Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLVIII, вып. 1, 1963 г.

УДК 622.333 : 622.272.83.001.5

ГОРНОЕ ДАВЛЕНИЕ В ПЕЧАХ ПРИ ЩИТОВОЙ СИСТЕМЕ РАЗРАБОТКИ

О. И. Мельников

Среди систем разработок, применяющихся в Кузбассе на мощных крутых пластах, особенно широко распространена щитовая. При такой системе более 40% всех подготовительных выработок составляют

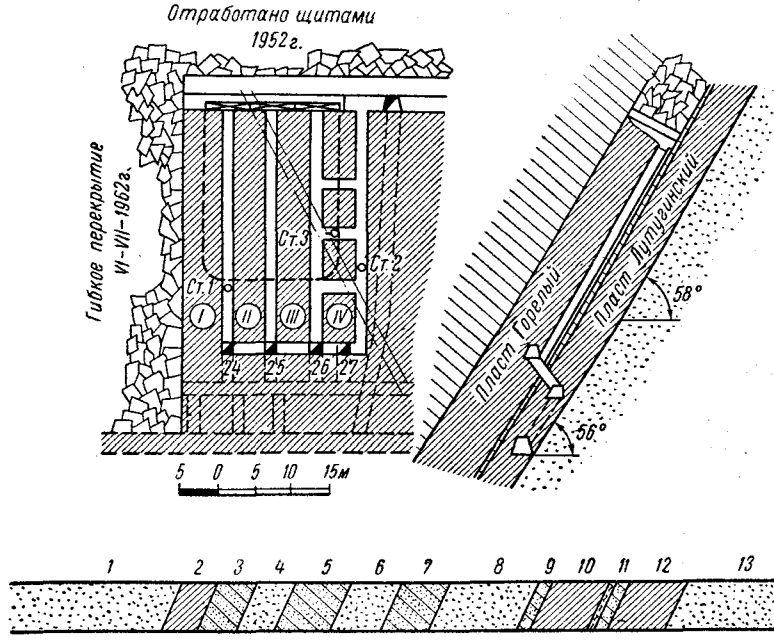


Рис. 1. Выкопировка из плана горных работ по пласту Горелому и разрез по скважине 769, пробуренной под углом 77° к горизонту (46° к плоскости напластования):

1 — песчаник, 48,8 *м*; *2* — уголь, пласт Характерный, 3,80 *м*; *3* — алевролит, 3,7 *м*; *4* — песчаник, 4,4 *м*; *5* — аргиллит песчаный, 19,8 *м*; *6* — песчаник, 4,2 *м*; *7* — аргиллит песчаный, 4,6 *м*; *8* — песчаник, 46,2 *м*; *9* — аргиллит, 1,5 *м*; *10* — уголь, пласт Горелый, 7,6 *м* (в почве мятая пачка угля 0,6 *м*); *11* — алевролит, 0,6 *м*; *12* — уголь, пласт Лутугинский, 4,5 *м*; *13* — песчаник; *24—27* — номера печей; *I—IV* — целики

углеспускные и ходовые печи. Условия поддержания печей — одна из важных задач.

Нами проводились наблюдения на пласте Горелом мощностью 7,2—8 *м* на шахте 3—3-бис треста Прокопьевскуголь комбината

Кузбассуголь (синклиналь VI, восточное крыло, горизонт +115 *м*). Уголь пласта по крепости, согласно классификации, принятой в нормировочнике комбината Кузбассуголь, относится к категории III. Угол падения пласта 56—58°. В кровле непосредственно над углем залегает слой аргиллита (1,5 *м*) средней устойчивости. Основная кровля представлена мелкозернистым песчаником. Вышележащий горизонт отработан в 1952 г. щитовой системой. По простиранию с одной стороны от рассматриваемого щитового столба расположен массив угля, с другой — столб, отработанный с гибким перекрытием в июле 1962 г. (рис. 1). Ходовые и углеспускные печи крепились деревянной сплошной венцовой крепью (1,5×1,5 *м*).

