



ница в крепости углей, хотя они и относились к одной категории. Так, например, нами было установлено, что уголь Мощного пласта на шахте № 3 имеет показатель крепости  $\gamma = 8,3$ ; на шахте № 4—10— $\gamma = 6,4$ ; а на шахте № 5— $1,8$ . Наряду с этим, уголь пластов Безымянного, II Внутреннего бис и IV Внутреннего (шахта № 3), относимый на руднике к категории 3,5, имел показатели крепости: для первого пласта  $\gamma = 8,8$ ; для второго— $\gamma = 0,9$  и для третьего— $0,5$ . Таким образом, из приведенных цифр видно, что (при отсутствии достаточно объективных критериев для оценки крепости углей) на руднике в отдельных случаях более крепкие угли относились к более слабым и даже иногда ставились в одну категорию с очень слабыми углями. Это обстоятельство и послужило основанием к постановке настоящей работы, чтобы провести относительно более точную классификацию пластов Киселевского месторождения по крепости их углей.

Для определения относительной крепости угля нами был применен способ взрывания стандартных зарядов. С этой целью на отдельных пластах, где определялась крепость угля, бурились шпуры, которые во всех случаях заряжались 12% гризутинном. Глубина шпуров ( $l$ ), их направление, вес ( $q$ ) и длина заряда ( $l_1$ ), качество и длина забойки ( $l_2$ ) на всех подопытных пластах были строго определенными и постоянными. После взрывания таких зарядов относительная крепость угля устанавливалась по величине  $F$ ,—площади основания образовавшейся воронки выноса. Сравнивая размеры оснований воронок, получавшихся при испытании различных пластов, можно было судить о степени крепости угля того или иного пласта. Действительно, при проведении опытов, более слабые угли показывали значительное увеличение площади  $F$  по сравнению с более крепкими углями. Пл. Мощный (шахта 3)— $F = 0,120 \text{ м}^2$ , IV Внутренний (та же шахта)— $2,041 \text{ м}^2$ .

Из „теории взрыва“ известно, что вес заряда

$$q = cf(\omega),$$

где  $\omega$  — линия наименьшего сопротивления или действия (фиг. 1),

$f$  — характеристика функции и

$c$  — коэффициент, зависящий от прочности взрываемого материала, качества взрывчатого вещества, плотности заряжения, качества забойки и расположения шпура. Допустим, что прочность взрываемого материала характеризуется показателем крепости  $\gamma$ , качество взрывчатого—величиной  $\alpha$ , плотность заряжения— $\beta$ , качество забойки— $\delta$  и расположение шпуров— $\epsilon$ . Тогда при постоянных значениях величин  $q$ ,  $\omega$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\delta$  и  $\epsilon$ ,— эффект взрыва будет зависеть только от показателя крепости взрываемого материала ( $\gamma$ ). Следовательно, взрывая такие стандартные заряды в среде различной крепости, мы можем установить относительную прочность (крепость) подрываемого материала.

С другой стороны, также известно, что при постоянных значениях тех же величин ( $q, w, \alpha, \beta, \delta$  и  $\varepsilon$ ) показатель выноса  $= n \frac{R_1}{W}$  ( $R_1$  — радиус основания воронки—рис. 1) является функцией величины  $\gamma$ , т. е.  $n = \psi(\gamma)$ . Но так как площадь основания воронки  $F$  (при  $w = \text{const.}$ ) определяется величиной  $n$ , то следовательно при прочих одинаковых условиях и величина  $F = \psi(\gamma)$ , или  $\gamma = \psi_1(F)$ . Таким образом, величина основания воронки, получаемой от взрывания стандартного заряда ( $q, w, \alpha, \beta, \delta$  и  $\varepsilon = \text{const.}$ ) вполне определяет относительную прочность (крепость) взрываемого материала (угля, руды, породы, строительных камней и проч.). Поэтому, основываясь на изложенных выше теоретических предпосылках, мы сочли возможным применить настоящий метод для установления относительной крепости углей Киселевского месторождения. Полученные затем на

