

**ВЛИЯНИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ЦЕЛИКОВ НА
УСТОЙЧИВОСТЬ ПОДЪЕМНЫХ СТВОЛОВ И НА ВЫБОР
МЕСТА ЗАЛОЖЕНИЯ ИХ ПРИ ВСКРЫТИИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ С МОЩНЫМИ
КРУТОПАДАЮЩИМИ ПЛАСТАМИ НА БОЛЬШИХ
ГЛУБИНАХ**

В. В. ПРОСКУРИН

(Представлено профессором Стрельниковым Д. А.)

Каменноугольные месторождения с мощными крутопадающими пластами в СССР более интенсивно начали разрабатываться в годы первой пятилетки. К настоящему времени их угленосные площади в значительной степени освоены. Подавляющее большинство подъемных стволов, заложенных для разработки верхних 3—4 этажей, размещены в пределах продуктивных отложений месторождения. Охрана подъемных стволов и поверхностных шахтных сооружений от вредного влияния подземных разработок в основном осуществляется оставлением предохранительных целиков. Запасы угля, сосредоточенные в предохранительных целиках, огромны. Отдельные районы и участки с запасами коксующихся углей разрабатывались по сравнению с другими более интенсивно. Например, шахта № 57 им. Кирова в Анжеро-Судженском районе и шахта им. Сталина в Прокопьевском районе к 1953 г. достигли одинаковой глубины разработки—300 м, между тем шахта № 57 существует 60 лет, шахта им. Сталина, добывающая коксующиеся угли, только 20 лет. В будущем предусматривается разработка промышленных участков с запасами коксующихся углей неослабевающими темпами. В перспективе развития таких районов и участков—вскрытие и разработка угольных пластов на больших глубинах. К такой категории районов в Кузбассе в первую очередь следует отнести Прокопьевско-Киселевское месторождение.

Прокопьевско-Киселевское месторождение представлено сближенными крутопадающими преимущественно мощными пластами с углями высокого качества [10]. Пласты погружаются практически на „неограниченную“ ¹⁾ глубину. Подъемные стволы ныне действующих шахт в основном размещены в пределах продуктивных отложений (64,3%) ²⁾, реже в породах висячего бока свиты пластов (25%) и только в единичных случаях (10,7%) в породах лежачего бока месторождения. Потери угля в предохранительных целиках под промышленными площадками шахт исключительно велики и с глубиной они резко возрастают (табл. 1).

На шахте N_1 при глубине разработки в 300 м потери в предохранительных целиках под промплощадкой достигли 8,5 млн. т, на шахте N_4 при глубине разработки в 210 м потери достигли 8,3 млн. т, а на шахте N_6 при глубине только в 150 м,—9,9 млн. т.

¹⁾ По предварительным данным до 3 км.

²⁾ От общего количества шахт.

Таблица 1

Потери в предохранительных целиках под промышленными площадками некоторых шахт Прокопьевско-Киселевского района

Шахты	Горизонт, м	Глубина разработки, м	Потери в предохранительных целиках под промплощад- ками, млн. т		Коэффициент прироста потерь с глубиной относительно первого этажа
			по этажам	всего	
Шахта N ₁	+ 215	50	0,6	0,6	1,0
	+ 165	100	1,2	1,8	2,0
	+ 65	200	3,2	5,0	2,6
	— 35	300	3,5	8,5	2,9
Шахта N ₂	+ 225	50	0,3	0,3	1,0
	+ 125	150	0,7	1,0	1,2
	+ 25	250	1,2	2,2	2,0
Шахта N ₃	+ 215	70	1,1	1,1	1,0
	+ 145	140	1,5	2,6	1,4
	+ 65	220	2,4	5,0	1,9
Шахта N ₄	+ 220	50	1,6	1,6	1,0
	+ 140	130	3,0	4,6	1,2
	+ 60	210	3,7	8,3	1,5
Шахта N ₅	+ 220	85	2,3	2,3	1,0
	+ 140	165	2,4	4,7	1,0
Шахта N ₆	+ 250	70	4,8	4,8	1,0
	+ 170	150	5,1	9,0	1,0

Рост потерь угля в предохранительных целиках под промышленными площадками в зависимости от глубины разработки по некоторым шахтам Прокопьевско-Киселевского района представлен на рис. 1.

