



УДК 622.02

© А. Ю. Чебан, 2012

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА РАЗРУШЕНИЯ ПОРОДЫ РЕЗЦАМИ ФРЕЗЕРНОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА

Чебан А. Ю. – канд. техн. наук, науч. сотрудник, тел. 37-52-02, e-mail: Chebanay@mail.ru (Институт горного дела ДВО РАН)

Приведена конструкция экспериментального стенда для определения угла скола горных пород. Представлены результаты исследований по разрушению образцов строительных горных пород резцами фрезерного рабочего органа. Установлены зависимости изменения параметров скола породы от глубины воздействия резца.

The design of an experimental stand for the determination of the cleavage angle of rocks is given. The investigation results on the disintegration of rock samples with milling cutters of the working body are presented. Parameters of the cleavage as a function of impact depth of the tool are established.

Ключевые слова: фрезерный комбайн, резец, экспериментальный стенд, строительные горные породы, угол скола.

Машины с фрезерными разрушающими рабочими органами находят все большее применение при ведении работ в строительстве и горном деле. Фрезерные рабочие органы используются для снятия поврежденных асфальтобетонных покрытий (дорожные фрезы) при ямочном ремонте автомобильных дорог, для механического разрушения пород при ведении открытых или подземных горных работ (фрезерные горные комбайны) [1, 2]. Также фрезерные горные комбайны используются при пробивке трасс автомобильных дорог, каналов, водохранилищ в массивах достаточно прочных горных пород ($\sigma_{сж} = 50...100 \text{ МПа}$ и более), разрушение которых путем ведения буровзрывных работ невозможно по социальным причинам (близкое расположение населенных пунктов и т. п.). Машины для послойного фрезерования выпускают такие фирмы, как Wirtgen, MAN Takraf, Vermeer и некоторые другие. В СНГ выпускается фрезерная машина ДЭМ-121 для ямочного ремонта дорог и фрезерования пней на базе трактора Беларусь-82П. В настоящее время в РФ фрезерные комбайны используются при разработке каменных углей, известняков, мергелей, гипса, кимберлитов, мерзлых техногенных песков и

других пород, которые значительно отличаются друг от друга по прочности, плотности, параметрам скола, сопротивлениям растяжения и сжатия и другим параметрам, влияющим на сложность их механической разработки.

Фрезерный рабочий орган представляет собой барабан, на котором в определенной схеме установлены резцы. Для рациональной расстановки резцов с целью обеспечения высокой производительности и снижения удельной энергоемкости разрушения необходимо знать угол скола пород. От угла скола зависит объем породы, отделяемой от массива, при проходе резца. Также необходимо учитывать, что фрезерные горные комбайны работают в большом диапазоне рабочих скоростей и с разной по величине толщиной стружки, поэтому необходимо выяснить, имеется ли влияние на геометрические параметры скола от глубины резания породы резцом. Экспериментальные исследования проводились в лаборатории «Проблем освоения рудных и нерудных месторождений открытым способом» Института горного дела ДВО РАН. Исследования проводились с использованием образцов строительных горных пород, добываемых в Еврейской автономной области и Хабаровском крае.

Лабораторный стенд по определению угла скола горных пород (см. рис. 1) представляет собой раму 1 с направляющими 2, по которым на роликах 3 перемещается тележка 4.

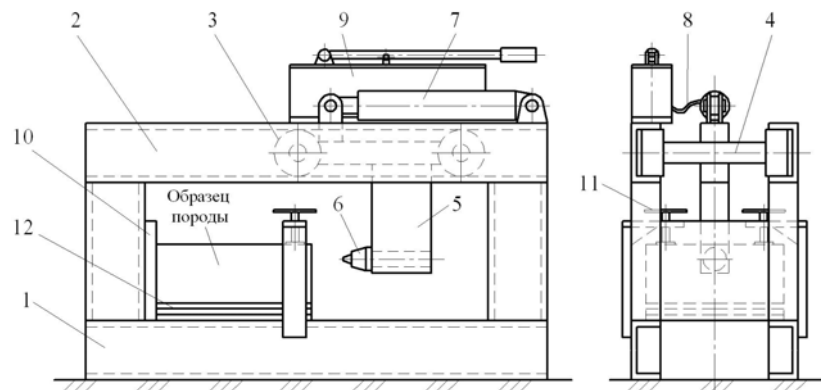


Рис. 1. Схема экспериментального стенда для определения угла скола горных пород

К тележке крепится подвеска 5 с резцом (индентором) 6. Привод тележки 4 осуществляется с помощью силового гидроцилиндра 7, соединенного гибким трубопроводом 8 с насосной станцией 9, оборудованной манометром. Образец породы устанавливается в пазы 10 стенда и фиксируется от смещения зажимами 11. После установки образца породы на стенд и его фиксации зажимами 11 с помощью насосной станции 9 приводится в движение гидроцилиндр 7, а вместе с ним тележка 4 с установленными на ней подвеской и резцом 6. Резец вдавливался в образец породы на небольшом расстоянии h от края образца, соответствующего толщине стружки при резании пород (см. рис. 2). Нагрузку на образец породы, прикладываемую через резец, необхо-



