

ГЕОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 622.272.03

Ю.А. Рыжков, Е.В. Игнатов

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЗРАБОТКИ, ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПОДЗЕМНОМ СПОСОБЕ ДОБЫЧИ УГЛЯ В РОССИИ И ЗА РУБЕЖОМ

Из 12 основных угледобывающих стран (Китай – 1390, США – 1042, Австралия – 303, Индия – 298, Россия 243 млн. т и др.) наиболее мощными и динамичными выглядят США.

В 1991 г. Китай перегнал США и стал ведущей угледобывающей страной мира. Длинными столбами добывается около 85 % всего объема, при этом полностью оснащены современными комплексами только 16 % очистных забоев. В Китае около 44 % угля добывается из пластов мощностью более 3,5 м, при этом 5 % послойной выемкой с выпуском верхней пачки угля. Общая производительность составляет около 1 т на человека в смену, а при послойной выемкой с выпуском до 200 т/смену при среднегодовой 800 тыс. т.

Общие геологические запасы США превышают 4 трл. тонн, из которых с помощью имеющихся средств можно извлекать 285 млрд. т [1].

В России разведанные запасы составляют 5 трл. т, промышленные запасы - около 200 млрд. т, около половины которых соответствуют условиям высокоэффективной работы очистных забоев [9].

На долю открытых горных работ в США приходится около 60 % добычи, а в России - 64 % (с их увеличением в ближайшие 20 лет до 75 %).

Месторождения угля в США отличаются хорошей выдержанностью и преимущественно имеют пологое залегание пластов мощностью 1,7÷4 м

и небольшую глубину залегания, исключительно благоприятные горно-геологические (ГГУ) и климатические условия. Газовыделение не лимитирует объема добычи угля (табл. 1) [1].

Под благоприятными ГГУ понимаются одиночные пласти, расположенные на сравнительно небольшой глубине (100÷300 м), с углом падения 0÷12°, мощностью 1,7÷4 м, выдержанными по мощности и гипсометрии, без геологических нарушений, влияющих на производительность лавы, с малой обводненностью и газоопасностью, устойчивой непосредственной кровлей и средней по нагрузочным свойствам основной кровлей, прочной почвой; пласти не склонны к газодинамическим явлениям. Такие условия характерны для большинства шахт США, Австралии, ЮАР.

В месторождениях РФ угольные пласти, залегающие в благоприятных условиях, встречаются крайне редко. Как правило, угольные месторождения представлены свитами сближенных пластов различной мощности, которые залегают в виде анти- и синклинальных складок, углы падения пластов в шахтном поле могут изменяться от пологих до наклонных и даже крутых, шахтные поля разбиты геологическими нарушениями различной амплитуды и видов, в том числе не проходимых межкомплексами, что в значительной степени влияет на схемы раскройки выемочных полей и их параметры. Пласти в большинстве своем газонос-

Таблица 1

Характеристики разрабатываемых пластов США

Характеристики пластов					Качество угля		
Компания	Шахта	Глубина залегания, м	Мощность пласта, м	Угол падения, %	Содержание серы, %	Содержание золы, %	Тепл. способность, кДж/кг
Восточные месторождения							
Сайпрос	Камберленд	270-400	2,0/2,0	5	2,50	8	32600
Консол	Дилмос	150-240	2,0/2,0	до 30	2,20	10	29800
R&P Коул	Шахта №84	140-220	1,7/1,7	10-20	<1,6	6	30300
Западные месторождения							
Энерджи	Дир Крик	480-670	3,6/3,0	<5	<0,4	10	27700
Арко	Вест Элк	180-430	7,0/4,0	5	0,50	8	27500
Сайпрос	Твентимайл	180-300	2,7/2,7	5-10	0,36	8-10	27200

ные и часто обводненные, а также опасные по внезапным выбросам и горным ударам. Глубина залегания пластов меняется от 200 до 1000 м [10].

Так, например, в 1998 г. в РФ 20,4 % угля добыто из пластов опасных по внезапным выбросам угля и газа; 30,8 % из сверхкатегорийных шахт; 7,5 – III категории; 19,4 – II категории и только 15,1 % на негазовых шахтах, 44 шахты отрабатывали пласти опасные по горным ударам [11].