Значительная разница в абсолютных цифрах потерь зависит от местоположения подъемных стволов, размеров и конфигураций промышленных площадок. Например, подъемные стволы шахты N₆ заложены в свите преимущественно мощных пластов; подъемные стволы шахты N₁ — в свите пластов сложной антиклинальной складки; стволы шахты N₂ — висячем боку в пределах зоны сдвижения пород. В Прокопьевско-Киселевском районе имеется всего три шахты, подъемные стволы которых пройдены так, что около них не требуется оставлять предохранительных целиков.

О скорости опускания горных работ в глубину можно судить хотя бы по срокам ввода этажей в эксплуатацию по некоторым шахтам Прокопьевского района (табл. 2).

Из данных таблицы 2 видно, что скорость опускания горных работ в глубину на отдельных шахтах достигает 10—15 м в год. Следовательно, надо полагать, что в ближайшие десятилетия горные работы на отдельных промышленных участках Прокопьевско-Киселевского района достигнут значительных глубин.

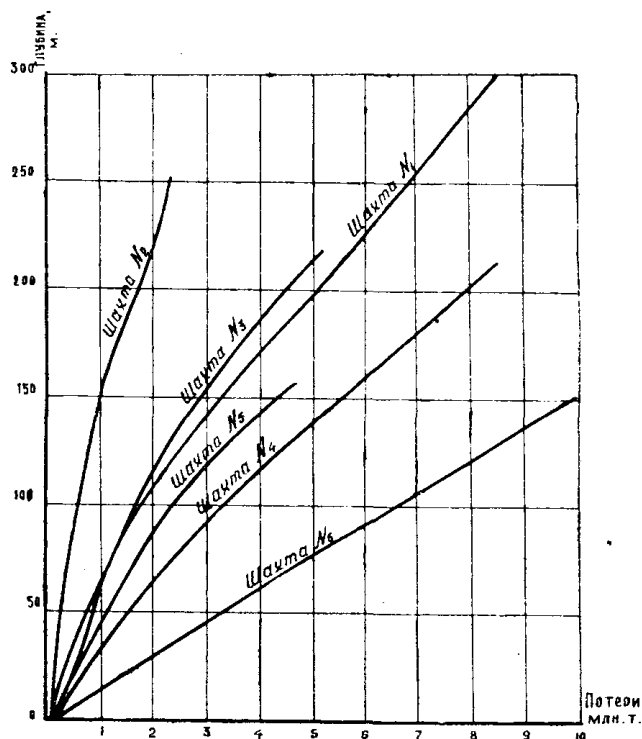
Одним из основных требований, предъявляемых к глубоким шахтам, является обеспечение устойчивости подъемных стволов и наиболее ответственных поверхностных шахтных сооружений на весьма длительный срок их эксплуатации.

Сроки ввода этажей в эксплуатацию по некоторым шахтам
Прокопьевского района [10]

Шахты	Горизонт, м	Высота этажа, м	Год ввода этажа в эксплуатацию	Промежуток, лет
Шахта N ₁	+ 265	до 50	1930	—
	+ 215	50	1936	6
	+ 165	50	1940	4
	+ 65	100	1946	6
	— 35	100	1953	7
Шахта N ₂	+ 275	до 50	1932	—
	+ 225	50	1938	6
	+ 125	100	1944	6
	+ 25	100	1948	4
Шахта N ₃	+ 215	до 70	1935	—
	+ 145	70	1940	5
	+ 65	80	1952	12
Шахта N ₄	+ 220	до 60	1931	—
	+ 140	80	1940	9
	+ 60	80	1951	11

Надежные методы определения сдвижения горных пород в результате проведения подземных горных разработок, несмотря на многолетние исследования, пока не созданы [4]. Последнее в первую очередь относится к

Рис. 1. Потери в предохранительных целиках под промплощадками некоторых шахт Прокопьевско-Киселевского района Кузбасса.



