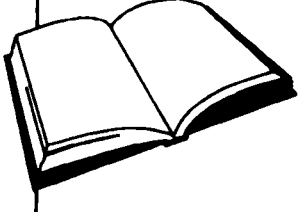

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель	
Л.А. ПУЧКОВ	*президент МГТУ, чл.-корр. РАН*
Зам. председателя	
Л.Х. ГИТИС	*директор Издательства МГТУ*
Члены редсовета	
А.П. ДМИТРИЕВ	*академик РАЕН*
Б.А. КАРТОЗИЯ	*академик РАЕН*
А.В. КОРЧАК	*академик МАН ВШ*
М.В. КУРЛЕНЯ	*академик РАН*
В.Н. ОПАРИН	*чл.-корр. РАН, директор ИГД СО РАН*
В.И. ОСИПОВ	*академик РАН*
В.Л. ПЕТРОВ	*академик МАН ВШ*
А.Д. РУБАН	*чл.-корр. РАН, зам. директора ИПКОН РАН*
Э.М. СОКОЛОВ	*академик МАН ВШ*
К.Н. ТРУБЕЦКОЙ	*академик РАН*
В.А. ЧАНТУРИЯ	*академик РАН*

Н.Н. Красюк
С.С. Золотых
Ю.М. Максименко
С.С. Решетов

МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ УДАРООПАСНОЙ СИТУАЦИИ И СПОСОБЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ УДАРООПАСНОСТИ ПРИ ОТРАБОТКЕ МОЩНЫХ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

2-е издание, стереотипное

Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по образованию в области горного дела в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов «Горное дело» по специальности «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых»

Горное образование

МОСКВА

ИЗДАТЕЛЬСТВО МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА
ИЗДАТЕЛЬСТВО «ГОРНАЯ КНИГА»

2010

УДК 622.831.023(075.8)
ББК 33.14
К 78

Книга соответствует «Гигиеническим требованиям к изданиям книжным для взрослых» СанПиН 1.2.1253-03, утвержденным Главным государственным санитарным врачом России 30 марта 2003 г. (ОСТ 29.124—94). Санитарно-эпидемиологическое заключение Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека № 77.99.60.953.Д.014367.12.09

Экспертиза проведена Учебно-методическим объединением высших учебных заведений РФ по образованию в области горного дела

Рецензенты:

- кафедра «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых» Южно-Российского государственного технического университета
- д-р техн. наук, проф. *В.П. Мазикин* (Институт угля и углехимии СО РАН)

Красюк Н.Н., Золотых С.С., Максименко Ю.М., Решетов С.С.

К 78 Механизм формирования удароопасной ситуации и способы предотвращения удароопасности при отработке мощных и средней мощности угольных пластов: Учебное пособие для вузов. — 2-е изд., стер. — М.: Издательство Московского государственного горного университета, издательство «Горная книга», 2010. — 97 с.: ил.

ISBN 978-5-7418-0661-6
ISBN 978-5-98672-226-9

Приведены материалы по теоретическому и экспериментальному обоснованию механизма формирования удароопасной ситуации при подземной разработке угольных месторождений. Дан анализ опыта предотвращения удароопасности углепородного массива при отработке мощных и средней мощности угольных пластов. Определена область применения мероприятий в различных горно-геологических условиях.

Для студентов, обучающихся по направлению подготовки дипломированных специалистов «Горное дело» по специальности «Подземная разработка месторождений полезных ископаемых».

УДК 622.831.023(075.8)
ББК 33.14

ISBN 978-5-7418-0661-6
ISBN 978-5-98672-226-9

© Н.Н. Красюк, С.С. Золотых, Ю.М. Максименко, С.С. Решетов, 2005, 2010
© Издательство МГГУ, 2005, 2010
© Издательство «Горная книга», 2010
© Дизайн книги. Издательство МГГУ, 2005, 2010

Глава 1

МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ И СПОСОБЫ РЕАЛИЗАЦИИ ГОРНЫХ УДАРОВ

Динамическим явлением в угольной шахте называется внезапное, происходящее с большой скоростью движение угля, пород, газов или жидкостей вблизи горных выработок, сопровождающееся значительным силовым эффектом.

Динамические явления в зависимости от вызывающих их причин разделяются на три категории по результатам:

- проявлений горного давления – горные удары, внезапные высыпания и обрушения, раздавливание угля;
- возбуждения давлением газов, жидкостей или плывучих пород – прорывы газов, суфляры, прорывы воды, плывунов, заиловочной массы;
- совместного действия горных пород и заключенного в них газа – внезапные выбросы породы и газа.