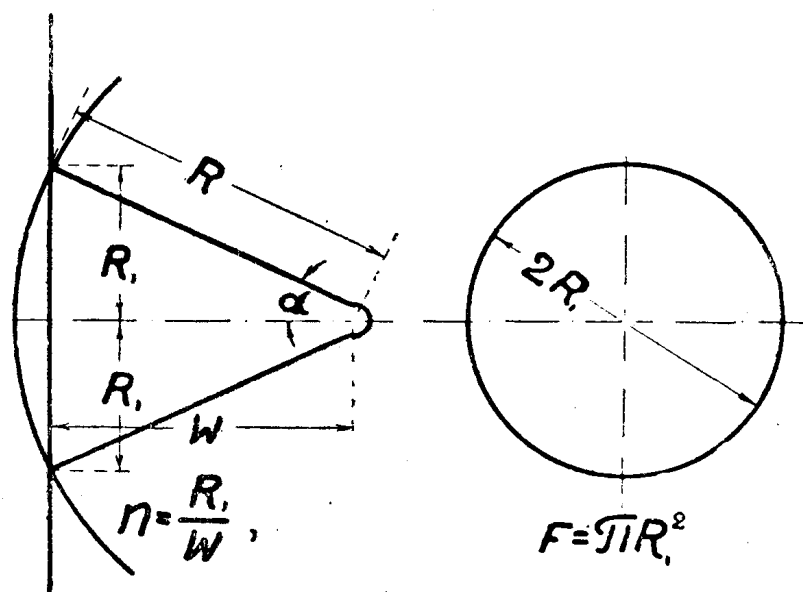


Рис. 1.

основании опытных работ результаты вполне подтвердили возможность применения этого способа для указанных целей.

Опытные работы были проведены на 26 пластах. На каждом пласту взрывалось по два заряда, затем производилось тщательное измерение оснований образовавшихся воронок выноса. При значительном расхождении результатов обоих взрывов—проводилось повторное взрывание. Однако случаев повторного взрывания было очень немного, так как почти на всех пластах получались достаточно близкие результаты. Для взрывания, как указывалось выше, применялся 12% гризутин, вес зарядов был принят в 270 г (2 патрона по 135 г). Шпуры глубиной  $l = 110$  см бурились (во всех случаях) точно по простирацию пластов. При такой глубине шпура длина заряда ( $l_1$ ) составляла примерно

0,30—0,35 величины  $l$ . Перед взрыванием шпуров тщательно заполнялись плотной забойкой из глины, а затем делалась внешняя забойка из инертной пыли.

На пластах, разрабатываемых системой „длинных столбов“ (мощностью до 3,5—4 м), бурение опытных шпуров производилось в очистных забоях. На более мощных пластах—в ортах, редко в печах и иногда в забоях штреков. Указанные подготовительные выработки имели достаточные размеры и не препятствовали образованию нормальных воронок. Однако при наличии возможности и на мощных пластах желательно бурение шпуров производить в очистных забоях. При опробовании пластов шпуров располагались следующим образом. На пластах мощностью до 4 м—по середине пласта (на небольшом расстоянии один над другим); на более мощных—один ближе к кровле, а другой—к почве. В последнем случае наблюдавшаяся иногда разница в величинах площадей  $F_1$  и  $F_2$  (площади основания воронок одного и другого шпуров) происходила, как показала проверка, вследствие неодинаковой крепости угля у кровли и почвы пласта. (Безымянный—шахта 3, Горелый—шахта 1—2 и др.).

На основании полученных величин  $F_1$  и  $F_2$  определялась  $F_{\text{ср.}}$ , как среднее арифметическое из площадей обеих воронок, т. е. принималась  $F_{\text{ср.}} = 1/2 (F_1 + F_2)$ . Относительная крепость угля данного пласта характеризовалась

„показателем крепости“ 
$$\gamma = \frac{1}{F_{\text{ср.}}} = \frac{1}{1/2 (F_1 + F_2)}$$
.

Таким путем были найдены показатели крепости для всех пластов, на которых было проведено опытное взрывание. Результаты испытания по всем подопытным пластам и вычисленные показатели крепости для них сведены в табл. 1.

