

УДК 622.24

А. А. Кожевников¹, С. В. Гошовский², доктора технических наук;
А. Ю. Дреус³, И. И. Мартыненко⁴, кандидаты технических наук

¹ Национальный горный университет, г. Днепропетровск, Украина

² УкрГГРИ, г. Киев, Украина

³ Днепропетровский национальный университет, Украина

⁴ Государственная геологическая служба, г. Киев, Украина

О СОВПАДЕНИИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ И РАСЧЕТНЫХ ДАННЫХ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЗАБОЙНОЙ МОЩНОСТИ ПРИ БУРЕНИИ ОДНОСЛОЙНЫМИ АЛМАЗНЫМИ КОРОНКАМИ

In article the estimation of adequacy of a known equation for calculation of drilling power by comparison to experimental results is executed. Results of the analysis show a divergence of the experimental and theoretical data. The reasons of such mismatch are stated and problems of the further researches are defined.

Постановка проблемы

Мощность, затрачиваемая на забое при бурении геологоразведочных скважин, является одним из важнейших параметров определяющих как энергоемкость технологического процесса, так и эффективность процесса разрушения горной породы. Точное определение уровня мощности на этапе проектирования процесса бурения позволяет определить рациональные технологические режимы и обеспечить его экономическую эффективность уровня. Известны различные теоретические соотношения для определения забойной мощности [1]. Однако универсальной зависимости для расчета данной характеристики, затрачиваемой на забое, не существует, а с помощью известных методик определяют лишь приблизительные значения данного режимного параметра для конкретных условий.

Наиболее распространенным на практике соотношением для расчета забойной мощности в киловаттах при бурении алмазными коронками является теоретически полученная формула [2]

$$N_3 = 2 \cdot 10^{-4} P \cdot n \cdot D_{cp}, \text{кВт} \quad (1)$$

где P – осевая нагрузка на коронку, даН; n – частота вращения коронки, об/мин; D_{cp} – средний диаметр коронки, м.

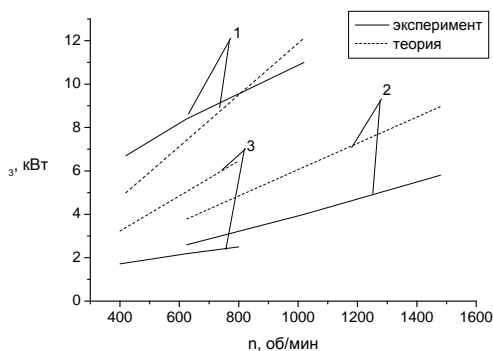


Рис. 1. Зависимости забойной мощности от частоты вращения по экспериментальным и расчетным данным: 1 – коронка 76 мм, $P=880$ даН, [4]; 2 – коронка 59 мм, $P=600$ даН, [6]; 3 – коронка 59 мм, $P=800$ даН, [3]

Таким образом, забойная мощность определяется такими факторами как осевая нагрузка, частота вращения, геометрическими размерами коронки. Соотношение (1) определяет максимальную требуемую на забое мощность. При построении исходят из ряда допущений, в том числе равенство сечения стружки скалывания и площади контакта индентора с забоем и постоянство коэффициента трения для различных горных пород. Эти факторы учитываются числовым коэффициентом в (1).

Несмотря исследования связи забойной мощности с указанными факторами, достоверность соотношения (1) не

проверялась. При определенной забойной мощности и режимах подачи промывочной жидкости создаются условия для повышенного износа матрицы коронки вследствие высоких контактных температур. В этой связи точное определение затрачиваемой на забое мощности является важной задачей при расчете технологического процесса, поскольку позволяет обеспечить нормальный температурный режим работы коронки и способствует рациональным энергозатратам.

Целью настоящей работы – оценить точность расчетного соотношения (1) и адаптировать его в соответствии с известными экспериментальными данными.

Результаты исследования и их обсуждение. К настоящему времени накоплен большой объем экспериментальных данных по определению мощности, затрачиваемой на забое, в зависимости от осевой нагрузки и частоты вращения коронки [3 – 6], что позволяет оценить корректность расчета по формуле (1) путем сопоставления расчетных результатов с известными экспериментальными данными. Исследовали однослойные алмазные коронки различного диаметра, армированные природными и синтетическими алмазами, при различной осевой нагрузке и частоте вращения.

Сравнение расчетных данных, полученных с использованием соотношения (1), с экспериментальными данными показано на рис. 1 и 2.

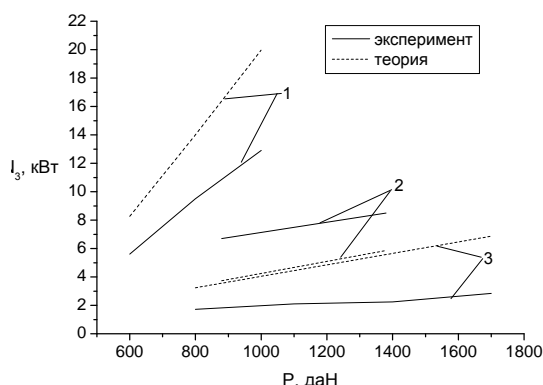


Рис. 2. Зависимости забойной мощности от осевой нагрузки по экспериментальным и расчетным данным: 1 – коронка 76 мм, $n=1020$ об/мин, [6]; 2 – коронка 76 мм, $n=420$ даН, [4]; 3 – коронка 59 мм, $n=400$ об/мин, [3]

дом наименьших квадратов и сопоставили со значениями, рассчитанными по зависимости (1).

