

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ УСИЛИЯ РЕЗАНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Кондрахин В.П. докт. тех. наук, доц., Хиценко А.И. аспирант,  
Донецкий национальный технический университет

*Выполнена параметрическая идентификация и установлена адекватность имитационной модели процесса резания горных пород экспериментальным данным.*

*The model for simulation of process of cutting of the rock by the working instrument of mining machines is tested for goodness of fit of data obtained experimentally. Parameters of model are identified.*

Сложности в создании математической модели процесса формирования нагрузки на резце комбайна объясняются трудностью учета факторов, лежащих в основе этого процесса, ввиду их случайного характера и постоянного изменения в пространстве и во времени.

В настоящее время разработаны несколько методик по определению мгновенных значений нагрузки на резце [1–3]. Методики, разработанные ИГД им. А.А. Скочинского [1] и д.т.н. Бойко Н.Г. [2], основаны на воспроизведении случайного процесса по заданным статистическим характеристикам. Их использование затруднено, так как требует знания значительного количества параметров. Применительно к процессу резания углей указанные параметры идентифицированы. Определение параметров для процесса резания пород сложно произвести в связи с отсутствием необходимых исходных данных.

Предлагаемая имитационная модель процесса резания горных пород [3] основана на представлении процесса в виде потока случайных событий - единичных актов разрушения (сколов), что отвечает современным представлениям о физике хрупкого разрушения пород. В качестве основного параметра в модели использован средний уровень нагрузки, поскольку для его определения имеются надежные методики, регламентированные отраслевыми стандартами. В работе [3] установлена адекватность модели формирования усилия резания реальному процессу разрушения углещементного блока. Ниже приведены результаты исследований по установлению адекватности данной модели процессу резания других горных пород.

Для установления адекватности модели были использованы осциллограммы усилий резания песчанистого сланца и калийной соли

(галито-сильвинитового блока), полученные в ходе экспериментальных исследований, проводимых на кафедре «Горные машины» ДонНТУ [4, 5].

Для работы были выбраны наиболее представительные фрагменты осциллограмм с различными уровнями среднего значения усилия резания. Продолжительности реализаций усилий резания калийной соли и песчанистого сланца составляют 2 с.

Предлагаемая модель содержит два параметра ( $\lambda$  и  $C_n$ ), требующие определения по результатам экспериментальных исследований. Интенсивность потока единичных сколов  $\lambda$  в первом приближении оценивалась по осциллограммам усилий резания путем подсчета количества максимумов на единицу пути резания. В результате анализа установлено, что  $\lambda$  зависит от свойств разрушаемой породы и среднего уровня нагрузки (см. рис. 1).

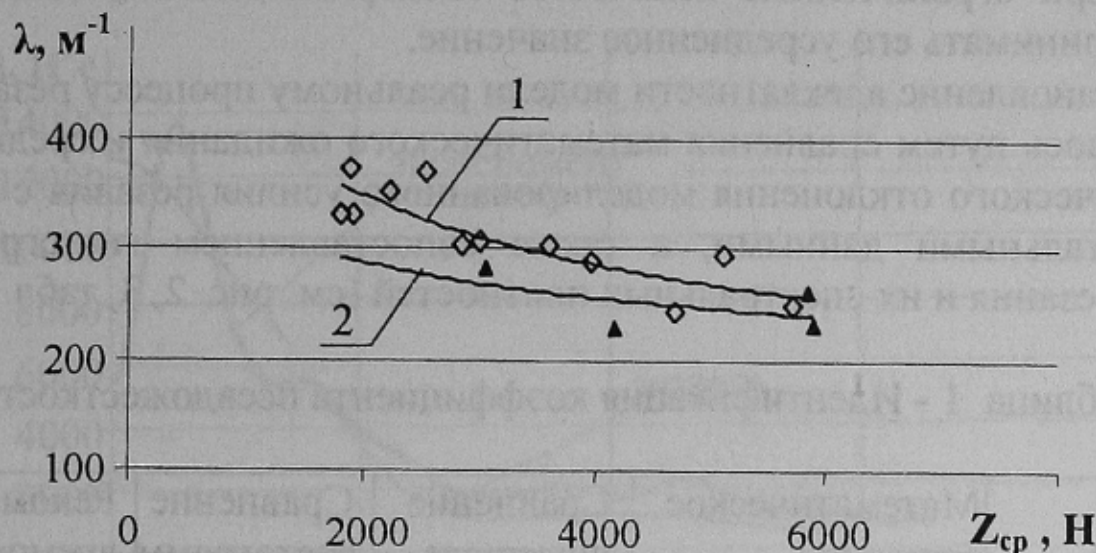


Рисунок 1 – Зависимость интенсивности потока сколов  $\lambda$  от среднего значения усилия резания  $Z_{ср}$

