

На правах рукописи

Адамков Аркадий Викторович

**Разработка и обоснование параметров врубоблочного способа
разрушения угольного массива при проведении подготовительных
выработок**

Специальность 25.00.22

«Геотехнология (подземная, открытая и строительная)»

Автореферат диссертации на соискание
ученой степени кандидата технических наук

Кемерово 2007

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. В горной промышленности при разработке полезных ископаемых основные технологические процессы связаны с разрушением угольного массива. Разрушение угольного массива осуществляется самыми разнообразными способами. Одним из основных способов разрушения угольного массива при проведении подготовительных выработок является механический способ. Для механического разрушения угольного массива создано большое количество различных проходческих и добычных машин. В настоящее время разрушение угольного массива при проведении подготовительных выработок осуществляется проходческими комбайнами избирательного действия. Разрушение угольного массива проходческими комбайнами избирательного действия, несмотря на бесспорные достоинства комбайновой технологии проведения подготовительных выработок, имеет следующие существенные недостатки: высокая запыленность воздуха в выработке, в десятки раз превышающая допустимые санитарные нормы (до 500 мг/м^3), большой выход мелких фракций разрушенного угля вследствие переизмельчения и высокая энергоемкость процесса разрушения.

В настоящее время для угольной промышленности РФ и всех других угледобывающих стран безопасность и эффективность горных работ, чистота окружающей среды, полнота извлечения полезных ископаемых, являются одними из наиболее важных задач. Для их решения необходимы исследования, направленные на разработку новых способов и средств, обеспечивающих повышение эффективности разрушения угольного массива при проведении подготовительных выработок. Актуальным вопросом является установление практических путей, способствующих значительному увеличению выхода наиболее дорогих крупных классов разрушаемого угля и обеспечивающих наименьшее пылеобразование при разрушении угольного массива. Решение указанных вопросов является актуальной задачей. С этих позиций нами определена цель диссертационной работы.

Целью работы является разработка и обоснование параметров врубоблочного способа разрушения угольного массива при проведении подготовительных выработок.

Идея работы заключается в использовании закономерностей комбинированного разрушения с предварительным разделением угольного массива на блоки и разрушением блоков сколом.

Задачи исследований:

- оценить эффективность комбинированного врубоблочного разрушения массива баровым и клиновидными исполнительными органами;
- определить гранулометрический состав и запыленность атмосферы забоя при разрушении угольного массива проходческими комбайнами избирательного действия;
- разработать врубоблочный способ и обосновать его параметры при разрушении угольного массива для проведения подготовительных выработок.

Методы исследований: натурные исследования гранулометрического состава отбитого угля и запыленности атмосферы в шахте, физическое моделирование разрушения массива врубоблочным способом, метод статистического анализа эмпирической информации.

Научные положения, выносимые на защиту:

- эффективность комбинированного врубоблочного разрушения угольного массива определяется соотношением высоты блока и глубины вруба в пределах 0,4–0,6, а также формой скалывающего исполнительного органа;
- содержание мелких фракций 0–25 мм при механическом разрушении угольного массива определяется схемой разрушения и при сплошном фрезеровании с запыленностью атмосферы забоя выше 120 мг/м³ может достигать 80%, а при врубоблочном способе выход мелких фракций снижается более чем в 2 раза;
- повышение скорости проведения выработки более чем в 2 раза в сравнении с проведением проходческими комбайнами избирательного действия обеспечивается применением врубоблочного способа, включающего возможность разрушения угольного массива проведением врубов и сколом блоков клиновидным органом одновременно в трех частях забоя.

Достоверность и обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается:

- достаточным объемом эмпирической информации, полученной в промышленных условиях;
- использованием теории подобия при физическом моделировании;
- сходимостью теоретических и экспериментальных исследований.

Научная новизна заключается:

- в установлении влияния соотношения высоты блока и глубины вруба, а также формы скалывающего исполнительного органа на эффективность разрушения угольного массива;
- в определении влияния схемы обработки забоя на содержание мелких фракций и запыленность атмосферы;
- в разработке врубоблочного способа разрушения угольного массива и определении его параметров при проведении подготовительных выработок.

Личный вклад автора состоит:

- в постановке задач исследований и выборе методов их решения;
- в обработке и анализе результатов практических исследований и экспериментов;
- в разработке и обосновании параметров врубоблочного способа разрушения;
- в разработке проходческого агрегата для проведения выработок врубоблочным способом.

Практическое значение работы заключается в разработке врубоблочного способа разрушения угольного массива, обосновании его параметров и разработке проходческого агрегата для разрушения угольного массива при проведении подготовительных выработок врубоблочным способом.

Апробация работы. Основные положения диссертации докладывались на научно-практических конференциях преподавателей, аспирантов и студентов Кузбасского государственного технического университета (г. Кемерово, 1999, 2000, 2002, 2005 гг.); на Международной научно-практической конференции «Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов» (Новокузнецк, 2006 г.); на X Международной научно-практической конференции «Безопасность жизнедеятельности предприятий топливно-энергетического комплекса России» (Кемерово, 2006 г.); на XI Международной научно-практической конференции «Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири» (Кемерово, 2006 г.); на I Региональной научно-практической конференции «Влияние научно-технического прогресса на экономическое развитие Кузбасса» (Прокопьевск, 2007 г.).

По теме диссертации опубликовано 13 печатных работ, в т.ч. 1 патент на изобретение.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав основного текста, заключения и приложения; изложена на 118 с., содержит 31 рисунок, 9 таблиц, список литературы из 129 наименований.

Автор глубоко благодарен советам и рекомендациям профессора, доктора технических наук, заслуженного шахтера России Егошина Воли Васильевича.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первая глава посвящена изучению и анализу эффективности механического способа разрушения угольного массива при проведении подготовительных выработок.

Процессы разрушения угольного массива являются базовыми в технологии горного производства, направлены на изменение состояния горных пород под действием внешних полей и, как следствие, на разрушение в виде отдельностей, блоков горной массы различного гранулометрического состава, минеральных агрегатов и их зерен. Разрушение угольного массива должно осуществляться в режиме управляемого на всех стадиях процесса с образованием новых поверхностей и селективным нарушением связей между отдельными структурными элементами угольного массива.