димо увеличивать постепенно с интенсивностью 0,5...1,0 МПа/с [3] (контролируется по манометру). Когда касательные (тангенциальные) силы превышают внутренние силы сопротивления образца сдвигу (скалыванию), порода начинает разрушаться и наступает потеря ее прочности. Для увеличения расстояния h под образец породы подкладываются пластины 12. Угол α между поверхностью вдавливания и поверхностью скола и является углом скола при разрушении породы резцом. После разрушения образца породы определялись геометрические параметры скола: a – длина скола, b – ширина скола. Для каждого типа породы при неизменном расстоянии h (толщина стружки) проводилось по пять опытов.

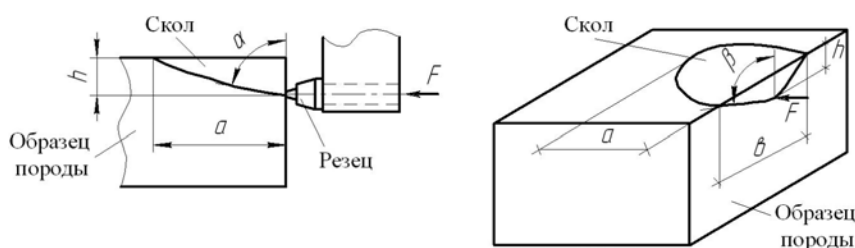


Рис. 2. Схема к определению угла скола образца

Результаты экспериментальных исследований образца известняка (Лондоковского месторождения, имеющего предел прочности на сжатие $\sigma_{сж} = 62 \text{ МПа}$, объемный вес в целике $2,42 \text{ т/м}^3$) приведены в таблице.

Таблица

Экспериментальные данные скола образца известняка

Показатель	Толщина стружки h , мм				
	5	10	15	20	25
Длина скола a , мм	16,4	25,8	31,2	37,2	43,8
Угол скола α , град.	73,0	68,8	64,3	61,7	60,3
Ширина скола b , мм	36,8	57,5	69,2	83,0	97,2
Угол развала β , град.	74,8	70,8	66,5	64,1	62,8

Угол скола горной породы можно определить по формуле:

$$\alpha = \arctg \frac{a}{h}.$$

Как показали опыты, угол скола α зависит от хрупко-пластических свойств горных пород, а также от толщины стружки h . Для получения закономерности изменения угла скола от толщины стружки (см. рис. 3) резание породы велось при толщине стружки 5, 10, 15, 20 и 25 мм.

Угол развала β является показателем хрупко-пластических свойств породы и может быть определен по формуле:

$$\beta = \arctg \frac{b}{2h}.$$

Закономерности изменения углов скола и развала стружки можно описать следующими зависимостями:

$$\alpha(h) = 0,0206h^2 - 1,273h + 79,1,$$

$$\beta(h) = 0,0203h^2 - 1,219h + 80,4.$$

Из результатов эксперимента видно, что с увеличением толщины стружки углы скола и развала уменьшаются, при этом при больших толщинах стружки интенсивность изменения углов α и β снижается.

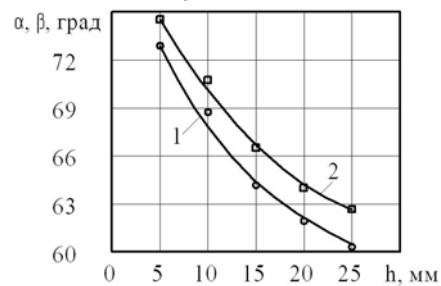


Рис. 3. Графики изменения угла скола α (кривая 1) и угла развала β (кривая 2) от толщины стружки h

Определив закономерности изменения геометрических параметров скола породы под действием резца, можно более обоснованно подходить к выбору рациональных параметров фрезерования (скорости вращения фрезы, скорости комбайна, схемы расстановки резцов на рабочем органе) с точки зрения энергоемкости разупрочнения горных пород и производительности комбайна в зависимости от типа горной породы и глубины фрезерования.

Библиографические ссылки

1. Панкевич Ю. Б., Хартман Г. Обобщение опыта эксплуатации карьерных комбайнов Surface Miner фирмы Wirtgen на карьерах по добыче цементного сырья // Горная промышленность. – 1997. – № 4.
2. Журавлев А. А. Перспективы применения фрезерных комбайнов для разработки карбонатных пород, используемых для производства щебня // Строительные материалы. – 2009. – № 10.
2. Ломтадзе В. Д. Физико-механические свойства горных пород. Методы лабораторных исследований: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Недра, 1990.