

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ УДАРНЫХ ВОЛН ЧЕРЕЗ КОРПУС И ЗУБЬЯ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ КРЕПКИХ ПОРОД

*Секретов М.В.*

*Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»,  
Москва*

**Ключевые слова:** инструмент для разрушения крепких пород, буровая коронка, долото, пика, ударные волны, зуб трапецеидального и кругового профиля, угол наклона боковой поверхности зуба трапецеидального профиля, коэффициента прохождения ударных волн из инструмента в породу.

**Аннотация.** Эффективность работы инструмента для разрушения крепких пород зависит от его геометрических форм и параметров. Дано описание созданной автором статьи компьютерной программы «Удар» в системе Matlab, моделирующей процесс прохождения ударных волн из ударного инструмента в разрушаемую породу. Эффективность прохождения ударных волн через корпус и зубья ударного инструмента в горную породу определяется с помощью коэффициента  $K_{ип}$ . Определена зависимость коэффициента  $K_{ип}$  от угла наклона боковой поверхности трапецеидального зуба  $\delta$ . Анализ результатов исследований показывает, что рациональная величина угла наклона боковой поверхности трапецеидального зуба  $\delta = 15-20^\circ$ . Зубья кругового профиля эквивалентны зубьям трапецеидального профиля с углом  $\delta = 30-35^\circ$  по критерию величины  $K_{ип}$ .

## EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF THE PASSAGE OF SHOCK WAVES THROUGH THE BODY AND TEETH OF THE TOOL FOR THE DESTRUCTION OF HARD ROCKS

*Sekretov M.V.*

*University of Science and Technology MISIS, Moscow*

**Keywords:** tool for breaking hard rocks, drill bit, chisel, peak, shock waves, tooth of trapezoidal and circular profile, angle of inclination of the lateral surface of the tooth of trapezoidal profile, coefficient of passage of shock waves from the tool into the rock.

**Abstract.** The effectiveness of a tool for breaking hard rocks depends on its geometric shapes and parameters. The description of the computer program "Impact" created by the author of the article in the Matlab system, which simulates the process of passing shock waves from a percussion instrument into a destructible rock, is given. The efficiency of the passage of shock waves through the body and teeth of the impact tool into the rock is determined by the coefficient  $K_{IP}$ . The dependence of the  $K_{IP}$  coefficient on the angle of inclination of the lateral surface of the trapezoidal tooth is determined. The analysis of the research results shows that the rational value of the angle of inclination of the lateral surface of the trapezoidal tooth is  $\delta = 15-20^\circ$ . The teeth of a circular profile are equivalent to the teeth of a trapezoidal profile with an angle of  $\delta = 30-35^\circ$  according to the criterion of the  $K_{IP}$  value.

К инструменту для разрушения крепких пород относятся буровые коронки (долота) перфораторов для бурения крепких горных пород; пики, зубила, клинья отбойных молотков и гидромолотов; ударные свёрла для дрелей и перфораторов, используемых в строительной промышленности; бучарды станков для нанесения на поверхность изделия из камня фактуры типа «скала»; долотья ченнелеров и

т.д. Эффективность работы этого инструмента зависит от его геометрических форм и параметров [1-3].

Автором статьи была создана компьютерная программа «Удар» в системе Matlab [4, 5], моделирующая процесс прохождения ударных волн из хвостовой части ударного инструмента (места генерации ударных волн) через корпус, зубья и в разрушаемую породу.

Результаты моделирования показаны на рисунке 1. Распространение ударных волн представлено в виде конуса, разбитого на отрезки распространения этих волн. На рисунке 1, а представлен ударный инструмент с зубьями трапецеидального профиля с углом наклона его боковой поверхности  $\delta = 25^\circ$ , на рисунке 1, б – кругового профиля. Исследовались модели ударного инструмента трапецеидального профиля с различными углами  $\delta$  в пределах от  $5$  до  $45^\circ$ . Если  $\delta > 45^\circ$ , то все ударные волны, попавшие на боковую поверхность зуба, будут после одного или нескольких отражений от стенок возвращаться обратно в корпус.