Разрушение угольного пласта в массиве с целью отделения от него транспортабельных кусков производится самыми разнообразными способами. Существуют различные классификации способов разрушения угольного массива при ведении горных работ. Наиболее целесообразно положить в основу классификации способов разрушения вид энергии, подводимой к угольному массиву. В соответствии с этим различают следующие способы разрушения: механические, термические, химические, электромагнитные, гравитационные и комбинированные. Основным способом разрушения угольного массива при проведении подготовительных выработок является механический способ. Механическое разрушение при проведении подготовительных выработок осуществляется сплошным фрезерованием угольного

массива проходческими комбайнами избирательного действия. Существенным недостатком механического разрушения является высокая энергоемкость, переизмельчение разрушаемого массива при высокой запыленности воздуха в выработке. Исследованиям механического разрушения угольного массива посвящены работы ИГД им. А. А. Скочинского, КНИУИ, ВНИМИ, ВостНИИ и др.

Значительный вклад в исследования разрушения угольного массива внесли: Я. И. Базер, Л. И. Барон, А. И. Берон, Е. И. Ильницкая, Ю. Г. Коняшин, В. С. Лудзиш, Д. И. Малиованов, В. З. Меламед, Е. З. Позин, В. В. Першин, М. М. Протодыяконов, Т. И. Тедер, В. В. Тон и др.

Работы по разработке способов и средств разрушения угольного массива ведутся по разным направлениям. Одним из направлений в области исследований разрушения горных пород является разработка и создание способов и средств эффективного разрушения горных пород при их бурении, отбойке от массива и дроблении горной массы концентрированными механическими, тепловыми и электромагнитными полями, а также их комбинациями. Технологические процессы при комбинированном разрушении угольного массива необходимо осуществлять таким образом, чтобы каждый предшествующий процесс разрушения способствовал ресурсосбережению на последующих стадиях разрушения. Исследования различных комбинированных способов разрушения пород выполнены в ИГД им. А.А. Скочинского, КПТИ, УкрНИИгидроуголь, НИИОГР, КНИУИ, ИГТМ, ВНИИгидроуголь и др.

Одним из главных научных результатов являются сформулированные принципы разрушения угольного массива: разрушение должно происходить главным образом от сдвиговых и растягивающих напряжений, так как предел прочности пород на сдвиг меньше примерно в 10 раз, чем предел прочности на сжатие. Следует ожидать, что энергоемкость разрушения сдвигом или растяжением соответственно будет примерно в 40 и 100 раз меньше, чем энергоемкость разрушения сжатием. Разрушение угольного массива под влиянием растягивающих усилий позволит значительно снизить расход энергии на разрушение, увеличить производительность, крупность разрушаемого угля, обеспечить более комфортные условия и облегчить труд горнорабочего.

Перспективным направлением является технология разрушения с вырезанием блоков в массиве. Результаты научно-исследовательских и проектных работ в этой области направлены на совершенствование технологии и технических средств отделения блоков при разрушении массива, повышение производительности и улучшение условий труда горнорабочих, снижение затрат при отделении блоков. В НПО «Уголь» г. Люберцы ведутся разработки технологии добычи полезного ископаемого вырезанием угольных блоков в массиве. Анализ специальной научно-технической литературы показал, что работ, направленных на разработку средств и способов отделения блоков от угольного массива для проведения подготовительных выработок на угольных шахтах, практически не проводилось.

Установлено, что технология разрушения угольного массива с образованием блоков является одним из наименее разработанных направлений в области разрушения механическим способом при проведении подготовительных выработок.

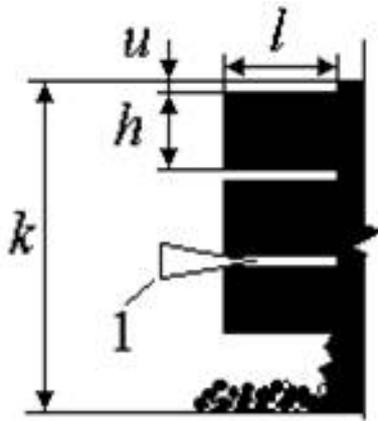
На основании результатов проанализированных выше работ были сформулированы цель и задачи исследований.

Вторая глава посвящена экспериментальному исследованию комбинированного врубоблочного разрушения массива баровым и клиновидным исполнительными органами.

Физическое моделирование процесса разрушения угольного массива комбинированным врубоблочным способом баровым и клиновидным исполнительными органами осуществлялось на экспериментальном полигоне ОАО «Кузниишахтострой». Моделировали массив из эквивалентных материалов, линейный масштаб моделирования составлял 1:1. Эквивалентный материал состоял из цементно-углесажаистой золо-шламовой смеси, прочность эквивалентного материала на сжатие составляла 19,4 МПа, на растяжение 1,9 МПа, что соответствует прочности угля на сжатие и растяжение в натуральных условиях. (12,4 и 1,2 МПа соответственно). В целом, подбор эквивалентных материалов и испытание модели осуществляли по методике ВНИМИ. В соответствии с типовой методикой и рекомендациями экспериментально исследовали комбинированное врубоблочное разрушение массива баровым и клиновидным исполнительным органом. Разрушение осуществляли следующим образом: баровым исполнительным органом провели горизонтальные врубы, разделяя при этом массив на блоки. Экспериментальное исследование проводили с изменением высоты блока от 600 до 1400 мм, глубины вруба от 1400 до 1800 мм, при этом соотношение высоты блока и глубины вруба h/l составило от 0,3 до 1. Образованные блоки разрушали сколом силовым внедрением во врубы скалывающего органа.

Установлено, что при разрушении блоков с соотношением его высоты и глубины вруба $h/l \sim 0,4-0,6$ происходит, как правило, эффективный скол блока. Как показали исследования, откалываемые частицы сохраняли приблизительно одинаковую форму при различных параметрах блоков. Поверхности, по которым происходило откалывание частиц массива, во всех случаях были криволинейны. При разрушении блока, с увеличением соотношения его высоты и глубины вруба $h/l > 0,6$, происходит дополнительное смятие блока скалывающим органом, а скол блока происходит с увеличением разрушающего усилия. При разрушении блока с глубиной вруба, равной высоте блока, т.е. $h/l=1$, скола практически не происходит, наблюдается лишь увеличенное местное смятие и измельчение блока под гранью скалывающего органа. Разрушение блока под основание происходило в отдельных случаях, чаще блок разрушался на величину, равную $l - l_{ск}$ (рис. 1). Установлено, что коэффициент использования вруба i равен 0,8.