охране сооружений на участках, где разрабатываются мощные сближенные крутопадающие пласты. Вряд ли можно полагать, что такие методы будут созданы в ближайшие годы, поскольку данных инструментальных и опытных наблюдений за сдвижениями пород в Кузбассе, где разрабатываются

мощные пласты, накоплено явно недостаточно. Поэтому определяемые современными методами размеры предохранительных целиков могут оказаться или чрезвычайно завышенными или, наоборот, очень заниженными. Но если бы даже и были созданы достаточно точные способы расчета сдвижения горных пород, то и в этом случае метод охраны подъемных стволов лишь оставлением предохранительных целиков для условий разработки мощных крутопадающих пластов на большой глубине в большинстве случаев был бы не приемлемым.

Устойчивость подъемных стволов глубоких шахт зависит не только от правильности выбора соответствующих размеров и формы предохранительных целиков, но и от наличия в предохранительных целиках пластов угля, его свойств и качества. Поэтому постановка и рассмотрение вопроса о влиянии предохранительных целиков на устойчивость подъемных стволов при вскрытии и разработке мощных крутопадающих пластов на больших глубинах имеет большое народнохозяйственное и научное значение.

Оставление предохранительных целиков, как мера охраны подъемных стволов глубоких шахт, предназначенных для разработки мощных крутопадающих пластов, не обеспечивает устойчивости таких стволов при длительном сроке их эксплуатации по следующим причинам.

1. Предохранительные целики оставляют на весь срок эксплуатации глубокой шахты возможности подработки подъемных стволов, какими бы причинами эти подработки не вызывались или какую бы цель они не преследовали.

Многолетняя практика разработки преимущественно тонких крутопадающих пластов в Центральном (Горловском) районе Донбасса показала, что подавляющее большинство подъемных стволов шахт деформировано [5]. Искривления шахтных стволов чаще достигают до двух м, реже до трех м и более (табл. 3); они отличаются неравномерностью и наличием перегибов в двух и более точках (рис. 2).

Таблица 3

Данные об искривлениях подъемных стволов некоторых шахт треста
Горловскуголь Донецкого бассейна

Шахты	Ствол	Глубина, м	Максимальное искривление, мм	Год профиле- рования	Угол падения пластов, град
„Кочегарка“	№ 1	640	1840	1946	53
То же	№ 1	640	1795	1948	53
„Комсомолец“	Мария	620	1900	1947	65
То же	Мария	620	1950	1948	65
Им. Ленина	№ 6	534	1800	1923	65
То же	№ 6	534	3020	1947	65

Деформации стволов были вызваны, с одной стороны, недостаточными размерами предохранительных целиков и, с другой стороны, очистной выемкой, произведенной в зоне охраны, которая нередко преследовала хищнические и другие противозаконные цели.

Искривление подъемного ствола в результате подземных разработок и разрядки остаточных напряжений в массиве вблизи тектонических нарушений имело место и в Кузбассе на шахте № 5/7 им. Кирова треста Анжероуголь [7] и на шахте Центральная треста Кемеровуголь.

Размещение подъемных стволов в породах лежачего бока месторождения за пределами вредного влияния горных разработок исключает условия и возможность их подработки.

2. Наличие в предохранительных целиках пластов, опасных по внезапным выбросам угля и газа, не исключает возможности возникновения выбросов при проведении горных выработок по этим пластам в зоне охраны сооружений (подъемных стволов, околоствольных дворов, камер, квершлаггов, штреков и проч.) и образования таких пустот, которые могут оказывать вредное влияние на устойчивость стволов и охраняемых на поверхности сооружений.

