Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LVIII, вып. 1, 1969 г.

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ СЛАБЫХ ПРОСЛОЙКОВ И ЛЬДА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЦЕЛИКОВ

В. Г. Безкаравайный, Ю. В. Шувалов

Как известно, на устойчивость целиков существенное влияние оказывают неоднородность пород, наличие различного рода прослойков, включений и льда. Для уточнения этого влияния в лаборатории горного давления ЛГИ в 1963—1967 гг. был проведен комплекс исследований, включающий изучение несущей способности целиков со слабыми прослойками других пород и включениями льда для условий Аркагалинского, Сангарского, Джебарики-Хая месторождений угля и сланцевского месторождения Прибалтики. Изучалась устойчивость угольных целиков с прослойками льда мощностью от 2—3 до 15—20 *мм*, расположенными параллельно напластованию, и целиков, состоящих из известняка, горючего и глинистого сланца. Исследования проводились на монолитах угля, известняка, сланцев и на образцах из эквивалентных материалов (песчано-парафиновой смеси) и мерзлого угольного штыба.

Образцы пород отбирались непосредственно на шахтах, где в это же время производились и инструментальные наблюдения за устойчивостью целиков. Неоднородные натурные образцы изготовлялись из взятых в шахте монолитов угля, известняка, горючего и глинистого сланца; часть из них имела естественные контакты, часть склеивали при помощи специального клея.

Испытания образцов производились на 50-тонном гидравлическом прессе типа УПМ-50м и 5-тонном прессе Гагарина. При испытаниях на сжатие определялись деформации и изучался

характер разрушения образцов. Для определения прочности сцепления по контактам известняка и сланца проводились испытания на разрыв. Всего было испытано свыше 100 образцов угля, 200 образцов сланца и известняка и более 300 образцов из эквивалентных материалов. Для оценки достоверности полученных средних величин были подсчитаны коэффициенты вариации, которые для исследуемых групп пород составили 12—15%, что свидетельствует о достаточной достоверности полученных данных.

Для исследования зависимости прочности неоднородных образцов от мощности содержащихся в них слабых прослойков и их расположения применялся корреляционный анализ, что позволило выявить закономерности комплексного влияния взаимосвязанных факторов. Анализ результатов экспериментальных исследований позволил отметить следующее.

Наличие ледяных прослойков на контактных поверхностях монолитного угля и песчано-парафиновых образцов значительно снижает предел прочности при одноосном сжатии (табл. 1, 2). Особенно заметно влияние ледяных прослойков на уголь

Таблица 1

Влияние ледяных прослойков и формы образца на прочность угля

Отношение высоты образца к ширине	Предел прочности на сжатие, *кГ/см²*, образцов	
	без прослойков льда	с прослойками льда на торцевых поверхностях
0,5	320	150
0,75	270	120
2,0	150	98

при небольшом отношении высоты образца к ширине. С увеличением этого отношения влияние ледяных прослойков уменьшается.

В зависимости от соотношения прочностей вмещающих пород и прослойков, величины и расположения прослойков меняется и характер их влияния. Так, включение в известняк (650—700 *кГ/см²*) прослойков сланца (150—200 *кГ/см²*) снижает прочность известняка на 38—45%, глинистых прослойков (25—50 *кГ/см²*) — на 45—50%, прослойков парафина (20—30 *кГ/см²*) — также на 45—50%. Наличие таких же прослойков глины и парафина в образце сланца (200—250 *кГ/см²*) снижает прочность образца на 60—65%.

При увеличении мощности прослойков сланца в образце известняка с 10 до 50% прочность последнего снижается на 20—55%.

Таблица 2

Влияние ледяных прослойков и формы на прочность образцов из песчано-парафиновой смеси