а)



б)

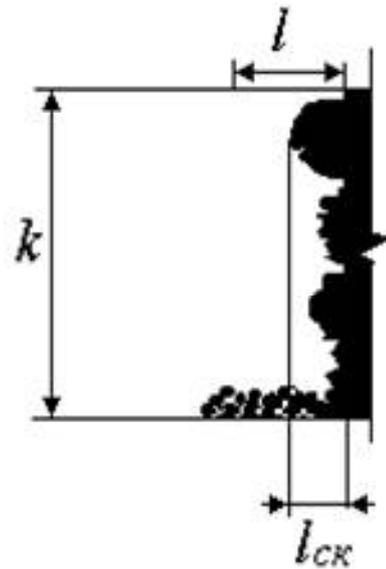


Рис. 1. Скол блока клиновидным исполнительным органом (а),
контур забоя выработки (б):

1 – клиновидный исполнительный орган; l – (длина блока) глубина вруба;
 k – высота выработки; $l_{ск}$ – длина неразрушенной части блока;
 h – высота блока; u – высота вруба

Скалывающее усилие F , необходимое для разрушения блока клиновидным органом, определили математическими расчетами:

$$F = \frac{2}{9}btg\left(\frac{\alpha}{2}\right)\left[9\rho lh - 4\sigma(3l - 2htg\left(\frac{\alpha}{2}\right)) + \sqrt{\left[\sigma(12l - 8htg\left(\frac{\alpha}{2}\right)) - 9\rho lh\right]^2 - 81\rho^2 l^2 h^2 - 108\sigma \cdot l^2 h\rho + 36\sigma^2 h^2}\right], \quad (1)$$

где F – скалывающее усилие, Н; h – высота блока, м; l – глубина вруба, м; α – угол клина, град; b – ширина блока, м; σ – предел прочности угля на растяжение, МПа; ρ – плотность угольного блока, кг/м³.

По результатам исследований построен объемный график зависимости F от угла клина α , высоты h и ширины b блока, глубины вруба l (рис. 2).

Значения разрушающего усилия F для скола угольных блоков клиновидным органом показали, что значимое влияние оказывает соотношение высоты блока к его глубине h/l и угол клиновидного исполнительного органа α (рис. 3).

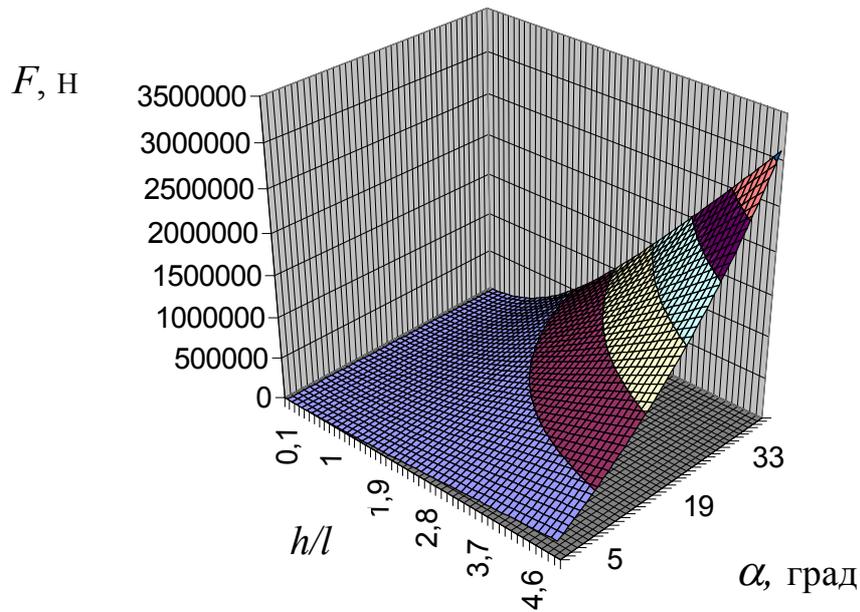


Рис. 2. График зависимости скалывающих усилий F от соотношения высоты блока к глубине вруба h/l и от угла клина α

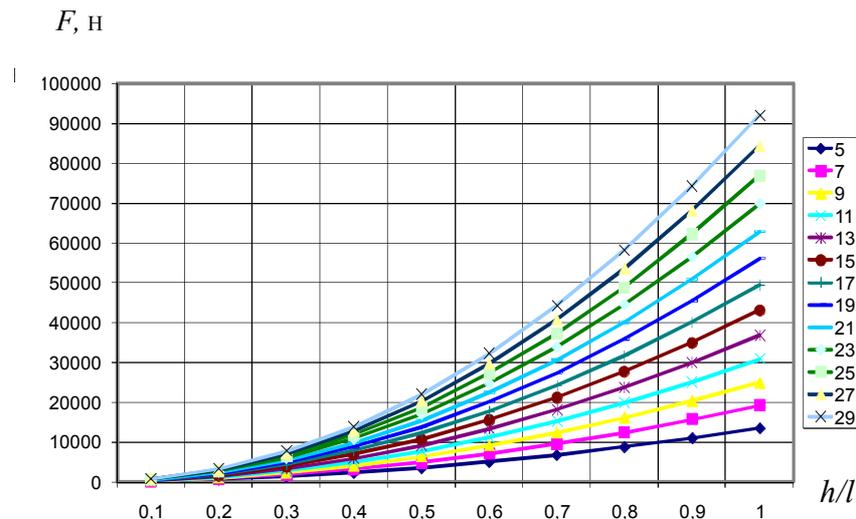


Рис. 3. График зависимости скалывающих усилий F от соотношения h/l

В результате исследований установлено оптимальное значение $h/l \sim 0,4-0,6$, обеспечивающее эффективный скол блоков.

Разрушение блоков сколом при различных углах клиновидного органа дает возможность получить при равной подаче различные площади соприкосновения клиновидного органа с разрушаемым блоком. С увеличением угла клиновидного органа уменьшается площадь контакта клиновидного органа с разрушаемым блоком, соответственно уменьшение площади контакта увеличивает усилие, необходимое для скола блока клиновидным органом. Величина скалывающих усилий разрушения блоков клиновидным органом при прочих равных условиях с уменьшением угла клиновидного исполнительного органа снижается (рис. 4). Разрушение угольного блока клиновидным исполнительным органом с углом клина $15^{\circ}-20^{\circ}$ позволит осуществлять

скол, при этом усилие, необходимое для скола блока, не более 30 кН, а фактическая величина пути трения клина составит не более 40–50% в пределах глубины вруба. Клиновидный орган рационально выполнить в виде пирамиды.