Наиболее серьезные последствия вызывают внезапные выбросы и горные удары.

Горный удар – быстропротекающее разрушение хрупких горных пород в виде взрыва, вызванное мгновенным превращением потенциальной энергии сжатых горных пород в кинетическую, проявляющееся в виде выброса угля и пород в выработки, резкого звука, появления пыли, сотрясения горных пород, воздушной волны. Длительность горного удара 0,01–3 с.

Горным ударам подвержены угли всех стадий метаморфизма (от бурых до антрацитов), соли, железные, медные, никелевые и полиметаллические руды, гранит, мрамор.

Первые сведения о горных ударах относятся к 1783 г. (оловянные рудники Англии), а систематическое их изучение началось с 80-х годов XIX в. В России первый горный удар зафиксирован в 1944 г. в Кизеловском угольном бассейне. Затем в разных формах горные удары происходили на различных угольных месторождениях и в бассейнах бывшего СССР (Кузбасс, Донбасс, Шурабское, Сулюктинское, Кызыл-Кийское, Партизанское, Вор-

кутинское, Ткибульское). Горные удары отмечены также и на ряде рудников Горной Шории, Северного Урала, Норильска, Кривого Рога.

Наибольшее количество горных ударов зарегистрировано на горных предприятиях Франции, Англии, Германии, США, Польши.

По силе горные удары различны – от нескольких тонн и незначительных повреждений крепи выработок до десятков тонн и полного разрушения выработок. Удары происходят на участках от нескольких метров до сотен метров как в очистных, так и в подготовительных выработках. При некоторых горных ударах на соляных шахтах разрушениям подвергалась площадь до 3 млн м^2. В 1918–1924 гг. на руднике «Витватерсранд» (ЮАР) произошло 256 сильных горных ударов, погибло 193 и травмировано 498 человек.

В 1940 г. на шахте «Крюгерехаль» (Германия) горный удар привел к разрушениям на площади 0,6 млн м^2, в завале осталось 42 человека, в 1942 г. на шахте «Фритц Хейнрих» (Германия) погибло 45 человек. Известны случаи, когда сейсмические проявления горных ударов наблюдались на расстоянии 30–40 км от очага горного удара, а сейсмостанции фиксировали их на удалении до 300 км.

Изучение горных ударов в отечественной науке и решение практических вопросов связано с именами акад. С.Г. Авершина и проф. И.М. Петухова, длительное время возглавлявшими работы по проблеме горных ударов. Головной организацией по проблеме горных ударов в настоящее время является ВНИМИ (г. Санкт-Петербург).

Анализ условий возникновения горных ударов показал, что важнейшими их причинами являются:

- наличие мощных и крепких слоев пород, залегающих в почве и кровле полезного ископаемого;
- достаточно прочный уголь (либо руда, соль) с высокими упругими свойствами;
- большая глубина горных работ, не одинаковая для различной прочности полезного ископаемого и окружающих горных пород (от 180 до 400 м).

Кроме того, при прочих равных условиях проявление горных ударов связано с увеличением мощности разрабатываемых пластов.

Перечисленные геологические условия – предпосылки горных ударов, для превращения которых в действительность необходимо

определенное сочетание горно-технических факторов: ведения горных работ с оставлением целиков угля (руды); ведения работ под целиками, оставленными на соседних пластах (жилах); способа управления кровлей; системы разработки; скорости подвигания забоев и т. д.

Однако влияние того или иного фактора на формирование и проявление горных ударов может быть определяющим для одного района и малозначащим для другого. Так, глубина горных работ – весьма существенный фактор, но иногда горные удары происходят на весьма небольшой глубине и даже почти на земной поверхности (мраморные карьеры штата Вермонт, США). Или, например, другой определяющий фактор – прочность боковых пород. Известны случаи, когда удары возникали на пластах, имеющих слабые породы или даже в условиях плывунов. В почве мощного буроугольного пласта на Шурабском месторождении залегает слой глины. Здесь проявление горных ударов обусловлено малой прочностью и высокой упругостью угольного пласта, для разрушения которого не требуется значительных опорных нагрузок, а достаточно веса пород до земной поверхности (глубина около 200 м).

Многообразие условий, в которых проявляются удары, а также многообразие форм разрушения горных пород при ударах не позволяют в настоящее время разработать полную классификацию этих явлений. В бывшем СССР и за рубежом в разное время было предложено несколько классификаций горных ударов. Каждая из них строится по одному из следующих признаков: место проявления; удаленность очага удара от обнажения; величина сейсмической активности; механические свойства горных пород.