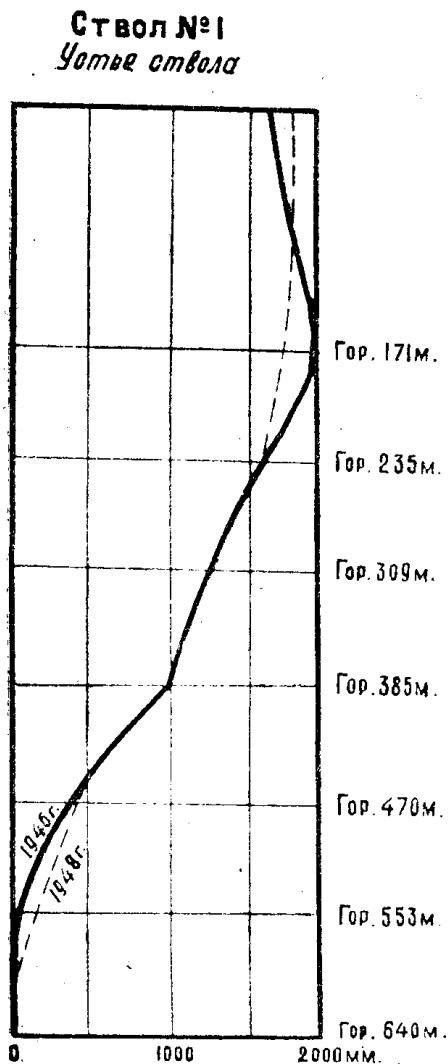


Рис. 2. График искривления ствола шахты №1 „Кочегарка“ треста Горловскуголь (Донбасс).

Так, на шахте Фонтан (Франция) в 1921 году было одновременно выброшено около 5000 *т* угля [14]; на шахте Мориссей (Британская Колумбия) в 1904 г. было выброшено 3500 *т* угля [8]; в Донбассе наиболее крупные выбросы достигали 1000 *т*. Имели место выбросы также в зоне охраны подъемных стволов. Например, на шахте №1—3 „Кочегарка“, на горизонте 750 *м*, 6.XI—1950 г. при подходе южным главным квершлагом к пласту „Девятка“ было выброшено 850 *т* угля и 94 *т* породы; выброс произошел в зоне охраны, в 148 *м* от подъемного ствола (рис.3); там же, но при подходе к пласту „Толстый“ 26.IV—1952 г. было выброшено 400 *т* угля.

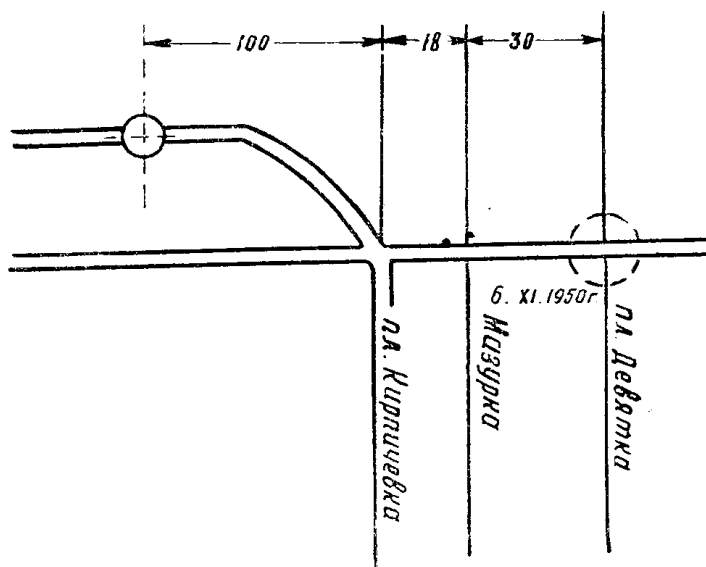


Рис. 3. Место внезапного выброса метана и угля при подходе квершлагом к пласту Девятка 6.XI.1950 г.

Как в первом, так и во втором случаях полости выбросов не удалось полностью разгрузить от мелкого угля и породы ввиду непрерывного их самотека. Полости квершлагом перешли пробивкой опережающей металлической крепи и последующим бетонированием. Подъем по стволу в октябре месяце 1953 г. был на несколько суток остановлен вследствие сдвижения пород, деформации крепления и армировки ствола. Выбросы угля и газа были в зоне охраны подъемных стволов на шахте Северная треста Камеровуголь в Кузбассе, но интенсивность их была пока небольшой. Имеются основания полагать, что интенсивность выбросов на мощных пластах крутого падения будет значительно больше, чем на пластах тонких [8].