Шахтными наблюдениями устанавливались условия поддержания печей: замеры давления на крепь печей и замеры смещений контура крепи. Для этого при проходке печи *24* (ближайшей к завалу) и ходовой печи *27* устанавливались две замерные станции (места их установки отмечены на рис. 1). Замерная станция состояла из четырех динамометров конструкции Ленинградского горного института [1], которые одновременно служили реперами (рис. 2). Давление замерялось индикатором часового типа, деформации — индикаторной стойкой СУ-II конструкции ВНИМИ, расстояние до щита — рулеткой.

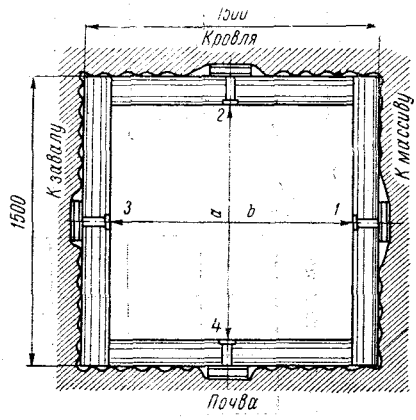


Рис. 2. Замерная станция 1 (печь *24*)
1 — 4 — динамометры

Станция *1* (печь *24*) была установлена за 13 дней, а станция *2* (печь *27*) за 2 дня до начала работы щита. В ходовой сбойке размещалась станция *3*, состоящая из трех динамометров и четырех глубинных реперов длиной по 1,4 *м*. Отработка щитового столба началась 10 августа. На 20 августа был отработан 21 *м* по падению. Результаты наблюдений за ростом давления на крепь по мере подвигания очистного забоя представлены на рис. 3, за смещением контура печей и скорости смещения — на рис. 4.

Анализ наблюдений приводит к следующему заключению. Рост давления со всех сторон крепи неравномерен. На станции *1* крепь со стороны завала (динамометр *3*) в первые пять дней не испытывала заметного давления. С шестого дня давление стало плавно возрастать. Абсолютная его величина была меньше, чем с других сторон печи. Давление со стороны целика *II* (рис. 1) интенсивно росло в первые три дня. Достигнув 1,6 *т/м*^{2}, оно на восьмой день уменьшилось до 0,8 *т/м*^{2} и оставалось неизменным до начала влияния очистных работ.

Давление со стороны кровли (динамометр *2*) увеличилось к восьмому дню до 1,5 *т/м*^{2}, потом к началу отработки столба несколько снизилось. Давление со стороны почвы (динамометр *4*) на пятый день достигло 5 *т/м*^{2} и к началу очистных работ уменьшилось до 4 *т/м*^{2}. За весь период наблюдений давление со стороны почвы было больше, чем с других сторон, так как в нижней пачке пласта залегал мятый уголь, способный к пучению.

Динамометры станции *1* отметили на пятый день максимальное давление на крепь печи до начала очистных работ. В этот момент наибольшее давление, 5 *т/м*^{2}, было со стороны почвы.

Как известно, при выемке щитового столба возникает зона опорного давления, которая распространяется на нетронутый массив по падению и простиранию. В настоящее время нет данных о развитии

