

УДК 622.24.051

А. М. Бочковский, канд. техн. наук

Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев, Украина

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ БУРОВОГО ИНСТРУМЕНТА НА СТАДИИ РАЗРАБОТКИ

It is determined power intensity of destruction of rock on all area well bottom for the drill bit equipped PDC. On ROP domestic designs of drilling bit do not concede foreign.

Рынок алмазного бурового инструмента переполнен различными конструкциями долот и бурильных головок, расширителей и коронок, отличающихся между собой формой торцевой части, типоразмерами алмазных рабочих элементов, схемами размещения этих элементов, расположением промывочных каналов и другими конструктивными особенностями.

Оценка эффективности конструкций бурового инструмента может производиться на трех этапах: на стадии разработки, на стадии лабораторных испытаний опытных образцов и моделей долот, а также непосредственно в промышленных условиях при бурении глубоких скважин.

Перспективным в научном плане и экономически целесообразным является прогнозирование эффективности конструкций на стадии разработки. Из анализа работ, опубликованных в технической литературе, следует, что общепринятого метода расчета и прогнозирования качества конструкции бурового инструмента до сих пор не существует.

Имеются работы по исследованию и анализу отдельных параметров конструкции, таких как оснащенность, профиль долота и других, с помощью которых невозможно оценить в целом эффективность применения бурового инструмента.

В работах [1,2] предложен метод оценки разрабатываемой конструкции с помощью комплексного критерия – энергоемкости разрушения породы. Сущность метода заключается в том, что для исследуемой конструкции определяется энергоемкость разрушения породы (E) по всей площади забоя скважины с учетом свойств породы и породоразрушающей вставки, формы долота и режима бурения

$$E = \frac{k_p \cdot z}{b} \left(\frac{n \cdot a \cdot \cos j}{2pw} \right)^{n-1}, \quad (1)$$

где v – скорость бурения,

ω – скорость вращения,

α – радиальный угол между исследуемой и предыдущей вставкой,

φ – угол наклона профиля долота на участке вставки к оси абсцисс,

b – ширина вставки,

k_p – коэффициент сопротивления резанию,

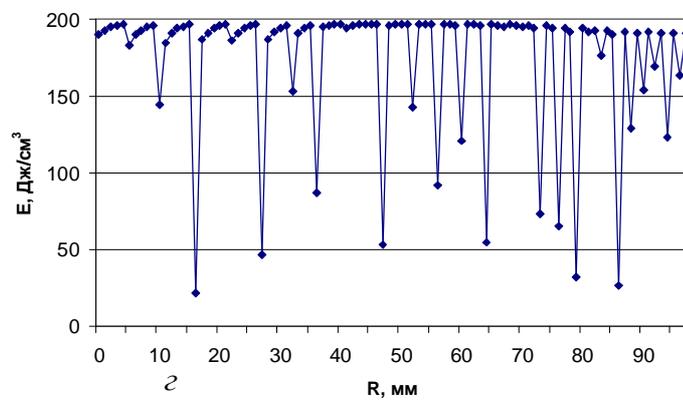
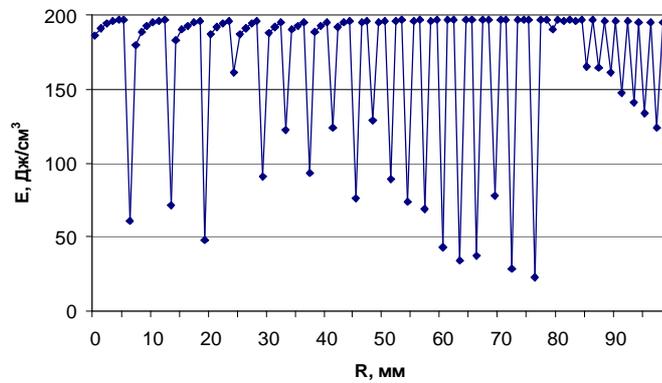
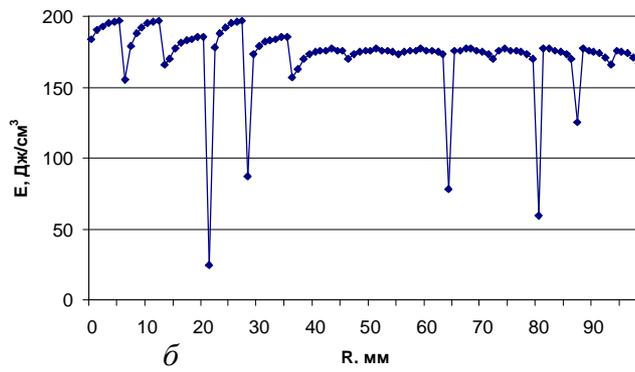
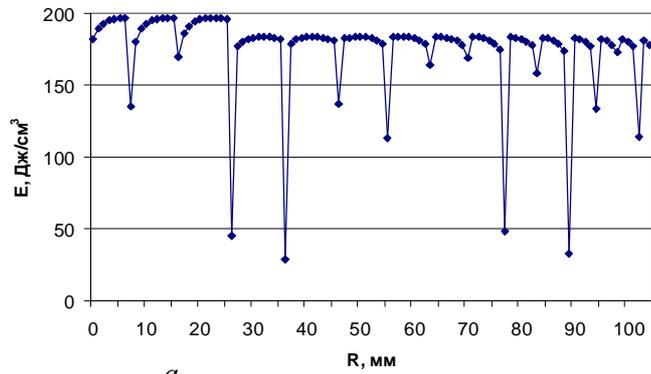
Z и n – опытные коэффициенты, описывающие процесс внедрения вставки в породу.

