© Д.А. Цыганков, 2016

УДК
622.831.32:
622.862.3

Д.А. Цыганков

АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ ГОРНЫХ РАБОТ ПРИ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧЕ УГЛЯ

Проведен анализ статистических данных по потерям рабочего времени и причинам возникновения несчастных случаев со смертельным исходом при подземной разработке угольных месторождений. Систематизированы причины возникновения производственных аварий в подготовительных и очистных горных выработках угольных шахт. На основе анализа мировой динамики добычи угля за последние двадцать пять лет определены основные тенденции в области разработки угля подземным способом. Предложены технологические мероприятия по нормализации существующей ситуации.

Ключевые слова: авария, добыча, уголь, шахта, обрушение, машины, выработки, сопряжения.

Безопасность человека и производственных процессов угольной шахты определяется горно-геологическими условиями выемки пластов, зависит от возможностей устранения проявлений опасных природных и техногенных факторов при существующей технологии ведения горных работ, а также эффективности функционирования системы противоаварийной защиты и квалификации производственного персонала. Всевозможные проявления имеющихся опасных факторов, а так-

Рис. 1. Структура потерь рабочего времени [2]

же результаты их взаимодействия между собой и с окружающей производственной средой определяют виды, места возникновения, характер протекания и степень тяжести последствий аварий для человека и производственно-технологической цепи горного предприятия [1].

Мировой опыт свидетельствует о том, что наибольшие потери рабочего времени в угольных шахтах происходят в результате временной нетрудоспособности, возникающей в следствие нарушения правил техники безопасности выполнения операций по обработке материалов производственно-технологического назначения. За ними следуют потери рабочего времени, полученные в результате ударов, падений рабочих, а также обрушений угля и вмещающих горных пород (рис. 1).

По результатам анализа статистических данных главными причинами травматизма со смертельным исходом являются обрушения угля и вмещающих горных пород, взрывы метана и угольной пыли, а также транспортирование людей и грузов производственно-технологического назначения по подземным горным выработкам (рис. 2).

Согласно результатам анализа мировых тенденций, приводится структура причин, обусловливающих аварии в угольных шахтах, оказывающие негативное воздействие на человека и производственно-технологическую цепь горного предприятия (рис. 3).

Здесь главную роль играют пожары, возникающие по внешним и внутренним причинам, а также обрушения угля и вмещающих горных пород, дополняемые взрывами угля, газа и пыли (рис. 3).

Исходя из результатов анализа мировых статистических данных наибольшее количество аварий производственно-тех-

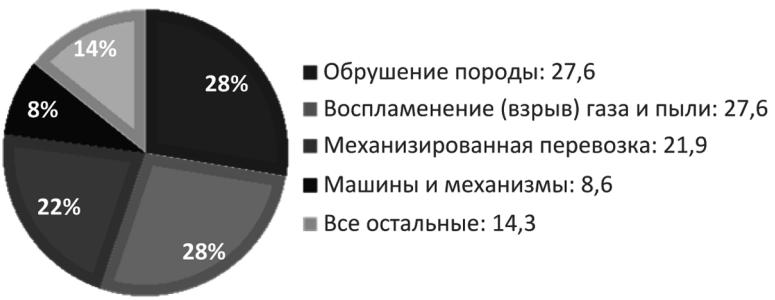

Рис. 2. Структура причин наступления производственного травматизма со смертельным исходом [2]

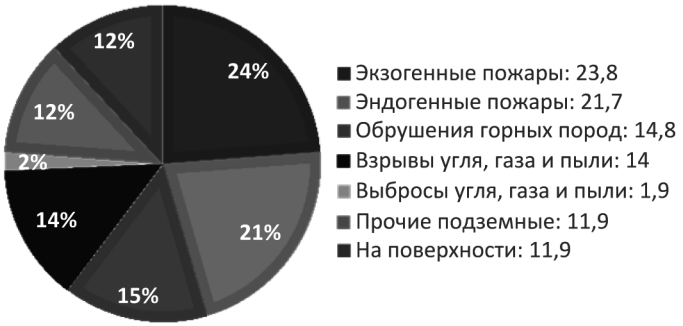

Рис. 3. Общая структура причин возникновения производственных аварий [2, 3]

нологического характера происходит в подготовительных и очистных горных выработках. Производственные процессы на поверхности шахт и во вскрывающих горных выработках – наименее опасны для человека и технологической цепи горного предприятия (рис. 4 и 5).