По экспериментальным данным получены эмпирические выражения для определения интенсивности потока по известному среднему значению усилия резания:

- для калийной соли (рис. 1, кривая 1):

$$\lambda = 2960Z_{ср}^{-0,28};$$



- для песчанистого сланца (рис. 1, кривая 2):

$$\lambda = 1010Z_{\text{ср}}^{-0,17}$$

Параметр  $C_n$ , представляющий собой коэффициент псевдожесткости породы, весьма затруднительно определить непосредственно. Его оценки получены методом параметрической идентификации. При этом в качестве критерия близости результатов натурального и вычислительного экспериментов использовались критерий Пирсона (для сравнения гистограмм распределения) и сумма квадратов отклонений значений спектральных плотностей. Результаты идентификации приведены в табл. 1.

Как видно из таблицы 1, оценки параметра  $C_n$ , полученные по обоим критериям, оказываются весьма близкими. Указанный параметр зависит от среднего уровня нагрузок, однако в первом приближении, при ограниченном количестве экспериментальных данных, можно принимать его усредненное значение.

Установление адекватности модели реальному процессу резания проводилось путем сравнения математического ожидания и среднего квадратического отклонения моделированного усилия резания с экспериментальными данными, а также сопоставлением гистограмм усилий резания и их спектральных плотностей (см. рис. 2, 3, табл. 2).

Таблица 1 - Идентификация коэффициента псевдожесткости

Вид горной породы	Математическое ожидание усилия резания, Н	Сравнение спектральных плотностей	Сравнение гистограмм	Рекомендуемое значение $C_n$ , кН/м
		$C_n$ , кН/м	$C_n$ , кН/м	
калийная соль	1790	180	240	210
	6020	500	500	500
песчанистый сланец	3060	400	380	390
	5930	720	690	705

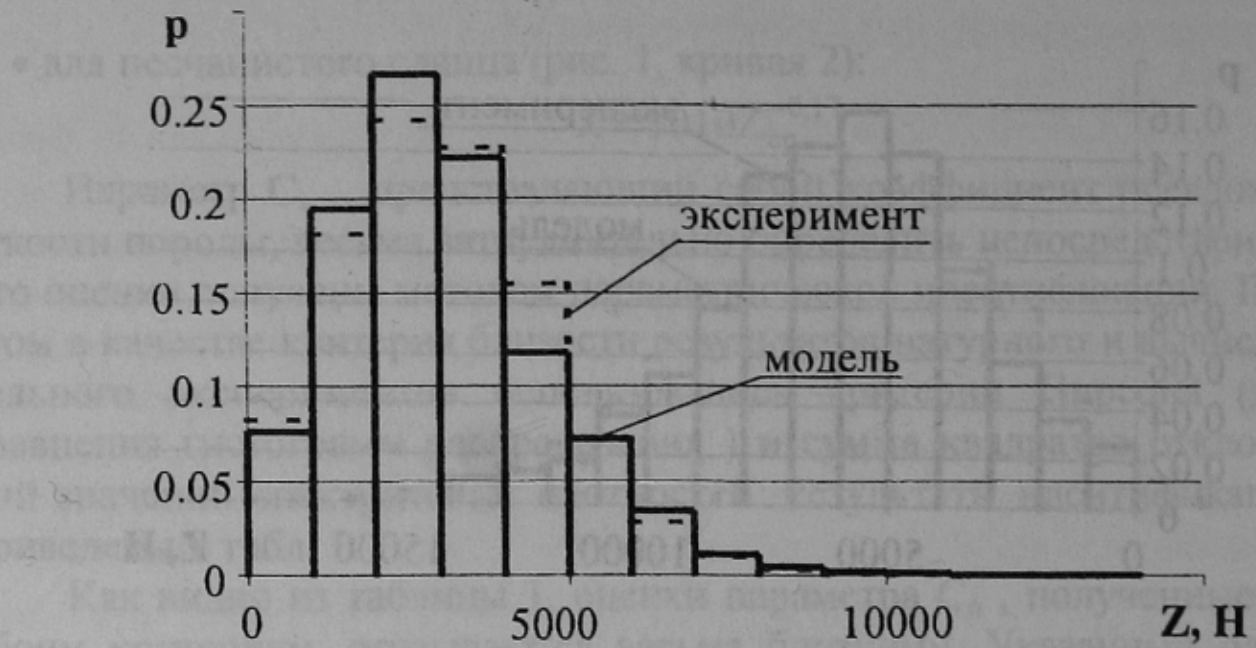


а)