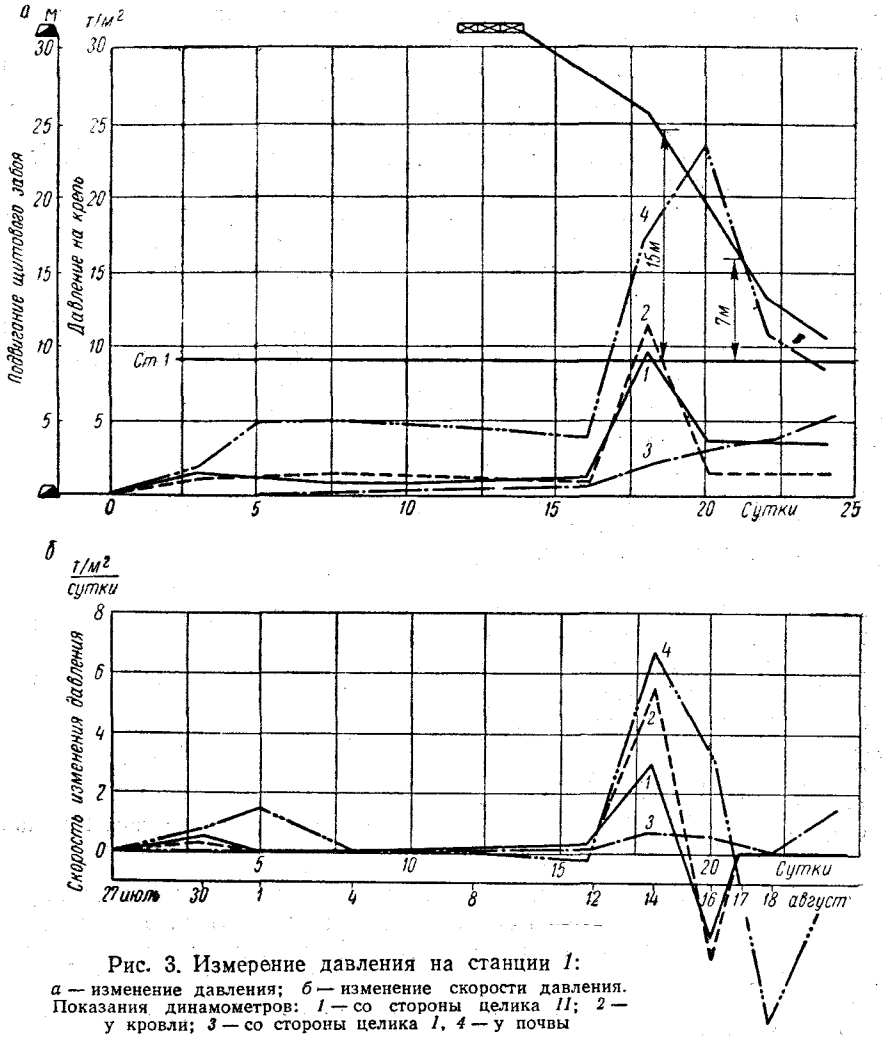


Рис. 3. Измерение давления на станции *1*:
а — изменение давления; *б* — изменение скорости давления. Показания динамометров: *1* — со стороны целика *II*; *2* — у кровли; *3* — со стороны целика *1*, *4* — у почвы

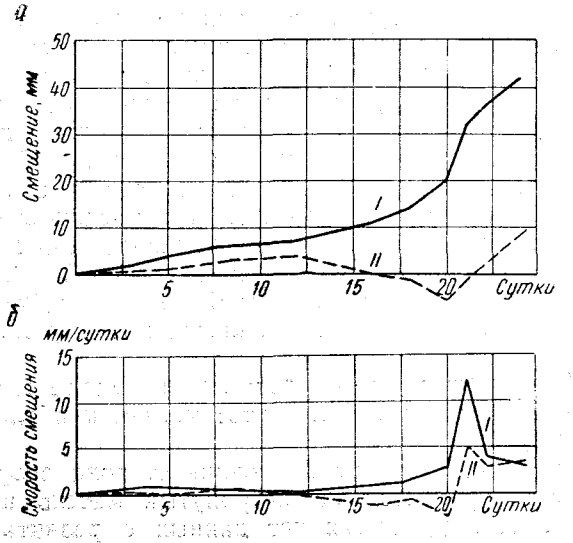


Рис. 4. Измерение деформаций контура печи на станции 1:
а — смещение; *б* — скорость смещения; *I* — относительное смещение кровля—почва; *II* — относительное смещение боков

зоны опорного давления по простиранию при щитовой системе разработки. Максимум опорного давления по простиранию аналогично пологопадающим пластам, находится, по-видимому, в 5—15 *м* от выработанного пространства [2]. Для выяснения полной картины напряженного состояния угля в зоне расположения ходовой и углеспускных печей необходимо изучить наложение на массив опорных давлений по простиранию и падению.