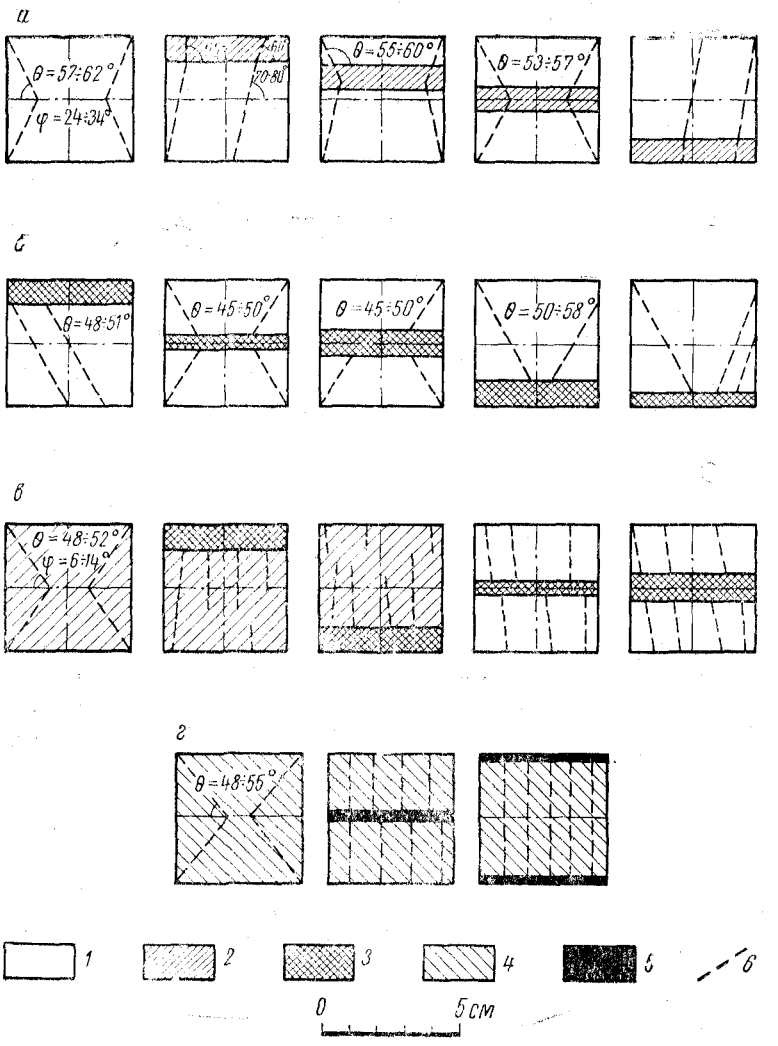
Отношение высоты образца к ширине	Предел прочности на сжатие, $кГ/см^2$, образца	
	без прослойков льда	с прослойками льда на торцевых поверхностях
0,3	32	18
0,5	26	17
1,0	18	14
2,0	14	12
3,0	13	11,5
4,0	12	11

Прямой зависимости между снижением прочности и величиной (мощностью) прослойков с прочностью менее 50 $кГ/см^2$ не отмечено. Это объясняется тем, что практически разрушение таких образцов начинается после того, как прослойки уплотняются или выдавливаются. Так, при мощности прослойка парафина 5—10 и 30—40% образец начинает воспринимать нагрузку только после выдавливания парафина (остается слой толщиной с папиросную бумагу).

На прочность образцов влияет расположение слабых прослойков по высоте. Максимально снижается прочность образцов при расположении прослойка по середине. Прочность образца при расположении слабого прослойка на торцевых поверхностях образца на 6—9% выше, чем при его положении по середине.

Уменьшение прочности неоднородных образцов, состоящих из известняка и прослойков сланца (соотношение прочностей 3:1), происходит по следующим причинам. Прослойки сланца уменьшают поперечную жесткость, и разрушение образца происходит при меньших растягивающих напряжениях. На контактах с прослойками образуются пластические зоны, способствующие образованию трещин в более крепких частях образца.

При сжатии образцов, состоящих из сланца и прослойков глины или парафина (соотношение прочностей 10:1), слабый прослоек, перемещаясь между двумя более крепкими частями



Характер разрушения неоднородных образцов при наличии прослойков: *а* — сланца в известняке; *б* — глины и парафина в известняке; *в* — глины и парафина в сланце; *г* — льда в угле.

1 — известняк; *2* — сланец; *3* — глина или парафин; *4* — уголь; *5* — лед; *6* — трещины перед разрушением

образца, постепенно выдавливается, причем в середине образца образуется область, в которой касательные напряжения вдоль сжимающих плит минимальны. Происходит значительное уменьшение трения по краям образца, напряжения сжатия по торцам изменяют знак, в связи с чем наряду со сжимающими напряжениями вдоль продольной оси образца появляются растягивающие, направленные поперек образца, в области которых и начинаются первоначальные разрушения.

Характер трещинообразования и разрушения образцов виден из рисунка. Проведенные исследования показали, что при проверке устойчивости или расчете неоднородных целиков со слабыми или пластическими прослойками необходимо учитывать изменение их несущей способности в зависимости от мощности, расположения и свойств прослойков и пород, слагающих целики.