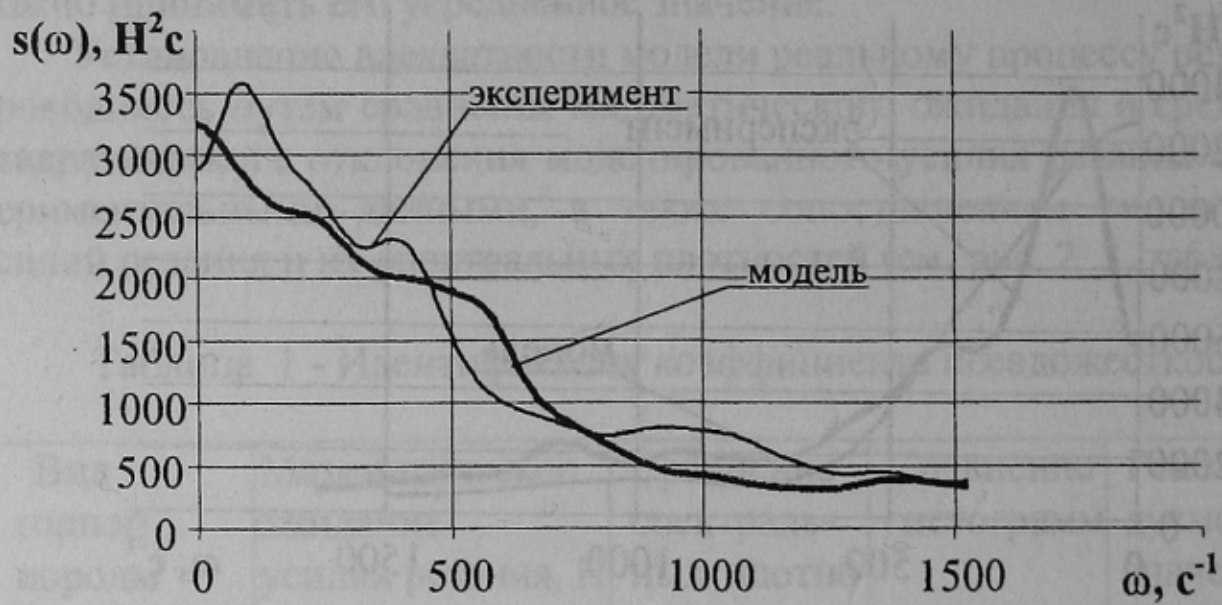


б)

Рисунок 2 – Гистограммы распределения (а) и спектральные плотности (б) усилия резания при эксперименте и моделировании процесса резания калийной соли ( $Z_{ср} = 6020$  Н)



а)



б)

Рисунок 3 – Гистограммы распределения (а) и спектральные плотности (б) усилия резания при эксперименте и моделировании процесса резания песчанистого сланца ( $Z_{\text{ср}} = 3060$  Н)



Таблица 2 - Оценка адекватности модели

	Вид горной породы	Математическое ожидание, Н	Среднее квадратическое отклонение, Н
эксперимент	калийная соль	1790	798
модель		1846	834
погрешность, %		3,1	4,5
эксперимент		6020	2631
модель		6075	2840
погрешность, %		0,9	7,9
эксперимент	песчанистый сланец	3060	1605
модель		3089	1566
погрешность, %		3,2	1,9
эксперимент		5930	3041
модель		5918	3035
погрешность, %		0,2	0,2

Полученные данные позволяют сделать вывод об адекватности предлагаемой имитационной модели формирования усилия резания горных пород реальному процессу. Она может быть использована для моделирования рабочего процесса горных машин, разрушающих уголь, калийные соли и другие горные породы.

Список источников

1. Моделирование разрушения углей режущими инструментами // М. : Наука, 1981. - 181с.
2. Бойко Н.Г., Игнатов В. И. Формирование мгновенных усилий на передних гранях резцов // Известия вузов. Горный журнал, 1983. - №7. - с.77-79
3. Кондрахин В.П., Осипенко А.И. Имитационное моделирование процесса формирования нагрузок на резцах при резании горных пород. - Донецк: Сб. "Наукові праці Донецького державного технічного університету". - Вып. 16, 2000. - с. 161 - 168.
4. Афендилов Н.Г. Выбор рациональных параметров очистных комбайнов со шнековыми исполнительными органами для работы в сложных условиях по зарубаемости. - Дис. ... канд. техн. наук. - Донецк, 1980. - 202 с.
5. Кутковой И.В. Определение рациональных режимов разрушения силвинито-галитовых пластов шнековыми очистными комбайнами. - Дис. ... канд. техн. наук. - Донецк, 1989. - 180 с.