Из приведенной таблицы видно, что угли Киселевского месторождения по своей крепости отличаются чрезвычайным разнообразием—от очень крепких (пл. Безымянный и Мощный—шахта 3) до весьма слабых (пл. II Внутренний бис и IV Внутренний—на той же шахте). Между тем, на руднике, как сообщалось выше, все пласты, кроме Мощного, по крепости угля относились к одной категории (3,5). Это обстоятельство, естественно, отрицательно влияло на правильность нормирования очистных работ в тресте.

Далее из указанной таблицы можно видеть, что лишь немногие пласты Киселевского месторождения имеют весьма крепкий или очень слабый уголь. Так, из 26 опробованных пластов только три пласта имеют показатель крепости  $\gamma > 5$  и лишь два—менее 1; для остальных (21 пласт) величина  $\gamma$  колеблется в пределах 3,3—1,2. При этом 16 пластов из последней группы имеют показатель крепости даже менее 2,5; среднее значение его для данной группы пластов составляет около 1,6.

Таким образом, приведенные цифры показывают, что на данном месторождении в основном преобладают

Таблица 1.

№№ п/п	Наименование пластов	Площади оснований воронок выноса в кв м			Показатели крепости угля $\gamma = \frac{1}{F_{cp}}$
		$F_1$	$F_2$	$F_{cp} =$ $= 1/2 (F_1 + F_2)$	
1	Безымянный, шахта 3	0,087	0,141	0,114	8,8
2	Мощный " 3	0,101	0,140	0,120	8,3
3	Мощный " 4—10	0,145	0,165	0,555	6,4
4	Прокопьевский " 3	0,315	0,288	0,301	3,3
5	II Внутренний " 1—2	0,300	0,401	0,350	2,9
6	Горелый " 4—10	0,350	0,375	0,362	2,8
7	II Внутренний " 3	0,370	—	0,370	2,7
8	II Внутренний " 4—10	0,383	—	0,383	2,6
9	III Внутренний " 4—10	0,333	0,571	0,452	2,2
10	I Внутренний " 3	0,475	0,531	0,503	2,0
11	II Внутренний " 5	0,612	0,447	0,530	1,9
12	III Внутренний " 3	0,587	0,514	0,550	1,8
13	Мощный " 5	0,533	0,577	0,555	1,8
14	Прокопьевский " 4—10	0,502	0,643	0,572	1,8
15	Горелый " 1—2	0,647	0,544	0,595	1,7
16	Характерный " 5	0,818	0,421	0,620	1,6
17	Горелый " 5	0,510	0,759	0,635	1,6
18	Прокопьевский " 5	0,553	0,827	0,690	1,5
19	I Внутренний " 4—10	0,659	—	0,659	1,5
20	III Внутренний " 1—2	0,698	—	0,698	1,4
21	IV Внутренний " 1—2	0,702	0,740	0,721	1,4
22	Характерный " 3	0,702	0,775	0,738	1,35
23	I Внутренний " 1—2	0,715	0,826	0,770	1,3
24	Горелый (выемка жек " 3	0,842	0,833	0,838	1,2
25	II Внутрен. бис " 3	0,760	1,358	1,059	0,9
26	IV Внутренний " 3	2,304	1,777	2,04	0,5

угли средней крепости. Последнее обстоятельство является достаточно благоприятным фактором для успешной добычи их при помощи отбойных молотков, врубовых машин и комбайнов.

Формы и размеры оснований, получавшихся при взрывах воронок, показаны на рис. 2—5, где даны наиболее характерные основания для 15 пластов. Так как уголь в различных направлениях далеко неодинаково сопротивляется отделению его от общей массы, то в большинстве случаев основания воронок имеют несколько вытянутую форму, близкую к форме эллипса. Наиболее длинные оси оснований воронок располагались в направлении наименьшего сопротивления угля отделению, т. е. нормально к направлению наиболее ясно выраженных кливажных плоскостей. В отдельных случаях при трещиноватых углях воронки имеют пирамидальную форму с треугольными и редко многоугольными основаниями (рис. 2 в). Это в свою очередь позво-

ляет по расположению длинной оси основания воронки определять направление более заметных трещин и более ясно выраженного кливажа. Таким образом, рассматриваемый способ не только дает возможность устанавливать относительную степень сопротивления угля отбойке (его крепость), но и направление, в котором уголь легче отделяется. Это очень важно при работе отбойными молотками.