Гранулометрический состав при комбинированном врубоблочном разрушении исследовали при помощи ситового анализа. Результаты приведены в табл. 1.

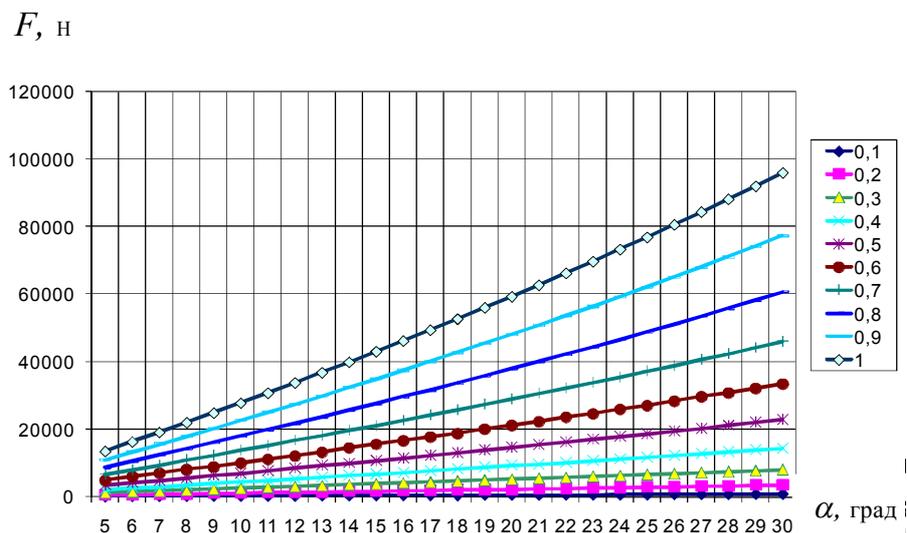


Рис. 4. График зависимости скальвающих усилий F от угла клина α .

Таблица 1

Гранулометрический состав разрушенной горной массы

Номер опыта	Фракции, мм					
	–6	–13	–25	–50	–100	+100
	Выход фракций, %					
1	10,5	3,8	7,3	41,6	21,5	15,3
2	11,3	2,7	6,1	42,8	22,6	14,5
3	10,8	3,1	7,9	41	22,2	15
4	10,1	3,9	5,8	41,7	21,4	17,1
5	10,3	2,5	8,3	41,5	22,8	14,6

Из табл. 1 видно, что гранулометрический состав при комбинированном врубоблочном разрушении массива баровым и клиновидными исполнительными органами характеризуется низким выходом мелких фракций. Суммарный выход фракций класса 0–25 мм составил не более 22% от общего объема разрушенной горной массы.

Третья глава посвящена исследованию гранулометрического состава при разрушении угольного массива проходческими комбайнами избирательного действия и запыленности воздуха при проведении подготовительных выработок.

Исследовали гранулометрический состав разрушенного угля при проведении подготовительных выработок на шахтах Кузбасса. Результаты представлены в табл. 2 и на диаграмме, на рис. 5.

Таблица 2

Гранулометрический состав разрушенного угля

Фракции, мм	Шахта	Шахта	Шахта	Шахта
	им. С. М. Кирова	им.7 Ноября	«Октябрьская»	«Егозовская»
	Выход фракций, %			
+50	12,6	11,5	5,4	9,8
-50	18,6	12,3	12,9	15,5
+25	31,2	23,8	18,3	25,3
-25	15,4	17,3	24,3	17,2
-13	27,2	22,6	57,4	21,1
-6	26,2	37,3		36,4
0-25	68,8	76,2	81,7	74,7

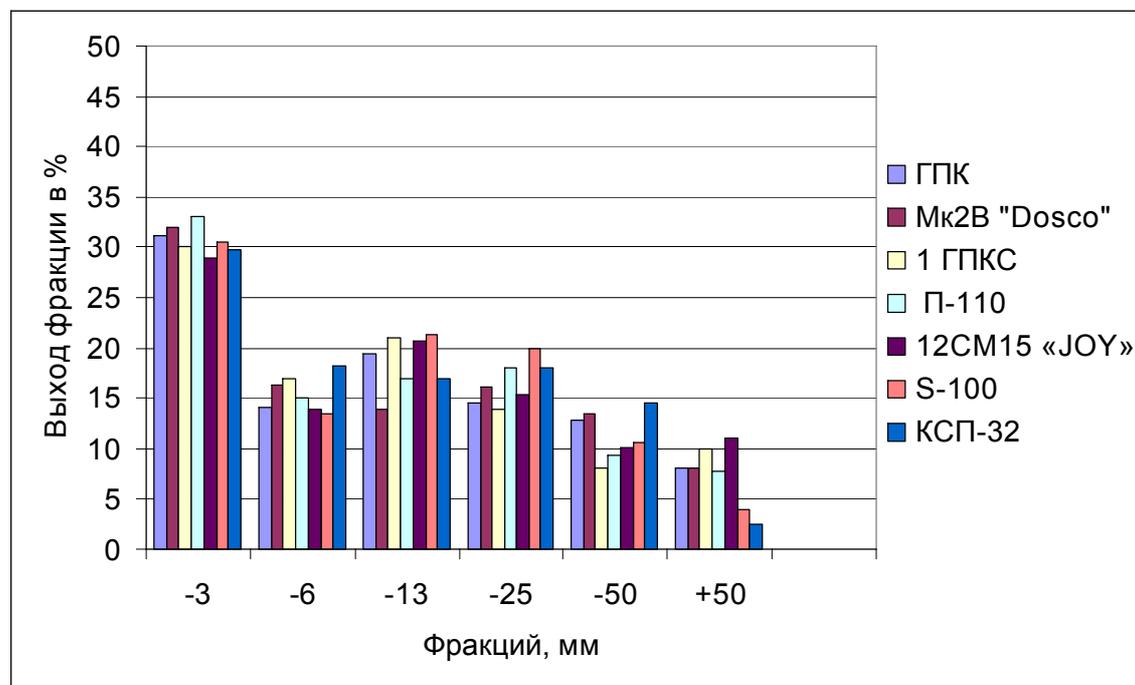


Рис. 5. Диаграмма гранулометрического состава разрушенного угольного массива проходческими комбайнами избирательного действия