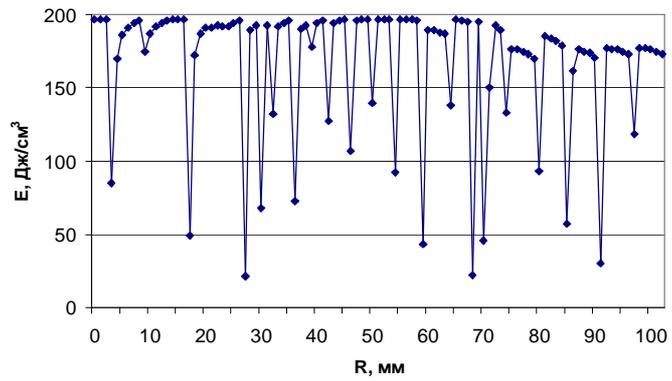
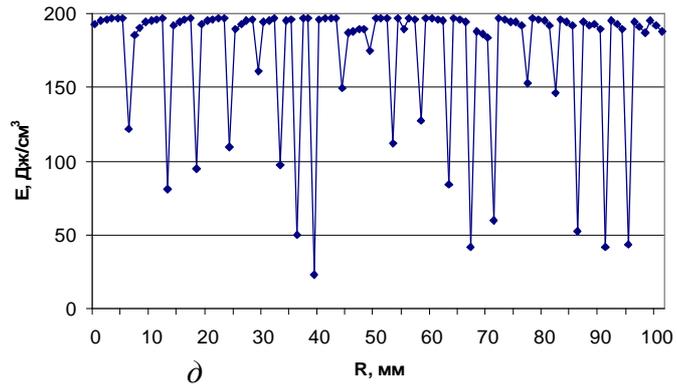
Для алмазно-твердосплавных пластин диаметром 13,5 мм и принятых пород по возрастанию их твердости значения Z и n составят: Z – 481; 592; 1365; 1390; n – 1,34; 1,10; 1,12; 1,10.

В качестве примера применим разработанный метод для оценки конструкций отечественных и зарубежных долот, оснащенных алмазно-твердосплавными пластинами. Исходными данными для расчета являются геометрические размеры долот, координаты вставок, свойства пород и принятый режим бурения.

Расчеты выполнены для условий бурения песчаника твердостью по штампу $R_{ш}$ – 99 кгс/мм² с механической скоростью 3 м/ч и скоростью вращения – 120 об/мин. Распределение

энергоёмкости разрушения породы по забою скважины для каждой из исследуемых конструкций долот показано на рис. 1.

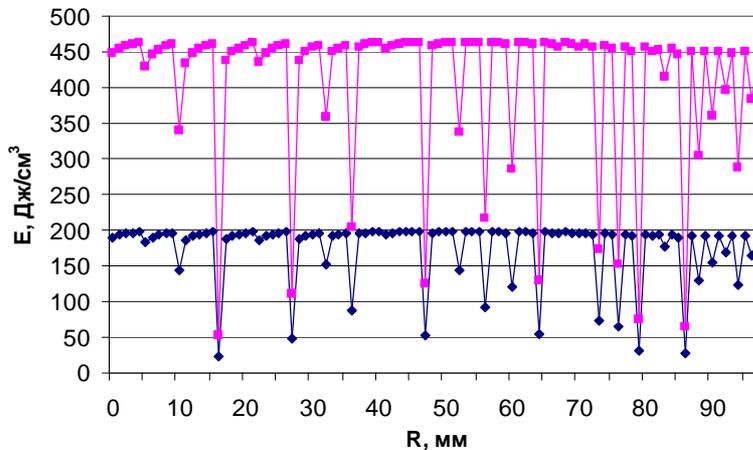




e

Рис. 1. Распределение энергоёмкости разрушения породы по забою скважины при бурении долотами: а – ИСМ АП 214,3 М13, б – ИСМ АП 214,3 М6, в – ИСМ АП 214,3 М, г – DS – 19, д – TD -105, е – LX -222.

График распределения энергоёмкости по забою скважины характеризует схему размещения вставок на рабочей поверхности долота и является паспортом данной конструкции (рис. 2, 3). По форме он мало изменяется при бурении других пород. Меняется только значение энергоёмкости, которая с увеличением твердости пород возрастает .



