

УДК 622.275

**Зарубежный опыт применения технологических схем отработки наклонных и крутонаклонных угольных пластов на шахтах**

А.В. Ремезов, д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.Горбачева  
г.Кемерово

Ануфриев А.В., соискатель кафедры СПСШ и РМПИ

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.Горбачева  
г.Кемерово

Р.О. Кочкин, студент группы ГПс-122

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.Горбачева  
г.Кемерово

При изучении мирового опыта отработки крутых угольных пластов, оказалось, что в настоящее время работы ведутся в Китае, на Украине и России. Но более успешно применяется технологии отработки наклонных и крутонаклонных угольных пластов на шахтах Китая, где угол падения пластов составляет 40-50 градусов. Успешная добыча угля с круто-наклонных пластов требует серьезной научной поддержки. В Китае сохранили и развивают проектные горные институты, которые работают под патронажем Министерства топливной промышленности Китая. В результате такого серьезного подхода, уже сегодня удается добывать при помощи механизированных комплексов уголь с пластов, угол падения которых составляет 50 градусов. В настоящее время только Китай может похвастаться успешным опытом отработки крутонаклонных пластов. У них при добыче угля из пластов с углами наклона выше 30-35 градусов сугубая нагрузка на лаву составляет от 2000 до 3000 тонн.

На шахтах Китая преобладающая система разработки на пологих и наклонных пластах — столбовая (46,8% добычи), а на особо мощных пластах - наклонными слоями с обрушением (31,7%) или гидрозакладкой (3,4%). Некоторое распространение (2,3% добычи) получила гидродобыча. На крутых пластах приняты потолкоуступная и щитовая системы (с гибким перекрытием).

На шахтах действуют свыше 2000 очистных забоев. Уровень механизации выемки 41,8% (одно- и двухшнековые узкозахватные комбайны и угольные струги). Следует учесть, что в Китае 40% запасов сконцентрированы в пластах мощностью менее 2м.

Согласно данных журнала «Уголь Украины», другая страна, где также

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

ведется отработка крутых угольных пластов - это Украина. В настоящее время работа шахт Украины характеризуется весьма низкими техникоэкономическими показателями, прежде всего из-за сложности разработки месторождений, особенно Центрального района Донбасса с крутым залеганием пластов. Кроме специфики, обусловливаемой углами падения пластов и вытекающими отсюда последствиями в их поведении, положение усугубляется большим количеством пластов, склонных к внезапным выбросам угля и газа, и пластов с самовозгорающимися углями, а также высокими температурами вмещающих пород, возрастающими с увеличением глубины.

На шахтах с крутymi пластами применяются сплошная, столбовая и комбинированная системы разработки. Несмотря на недостатки сплошной системы и преимущества столбовой, объем последней не превышает 4%. Сравнение технико-экономических показателей при комплексной механизации в очистных забоях показывает, что при сплошной системе нагрузка на лаву больше, чем при столбовой и комбинированной. Одна из причин этого заключается в том, что комплексная механизация применяется, как правило, в благоприятных горно-геологических условиях. Выемка угля средствами комплексной механизации при столбовой и комбинированной системах производится только на пластах со сложными условиями залегания, а также на пластах, склонных к внезапным выбросам угля и газа.

Наибольшее распространение в Центральном районе Донбасса получили такие способы управления горным давлением в очистных забоях, как удержание кровли на кострах, полное обрушение и плавное опускание.

По сравнению с 1970 г. число очистных забоев с управлением кровлей удержанием на кострах возросло на 19,7%. Это произошло главным образом в связи с ухудшением горно-геологических условий, но и сам способ существенно изменился. Известно, что на крутых пластах обрушение кровли, как правило, начинается в верхней части лавы, а дальше распространяется неупорядоченно, отдельными участками по всей ее длине. Для достижения равномерного обрушения пород стали применять специальную крепь с высокой несущей способностью, устанавливаемую по простирианию, но вероятность осадок основной кровли не уменьшилась. Очевидно, это происходит потому, что наблюдаются неуправляемые сдвижения боковых пород по нормали и в плоскости пласта, которым применяемая крепь противодействовать не может.

Считается, что к наиболее перспективным следует относить способ управления кровлей полным обрушением. Однако при существующей технике его выполнение ничем не отличается от управления кровлей удержанием на кострах.