3. Возрастание горного давления с глубиной может приводить к раздавливанию предохранительного целика, особенно его кромки у границы по падению; к высыпанию угля из целика в выработанное пространство при разработке пластов с обрушением или с закладкой при неплотном заполнении и усадке (рис. 4). Раздавливание и высыпание угля из предохранительных целиков в выработанное пространство при разработке особенно мощных крутопадающих пластов может значительно ослабить целики и привести к деформации подъемных стволов [1].

4. Наличие в предохранительных целиках пластов, склонных к самовозгоранию, может приводить к возникновению эндогенных пожаров в целиках или вблизи их. Такие случаи имели место на шахте № 3—3-бис. в

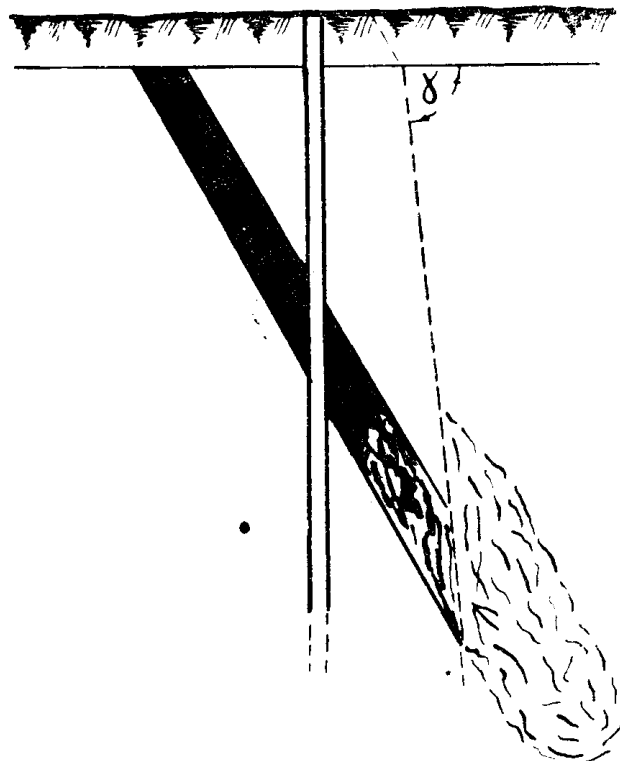


Рис. 4. Схема раздавливания целика под влиянием горного давления.

Прокопьевске. Пожары, помимо огромных общих осложнений в эксплуатации шахты, затрат сил и средств на их ликвидацию, приводят к образованию пустот. Объем пустот может быть большим и вызывать вредные влияния на сооружения. Например, инструментальными наблюдениями установлено [1], что при подземной газификации угольного пласта мощностью в 2 м на глубине 60 м в Подмосковном бассейне оседание на поверхности через 5 месяцев достигло 1,2 м; в зарубежной практике наблюдалось образование трещин на поверхности в результате сгорания угля в пласте мощностью в 2,1 м на глубине около 24 м [9, XXXVII, пожар № 17].

Наличие пачки колчеданистого угля в структуре пласта способствует самовозгоранию угля и возникновению подземных пожаров [9, XXXII и XXXV].

Наиболее опасными в пожарном отношении являются мощные пласты. Например, от общего количества пожаров, возникших за период 1930—1950 гг. в Прокопьевском районе, на долю мощных пластов приходится 96%, а на долю пластов средней мощности только 4%; по Киселевскому району все пожары возникали только на мощных пластах [6].

Из изложенного следует, что при размещении подъемных стволов на участках, где ими будут пересекаться продуктивные отложения, остаются условия и возможности возникновения эндогенных пожаров в предохранительных целиках. Опасность становится совершенно очевидной при разработке на больших глубинах мощных крутопадающих пластов углей, склонных к самовозгоранию. Образование пустот в результате пожаров может привести к деформациям охраняемых сооружений (подъемных стволов и подъемного комплекса на поверхности).