В подготовительных выработках, проходимых по полезному ископаемому, наибольшую опасность представляют выбросы угля, газа и пыли, возникающие во время ведения горнопроходческих работ. На втором месте стоят обрушения угля и вмещающих горных пород, а на третьем – взрывы угля газа и пыли (рис. 4).

Исходя из анализа статистических данных мировой практики, производственные аварии, вызванные обрушениями угля и вмещающих горных пород, являются одними из наиболее

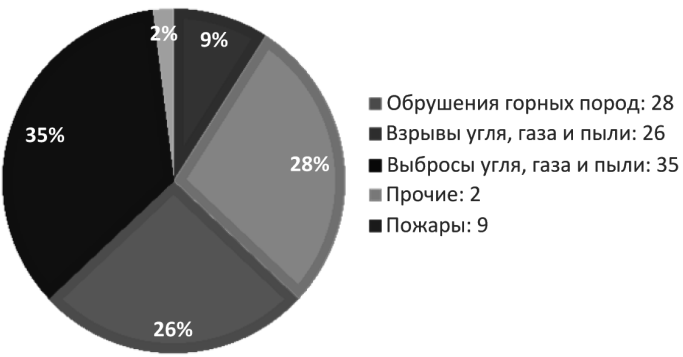

Рис. 4. Структура причин возникновения производственных аварий в подготовительных выработках [4, 5]

Рис. 5. Причины и места возникновения обрушений руды и вмещающих горных пород в подготовительных выработках [4, 5]

опасных по характеру своего воздействия на человека и производственно-технологический процесс. Аварии, вызываемые пожарами, а также взрывами угля, газа и пыли, могут носить тяжелый и разрушительный характер, но они встречаются реже тех, которые связаны с ненадлежащей степенью обеспечения устойчивости массива горных пород при проведении технологических процессов подземной разработки угольных месторождений. Большинство обрушений угля и вмещающих горных пород происходит на сопряжениях подготовительных и очистных выработок при уборке породы, оформлении забоев, а также работах по креплению и перекреплению (рис. 5).

Очистные горные выработки представляют наибольшую аварийную опасность для человека и производственно-технологических процессов (рис. 6).

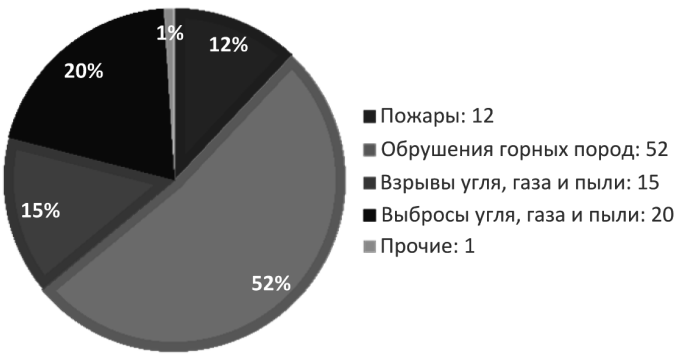

Рис. 6. Структура причин возникновения производственных аварий в очистных выработках [4, 5]

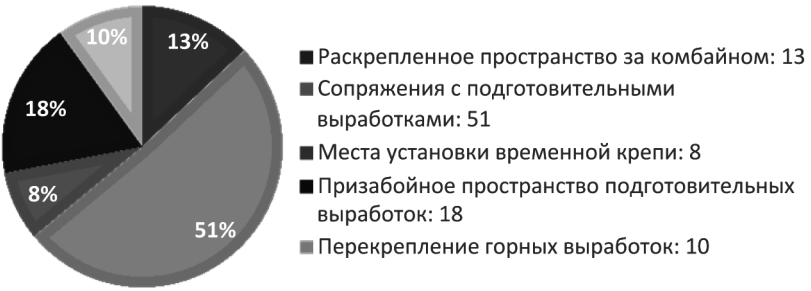

Рис. 7. Причины и места возникновения обрушений руды и вмещающих горных пород в очистных выработках [4, 5]

Согласно мировому опыту доля обрушений угля и вмещающих горных пород здесь самая высокая и составляет 52%. Далее следуют выбросы, а также взрывы угля, газа и пыли (рис. 6).