Исследовали гранулометрический состав разрушаемого угля проходческими комбайнами избирательного действия с различной формой и конструкцией разрушающего стреловидного исполнительного органа. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3

Гранулометрический состав разрушенного угля комбайнами с различной формой, конструкцией и компоновкой разрушающего органа

Фракции, мм	Шахта им. С.М. Кирова			Шахта «Заречная»	
	Тип комбайна				
	ГПК	12СМ15 «ЮУ»	П- 110	1ГПКС	Мк2В «Dосco»
	Выход фракций, %				
+ 50	6,08	8,14	7,2	8,6	5,77
-50	14,69	13,52	12,3	9,73	13,25
+ 25	20,77	21,66	19,5	18,33	19,02
-25	13,25	16,68	20,2	14,06	15,88
-13	20,78	11,9	12	20,73	22,5
- 6	11,86	14,76	18,3	15,88	14,3
- 3	33,34	35	30	31	28,3
0-25	79,23	78,34	80,5	81,67	80,98

Исследовали гранулометрический состав разрушенного угля при различных схемах обработки забоя исполнительным органом проходческого комбайна. Разрушение угольного массива по схеме с отбойкой на вруб осуществляли следующим образом: в определённой последовательности проводили врубовые углубления в угольном массиве, с последующей отбойкой выступающих частей массива в направлении этих врубовых углублений. При выполнении в забое заданных режимов резания угольного массива, по схеме с отбойкой на вруб происходит увеличение на 5–10% крупности разрушаемого массива, в сравнении с разрушением по схеме с последовательной обработкой забоя. Результаты представлены на диаграмме (рис. 6). Однако при разрушении угольного массива сплошным фрезерованием происходит значительное переизмельчение разрушенного угля.

Запыленность атмосферы выработки при разрушении угольного массива проходческими комбайнами избирательного действия исследовали с помощью прибора «ТМ - Дата» на шахтах Кузбасса: им. С. М. Кирова, «Заречная», им. 7 Ноября, «Комсомолец», «Октябрьская», «Полысаевская», «Егзовская», «Красноярская» и др.

В результате исследований механического способа разрушения установлено, что разрушение угольного массива при проведении подготовительных выработок проходческими комбайнами избирательного действия сопровождается большим содержанием мелких фракций 0–25мм (до 81%), при высокой запыленности воздуха в забое (до 257 мг/м³), что характеризует высокую энергоёмкость разрушения. Кроме того, низкий КПД процесса

резания свидетельствует о необходимости коренного усовершенствования процесса разрушения угля резами современных машин сплошным фрезерованием.

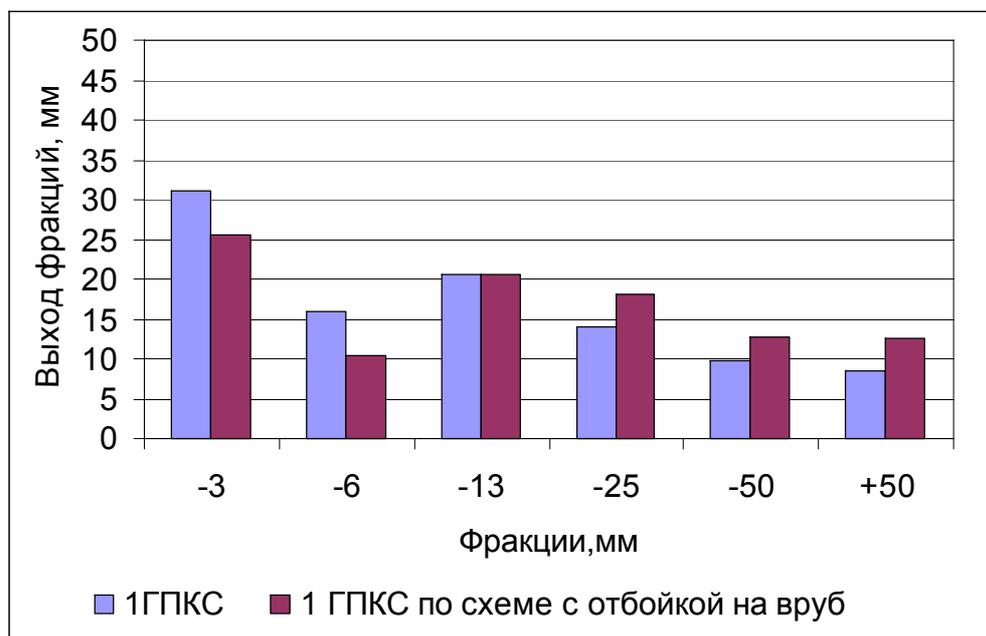


Рис. 6. Диаграмма гранулометрического состава при последовательной схеме отделения угля от забоя и с отбойкой на вруб комбайном ГПКС

Исследования комбинированного разрушения массива врубоблочным способом показали, что происходит выход фракций разрушенных частиц класса +25 мм более чем в 2 раза в сравнении с разрушением сплошным фрезерованием при помощи проходческих комбайнов избирательного действия (рис. 7).

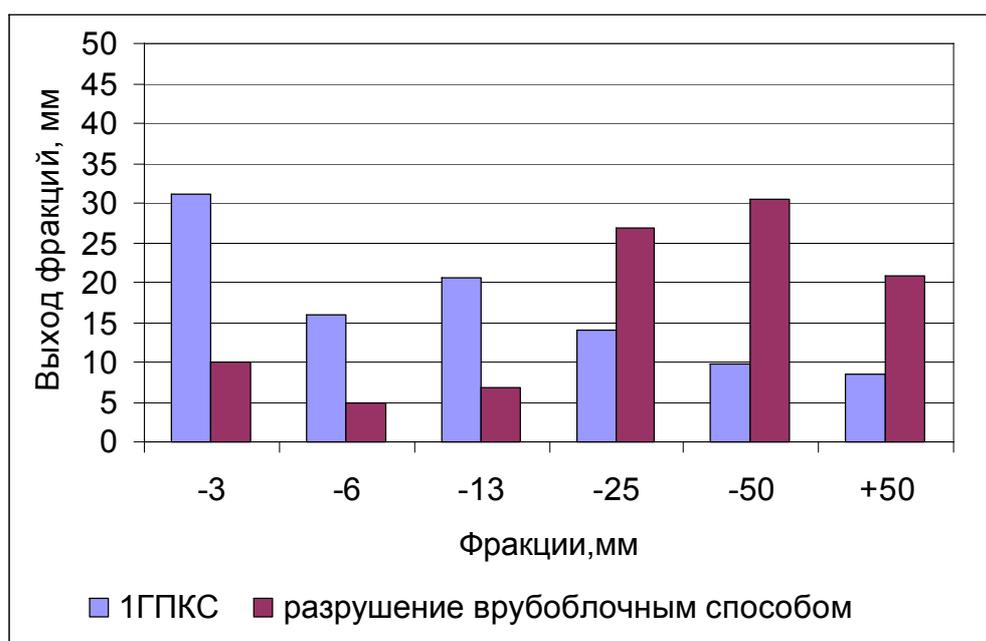


Рис. 7. Диаграмма гранулометрического состава при механическом разрушении угля проходческим комбайном и врубоблочным способом