Принятый вес заряда ( $q = 270$  г) и установленная по нему глубина шпуров ( $l = w = 110$  см) были выбраны с таким расчетом, чтобы даже при самых тонких на руднике пластах (1,5—1,6 м) и относительно слабых углях—основания воронок выноса полностью размещались бы внутри пластов (по мощности). При практическом применении таких зарядов во всех случаях получались весьма хорошие результаты.

Для классификации всех пластов по крепости угля нами было принято считать:

- а) уголь очень крепкий  
при  $F \leq 0,20$  м<sup>2</sup> и  $\gamma \geq 5,0$ ;
- б) уголь крепкий  
при  $F > 0,20$  до  $0,40$  м<sup>2</sup> и  $\gamma < 5,0$  до  $2,5$ ;
- в) уголь средней крепости  
при  $F > 0,50$  до  $0,80$  м<sup>2</sup> и  $\gamma < 2,5$  до  $1,25$ ;
- г) уголь слабый  
при  $F > 0,80$  до  $1,33$  м<sup>2</sup> и  $\gamma < 1,25$  до  $0,75$  и
- д) уголь очень слабый  
при  $F > 1,33$  м<sup>2</sup> и  $\gamma < 10,75$ .

Такое деление безусловно в известной мере носит условный характер, но оно было принято на основании изучения структуры пластов и степени сопротивляемости углей отбойке. В частности, уголь пл. Мощного (шахты 3 и 4—10), отнесенный к группе очень крепких углей, отличается (на этих шахтах) большой твердостью и вязкостью, отсутствием ясно выраженного кливажа и заметных трещин, а также сравнительно высокой сопротивляемостью при отбойке (форма основания воронки выноса—близкая к кругу—рис. 2 а); IV Внутреннего—сильно перемятый, легко обрушается.

Относительная правильность произведенного нами деления углей по категориям подтверждается и таким фактом. Уголь пл. Горелого, опробованный в обычных условиях, вошел частично в группу „крепких“, частично „средней крепости“ углей. Между тем, на шахте № 3, где в это время на данном пласте производилась выемка околоштрековых целиков („ножек“), по результатам опробования уголь Горелого пласта отошел к группе „слабых“ углей. Это и вполне понятно, так как в целиках уголь был более ослаблен, чем в неотработанных пластах. Поэтому, принимая во внимание сделанные пояснения, мы полагаем, что намеченная нами классификация углей Киселевского месторождения по крепости вполне соответствует их физико-механическим свойствам.