Вскрытие угольных месторождений в США производится наклонной выработкой по породе или по пласту, реже вертикальным стволом, который используется для проветривания и доставки людей. Одновременно отрабатывается, как правило, только один пласт. Разработка пластов производится двумя системами разработки (СР): длинностолбовой (ДС) – 30 % и камерно-столбовой (КС) – 70 %.

При этом ДС-систему разработки применяют только на крупных шахтах с добычей более 1 млн. т в год. Большинство же шахт имеет производственную мощность от 90 до 600 тыс. т в год, на которых применяют КС СР.

На шахтах Австралии основную добычу (95 %) получают из пластов мощностью более 2 м в ГГУ, аналогичных условиям США, но с более высокой газообильностью. ДС-система разработки дает 70 % добычи, остальной уголь идет из КС СР и из коротких лав длиной 25÷100 м. Сравнение показателей этих систем разработки приведены в табл. 2 [12]. На шахтах ЮАР в ГГУ, аналогичных условиям США, также применяются все три варианта технологий, их показатели работы приведены в табл. 3 [12], при этом 92,5 % добычи приходится на камерностолбовую систему разработки, что

связано с наличием в кровле пластов мощных слоев песчаников, затрудняющих работу механизированных комплексов в длинных забоях.

В России, как и в ряде ведущих в технологическом отношении угледобывающих стран, основное положение занимают различные варианты длинностолбовой системы разработки (ДССР).

Анализ применяемости систем разработки с учетом ГГУ и оценки технологичности запасов в основных угольных бассейнах страны показывают, что на перспективу до 2020 года – 85÷90 % добычи будет производиться ДССР – это пологие пласти, мощные, тонкие и средней мощности с благоприятными ГГУ соответствующим критериям высокой интенсивности и экономичности отработки, принятым в развитых странах, остальные 10÷15 % добычи отводится «периферийным» технологиям: короткими лавами; камерно-столбовой; различным технологическим схемам гидродобычи и разработки крутых мощных пластов. Эти технологии будут приняты на участках пластов с ценными марками угля, в осложненных ГГУ и ограниченных размеров.

Высокопроизводительная работа лав неглубоких шахт США, Австралии, ЮАР обеспечивается подготовкой выемочного столба: 3-х (51 %) и 4-х (46 %) штрековой. Разделяются штреки не извлекаемыми целиками (шириной до 30 м и более), несущая способность которых соответствует глубине разработки. Объем проведения подготовительных выработок при этом составляет 5÷8 м на 1 м подвигания очистного забоя. Эта схема позволяет на проходке использовать высокопроизводительное оборудование (комбайны, самоходные вагонетки, системы установки анкеров). При этом

Таблица 2

Показатели при различных технологиях отработки пластов на шахтах Австралии

Показатели	Длинная лава	Короткая лава	Камерно-столбовая система
Длина очистного забоя, м	220	35	6
Суточная нагрузка, т	6500	3800	1200
Численность людей в забое, чел/сут.	38	32	28
Производительность труда ГРОЗ, т/вых.	171	118	43
Годовая добыча, млн. т	1,5	0,85	0,30

Таблица 3

Показатели при различных технологиях отработки пластов на шахтах ЮАР

Показатели	Длинная лава	Короткая лава с мехкрепью и самоходным оборудованием	Камерно-столбовая с самоходными секциями крепи
Длина очистного забоя, м	150	58	58
Нагрузка на очистной забой, т/смену	1200	500	700
Сменная бригада, чел.	11	10	11
Эксплуатационные затраты, доллар/т	5,93	8,62	5,48
Капитальные затраты на очистное оборудование, млн. долларов	6820	3130	1980
То же на 1 т, долларов	7,58	8,35	4,08
Эксплуатационные потери угля, %	15	25	10-15

обеспечивается улучшенный доступ в лавы и вентиляция.

Традиционная европейская практика, которая широко применялась в Великобритании, – это расположение лав рядом друг с другом.

Это связано с повторным использованием штрека предыдущей лавы или проходкой дополнительного штрека на расстоянии 0÷5 м. Такая схема требует применения металлической крепи и обуславливает значительный объем ремонтных работ. Сейчас в Англии отказались от таких схем и перешли на оставление межлавных целиков значительных размеров. Это решение позволяет осуществлять быструю проходку с применением анкерного крепления и обеспечивает производительную работу очистных забоев.