2

1

Рис. 2. Распределение энергоёмкости разрушения породы по забою скважины при бурении долотом DS – 19: 1 – песчаника твердостью 66 кГс/мм²; 2 – песчаника твердостью 230 кГс/мм².

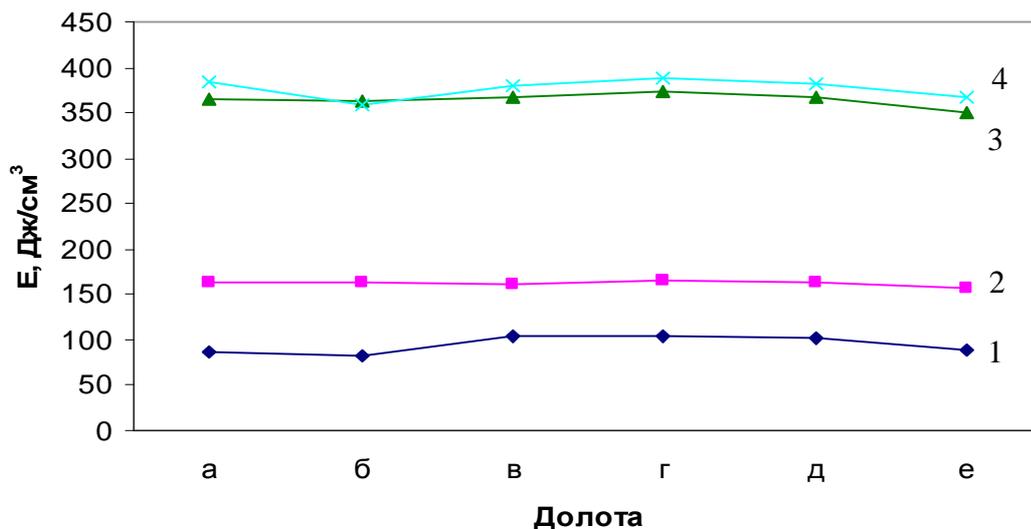


Рис. 3. Значение энергоемкости разрушения породы для исследуемых долот при разрушении горных пород: 1 – аргиллита 45; 2 – песчаника 99; известняка 162; песчаника 230 кгс/мм².

Энергоемкость разрушения породы и механическая скорость бурения связаны между собой известной зависимостью

$$n = \frac{N}{S \cdot E}, \quad (2)$$

где N – мощность привода,

S – площадь скважины,

E – энергоемкость разрушения породы.

Учитывая среднюю энергоемкость разрушения аргиллита (рис. 3) относительная скорость бурения исследуемыми долотами будет иметь значения, приведенные в таблице.

Таблица. Показатели эффективности конструкций исследуемых долот при бурении аргиллита

Долота	M13	M6	M	DS - 19	TD-105	LX-222
К-во лопастей	4	6	9	6	6	12
К-во вставок	33	43	53	48	50	57
Энергоемкость разрушения породы, Дж/см ³	87,9	82,2	104,5	103,7	101,8	88,6
Относительная скорость бурения	0,94	1,00	0,79	0,79	0,81	0,92

Все исследуемые долота по энергоемкости разрушения породы и скорости бурения, определяемой конструкцией долота, незначительно отличаются между собой. Преимущество на 6 – 21 % по сравнению с другими имеет отечественное долото ИСМ АП 214,3М6.

В промышленных условиях на расчетную скорость бурения накладывается влияние качества очистки и охлаждения долота, качества бурового раствора и многих других факторов. Это подтверждается массовыми испытаниями долот режущего типа [3], где разброс по скорости бурения превышал расчетные показатели. Лучшим, как и по данным расчета, оказалось

долото ИСМ АП 214,3М6. Низкие показатели из-за неудовлетворительной очистки лопастей были получены для долот типа TD-105 и LX-222.

Выводы

1. Предложен и опробован на практике метод прогнозирования эффективности конструкций бурового инструмента, основанный на расчете энергоемкости разрушения породы по всему забою скважины.

2. Конструкции отечественных долот не уступают зарубежным долотам и по расчетам, и при бурении скважин имеют высокие показатели по механической скорости бурения.

Литература

1. Бочковський О. М. Аналітичне дослідження енергоемності руйнування породи під час обертального буріння // *Нафтова і газова промисловість.*–1999. – № 6. – С. 14–17.
2. Бочковский А. М. Разрушение горных пород вставками бурового инструмента // *Породо-разрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения.* – К: ИСМ им. В. Н. Бакуля, НАН Украины, 2006, – С. 107 – 113.
3. Бочковский А. М. Применение долот режущего типа в меловых отложениях Западной Сибири // *Нефтяная и газовая промышленность.*–1990. – № 4. – С. 22–25.

Поступила 11.07.07.