Наиболее часто обрушения угля и вмещающих горных пород в очистных горных выработках встречаются на их сопряжениях с подготовительными. Второе место занимает их призабойное пространство, а третье – раскрепленный массив горных пород, находящийся за механизированной крепью лавы (рис. 7).

Статистические данные свидетельствуют о стабильности объемов производства угля в мире, рост которых главным об-

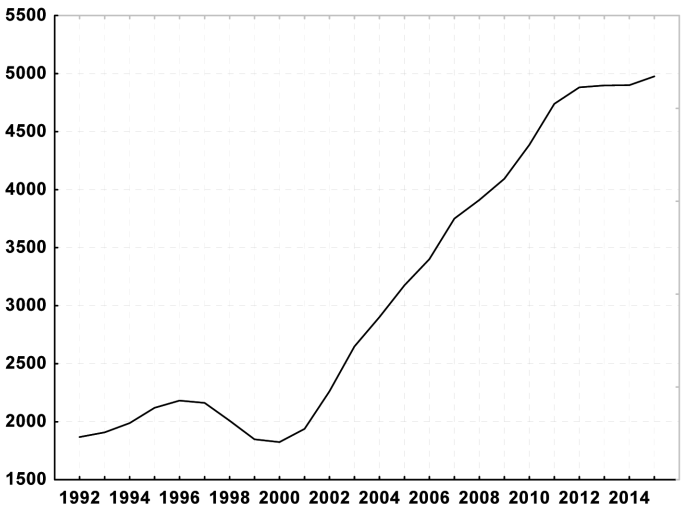

Рис. 8. Добыча угля в BRICS, млн т [6]

разом обеспечивается странами BRICS. В 2015 г. их суммарная добыча достигла 5 млрд т (рис. 8). Общий высокий суммарный объем добычи угля в BRICS, а также его постоянный рост, в решающей степени зависит от показателей работы предприятий КНР. Доля BRICS составляет 62 % мирового уровня производства угля (8 млрд т в 2015 г.).

В настоящее время в мировом объеме добычи угля преобладает открытый способ разработки. Начиная с 2012–2014 гг. его доля начинает медленно снижаться. Главными причинами этого являются постепенное сокращение количества качественных запасов, находящихся вблизи земной поверхности, а также необходимость ликвидации широкомасштабных экологических последствий воздействия на окружающую природную среду, что приводит к повышению стоимости конечной продукции горных предприятий.

В связи с тем, что аварийность при подземной добыче угля продолжает оставаться на высоком уровне, в ряде случаев превышая уровень добровольного риска работников, в практику горного дела с целью снижения аварийной опасности производства необходимо внедрение ряда мероприятий, отдельные из которых могут заключаться в следующем.

1. Необходимо отдавать предпочтение этажной схеме подготовки шахтных полей, предполагающей проходку и поддержание откаточных штреков на всю длину поля, но при малом общем объеме подготовительных горных выработок. Это приведет к снижению количества обрушений угля и горных пород, возникающих в следствие сокращения количества сопряжений горных выработок, объемов работ по уборке породы, оформлению забоев, креплению, перекреплению, а также перевозке людей и грузов.

2. По тем же причинам необходимо отдавать предпочтение увеличению объемов применения сплошных систем разработки угля при пологом падении пластов, поскольку в этом случае горные работы ведутся практически без подготовительных горных выработок и без деления шахтного поля на блоки, а при крутом падении – поскольку не производится разделения выемочного поля на подэтажи.

3. Необходимо отдавать предпочтение увеличению объемов применения столбовых систем разработки угля, поскольку они обеспечивают хорошее состояние участковых горных выработок, а также возможность детальной разведки запасов в период подготовки столбов и предотвращения пересечения этими вы-

работками геологических нарушений. Это приведет к общему хорошему состоянию сопряжений подготовительных и участковых горных выработок, их призабойных пространств, а также раскрепленного пространства лавы за комбайном, снизив возможность обрушений угля и вмещающих горных пород, а также объемов работ по уборке породы, оформлению забоев, а также креплению и перекреплению.

