // Научный вестник Московского государственного горного университета. — 2013. — № 11. — С. 297–302.
9. Тулупов А. С. Возмещение экологического вреда в экономике горного производства // Горный журнал. — 2017. — № 8. — С. 61–65.
10. Zhaglovskaya A., Savon D., Safronov A., Sidorova E. Production activity analysis Methodology for open pit coal mines (in terms of Shestaki open pit mine) // Eurasian mining, 2017. No 1 (27), pp. 14–16.
11. Samarina V., Skufina T., Samarin A., Baranov S. Some System Problems of Russian Mining Enterprises of Ferrous Metallurgy // International Review of Management and Marketing. Special Issue for «Socio-Economic and Humanity-Philosophical Problems of Modern Sciences» 2016, 6(S1) 90–94. URL: <http://econjournals.com/index.php/irmm/article/view/1882/pdf>
12. Samarina Vera P., Skufina Tatiana P., Samarin Aleksandr V., Baranov Sergey V. Some Problems of Anti-recessionary Public Management in Russia at Present // Management of Systems of Socio-Economic and Legal Relations in Modern Conditions of Development of Education and Society. 2016, Vol.6, No 6S, pp. 38–44. URL: <http://econjournals.com/index.php/irmm/article/view/2917> 

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Савон Диана Юрьевна — доктор экономических наук, профессор, НИТУ «МИСиС», e-mail: di199@yandex.ru.

Modern approaches to production safety in coal mining

Savon D.Yu., Doctor of Economical Sciences, Professor,
National University of Science and Technology «MISIS»,
119049, Moscow, Russia, e-mail: di199@yandex.ru.

Abstract. The article presents a detailed analysis of causes of safety code disregard and breach as well as low proficiency of miners. The author thinks that labor management and production safety in mining requires implementation of a package of measures aimed at technical upgrading and intensification of coal mines, reduction in accident and injury rates as well as further development of potential of the coal industry towards the drastic increase in efficiency in compliance with the international standards of labor protection as well as safety of environment and production during coal mining and dressing. The critical problem of the coal industry safety is dust and methane control. The key source of the related disasters is professional disorderliness on all levels, starting from management and finishing with attending personnel. It is not by chance that almost in all mines suffering from accidents, “crude violations of labor and production discipline”, “unauthorized actions of executers” as well as “inefficient production control” and “insufficient knowledge of production safety standards” have been revealed; i.e. accidents and injuries take place because of the human factor, which involves organizational causes as well. The current procedures of labor protection and production safety inefficiently reflect features of industrial environment in coal mines as production objects of heightened hazards in terms of accounting all external and internal risks, specificity of labor protection and production safety and, particularly, effect of the human factor. The calculation of risk levels for mines in the Pechora Coal Basin and under auspices of SUEK Group allowed grouping the mines based on risk categories as well as identifying the most relevant risk groups for each mine and hazards which are the most difficult to predict. Coal mine safety is ensured by high skills and competence of miners, as well as their knowledge and faculty to use modern methods and means of industrial safety in mining.

Key words: coal industry, human factor, production safety, accident rate, injury rate.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-11-0-227-235

REFERENCES

1. Kubin'ski V., Kubin'ska-Yabstson E., Petrov A., Dariush S., Savon D.Yu. Analiz riskov v gornodobyvayushchey promyshlennosti, svyazannykh s bezopasnost'yu raboty [Analysis of safety-related risks in mining industry], *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2017, no 11, pp. 168–176. [In Russ].
2. Zholobova Yu. S., Safronov A. E., Kushchiy N. A., Savon D.Yu. Minimizatsiya vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredyu pri primenenii novykh tekhnologiy obogashcheniya ugley i utilizatsii otkhodov dobychi [Minimization of environmental impact using new technologies of coal dressing and mining waste management], *Gornyy zhurnal*. 2016, no 5, pp. 109–112. [In Russ].
3. Karibzhanova E. L., Misyura M. M., Savon D.YU., Safronov A. E. Sovershenstvovanie protsessa obogashcheniya i glubokoy pererabotki poleznykh iskopaemykh [Improvement of mineral beneficiation and deeper conversion], *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2017, no 12, pp. 161–169. [In Russ].
4. Misyura M. M., Savon D.Yu. Otsenka ekonomicheskoy effektivnosti investitsionnykh proektov almazodobyvayushchikh predpriyatii [Assessment of economic efficiency of investment projects at a diamond mine], *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2016, no 9, pp. 82–98. [In Russ].
5. Peshkova M. Kh., Savon D.Yu. Mekhanizm gosudarstvenno-chastnogo partnerstva pri ekologo-ekonomicheskoy otsenke tekhnogennykh mineral'nykh ob'ektov [Mechanism of public-and-private partnership in ecological and economic estimation of mineral mining waste], *Gornyy zhurnal*. 2016, no 10, pp. 37–41. [In Russ].
6. Savon D.Yu. Sovershenstvovanie protsessa ekologizatsii territoriy narushennykh ugledobychey v Vostochnom Donbasse [Ecologization improvement of coal mining-disturbed lands in the east of the Donets Coal Basin], *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2015, no S1, pp. 167. [In Russ].
7. Savon D.Yu., Samarina V. P. Vliyanie parametrov proizvodstva po pererabotke otkhodov ugledobychi i obogashcheniya na sostoyanie okruzhayushchey sredy [Environmental impact of coal mining and processing waste management], *Sovremennye problemy gorno-metallurgicheskogo kompleksa. Nauka i proizvodstvo. Materialy Chetyrnadsatoy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, s mezhdunarodnym uchastiem*. 2017, pp. 305–309. [In Russ].
8. Tulupov A. S. Ponyatie «ushcherb» v ekonomike prirodopol'zovaniya [Notion of damage in the nature management economy], *Nauchnyy vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo gornogo universiteta*. 2013, no 11, pp. 297–302. [In Russ].