5. Наличие в предохранительном целике мощных и других категорий угольных пластов крутого падения способствует возникновению сползания по ослабленным плоскостям наложения верхней части целика вместе со

стволами и поверхностными сооружениями. Например, наблюдениями было установлено, что на контакте каменноугольных пород оседание ствола достигло 1100 мм [1]. В связи с этим размещение подъемных стволов в продуктивных толщах крутого падения надо признать совершенно нецелесообразным. При этом, учитывая трещиноватость горных пород и углей, особенно мощных пластов [3], вряд ли можно считать допустимым закладывать подъемные стволы глубоких шахт на участках, где эти стволы будут пересекать мощные крутопадающие пласты.

Следствием указанных выше пяти причин могут произойти не только искривления подъемных стволов, но и сдвиги на поверхности в пределах расположения там весьма ответственных сооружений. Эти сдвиги в недрах и на поверхности приведут к расстройству работы поверхностного комплекса подъемных устройств (подъемные машины и копры); к увеличению опасности или даже к остановке людских подъемов; к снижению скорости грузовых подъемов [5]; к остановке работы подъемов на период ремонта деформированной части крепления подъемного ствола; к остановке работы подъемов на период интенсивной деформации подъемного ствола и оборудования в нем до момента затухания сдвижений горных пород в недрах или на поверхности в зоне охраны сооружений подъемного комплекса.

В предыдущее время при выборе места заложения подъемных стволов, предназначенных для вскрытия свиты крутопадающих преимущественно мощных пластов на глубину до 300—400 м, в учет принимался как один из важнейших факторов прирост с глубиной длины главных этажных квершлагов. Последнее нередко было обусловлено невысоким уровнем проходческой техники и техники откатки того времени, а также дороговизной поддержания главных квершлагов, закреплявшихся обычно деревом. Поэтому в предыдущее время чаще шли по пути закладки шахт в пределах продуктивных толщ месторождения, а не в породах за пределами свиты пластов. В настоящее время, когда техника проходческих работ достигла достаточно высокого уровня, на шахтах применяется механизированная откатка мощными электровозами и металлическое крепление, приращение длины этажных квершлагов с глубиной разработки утратило то значение, какое оно имело прежде. Поэтому при выборе места заложения подъемных стволов, предназначенных для вскрытия свиты крутопадающих преимущественно мощных пластов на больших глубинах, с учетом устойчивости стволов и более полного извлечения запасов, затраты по проведению квершлагов и по откатке грузов по ним не будут являться решающими. В этом легко убедиться, пользуясь графическим методом [2] и принимая в учет потери в предохранительных целиках.

Выводы

1. При выборе места заложения подъемных стволов, предназначенных для вскрытия на больших глубинах месторождений с мощными крутопадающими пластами, необходимо учитывать, помимо факторов, общеизвестных в горно-технической литературе (рельефа местности, размера потерь в предохранительных целиках, водоносности пересекаемых стволом горных пород, наличия старых выработанных пространств, застроенности поверхности и др.), также влияние метода охраны.

2. Главнейшие требования, предъявляемые к стволам большой глубины заключаются: а) в обеспечении устойчивости подъемных стволов и подъемного комплекса на поверхности на длительный срок их эксплуатации и б) в предельно-минимальных потерях в предохранительных целиках.