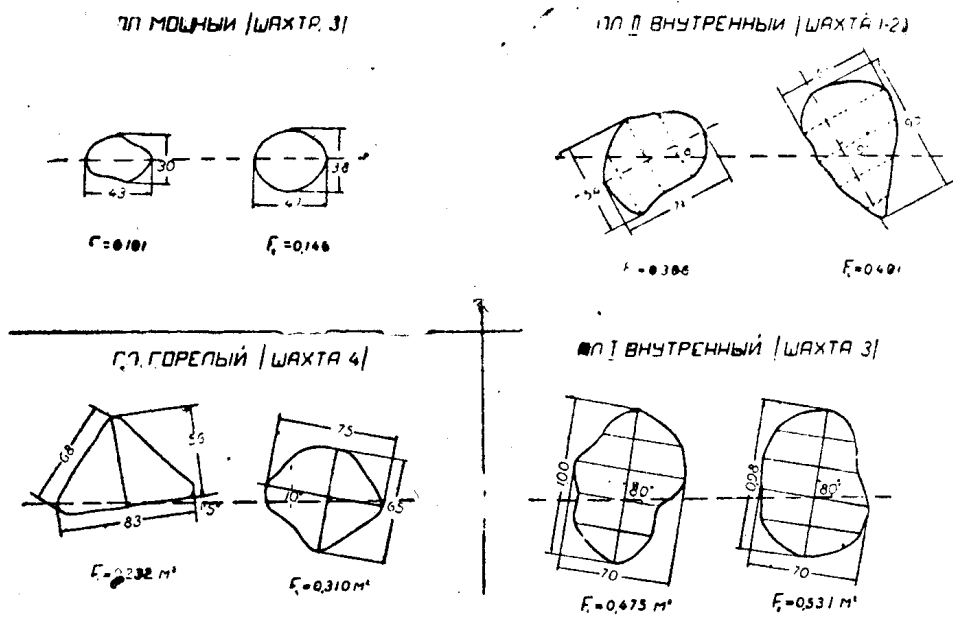


Рис. 2

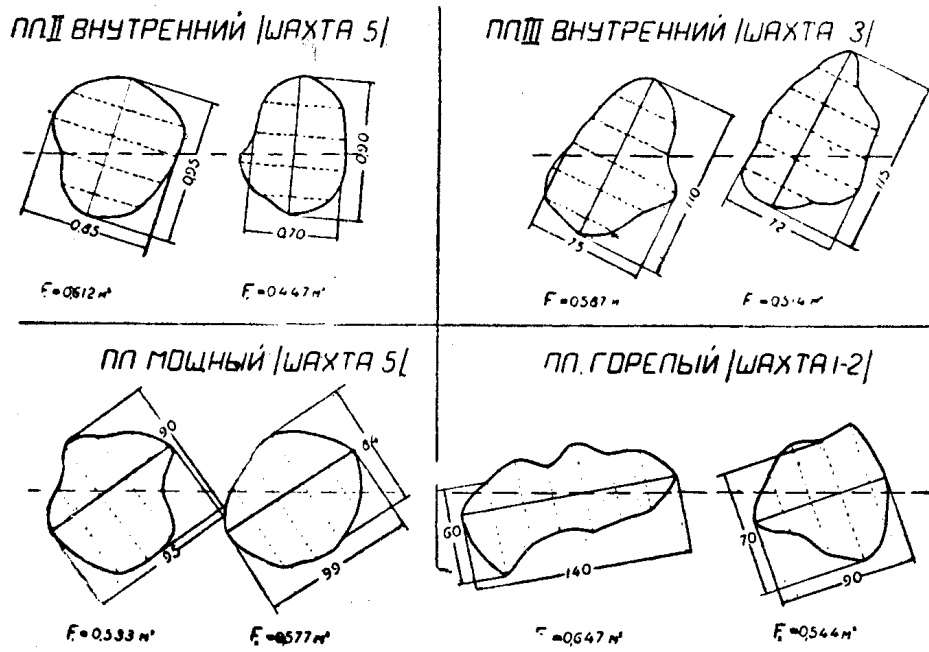


Рис. 3.