Такая схема подготовки и отработки, с оставлением целиков шириной 50÷70 м и более, считается приемлемой для шахт Великобритании, но не соответствует условиям и обстоятельствам российских угольных шахт, прежде всего, по критериям пожароопасности углей, оставляемых в целиках.

В угольной промышленности ФРГ применяется бесцеликовая технология подготовки и отработки выемочных столбов с применением тяжело-профильных рамных крепей и специальными дорогостоящими способами охраны. Попытки применения анкерного крепления при бесцеликовых схемах не увенчались успехом.

Многоштрековая подготовка не перспективна для российских шахт из-за сложности ГГУ: значительных углов падения, сближенного залегания пластов в свите, а также большой глубины горных работ, требующих оставления значительных межлавных целиков [5, 6].

Вместе с тем неперспективна в настоящем виде и бесцеликовая технология. Для высокопроизводительных лав (2÷3 млн. т в год) она неприемлема в связи с необходимостью систематически вести ремонтные работы, перекрепления сопряженний лав.

Однако альтернативы бесцеликовой технологии для российских шахт нет, поэтому необходимо ее коренное совершенствование.

Потенциально опасная и затратная бесцеликовая технология применяется по следующим причинам: отказ от нее и переход на охрану выработок целиками приведет к дополнительным пожарам, взрывам, горным ударам, выбросам, проблемам надработки и подработки.

Сегодня по бесцеликовым технологиям (100 %) работает Печорский бассейн. В Кузбассе она составляет около 30÷40 %. Одним из необходимых и определяющих условий достижения высокой производительности очистного забоя является применение прогрессивных планировочных решений раскройки шахтного поля, выемочного столба (длина столба, длина лавы).

Рекомендуются следующие минимальные

размеры выемочного столба: длина лав (L) для пластов мощностью от 2 до 3,5 м – от 350 до 200 м; от 3,5 до 5 м – от 300 м до 150 м и соответственно этим мощностям длины выемочных столбов (H) от 3700 до 1400 и от 2700 до 1500 м. [5]. По другим источникам [3], предлагаются следующие параметры: для Кузбасса $L=150\div200$ м, $H=1300\div2000$ м; для Воркуты $L = 180\div250$, $H = 1600\div2600$; для восточного Донбасса $L = 130\div200$, $H = 1300\div2100$.

Последние несколько десятилетий в мире не внедрено ни одной принципиально новой системы разработки, происходит эволюционное совершенствование существующей техники и технологий.

Узловыми проблемами современного этапа технического развития подземной угледобычи являются радикальное сокращение ручного труда и производство горных работ без присутствия людей в опасных зонах.

Анализ тенденций развития параметров основной системы разработки – длинные столбы по простиранию, технологии добычи, силовых и геометрических характеристик оборудования в странах с нарастающим уровнем угледобычи, показывает, что происходит увеличение длины и ширины выемочного столба, совершенствование технологии идет по пути нарастания ширины захвата комбайна, оборудование утяжеляется, его энергоемкость возрастает.

Движителем этого является стремление снизить удельные затраты на подготовительные работы, монтаж/ демонтаж межкрепи, уровень ручного труда и опасности техногенного воздействия на горный массив за счет автоматизации и роботизации производственных операций т.е. вывода рабочих из зон повышенной опасности – отбойки угля, перемещения крепи, посадки кровли, повысить коэффициент машинного времени.

Нарастание ширины выемочного столба влечет за собой увеличение: мощности двигателей конвейеров, выемочных комбайнов; шага подвижания крепи – ширины захвата выемочного комбайна, геометрических и силовых параметров конвейеров, крепи, комбайна. Все это требует увеличения полезного сечения очистной выработки: для размещения возросших габаритов оборудования, для увеличения количества подаваемого воздуха, в связи с ростом газовыделения.

Увеличивающая масса и размеры оборудования, все большая сложность гидравлических систем, компьютеризация ведут к быстрому и неадекватному росту капитальных затрат и издержек производства.