На данном уровне знаний о природе и механизме горных ударов, а также о мерах безопасного ведения работ на пластах, подверженных ударам, наиболее совершенны два вида классификации, основанные на распределении горных ударов:

- по интенсивности проявления и вызываемого ими разрушения пласта угля или пород, крепи, механизмов и т.д.;
- по месту проявления, характеризующему условия нагружения пласта угля или пород опорным давлением.

Классификация ударов по месту проявления позволяет разрабатывать меры борьбы с ударами.

В зависимости от интенсивности проявления выделяют:

- стреляния;
- толчки;
- микроудары;
- собственно горные удары.

Стреляние – отскакивание от напряженного массива угольного пласта (пород) отдельных кусков, сопровождающееся резким звуком.

Толчок (горный удар внутреннего действия, глубинный) – разрушение пласта угля или породы в глубине массива без выбросов в горную выработку. Внешне толчок сопровождается звуком, сотрясением массива, появлением пыли, осыпанием угля (породы) с боков выработки.

Микроудар – незначительное разрушение и выброс угля в горную выработку без повреждения крепи, машин, механизмов. Сопровождается резким звуком, выделением пыли и сотрясением массива, на газоносных пластах – усилением газовыделения.

Собственно *горный удар* – внезапное быстропротекающее разрушение целика или части массива угля (пород), проявляющееся в виде выброса значительного количества угля (породы) в подземные выработки с нарушением крепи, смещением (возможно, разрушением) механизмов, оборудования и т.д. Сопровождается резким звуком, образованием большого количества пыли, воздушной волной и сотрясением массива горных пород. Сотрясение обычно ощущается на земной поверхности в радиусе 5–10 км, фиксируется сейсмографами на расстоянии десятков метров и даже сотен километров от места удара.

На практике регистрируются обычно удары последней, четвертой группы. Случаи же стреляния, толчков и микроударов не могут регистрироваться повсеместно, так как исключительно многочисленны и не представляют непосредственной опасности для работающих, сохранности горных выработок, машин и оборудования.

Классификация по месту проявления предусматривает семь групп собственно горных ударов:

I – в сплошных целиках (рис. 1.1, *а*);

II – в целиках, прорезанных выработками (рис. 1.1, *б*);

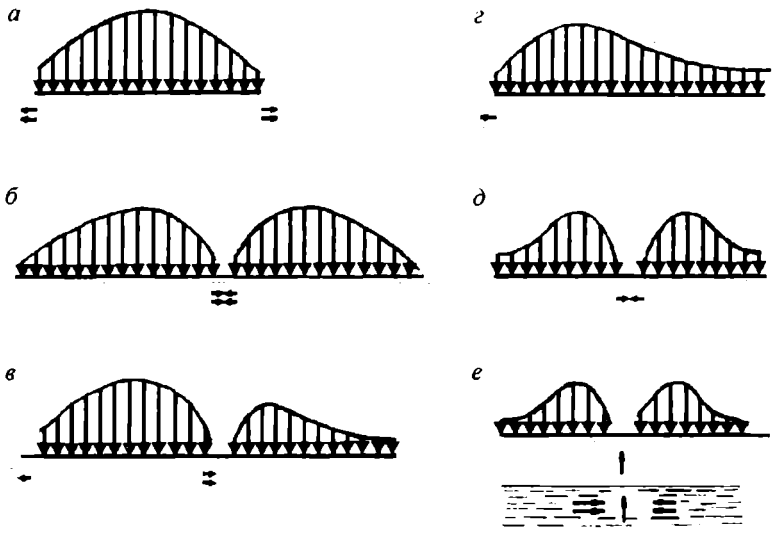

Рис. 1.1. Классификация горных ударов по месту проявления на основе схем нагружения участков угольного пласта

III – в целиках, отделенных от массива выработками (рис. 1.1, *в*);

IV – в краевой части угольного пласта (рис. 1.1, *г*);

V – в выработке, проведенной в угольном массиве (рис. 1.1, *д*);

VI – в выработках с разрушением почвы или кровли пласта (рис. 1.1, *е*);

VII – в выработках, проведенных по породе.

Горные удары в сплошных целиках отмечались на угольных шахтах Кизеловского бассейна и других месторождений в условиях, когда отрабатывались целики небольших размеров, ограниченные с двух-четырех сторон выработанным пространством.

Отличительные особенности ударов рассматриваемой группы:

- большая разрушительная сила, которая вызывает дробление угля с образованием больших масс тончайшей пыли, находящейся у контактов с боковыми породами;
- значительное сближение (иногда десятки сантиметров) боковых пород в момент удара;