Итак, максимум опорного давления по простиранию находился, очевидно, в районе печи *25*, удаленной от завала на 10 *м* по простиранию. Массив угля между отработанным пространством и печью *25* испытывал пониженные напряжения. Так как печь *24* пройдена в этой зоне, то давления на крепь со стороны целика *I* (динамометр *3*) первое время не наблюдалось. С развитием зоны опорного давления по падению после начала отработки столба щитом наступило новое напряженное состояние и давление на крепь печи со стороны динамометра *3* стало постепенно возрастать. Когда максимум опорного давления переместился в район замерной станции *1*, динамометр показал наибольшее давление. Однако абсолютная величина этого давления меньше, чем с других сторон печи, так как, по-видимому, давление кровли пласта на массив угля, ранее нарушенного влиянием очистных работ в соседнем столбе, благодаря его некоторой податливости, было сравнительно небольшим.

Со стороны целика *II* (динамометр *1*) давление на крепь было несколько больше: с этой стороны уголь находился в более высоком напряженном состоянии. При очистных работах в 20 *м* от станции *1* давление на крепь резко возросло (рис. 3). Максимальное опорное давление 24 *т/м*^{2} зафиксировано при расстоянии от станции в 15 *м* до забоя. Затем давление на крепь резко снизилось и оставалось почти неизменным до погашения печи.

Проведенные наблюдения дают возможность судить о размерах зоны опорного давления. Под внешней границей зоны опорного давления обычно подразумевается точка, в которой становятся заметными деформации сжатия, вызванные опорным давлением [2]. Расстояние, на котором можно обнаружить заметные деформации, определяется точностью измерений. Поэтому ширина зоны опорного давления — понятие относительное. В наших исследованиях внешняя граница зоны определялась точкой, в которой скорости изменения давлений (тонны на квадратный метр в сутки) и смещений (миллиметры в сутки) увеличиваются более чем в два раза.

Изменение скоростей смещения контура печи синхронно повторяет картину изменения скоростей давления на крепь. Эта взаимосвязь позволяет по смещению судить о развитии первичного и вторичного давления на крепь печей.

Относительное смещение боков печи (см. рис. 4) неравномерно. В первые 12 суток наблюдалось сдвижение боков внутрь выработки. В зоне резкого увеличения опорного давления отмечено смещение бокового элемента венца со стороны целика *I* по направлению к соседнему отработанному столбу. Такое явление требует дополнительной проверки, однако предварительно его можно объяснить тем, что целик *I* до начала влияния опорного давления по падению находился в зоне неупругих деформаций, образовавшейся под влиянием отработки соседнего столба. В момент наложения опорного давления по падению суммарное напряженное состояние целика *1* несколько меньше, чем в глубь массива по простиранию. Как известно [2], это приводит к растяжению угля по напластованию вследствие выжимания его в направлении обнажения. Поэтому массив угля вокруг печи *24* перемещался в сторону завала, увлекая за собой и крепь печи. Подобные явления наблюдаются при отжиме угля в очистное пространство.

После достижения максимума опорного давления над местом установки станции *1* напряженное состояние угля несколько уменьшится, и крепь будет находиться в более равномерно развитой зоне неупругих деформаций. Отжим прекратится и крепь печи будет испытывать более равномерное давление.

Так как проходка ходовой печи *27* была закончена за два дня до пуска щита, развития первичного давления уловить не удалось. Уже на четвертый день после установки динамометров станция попала под влияние очистных работ, находившихся в 15 *м* по восстанию. Максимум опорного давления зафиксирован на шестой день. Забой в этот момент находился в 12 *м* от станции *2*. Величина давления на крепь на станции *2* значительно больше, чем на станции *1* (см. табл. 1), что можно объяснить наличием геологического нарушения.