Анализ показывает, что современная техника и технология исчерпала резервы повышения производительности и интенсивности труда, снижения уровня ручного труда и безопасности.

Т.е. эти проблемы, в рамках традиционной технологии добычи угля не решаются, данные тенденции ограничены в силу физических

Таблица 4

Сопоставительные технико-экономические показатели подземного способа добычи
в России и ведущих угледобывающих странах

Показатели	РФ			ФРГ	Великобритания	США	Польша
	Восточный Донбасс	Печорский бассейн	Кузбасс				
Число действующих шахт	36	14	59	19	27	1700	65
Среднесуточная добыча на 1 шахту	123	14691	2176	11615	5050	1800	8985
Средняя мощность разрабатываемого пласта	1,31	2,62	2,89	1,88	1,75	2,18	2,28
Средняя глубина горных работ, м	630	485	341	940	555	150	539
Системы разработки, % очистной добычи:							
столбовая	94,1	100	80,4	55	70-75	30	85-90
сплошная	2,7	-	-	30	25	-	10-12
комбинированная	3,1		0,9	15	-	-	-
камерно-столбовая	-	-	3,5	-	2-3	70	2-3
Средняя длина лавы, м	183	172	115	275	227	233	175
Средняя длина выемочного столба, м	815	950	770	1216	2240	Более 50%	-
Уровень КМЗ, %	97,0	100	88,9	100	100	Лавы-100	88,5
Средняя нагрузка на лаву, т/сут	628	1441	934	2134	2200	7200	1470
Производительность труда ГРОЗ, т/вых	8,0	29,2	13,3	32,1	35,0	210,0	22,0
Производительность труда рабочего по добыче, т/вых	1,8	5,5	3,1	5,6	13,2	30,0	2,3
Средняя энерговооруженность комбайна, кВт	230-250	50	-	662	335		
Скорость подачи, м/мин	1,53	2,2	-	5,2			
Энерговооруженность конвейера, кВт	200	-	-	1300	-		
Коэффициент маш. времени	0,25-0,3	0,44	-	0,56-0,6			
Энергоемкость процесса разрушения угля, кВт/т	0,5	-	-	0,3	-		

и технических причин.

Удельный вес механизированного труда при подземном способе добычи угля не превышает трети общих трудовых затрат.

Основным направлением уменьшения уровня ручного труда исследователи видят на путях автоматизации и роботизации операций. Однако традиционная технология, например, крепления очистного забоя межкрепью, настолько многоэлементна (до 200 и более взаимосвязанных секций), что надежность системы не достигает необходимого уровня, т.е. этот путь развития не позволяет

вывести рабочего из зон повышенной опасности: обрушения кровли, выемки угля, перемещения крепи.

Одним из основных факторов, объясняющих это положение, является отсутствие существенных прогрессивных изменений в технологии подземной добычи угля.

Таким образом, анализ показывает, что дальнейшее повышение интенсивности добычи угля, безопасности, снижение трудоемкости и повышение эффективности лежит на путях поиска новых подходов к этой проблеме.

Таблица 5

Проектные технико-экономические показатели шахт нового технического уровня в Российской Федерации

Показатели	Шахты			
	№7	Котинская	Талдинская Южная	Обуховская №1
Производственная мощность, тыс. т/г	2800	1500	1500	1800
Продолжительность строительства, лет	5	3	3,5	4
Среднедействующее число очистных забоев	1	1	1	2
Среднесуточная нагрузка на очистной забой, т/сут.	10000	5000	5000	3000
Производительность труда, т/чел. в мес.	791	498	496	232
Производственная себестоимость, доллар США	8	8	8	15
Срок окупаемости капиталовложений, лет	5	8	5,6	6,5

Таблица 6

Динамика энерговооруженности оборудования длинных очистных забоев на шахтах США

Годы	Средняя годовая добыча из одного очистного забоя, тыс. т	Энерговооруженность, кВт		Производительность конвейера, т / ч
		Комбайна	Конвейера	
1985	546	322	422	824
1990	1020	501	675	1151
1994	2160	545	749	1261
1998	3120-3500	771	1183	-

Анализируя патентные и литературные источники, можно заключить, что в ближайшее время революционных преобразований в технологии угледобычи не ожидается, т.е. совершенствование было и остается важной задачей.