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что комбинированное врубоблочное разрушение угольного массива баровым и клиновидным исполнительными органами является перспективным направлением повышения эффективности механического разрушения угольного массива как при проведении подготовительных выработок, так и при добыче угля.

В четвертой главе представлена технология врубоблочного способа разрушения угольного массива и конструкция проходческого агрегата для разрушения угольного массива врубоблочным способом при проведении подготовительных выработок (патент на изобретение № 2209979). Проходческий агрегат состоит из двух баровых исполнительных органов, клиновидного исполнительного органа и устройства для погрузки разрушенной горной массы (рис. 8).

Разрушение врубоблочным способом при помощи проходческого агрегата осуществляется путем выполнения двух основных процессов при проведении выработки механическим способом – разрушения угля и удаления разрушенного угля с помощью погрузочного устройства.

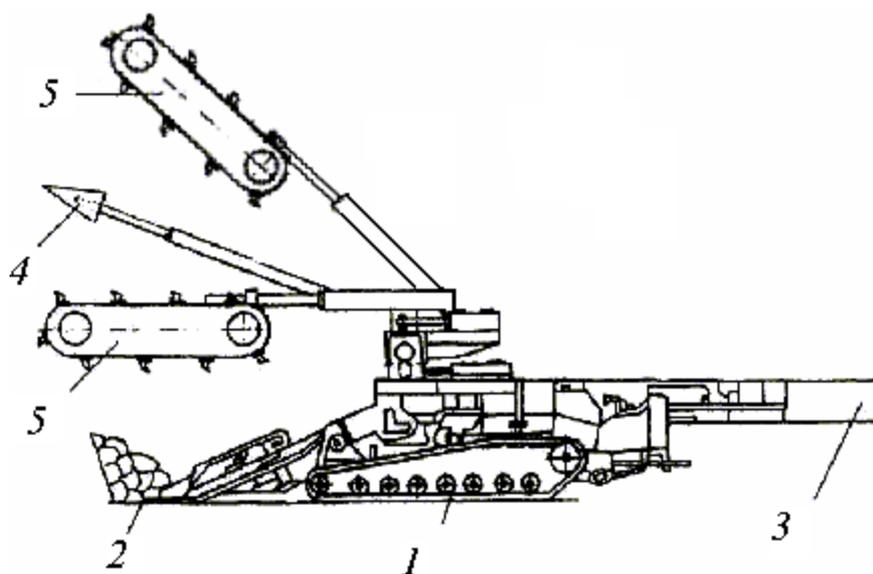


Рис. 8. Проходческий агрегат:

1 – гусеничный ход; 2 – нагребаяющий погрузчик разрушенной горной массы; 3 – перегружатель; 4 – клиновидный исполнительный орган; 5 – баровый исполнительный орган

На рис. 9 представлена схема разделения забоя и параметры блоков разрушения врубоблочным способом. Разрушение угольного массива врубоблочным способом при помощи проходческого агрегата наиболее целесообразно осуществлять следующим образом. В угольном массиве баровым исполнительным органом, расположенным слева от продольной оси агрегата, проводят первый вертикальный вруб Y на всю высоту выработки. От первого вертикального вруба Y правым баровым исполнительным органом по кровле выработки проводят горизонтальный вруб до правого борта выра-

ботки. Одновременно левым баровым исполнительным органом на определенном расстоянии проводят вертикальные врубы 1 до левого контура выработки. После чего проводят горизонтальные врубы 2, начиная с почвы выработки левым и правым баровым исполнительными органами, причем горизонтальный вруб по почве выработки целесообразно проводить на высоту трех врубов с целью дополнительного обнажения массива и обеспечения скола блоков. При переходе на выемку обоими барами третьего от почвы горизонтального вруба, начинается откалывание блоков клиновым устройством между первым и вторым горизонтальными врубами и далее - очередных в направлении снизу - вверх. После завершения выемки горизонтальных врубов в верхней части выработки начинают выемку вертикальных врубов в новой заходке в нижней части выработки. Характерной особенностью врубоблочного способа разрушения является совмещение операций по образованию врубов и разрушению блоков. Баровыми исполнительными органами осуществляется образование врубов. Одновременно с производством врубов с некоторым отставанием клиновидным исполнительным органом разрушают угольные блоки, и далее процессы образования и отламывания блоков производятся одновременно.