3. Подъемные стволы, предназначенные для вскрытия и разработки мощных крутопадающих пластов на больших глубинах, должны, как пра-

вило, закладываться: а) в породах лежачего или висячего бока месторождения за пределами вредного влияния подземных разработок (рис. 5), ¹⁾ кроме случаев, когда другие горно-технические факторы на конкретных участках приобретают решающее значение (рельеф местности, расположение водоемов, и др.) или, в противном случае, б) на участках с пересече-

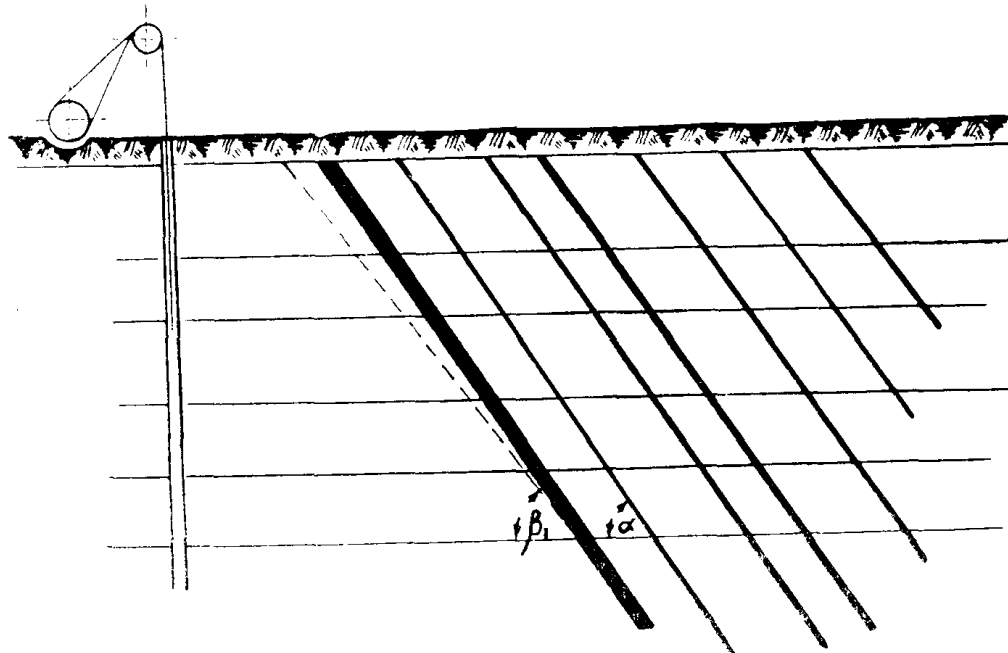


Рис. 5. Подъемный ствол в породах лежачего бока

нием продуктивных толщ, лишь при соблюдении двух дополнительных условий, во-первых, чтобы граница предохранительного целика вкрест