9. Tulupov A.S. Vozmeshchenie ekologicheskogo vreda v ekonomike gornogo proizvodstva [Compensation for ecological harm in the mining industry economy], *Gornyy zhurnal*. 2017, no 8, pp. 61–65. [In Russ].

10. Zhaglovskaya A., Savon D., Safronov A., Sidorova E. Production activity analysis Methodology for open pit coal mines (in terms of Shestaki open pit mine), *Eurasian mining*, 2017. No 1 (27), pp. 14–16.

11. Samarina V., Skufina T., Samarin A., Baranov S. Some System Problems of Russian Mining Enterprises of Ferrous Metallurgy, *International Review of Management and Marketing*, Special Issue for «*Socio-Economic and Humanity-Philosophical Problems of Modern Sciences*» 2016, 6(S1) 90–94. URL: <http://econjournals.com/index.php/irmm/article/view/1882/pdf>

12. Samarina Vera P., Skufina Tatiana P., Samarin Aleksandr V., Baranov Sergey V. Some Problems of Anti-recessionary Public Management in Russia at Present, *Management of Systems of Socio-Economic and Legal Relations in Modern Conditions of Development of Education and Society*. 2016, Vol. 6, No 6S, pp. 38–44. URL: <http://econjournals.com/index.php/irmm/article/view/2917>



ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

ПРИМЕНЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ГОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

(2018, № 7, СВ 37, 28 с.)

Шадыжева Эсет Башировна — магистрант, e-mail: shadyzheva.asiyat@mail.ru,
Институт Экотехнологий и Инжиниринга («ЭкоТех»), НИТУ «МИСиС».

Приведены основные виды воздействия абразивных частиц на детали горных машин и зависимость степени износа от угла соударения потока абразивных частиц с рабочими поверхностями, выполненными из различных конструкционных материалов. На примере износа рабочих лопаток и корпуса грунтового насоса при эксплуатации его на перекачке песчано-гравийной пульпы показаны, что на поверхностях наряду с абразивным износом присутствуют следы усталостного. Превалирующими видами износа являются те, в которых происходит непосредственный контакт абразива с деталью. Исследованиями доказано, что наиболее существенно на износ влияют динамические факторы и углы взаимодействия твердых частиц с рабочими поверхностями. Наибольший износ имеют рабочие колеса и корпуса насосов, где скорость движения твердых частиц наибольшая. Показано, что твердые материалы более чувствительны к скорости соударения, чем полимерные. Даны рекомендации по выбору материалов для защиты узлов и деталей горного оборудования от абразивного износа.

Ключевые слова: горные машины, горная порода, абразивный износ, угол соударения, интенсивность износа, футеровка, грунтовой насос, песчано-гравийная пульпа.

APPLICATION OF WEAR-RESISTANT MATERIALS FOR PROTECTION OF WORKING SURFACES OF MINING EQUIPMENT

Shadyzheva E.B., Master's Degree Student, e-mail: shadyzheva.asijat@mail.ru, Institute of Ecotechnology and Engineering, National University of Science and Technology «MISIS», 119049, Moscow, Russia.

The questions of protection of working organs of the mining equipment from wear and tear by particles of rock mass are considered. The main types of impact of abrasive particles on parts of mining machines and the dependence of the degree of wear on the angle of impact of the flow of abrasive particles with working surfaces made of various structural materials are given. Many parts and components of mining machines are subject to simultaneous exposure to different types of wear. On the example of wear of working blades and the shell of a ground pump when it is used for pumping sand-gravel pulp, it is shown that, along with abrasive wear, traces of fatigue are present. The prevailing types of wear are those in which the abrasive is directly contacted with the workpiece. Studies have shown that dynamic factors and the angles of interaction of solid particles with working surfaces influence the wear most significantly. The most worn are impellers and pump housings, where the speed of movement of solid particles is greatest. It is shown that solid materials are more sensitive to impact velocity than polymer materials. Recommendations are given on the choice of materials for the protection of assemblies and parts of mining equipment from abrasive wear.

Key words: mining machines, rock, abrasive wear, collision angle, wear rate, lining, ground pump, sand and gravel pulp.