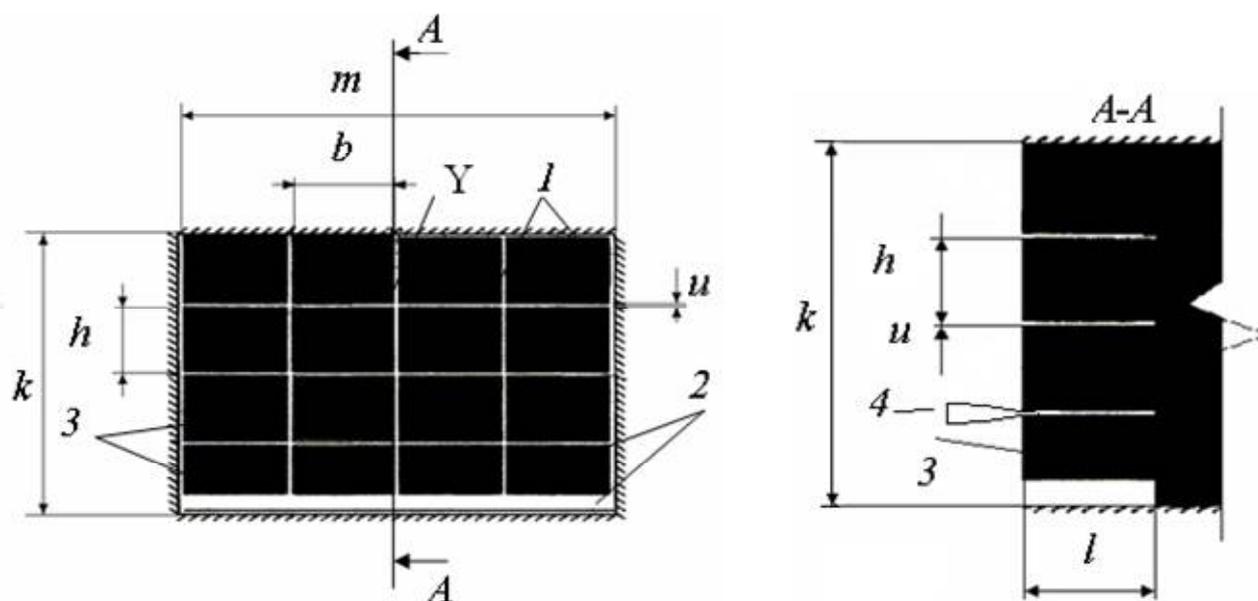


Рис. 9. Схема разделения массива и параметры блоков при разрушении врубоблочным способом:

Y – первый вертикальный вруб; 1 – вертикальный вруб;
 2 – горизонтальный вруб; 3 – угольный блок; 4 – клиновидный исполнительный орган; u – высота вруба; k – высота выработки;
 m – ширина выработки; b – ширина блока; h – высота блока; l – глубина вруба (длина блока)

Сортность разрушенного угля является одним из показателей эффективности разрушения. При разрушении врубоблочным способом основная масса мелких фракций разрушенного массива образуется при проведении врубов баровым исполнительным органом. При комбинировании разруша-

ющего воздействия на угольный массив имеет большое значение соотношение видов воздействия: при определенном соотношении достигается максимальная эффективность комбинированного способа, превышающая простую сумму каждого из разрушающих воздействий.

Объем разрушаемого массива проведением врубов $V_{\text{в}}$

$$V_{\text{в}} = V_{\text{вв}} + V_{\text{вг}}, \text{ м}^3 \quad (2)$$

где $V_{\text{вв}}$ – объем разрушаемого массива проведением вертикальных врубов;
 $V_{\text{вг}}$ – объем разрушаемого массива проведением горизонтальных врубов.

Объем разрушаемого массива сколом клиновидным органом $V_{\text{ск}}$

$$V_{\text{ск}} = V_{\text{о}} - V_{\text{в}}, \text{ м}^3 \quad (3)$$

где $V_{\text{о}}$ – общий объем разрушаемого угольного массива; $V_{\text{в}}$ – объем разрушаемого массива проведением врубов.

Общий объем разрушаемого угольного массива $V_{\text{о}}$

$$V_{\text{о}} = m k l, \text{ м}^3 \quad (4)$$

где m – ширина выработки; l – глубина вруба; k – высота выработки.

Сортность разрушаемого массива характеризует энергоемкость процесса разрушения. Чем крупнее раздроблен угольный массив, тем меньше энергии затрачено на его разрушение. Энергоемкость разрушения (скола блоков) существенно ниже, чем энергия, затрачиваемая на образование врубов, что и обуславливает эффективность всего разрушения. С целью более эффективного разрушения необходимо стремиться к снижению объема массива, разрушаемого проведением врубов $V_{\text{вр}}$.

С учетом изложенного, установлены оптимальные параметры разрушения угольного массива врубоблочным способом при проведении подготовительных выработок с площадью поперечного сечения $S = 10,5 \text{ м}^2$, по углю: ширина выработки 3000 мм; высота выработки 3500 мм; глубина вруба $l = 1000$ мм; ширина блока (расстояние между вертикальными врубами) $b = 800$ мм; высота блока (расстояние между горизонтальными врубами) $h = 500$ мм; высота вруба $u = 50$ мм; при этом более 75% от общего объема массива разрушается сколом блоков. Расчетным путем определена скорость проведения выработки. При заданных параметрах и глубине вруба 1000 мм скорость проведения выработки составила 1050 м/мес., при глубине вруба 1800 мм – 945 м/мес.

Разрушение угольного массива врубоблочным способом при проведении подготовительных выработок по заданным выше параметрам позволит увеличить скорость проведения выработки более чем в 2 раза в сравнении со скоростью проведения выработки проходческими комбайнами избирательного действия.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение актуальной задачи повышения эффективности разрушения угольного массива при проведении подготовительных выработок с применением врубоблочного способа разрушения, что имеет существенное значение для угольной промышленности России.

Основные научные и практические результаты позволяют сформулировать следующие выводы.

1. Установлено, что применение комбайновой технологии проведения подготовительных выработок проходческими комбайнами избирательного действия имеет существенный недостаток – переизмельчение разрушаемого массива. Несмотря на наличие многочисленных решений по конструкциям режущих коронок, линиям резания, типам режущих зубков, повышению мощности привода исполнительного органа, энергоемкость разрушения практически не снижается (ГПКС-0,8; 4ПУ-0,9 кВт·ч/т), а содержание мелочи в раздробленной массе угля с величиной частиц класса 0–25 мм достигает 80% при высокой запыленности атмосферы забоя до 257 мг/м³.

2. Экспериментально установлена возможность эффективного разрушения комбинированным врубоблочным способом с разделением массива на блоки баровым исполнительным органом и отделением блоков от массива сколом клиновидным органом. Сопоставление показателей гранулометрического состава разрушенного угля проходческими комбайнами избирательного действия (фракции класса 0–25мм до 80%) с показателями гранулометрического состава разрушения при проведенных экспериментальных исследованиях (фракции класса 0–25мм до 21%) позволяет утверждать, что врубоблочный способ разрушения более эффективен в сравнении с существующими способами разрушения угля при проведении подготовительных выработок.

3. Технологический процесс проведения подготовительной выработки врубоблочным способом при помощи проходческого агрегата может быть условно разделен на следующие этапы, различающиеся механизмом разрушения массива:

- на первом этапе баровым исполнительным органом производят вертикальные и горизонтальные врубы в угольном массиве и образуют угольные блоки;
- на втором этапе разрушают угольные блоки клиновидным исполнительным органом;
- на третьем этапе осуществляют погрузку разрушенной горной массы нагребными лапами погрузочного устройства.