Очевидно, выбор параметров выемочного столба (ВС) следует принимать максимально возможным в конкретных ГГУ и ГТУ и с учетом сложившейся схемы раскройки горизонта, шахтного поля, наличия переходимых и трудно переходимых нарушений.

Во избежание замены машин и механизмов в процессе отработки выемочного столба, его длина должна быть увязана с ресурсом добывного оборудования, а длина лавы с техническими возможностями конвейерных установок, надежностью гидросистемы комплекса [7].

В работе [8] приводятся зависимости производительности МК от длины ВС: для отечественных МК она снижается при длине ВС свыше 1200÷1500 м, а для зарубежных свыше 2200÷2500 м. По данным автора удельные затраты на «монтаж–демонтаж» и период эффективной работы

плавно выполняются при достижении длины столба 2800÷3000 м.

Современная позиция российских ученых и производственников по этому вопросу, основывается на позитивном опыте угольной промышленности США [1,2,3], где применяются планировочно-технологические схемы «лава–шахта», «лава–пласт» (табл. 4) [3].

Перевод действующих и строительство новых предприятий России на работу по модели «лава–шахта», требует изменения подхода к планировке горных работ, инфраструктуры транспортных и вентиляционных выработок, сокращения протяженности поддерживаемых выработки обусловленное концентрацией горных работ. Это, по мнению специалистов, является главным условием кратного повышения технико-экономических показателей отрасли [3, 5].

В соответствии с этими требованиями в РФ производится строительство шахт «нового технического уровня» проектные показатели, которых приведены в табл. 5 [2], которые соответствуют показателям мирового уровня.

Таблица 7

Технические характеристики машин

Наименование машин и их характеристик	Технические характеристики машин						
	Россия			Германия		США	
	Применимых (лучшие образцы)	Создаваемых (опытные образцы)	Перспективных	Применимых	Перспективных	Применяемых	Перспективных (опытный образец)
Очистной комбайн:							
скорость подачи, м/мин	4,0	5,0	15,0	7,42-10,8	15,0	15;20; 30	45,0
ширина захвата шнека, мм	0,63	0,63; 0,8	0,8;0,9	0,8;0,9	0,8;0,9	0,76; 0,92; 1,02	0,5
Ресурс до капитального ремонта, млн. т угля	0,8	2,0	5,0-10,0	более 3,0	до 10	до 10,0	до 10,0
напряжение в лаве, в	660	660;1140	1140; 3300	1000; 2300	3300	950; 2300; 4160	4160
Механизированная крепь:							
несущая способность секции, мН	3,6-7,7	3,6-8,5	6,0-10,0	3,0-3,2	6,0-10,0	5,0; 7,2; 9,8	9,8
шаг установки секции, м	0,63	0,63;0,8	0,8;0,9	0,8;0,9	0,8;0,9	0,8; 0,92; 1,02	0,5;1,0
срок службы, лет	8	8	10-12	10-12	10-12	10-12	10-12
Лавный конвейер:							
ширина решетка, мм	732	910	1000-1200	880	1000-1200	1000-1132	1332
скорость цепи, м/сек	1,0-1,4	1,0-1,2	1,8	1,43	1,93	1,5; 1,7; 1,8	1,81
калибр цепи, мм	26	34	42;34	34;38	-	34; 38; 42	42

Поскольку в РФ нет шахт, аналогичных американским, по совокупности благоприятных условий сделан выбор шахтопластов действующих шахт с дифференцированно благоприятными ГГУ, которые также могут обеспечить высокую нагрузку на очистной забой [5].

С позиции общей теории развития техники угледобывающее производство довольно консервативно и характеризуется не высоким (относительно других отраслей) техническим уровнем. Оно многофункциональна и реализуется посредством большой номенклатуры машин, механизмов. Это многофункциональная сложная система взаимодействия «человек – машина – горный массив». Прогнозирование поведения этой системы весьма сложно.

Попытки применить в горном деле достижения НТП из других отраслей к значительному эффекту не приводят. Уровень ручного труда в шахтах остается достаточно высоким более 50 %.

Основным направлением развития техники считается повышение ее надежности и энерговооруженности.