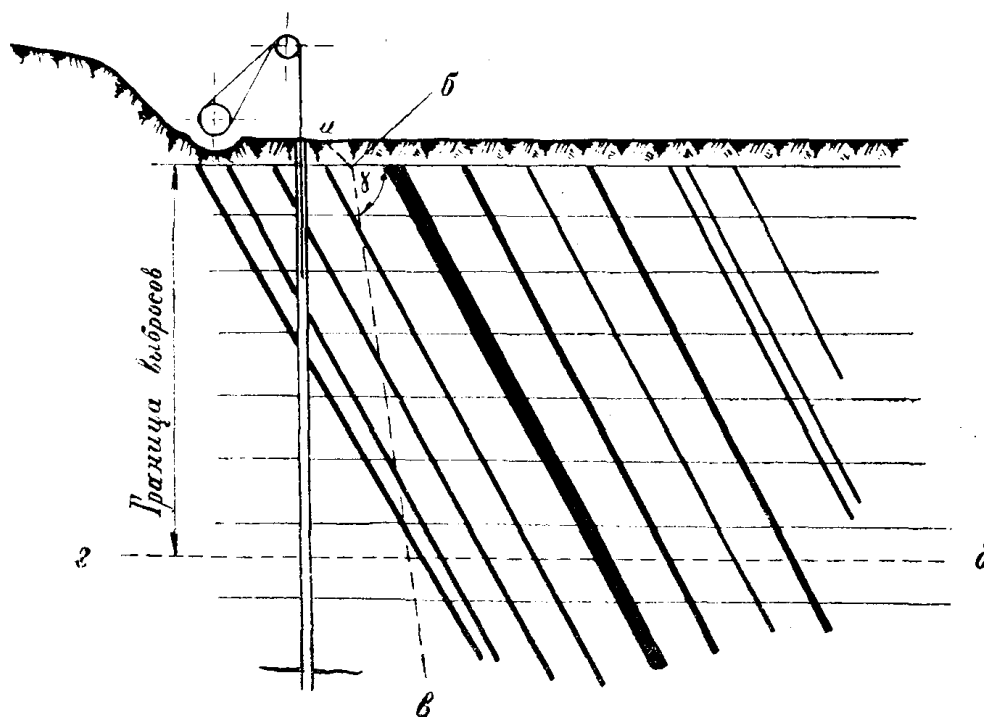


Рис. 6. Подъемный ствол, пересекающий продуктивную толщу.

¹⁾ Угол β_1 принят по руководству [11].

простираения а, б, в (рис. 6) выходила в породы лежащего или висячего бока не ниже верхней границы появления внезапных выбросов (г, д) и, во-вторых, чтобы стволы не пересекали мощных пластов.

4. Поверхностный подъемный комплекс (подъемные машины и копры) должен размещаться в противоположной стороне от границы сдвижений (рис. 5 и 6) и с расположением горизонтальных осей барабанов подъемных машин параллельно простираению пластов.

5. Возможность вскрытия глубоких горизонтов Прокопьевско-Киселевского месторождения углубкой некоторых ныне действующих шахт подлелит детальному изучению; в отношении же большинства остальных шахт задача должна сводиться к изысканию участков, удовлетворяющих требованиям строительства и эксплуатации глубоких шахт.

* * *

Основные положения настоящей работы были доложены автором на учному семинару горного факультета ТПИ 2 октября 1952 г., научному семинару института горного дела Академии Наук СССР 5 ноября 1953 г. и научно-технической конференции ТПИ 24 марта 1954 года.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авершин С. Г. Сдвижение горных пород при подземных разработках, Углетехиздат, 1947.
2. Баканов Г. Е. О выборе места заложения подъемных стволов шахт с учетом влияния потерь полезных ископаемых в охранных целиках при вскрытии месторождений этажными квершлагами, Известия Томского политехнического института им. С. М. Кирова, т. 84, 1956.
3. Белицкий А. А. К эксплуатационной классификации трещиноватости горных пород угленосных отложений, сборник „Вопросы разработки мощных пластов Кузбасса“, к семидесятилетию заслуженного деятеля науки и техники проф. Д. А. Стрельникова, Углетехиздат, 1953.
4. Итоги дискуссии по вопросу о методах изучения процесса сдвижения горных пород над подземными выработками и о способах предрасчета его элементов (от редакции), Уголь, № 7, 1954.
5. Коротков М. В. Выемка угля под сооружениями в Донбассе, Углетехиздат, 1953.
6. Леонов П. А. Классификация угольных пластов Южного Кузбасса по степени пожарной опасности, сборник „Вопросы разработки мощных пластов Кузбасса“, к семидесятилетию заслуженного деятеля науки и техники проф. Д. А. Стрельникова, Углетехиздат, 1953.
7. Манукян П. А. Охрана недр, Углетехиздат, 1951.
8. Некрасовский Я. Э. Разработка пластов подверженных внезапным выбросам угля и газа, Углетехиздат, 1951.
9. Подземные рудничные пожары и борьба с ними (сборник рефератов), под общей редакцией акад. А. А. Скочинского, ОНТИ, 1936.
10. Проскурин В. В. Прокопьевский рудник Кузбасса, Томск, Полиграфиздат, 1951.
11. Руководство по вопросам сдвижения горных пород для условий Прокопьевско-Киселевского района Кузбасса, Углетехиздат, 1951.
12. Стрельников Д. А. Системы разработки мощных пластов Прокопьевского рудника в Кузбассе, ОГИЗ, Новосибирск, 1931.
13. Стрельников Д. А. Технические задачи в области разработки мощных пластов Кузбасса, Труды I Всесоюзного горного научно-технического съезда, т. IV, 1928.
14. Яровой И. М. Руководство по разработке пластов, опасных по выбросам угля и газа, Углетехиздат, 1949.