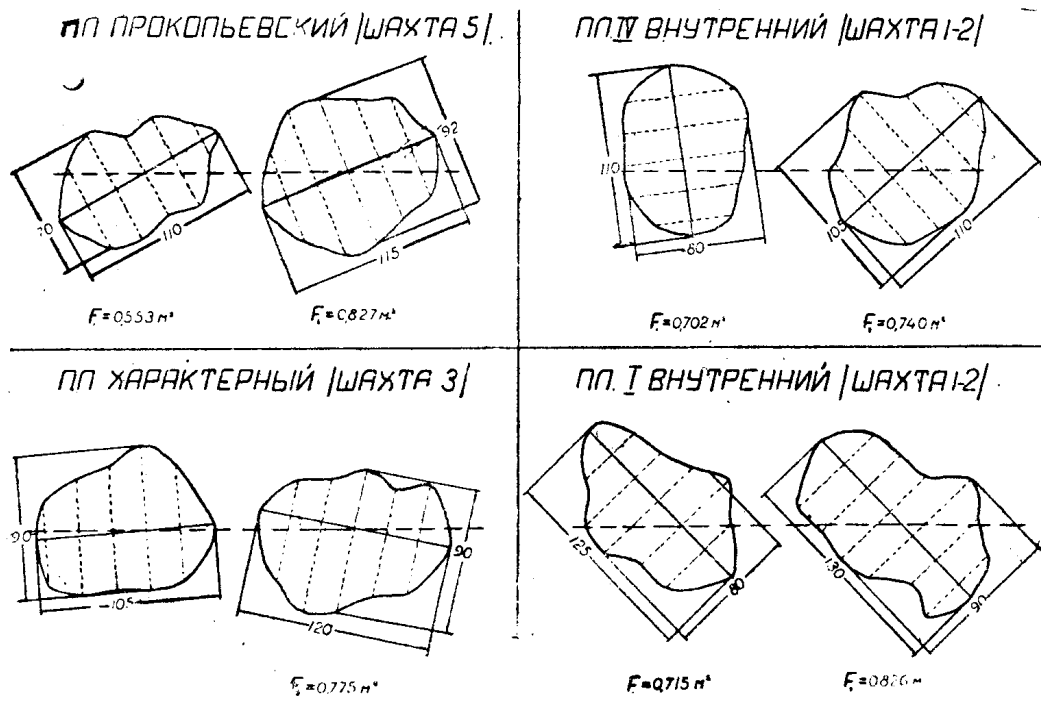


Рис. 4.

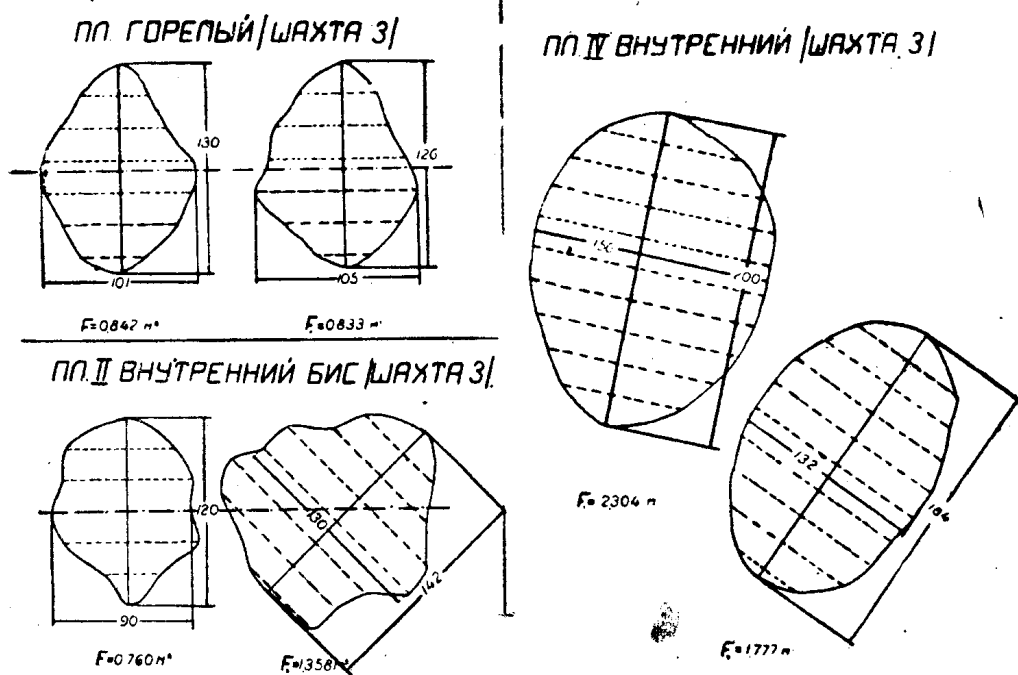


Рис. 5.



Полученные на основании экспериментальных работ показатели крепости углей и принятое деление их на группы—позволили нам построить достаточно простую классификацию пластов, разрабатывавшихся шахтами треста „Кагановичуголь“. В настоящей классификации (табл. 2) деление пластов произведено по их мощности и крепости угля.

Таблица 2.

Классификация пластов Киселевского месторождения по мощности и крепости углей.