Процесс образования блоков производством врубов осуществляется одновременно баровыми исполнительными органами. С некоторым отставанием клиновидным исполнительным органом разрушают угольные блоки, а

далее процессы образования и отламывания блоков производятся одновременно.

4. Установлено, что при врубоблочном способе проведения подготовительных выработок эффективность разрушения угольного массива определяется соотношением высоты блока и глубины вруба, а также формой скалывающего исполнительного органа. Значимое влияние на рост усилий, необходимых для разрушения блока клиновидным органом, оказывает соотношение высоты блока h (расстояние по вертикали между горизонтальными врубами) и глубины вруба l , оптимальное значение которого $h/l \sim 0,4-0,6$ обеспечивает наибольшую эффективность скола блока клиновидным органом.

5. Конструкция клиновидного органа в значительной степени определяет усилия, необходимые для разрушения угольных блоков. При прочих равных условиях величина скалывающих усилий разрушения блока клиновидным органом с уменьшением угла клиновидного исполнительного органа снижаются, оптимальное значение угла $15-20^\circ$, при этом клиновидный орган для более эффективного разрушения рационально выполнить в виде пирамиды.

6. При разрушении врубоблочным способом определяющее влияние на формирование мелких фракций разрушенного массива $0-25$ мм оказывает объем массива, разрушаемый баровым органом при образовании врубов. Определены оптимальные параметры разрушения угольного массива врубоблочным способом при проведении выработок по угольному пласту с присечкой пород $f < 4$: глубина вруба 1000 мм; ширина блока (расстояние между вертикальными врубами) 800 мм; высота блока (расстояние между горизонтальными врубами) 500 мм; высота вруба 50 мм; при этом более 75% от общего объема массива разрушается сколом блоков. Снижение пылеобразования при разрушении массива значительно повышает безопасность и комфортность работ.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих работах.

1. Адамков, А. В. К оценке энергоемкости разрушения массива проходческими комбайнами / А. В. Адамков, В. В. Егошин // Науч. работы студентов-магистрантов : сб науч. тр./ Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 1999. – № 1. – С. 61–63.

2. Адамков, А. В. Эффективность работы проходческих комбайнов в зависимости от устройства и параметров режущего органа / А. В. Адамков, В. В. Егошин // Науч. работы студентов-магистрантов : сб. науч. тр./ Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 1999. – №2. – С. 55–58.

3. Егошин, В. В. К вопросу разрушения угольного массива при работе врубовых машин / В. В. Егошин, А. В. Адамков // Совершенствование технологических процессов при разработке месторождений полезных ископае-

мых : сб. науч. тр. / Науч.-техн. центр «Кузбассуглетехнология». – Кемерово, 2001. – № 17. – С. 135–137.

4. Егошин, В. В. Сортность разрушенного в забое угля при проведении горных выработок проходческими комбайнами / В. В. Егошин, А. В. Адамков // Совершенствование технологических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых : материалы конф., посвящ. 70-летию со дня рождения В. В. Егошина / Науч.-техн. центр «Кузбассуглетехнология». – Кемерово, 2001. – С. 34–37.

5. Егошин, В. В. К вопросу совершенствования механического способа разрушения массива горных пород при проведении подготовительных выработок / В. В. Егошин, А. В. Адамков // Совершенствование технологических процессов при разработке месторождений полезных ископаемых : сб. науч. тр. / Науч.-техн. Центр «Кузбассуглетехнология». – Кемерово, 2003. – № 20. – С. 91–96.

6. Егошин, В.В. Гранулометрический состав разрушенного угольного массива при проведении конвейерного штрека / В. В. Егошин, А. В. Адамков // Вестн. Кузбас. гос. техн. ун-та. – 2002. – № 4. – С. 17–18.

7. Пат. 2209979 Российская Федерация, МПК⁷E21D9/10, E21C27/16. Проходческий агрегат / В. В. Егошин, А. В. Адамков. – № 2001120643/03; заявл. 23.07.01 ; опубл. 10.08.03, Бюл. № 22. – 4 с.

8. Адамков, А. В. Состояние запыленности воздуха в забоях подготовительных выработок при работе проходческих комбайнов / А. В. Адамков // Вестн. Кузбас. гос. техн. ун-та. – Кемерово, 2004. – № 1. – С. 56–59.

9. Ренев, А. А. К вопросу механического разрушения массива горных пород крупным сколом / А. А. Ренев, А. В. Адамков // Совершенствование разработки месторождений полезных ископаемых подземным способом : сб. науч. тр. памяти П. В. Егорова / под ред. проф. А.А. Ренева; Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 2006. – С. 16–23.

10. Ренев, А. А. К вопросу повышения эффективности механического разрушения при проведении подготовительных выработок / А. А. Ренев, А. В. Адамков // Научно-технологические разработки и использования минеральных ресурсов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., 6–9 июня.2006 г. - Новокузнецк, 2006. – С. 45–46.

11. Ренев, А. А. Об эффективности механического разрушения угольного массива при проведении подготовительных выработок / А. А. Ренев, А. В. Адамков // Безопасность жизнедеятельности предприятий топливно-энергетического комплекса России : материалы X Междунар. науч.-практ. конф., 13–16 июня 2006 г. - Кемерово, 2006. – С.37–39.

12. Ренев, А. А. Исследования разрушения массива горных пород крупным сколом / А. А. Ренев, А. В. Адамков // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири : материалы XI Междунар. науч.-практ. конф., 23–24 ноября.2006 г. – Кемерово, 2006. – С.58–60.

13. Ренев, А. А. Механическое разрушение угольного массива при проведении подготовительных выработок, направления совершенствования техники и технологии / А. А. Ренев, А. В. Адамков // Влияние научно-

технического прогресса на экономическое развитие Кузбасса : материалы 1
Регион. науч.-практ. конф., 15марта 2007 г. – Прокопьевск, 2007. – С. 96–98.

Подписано в печать . Формат 60×84/16
Бумага белая писчая. Отпечатано на ризографе.
Уч. изд. л. 1,0. Тираж экз. Заказ
ГУ КузГТУ. 650026, Кемерово, ул. Весенняя, 28.
Типография ГУ КузГТУ. 650099, Кемерово, ул. Д.Бедного,4а