4. В случае наличия возможности необходимо сократить применение систем разработки угля наклонными слоями с обрушением и с закладкой. В первом случае возрастает аварийность в местах установки и поддержания временной крепи слоевых штреков, а во втором – травматизм, связанный с обрушениями угля и вмещающих горных пород из-за сложной организации, а также низкой эффективности ведения закладочных работ.

5. Необходимо отдавать предпочтение сокращению применения систем разработки угля горизонтальными слоями, приводящих к большому общему количеству подготовительных горных выработок. В этом случае остается на высоком уровне аварийность, возникающая в следствие повышения количества случаев обрушений угля и горных пород из-за увеличения числа сопряжений горных выработок, объемов работ по уборке породы, оформлению забоев, креплению, перекреплению, а также перевозке людей и грузов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Портола В.А., Бурков П.В., Гришагин В.М., Фарберов В.Я.* Безопасность ведения горных работ и горноспасательное дело. – Томск: Изд-во ТПУ, 2008. – 201 с.

2. *Minerals UK* [Электронный ресурс], 2015. – Режим доступа: http://www.bgs.ac.uk/mineralsUK/statistics/worldStatistics.html, свободный. – Загл. с экрана.

3. *U. S. Energy* Information Administration [Электронный ресурс], 2015. – Режим доступа: http://www.eia.gov/, свободный. – Загл. с экрана.

4. *International* Energy Agency [Электронный ресурс], 2015. – Режим доступа: http://www.iea.org/, свободный. – Загл. с экрана.

5. *Center* For Climate And Energy Solutions [Электронный ресурс], 2015. – Режим доступа: http://www.c2es.org/, свободный. – Загл. с экрана.

6. *USGS.* U. S. Geological Survey [Электронный ресурс], 2015. – Режим доступа: http://www.usgs.gov/, свободный. – Загл. с экрана. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРЕ

Цыганков Дмитрий Анатольевич – кандидат технических наук, доцент, Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН,
e-mail: cheremshyna@outlook.com.

UDC
622.831.32:
622.862.3

D.A. Tsygankov

ANALYSIS OF ACCIDENT RATE OF MINING OPERATIONS AT UNDERGROUND COAL MINING

The analysis of statistical data on losses of working hours and to the reasons of emergence of fatal accidents in underground mining of coalfields were carried out. The reasons of emergence of production accidents in preparatory and clearing excavations of coalmines were systematized. Based on the analysis of world dynamics of coal mining for the last twenty-five years the main tendencies in the field of development of coal in the underground way were defined. Technological actions for normalization of the existing situation were offered.

Key words: accident, production, coal, mine, collapse, equipment, developments, crossings.

AUTHOR

Tsygankov D.A., Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,
Chinakal Institute of Mining of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences,
630091, Novosibirsk, Russia, e-mail: cheremshyna@outlook.com.

REFERENCES

1. Portola V.A., Burkov P.V., Grishagin V.M., Farberov V.Ya. *Bezopasnost' vedeniya gornykh rabot i gornospasatel'noe delo* (Safety of conducting mining operations and mine-rescue business), Tomsk, Izd-vo TPU, 2008, 201 p.
2. *Minerals UK* [Electronic resource], 2015. Access mode: http://www.bgs.ac.uk/mineralsUK/statistics/worldStatistics.html/, free. The title from the screen.
3. *U. S. Energy Information Administration* [Electronic resource], 2015. Access mode: http://www.eia.gov/, free. The title from the screen.
4. *International Energy Agency* [Electronic resource], 2015. Access mode: http://www.iea.org/, free. The title from the screen.
5. *Center for Climate and Energy Solutions* [Electronic resource], 2015. Access mode: http://www.c2es.org/, free. The title from the screen.
6. *USGS. U. S. Geological Survey* [Electronic resource], 2015. Access mode: http://www.usgs.gov/, free. The title from the screen.

НАУКА ВМЕНЯЕМАЯ И НЕВМЕНЯЕМАЯ

ОДИН В ПОЛЕ НЕ ВОИН

Сегодня каждый российский инженер находится в поиске вакансий, выгодных контрактов, влиятельных знакомых. И это делает инженеров беззащитными перед системой организованных коррупционеров. Куда проще объединиться и выработать общую систему защит и стратегию творческого стиля работы. В объединенном виде инженеры перестанут быть беззащитными.