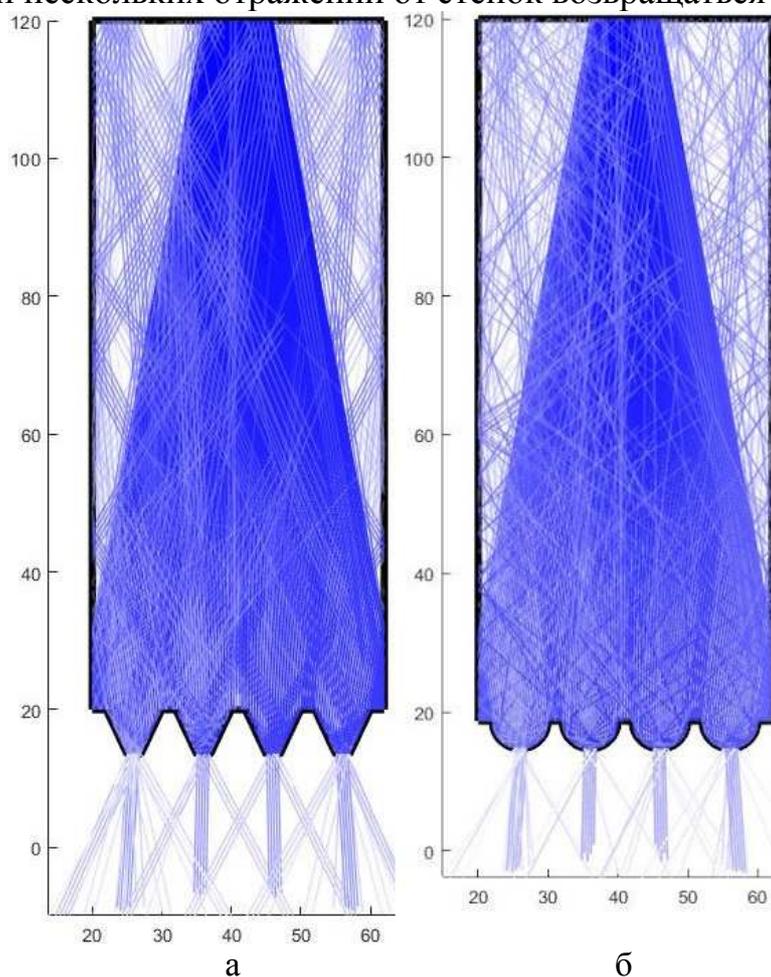


Рис. 1. Модели прохождения отрезков ударных волн через ударный инструмент в породе с профилем зубьев: а) трапецеидальным, б) круговым

Эффективность прохождения ударных волн через корпус и зубья ударного инструмента в горную породу определялся с помощью коэффициента, характеризующего отношение количества отрезков ударной волны, заданных в зоне генерации волн в корпус,  $N_{ГК}$  к количеству отрезков, прошедших из зубьев в горную породу,  $N_{ЗП}$ . Формула для определения этого коэффициента имеет вид:

$$K_{ИП} = N_{ГК} / N_{ЗП}.$$

На основании построенных в программе «Удар» моделей с различными величинами параметра  $\delta$  были определены зависимости коэффициента прохождения ударных волн из инструмента в породу  $K_{ИП}$  от угла наклона боковой поверхности трапецеидального зуба  $\delta$ . График этой зависимости представлен на рисунке 2 [6].

Величина  $K_{ИП}$  для круговых зубьев составила 0,50-0,54.

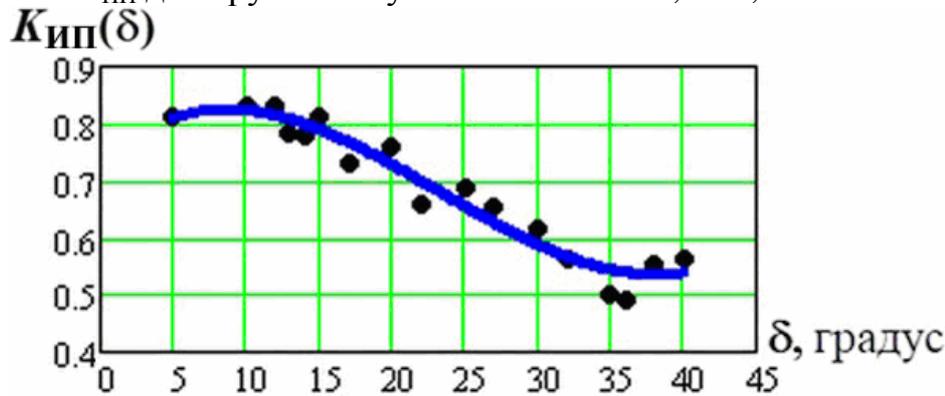


Рис. 2. График зависимости  $K_{ИП}$  от  $\delta$

Анализ результатов исследований показывает, что эффективность прохождения ударных волн через ударный инструмент в горную породу по критерию величины коэффициента  $K_{ИП}$  возрастает при уменьшении угла наклона боковой поверхности зуба трапецеидального сечения  $\delta$ . Рациональная величина  $\delta = 15-20^\circ$ . Зубья кругового профиля эквивалентны зубьям трапецеидального профиля с углом  $\delta = 30-35^\circ$  по критерию величины  $K_{ИП}$ .

На основании полученных результатов исследования рекомендуется предприятиям по изготовлению инструмента для ударного разрушения крепких пород выпускать долота перфораторов, пики, зубила, клинья отбойных молотков, гидромолотов и другие, перечисленные в начале статьи, с рациональным углом заточки  $2\delta = 30-40^\circ$ .

#### Список литературы

1. Иванов К.И., Латышев В.А., Андреев В.Д. Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1987. – 272 с.
2. Иванов К.И., Варич М.С., Дусев В.И., Андреев В.Д. Техника бурения при разработке месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1974. – 408 с.
3. Алимов О.Д., Манжосов В.К., Еремьянц В.Э. Удар. Распространение волн деформаций в ударных системах. – М.: Наука, 1985. – 360 с.
4. Ануфриев И.Е., Смирнов А.Б., Смирнова Е.Н. MATLAB 7. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 1104 с.
5. Дьяконов В.П. MATLAB 7.\*/R2006/R2007: Самоучитель. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 768 с.
6. Дьяконов В.П., Абраменкова И.В. Mathcad 8 PRO в математике, физике и Internet. – М.: Нолидж, 2000. – 512 с.

#### Сведения об авторе:

Секретов Михаил Валентинович – к.т.н., доцент.