Эта идея технического развития была сформулирована в середине 80-х годов инженерами в США, дала поразительные результаты: производительность труда, которая в 1980 году составляла 1,9 т/чел. ч в 1994 г. достигла 5 т/чел. ч, при максимальной до 75 т/чел. смену.

Динамика роста энерговооруженности оборудования длинных очистных забоев приведена в табл. 6 [7].

Сегодня полностью сложилось представление о современной технологии добычи угля в длинных очистных забоях, обеспечивающей устойчивую,

высокопроизводительную работу, которая определяется следующими факторами:

- высокой энерговооруженностью комбайнов и резервом мощности, гарантирующим значительную часовую производительность;
- высокой несущей способностью секций крепи, снижающей вероятность остановок в работе лавы из-за повреждений секций, обрушения и вывалов кровли;
- надежностью забойного конвейера и пропускной способностью, превышающей производительность комбайна.

Энерговооруженность и эксплуатационная надежность применяемых отечественных комбайнов, конвейеров и межкрепей остается существенно ниже, чем на шахтах США, Германии, Австралии (табл.7) [5].

Новая техническая политика в угольной отрасли в России, направленная на сокращение действующих шахт и концентрацию горных работ в 1–2 забоях, переоснащение отрасли оборудованием «нового» технического уровня, повышения нагрузки на очистной забой характерна и для Запада.

Их возрастающая активность на российском рынке вызвана сокращением угледобычи в странах Западной Европы и желанием сохранить производственные мощности на предприятиях, занятых изготовлением и поставками оборудования, а также избежать массового увольнения.

Например, в ФРГ с 1990 по 1997 г. количество шахт сократилось с 27 до 17, а число комплексно-механизированных забоев с 147 до 64. Эта тенденция будет сохраняться и далее: в 2005 году останется 10–11 шахт при добыче 30 млн. т в год.

Таблица 8

Динамика показателей забоев, оборудованных комплексами

Тип комплекса	Год	Число забоев на конец года	Средняя длина очистного забоя, м	Средняя мощность пластика, м	Добыча очистная, млн. т	Удельное участие в общем объеме очистной добычи, %	Средняя нагрузка на забой, т/сут	Средняя произв. труда рабочего на очистных работах, т/см
ОКП 70	1990	114	126	2,90	39,2	28,0	1151	17,7
	1995	71	124	2,86	27,9	31,8	1018	18,3
KM130	1990	24	133	3,68	8,1	5,8	1367	18,3
	1995	24	128	3,32	9,2	10,5	1094	12,9
2УКП	1990	10	127	4,18	4,9	3,0	1643	24,9
	1995	8	128	4,21	3,6	4,1	1637	21,1
Гликник	1990	18	173	2,07	6,7	4,8	1278	16,4
	1995	13	185	2,07	5,0	5,7	1084	13,6
Пиома	1990	10	150	4,19	5,2	3,7	1539	18,9
	1995	5	145	4,30	2,2	2,5	1036	13,7
Фазос	1990	2	191	2,41	1,2	0,9	2020	14,9
	1995	5	136	2,46	1,6	1,8	1838	12,4
KM138	1990	1	150	1,69	0,4	0,3	1412	12,7
	1995	9	159	1,91	3,3	3,7	1473	14,8
KM144	1990	1	205	2,70	0,09	0,06	1551	14,3
	1995	2	172	2,58	0,4	0,4	1585	18,4
KM142	1990	-	121	4,01	0,9	0,6	2831	31,1
	1995	1	158	4,17	0,6	0,6	2515	21,1

В целях завоевания рынков РФ западные бизнесмены используют различные методы воздействия, занижение цен при первоначальных продажах (и завышения цен в последующем на запчасти), предоставление «связанных» кредитов и т. д. [13].

Российские потребители не всегда оказываются достаточно подготовленными к такому сотрудничеству. Кроме того, надо помнить, что добыча каждого миллиона тонн угля импортным комплексом ведет к потере 120÷150 квалифицированных рабочих мест в России.