Сократилось распространение способа управления кровлей полной закладкой выработанного пространства, которая обеспечивает равномерность проявления горного давления, как по высоте этажа, так и по простирианию пласта. Для расширения области применения полной закладки на 16 шахтах ЦРД были построены дробильно-закладочные комплексы (ДЗК). Тем не менее, из-

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

за отсутствия эффективных средств транспортирования закладочного материала к забоям ДЗК не эксплуатируются.

Способы охраны подготовительных выработок целиками углем, бутовыми полосами, различного рода конструкциями из дерева часто не обеспечивают надежной защиты от горного давления или усложняют технологию ведения подготовительных и очистных работ. Повышение эффективности использования комплексов оборудования с механизированными крепями и щитовых агрегатов сдерживается неудовлетворительным состоянием пластовых выработок и нуждается в способах их поддержания, удовлетворяющих требованиям производительной безопасной работы очистных забоев.

Особую важность приобретает изыскание универсального способа охраны выработок. Таким способом, как показывают предварительные исследования, является закладка выработанного пространства дробленой породой с усадкой закладочного массива на 30%. Действительно, при отставании закладочного массива от забоя на 3—3,5 м и его усадке до 30% сплошность оседающих пород не нарушается. Это характерно и для выработанного пространства лавы. Контактирующие между собой породные блоки создают над выработкой эффект арочной формы, обеспечивающей увеличение сжимающих напряжений в плоскости напластования (горизонтального распора) и способствующей сохранению сплошности подработанной толщи, чего не наблюдается при полном обрушении кровли.

Как отмечает С. В. Подкопаев, «...анализ результатов применения комплексов оборудования с механизированными крепями, предназначенных для забоев с полным обрушением кровли, показывает, что специфика рассматриваемых условий не позволяет рассчитывать на устойчивую надежную работу очистных забоев. Учитывая разнообразие горно-геологических условий залегания крутых пластов и опыт работы шахт, следует ориентироваться, прежде всего на полную закладку выработанного пространства. Причем технология выемки должна учитывать диагональное расположение очистного забоя с нависающим над ним закладочным массивом, что наиболее полно отвечает условиям работы механизированных крепей и отработки пластов, склонных к высыпаниям и опасных по внезапным выбросам угля и газа».

Ритмичная работа механизированного очистного забоя зависит от надежности системы "очистной забой — крепь — закладочный массив". Соблюдение оптимальных параметров обеспечивает устойчивость и четкую передвижку крепи, предупреждает сползание комплексов по падению и способствует сохранению участковых подготовительных выработок в эксплуатационном состоянии.

Переход на комплексную механизацию на крутых пластах требует создания ограждающих механизированных крепей облегченной конструкции, которые могли бы поддерживать боковые породы на двух опорах (закладочном массиве и угольном забое), сохранять призабойное пространство для размещения в нем выемочного механизма, проветривать очистной забой, ограждать

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

призабойное пространство от проникновения обрушенных пород.

Как утверждает С. В. Подкопаев при анализе издержек производства на добычу угля, при полной закладке выработанного пространства показывает, что при увеличении нагрузки на очистные забои или увеличении их количества значительно уменьшаются затраты на подготовку закладочных материалов и удельные амортизационные отчисления. Это способствует снижению себестоимости угля и повышению эффективности закладочных работ. Технология и оборудование для выемки крутых пластов должны определяться такими требованиями: наклон забоя под углом, устраниющим влияние гравитационных сил на высыпание угля; передвижка секций в направлении снизу вверх; нависающий над очистным забоем закладочный массив и расстояние между ними в пределах 3—3,5 м. Применение закладки выработанного пространства значительно улучшает состояние боковых пород и повышает устойчивость пластовых подготовительных выработок. Закладочный массив, имея ограниченную податливость, предотвращает развитие интенсивного трещинообразования.

Современное состояние и перспективу развития угледобычи на Украине профессор Литвинский Г.Г. (ДонГТУ) характеризует и прогнозирует следующими технико-экономическими показателями (ТЭП) современных и будущих шахт (см.табл.1)

Таблица 1

Согласно прогнозам профессора Литвинского Г.Г., по интересующему нас показателю - углу падения пласта, технологии для отработки крутонаклонных угольных пластов будут востребованы, и их **диапазон действия расширяется с 25° до 60°**.