Крепость угля	Пласты мощностью до 2 м	Пласты мощностью до 3,5—4 м, разрабатываемые системой длинных столбов	Более мощные пласты
„Очень крепкий“ $\gamma \geq 5$	Нет	Нет	Мощный, шахты 3 и 4—10 Безымянный „ 3
„Крепкий“ $\gamma > 2,5$ до 5	Нет	II Внутренний, шахта 1—2 4—10 и 5	II Внутр. шахта 3 Прокопьевск. „ 3 Горелый „ 4—10
„Средней крепости“ $\gamma > 1,25$ до 2,5	III Внутренний, шахта 4—10 V—VIII Внутренние, шахта 3	I Внутренний шахта 1—2, 3, 4—10° и 5 III Внутренний, шахта 1—2 (Восточн. крыло III синклин.) Характерный, шахта 1—2 и 5	III Внутрен. шахта 1—2 (антиклинали L и B) Характерный бис, шахта 5 III Внутренний „ 3 IV Внутренний „ 1—2, 4—10 и 5; Горелый, шахта 1—2 и 5; Прокопьевский, шахта 1—2, 4—10 и 5 Мощный, шахта 5
„Слабый“ $\gamma > 0,75$ до 1,25	Нет	II Внутренний бис, шахта 3	Горелый, шахта 3 (выемка „ножек“)
„Очень слабый“ $\gamma < 0,75$	Нет	Нет	IV Внутренний, шахта 3

Как и следовало ожидать, в данной классификации (табл. 2) основное место занимают пласты, уголь которых обладает средней крепостью. В первую, четвертую и пятую категории вошло всего четыре пласта. Так как угли Прокопьевского месторождения по своим физико-механическим свойствам стоят очень близко к углям Киселевского месторождения, то, надо полагать, что и там будет наблюдаться аналогичная картина. Вместе с этим, поскольку угли указанных месторождений в Кузбассе считаются наиболее крепкими, то можно сделать вывод, что наибольшая часть пластов Кузнецкого бассейна будет относиться к третьей и четвертой категориям. Это обстоятельство является весьма благоприятным фактором к достаточно широкому применению в Кузбассе механизированных и гидравлических методов отбойки.

Использованный нами способ определения относительной крепости углей на шахтах треста „Кагановичуголь“, как нам известно, применяется впервые. Между тем, полученные при помощи этого метода практические результаты показывают полную пригодность его для указанных целей (независимо от способа выемки угля). Учитывая сказанное, мы полагаем, что рассмотренный здесь способ определения относительной крепости углей вполне может применяться во всех каменноугольных бассейнах нашего Союза. Пользуясь настоящим способом, можно составить единую классификацию каменноугольных пластов по крепости угля всех шахт Советского Союза. Это значительно упростит нормирование горных работ в угольной промышленности и устранил произвольное деление пластов по крепости угля, существующее в настоящее время на многих шахтах.

Что же касается величины заряда, типа взрывчатого вещества и длины шпуров, то их возможно принять такими же, какие были приняты при проведении настоящей работы, или установить другие, более пригодные для самых тонких пластов при очень слабых углях. Во всяком случае этот вопрос легко может быть разрешен, так как опробование пластов можно производить даже различными взрывчатыми веществами и различными зарядами (при  $\frac{q}{w^3}$  и по возможности  $\frac{l_1}{w} = \text{const.}$ ) В последнем случае действительный показатель крепости угля легко можно найти по уравнениям:

$$\gamma = \frac{1}{F_0} \text{ и } F_0 = \frac{\alpha W^2 F_{\text{ср.}}}{\alpha_1 W_1^2}, \text{ где}$$

$\alpha$  — относительная сила взрывчатого состава, принятого в качестве стандартного,  $W$  — применявшегося при опробовании; — установленная линия действия,  $W_1$  — принятая на данном пласту и  $F_{\text{ср.}}$  — средняя площадь оснований образовавшихся воронок выноса.

Такой же метод можно применить и для классификации рудно при несколько ином соотношении между величинами  $q$  и  $w$ .