Рассматривая опыт применения современного зарубежного горно-шахтного оборудования на отечественных угольных шахтах: Распадская и Кирова (мехкомпл. «Джой») и др., можно сказать, что результаты работы были достигнуты не значительно выше, чем на отечественном оборудовании: ш. Кирова (КМ-700/800), Распадская (КМ-142), Полясаевская (КМ-144) и т. д. Это связано с тем, что при выборе современного оборудования следует согласовать его характеристики с горно-геологическими и производственно-техническими условиями применения. Показатели работы за 10 лет отечественных и зарубежных комплексов приведены в табл. 8 [14].

Аналогичная ситуация сложилась и с проходческими комбайнами. Например, в Кузбассе комбайны зарубежного производства представлены: австрийскими AM-50; 65; 75 – 8 шт.; WaV –

20 раз ниже импортных, а ремонтопригодность выше.

Применение импортного высокопроизводительного и надежного оборудования на передовых российских шахтах необходимо рассматривать как временную меру.

На современном этапе технического перевооружения подземной добычи угля в России следует ориентироваться на прогрессивное отечественное оборудование [7].

На смену применяемых сегодня межкрепей M138, M144, M142, KM 700/800, КБП, МК 85 и других – предлагаются крепи нового технического уровня с параметрами, отвечающими мировым стандартам: M147, M144Б, M174[15].

Базовым принципом создания высокоэффективного горно-шахтного оборудования является переход от массового изготовления техники к индивидуальному, ориентированному на конкретные горнотехнические условия ее эксплуатации [15].

На заводах горно-шахтного оборудования сегодня начато освоение образцов с повышенным ресурсом (на 30-70%) и достижением показателей мирового уровня, за счет создания новых более совершенных конструкций, применение новых конструкционных материалов (высокопрочных сталей, полимерных материалов) и технологий изготовления.

Начато производство 45 наименований обору-

Таблица 9

Среднегодовой объем наработки на комбайн, м (данные в числителе)
и среднемесячные темпы, м (данные в знаменателе)

Угольная компания	Комбайны 1ГПКС		Зарубежные комбайны	
	За время экс- плуатации	В 1999 г.	За время экс- плуатации	В 1999 г.
«Кузнецкуголь»	1002 / 85	1510 / 132	1026 / 85	890 / 75
«Кузбассуголь»	988 / 82	1520 / 128	1680 / 140	1740 / 142
Межуреченскуголь»	880 / 74	1130 / 95	1126 / 94	1070 / 90
ЗАО «Шахта Распадская»	1020 / 85	1440 / 124	1236 / 103	1140 / 95

130/160 – 1 шт.; американскими фирмами «Джой» (12 СМ 15, 12 СМ 18) – 5 шт. В среднем, в году, в Кузбассе находится в работе около 150 проходческих комбайнов 1ГПКС и от 10 до 12 комбайнов зарубежного производства.

Среднемесячные темпы проходки зарубежных комбайнов незначительно отличаются от показателей отечественных (табл. 9) [17].

При этом ни один импортный комбайн не окупил себя при эксплуатации, по мере старения для их поддержания в рабочем состоянии требуются значительные средства. Таким образом, зарубежные комбайны теряют преимущества, причем стоимость отечественных комбайнов от 10 до

девяти: включая комплексы [15], струговых агрегатов КМД-90 СО, КМД-90 СН, очистных комбайнов «Кузбасс» [15], скребковых конвейеров СПЦ 271 длиной до 300 м. (Малаховский завод), А308Л с тяговым органом 2× 30 шириной 840 мм, электродвигателями 200 кВт (Анжерский завод) и другое оборудование.

Заводы в сотрудничестве с конструкторскими и технологическими институтами имеют все возможности для создания конкурентоспособного отечественного горно-шахтного оборудования, соответствующего лучшим мировым аналогам [16].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Угольная промышленность США глазами немецких специалистов.– Уголь №3, 1997.- С. 69-74.