В других странах, например, в Германии при разработке *наклонных пластов до 20°* применяется струговая установка GH1600 при скорости резания  $v_p = 3,6 \text{ м/с}$  для сравнения у комбайна  $v_p = 10-15 \text{ м/мин}$ , поэтому есть смысл отрабатывать данной техникой наклонные пласты, при грубых расчетах добыча составит от 1000-2000т/см. Также применять струги, по всей вероятности, эффективно будет и на месторождениях США, где 60% запасов при  $t = 0,6-1,5 \text{ м}$  и глубине залегания 1500м.

Поэтому, анализируя и обобщая опыт зарубежных стран по отработке крутопадающих угольных пластов напрашиваются следующие два основные вывода:

1. Ограниченностю топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) заставляет *отрабатывать угольные пласты сложного залегания*, что принимает форму необходимости.
2. Отработка круто-наклонных угольных пластов на современном этапе создает **необходимость совершенствования технологических схем их отработки**.

**Список литературы:**

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
**СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ**  
**ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ**  
**ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ**

ТЭП шахты XXI века.

<b>Наименование показателя</b>	<b>шахта</b>	<b>шахта</b>
Средневзвешенная мощность пла-	от 0,8	от 0,5
<b>Угол залегания, град</b>	<b>от 25</b>	<b>от 50-60</b>
Газоносность пластов на 1 т. сут	до 10	любая
Глубина разработки, тыс.м	до 1	до 3-5
Водообильность, 1 уг7ч	до 1000	любая
Суточная мощность,тыс.т	1-3	5-10
Срок строительства шахты, мес	48-70	12-16
Суточная нагрузка на очистной	0,5-1	5-7
Длина горных выработок на 1	12-15	6-8
Электроснабжение	электро-	Метан
Энерговооруженность, кВт/чел.	5-7	50-100
Подъем, тип	канатный	ГДП
Водоотлив	трубный	ГДВ
Производительность труда рабо-	1-3	70-100
Всего персонал, чел	300-400	15-20
Проветривание шахты	общее	Нет
Срок службы горизонта, шахты,	30-50	10-12
Себестоимость 1 т.добычи, гривна	200-250	25-30
Уровень экологической безопас-	низкий	высокий
Скорость подвигания очистного	2-4	50-70
Персонал по добыче угля в смену,	20-25	3-4
Число проходческих забоев, шт	3-5	1
Скорость проходки м/сут	5-10	70-90
Скорость окупаемости оборудова-	2-4	0,3-0,5

1. Егоров П.В., Бобер Е.А., Кузнецов Ю.Н., Косьминов Е.А., Решетов С.Е., Красюк Н.И. Основы горного дела: Учебник для вузов.-2-е изд.; стер.- М.: Изд-во МГГУ,2006.-408с.
2. Технология подземной разработки пластовых месторождений полезных ископаемых. Учебник для вузов/ под общей ред. А.С. Бурчакова, 3-е изд. перераб. и доп. М., Недра, 1983.-487с.
3. Л.А.Пучков, Ю.А. Жежелевский/Подземная разработка месторождений полезных ископаемых. Изд.МГГУ-«Горная книга»-2009.-Том1.-562с.
4. Харитонов В.Г.,Ремезов А.В.,Новоселов С.В./Теория проектирования и методы создания многофункциональных шахто-систем. Кемерово: ГУ КузГТУ, 2011.-349с.
5. А.П.Килячков, А.В.Брайцев. Горное дело. Учеб. для техникумов - М.:Недра, 1989.-422с.
6. Геомеханика: Учеб. Пособие/ П.В.Егоров, Г.Г. Шмупф, А.А. Ренев, Ю.А.Шевелев, И.В.Махраков, В.В. Сидорчук. Гос. учреждение Кузбасс, гос. техн. ун-т.- Кемерово,2002.-339с.
7. Рубан А.Д., Артемьев В.Б., Забурдяев В.С., Захаров В.Н., Логинов А.К. Дотяев Е.П. Подготовка и разработка высокогазоносных угольных пластов:

Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием  
СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ И МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ  
ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

Справочное пособие /Под общ.ред. А. Д.Рубана, М.И. Щадова.-М.: Издательство «Горная книга», 2010.- 500с.

8. Харитонов В.Г.,Ремезов А.В.,Новоселов С.В. Теория проектирования и методы создания многофункциональных шахто-систем./Харитонов В.Г., Ремезов А.В., Новоселов С.В.- Кемерово:ГУ КузГТУ, 2011.-349с.