Максимальное давление на крепь, равное 34,8 *т/м*^{2}, наблюдалось со стороны отрабатываемого столба (динамометр *8*). Очевидно, развитие зоны опорного давления по простиранию при отработке предыдущего столба с гибким перекрытием достигало такого момента, когда максимум находился ближе к отработанному пространству, чем ходовая печь. Поэтому со стороны зоны с большим напряженным состоянием отмечалось большее давление на крепь.

Таблица 1

Наблюдения станции 2

Дата замера (август)	Расстояние до забоя, *м*	Давление по динамометрам, *т/м*^{2}				Смещение контура печи, *мм*	
		5	*6*	*7*	*8*	кровля—почва	боков
8	18	0	0	0	0	0	0
12	15	0	0,8	0,4	5,4	5	2
14	12	1	3,5	11,5	34,4	33	25
16	50	3,5	11,1	19,1	34,4	40	32
17	2	5,1	11,1	26,7	34,4	50	39
18	0	7,6	10,8	34,4	34,4	65	50
20	—2,5	7,3	10,7	29,0	34,8	71	53

Примечание. Показания динамометров: *5* — со стороны нетронутого массива; *6* — со стороны почвы; *7* — со стороны кровли; *8* — со стороны целика *IV*.

При переходе щита через первую ходовую сбойку во время взрыва 16 августа разрушился целик *IV* — между ходовой печью и отработанным пространством. Этот момент засечен новым ростом давления на крепь ходовой печи и ростом скоростей смещений контура печи. Замерная станция *3*, установленная 14 августа, просуществовала всего три дня (табл. 2). Максимум опорного давления (17,8 *т/м*^{2}) зафиксирован 15 августа при расстоянии станции до забоя 10 *м*. Отметим, что сечение ходовой сбойки было значительно меньше предусмотренного ПБ. Очевидно, при проектном сечении сбойки давление на крепь должно быть больше отмеченного динамометрами.

Таблица 2

Наблюдения станции 3

Дата замера (август)	Расстояние до забоя, *м*	Давление по динамометрам, *т м*^{2}			Смещение боков печи, *мм*	
		9	*10*	*11*	контура	глубинных реперов
14	13	0	0	0	0	0
15	10	2,9	17,8	4,8	10	5
17	2	9,5	0	0	33	29

Примечание. Показания динамометров: *9* — со стороны висячего бока; *10* — у кровли; *11* — со стороны лежачего бока.

Выводы

1. При щитовой системе разработки давление на крепь печи без учета влияния очистных работ не превышало 5 *т/м²*.

2. Давление на крепь печей неравномерно. В зоне максимума опорного давления отношение между наибольшим давлением 24 *т/м²*, наблюдавшимся с почвы, и наименьшим давлением с боков 3 *т/м²* достигало 8.

3. Максимум опорного давления по падению зафиксирован на расстоянии 15 *м* от забоя в районе печи *24* и на расстоянии 12 *м* — у ходовой печи *27*.

4. Максимальное давление на венцовую крепь печи *27* в зоне геологического нарушения составляло 34,8 *т/м²*.

5. Максимальное относительное смещение контура (сближение кровли и почвы) печи *24* достигало 43 *мм*, а максимальное смещение кровли и почвы ходовой печи *27* вследствие геологического нарушения — 71 *мм*.

6. Ширину зоны опорного давления и расположение его максимума можно определить по интенсивности смещения кровли и почвы пласта, а также контура выработки.

7. При креплении печей в аналогичных условиях (довольно прочная основная кровля и крепость угля категории III) диаметр венцовой крепи свыше 16 *см* не оправдан. В зоне геологического нарушения рекомендуется диаметр венцовой крепи 20 *см*.

ЛИТЕРАТУРА

1. Смирняков В. В., Борисовец В. А. Горное давление в подземных выработках Тентекского и Чурубай-Нуринского районов Карагандинского бассейна. Известия вузов, «Горный журнал», 1961, № 12.
2. Ильштейн А. М. Закономерности проявлений горного давления. Углетехиздат, 1958.