2. Современные подходы к рентабельному освоению.– Уголь, №3, 2000.-С. 38-40.
3. Рубан А.Д. Направления совершенствования технологической базы угольной промышленности.– Уголь, №2, 2001.-С. 35-39 .
4. Лиминг Ж., Холидей Р., Алтуньян П. Скоростная подготовка штреков для высокопроизводительных лав глубоких шахт.– Уголь, №1, 1998.-С. 56-60.
5. Гринько Н. К., Гапанович Л. Н., Батурина О. Б. Обеспечение нагрузки на очистной забой 2-3 млн. т угля в год на шахтах России.– Уголь, №5, 1998.-С.15-18.
6. Коровкин Ю. А., Бураков В. А. Дешевый уголь и повышенная безопасность в системе технологической и структурной перестройки шахт.– Уголь, №5, 1999.-С. 22-27.
7. Стариков А. В., Дарыкин И. Н. Очистным заботам – высокопроизводительное и надежное оборудование.– Уголь, №8, 2000.-С. 25-29.
8. Козовой Г. И. Информационно-технологическое обеспечение инновационной деятельности угледобывающего предприятия: Автореф. дис док. техн. наук : Санкт-Петербург, 1993.- С. 36-39.
9. Яновский А. Б., Волков В. Г., Шумков С. И., Скрыль А. И. Задачи научного обеспечения реструктуризации угольной промышленности.– Уголь, №1, 1998.- С. 13-18.
10. Ардашев К. А., Розенбаум М. А. Основные положения оценки технологичности запасов шахтных полей и разработка регламента высокопроизводительной работы лав с межкомплексами .–Уголь, №10, 1999.- С. 20-23.
11. Балашов И. Б., Худин Ю. Л., Козловчунас Е. Ф. Перспективы развития подземной угледобычи на шахтах Российской Федерации.- Уголь, №11, 2000.- С. 13-19.
12. Краицин И. С., Брайцев А. В., Шатиров С. В. Оценка целесообразности внедрения камерно-столбовой системы разработки на шахтах Российской Федерации.– Уголь, №3, 1998.- С. 21-25.
13. Козлов С. В. Создание и освоение производства современного оборудования для угольной промышленности России.–Уголь, №11, 1999.- С. 50-54 .
14. Козловчунас Е. Ф., Носенко В. Д., Мышилев Б. К. Перспективы технического переоснащения очистных работ.–Уголь, 1998.- С. 34-38.
15. Разумняк Н. Л., Мышилев Б. К. Основные направления развития технологий и средств комплексной механизации очистных работ для отработки пологих угольных пластов.–Уголь, №1, 2001 . - С. 34-40.
16. Кроль Е. Т., Батраков Н. П. Опыт и задачи научного обеспечения заводов угольного машиностроения России.– Уголь, №9, 1999.- С. 56-58.
17. Франкевич Г. С., Григоренко Ю. Д., Винокуров Г. Ф. Анализ использования и состояния горно-проходческих машин на шахтах Кузбасса.–Уголь, №10, 2000.- С.45-48.

Авторы статьи:

Рыжков

Юрий Александрович
-докт. техн. наук, проф. каф. разработки месторождений полезных ископаемых

Игнатов

Евгений Владимирович
- канд.техн.наук, доц. каф. разработки месторождений полезных ископаемых

УДК 622.271:55.002.2

А.С.Ташкинов, А.А.Таюрский, Е.В.Гончаров, А.Т. Карманский

УПРОЧНЕНИЕ НЕУСТОЙЧИВЫХ МАССИВОВ ГОРНЫХ ПОРОД НА ОСНОВЕ ТЕРМИЧЕСКОГО И ГАЗОТЕРМОХИМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

При проведении горных выработок, пересекающих обводненные, неустойчивые глинистые и суглинистые породы, возникают аварийные ситуации, вызванные оползневыми явлениями в бортах карьеров, отвалов и при проходке наклонных стволов. Эффективные средства управления физико-механическими свойствами неустойчивых, обводненных массивов

отсутствуют.

Известно, что при воздействии высоких температур (700°C и выше) в карбонатных и глинистых породах образуются новые минералы, обладающие водоустойчивыми свойствами. Лессовые грунты после обжига приобретают повышенную прочность и водоустойчивость.

Практика обжига, прогрева глинистых и суглинистых пород

включает бурение скважин в упрочняемом массиве, закачку углеводородных материалов (керосин, дизельное топливо и т.д.) и кислородсодержащих газов (воздуха), что требует больших материальных и временных затрат. В связи с этим заслуживают внимания термические и газотермохимические способы воздействия.

Лабораторные исследова-