Результаты анализа позволяют скорректировать расчетное соотношение (1) для лучшего согласования с опытными данными.

Выводы

На основе проведенного анализа приходим к выводу, что соотношение (1) качественно описывает связь между такими режимными параметрами бурения как осевая нагрузка, частота вращения и забойной мощностью. Однако очевидно количественное несовпадение результатов. Для лучшего согласования экспериментальных данных и результатов расчета рекомендуется использовать модифицированную формулу, со скорректированным числовым коэффициентом,

$$N_3 = 1,56 \cdot 10^{-4} P \cdot n \cdot D_{cp},$$

Следует отметить существенное расхождение данных, при этом теория чаще всего дает завышенный результат. Исходя из (1) для анализа забойной мощности удобно использовать произведение $P \cdot n \cdot D_{cp}$. Для обобщения имеющегося экспериментального материала об алмазных буровых коронках были нанесены все экспериментальные точки, полученные разными исследователями, в системе координат мощность – $(P \cdot n \cdot D_{cp})$ (рис. 3). Экспериментальные точки аппроксимировали с помощью прямой мето-

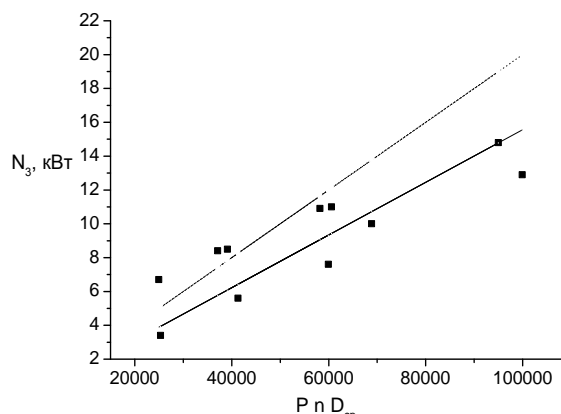


Рис. 3. Зависимость забойной мощности от $P \cdot n \cdot D_{cp}$ однослойных коронки: теория (пунктирная линия), эксперимент (точки), линейная аппроксимация эксперимента (сплошная линия).

Несовпадение экспериментальных и расчетных данных обусловливается различными факторами. Во-первых, допущениями принятыми в [2] при построении расчетного соотношения (1). В частности, как указывается в [1] и экспериментально показано в [5], коэффициент трения по породе, входящий в числовой множитель (1), зависит от вида породы. Кроме того, следует отметить, что этот коэффициент может изменяться с повышением температуры. Во-вторых, влиянием таких трудно учитываемых параметров, как подача коронки за один оборот, толщина стружки, выступание алмазов из матрицы, режимные параметры (вид и расход промывочной жидкости), нагрузка на один алмаз. В-третьих влияние сил гидравлического подпора на значение забойной мощности при экспериментальных измерениях. При экспериментальных исследованиях следует учесть, что осевой нагрузки будет затрачиваться на преодоление сил гидравлического подпора.

Выполненный в настоящей работе сравнительный анализ результатов экспериментальных и расчетных данных забойной мощности свидетельствует о том, что используемое теоретическое соотношение (1) не достаточно точно отражает количественное соотношение между такими параметрами как осевая нагрузка, частота вращения, диаметр коронки и забойная мощность, и дает завышенные результаты по сравнению с экспериментом. Таким образом соотношение (1) пригодно только для оценки максимальной температуры, а расчет оптимальных режимных параметров требует дополнительных исследований.

Литература

1. Кардыш В. Г., Мурзаков Б. В., Окмянский А. С. Энергоемкость бурения геологоразведочных скважин. – М.: Недра, 1984. – 200 с.
2. Технология и техника разведочного бурения / Шамшев Ф. А., Тараканов С. Н., Кудряшев Б. Б. и др. – М.: Недра, 1983.
3. Чихоткин В. Ф. Исследование техники и технологии бурения геолого-разведочных скважин и разработка нового поколения алмазного породоразрушающего инструмента. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 1997. – 241 с.
4. Киселев А. Т., Крусир И. Н. Вращательно-ударное бурение геологоразведочных скважин. М.: Недра, 1982. – 103 с.
5. Арифалин С. А., Кардыш В. Г., Окмянский А. С. Исследование влияния мощности на работу алмазной коронки при высоких частотах вращения // Сб. научн. тр. ВИТР Методика и техника разведки. – 1979. – №128. – С.12–19.
6. Кардыш В. Г. Оборудование для поискового бурения. – Л.: Недра, 1986. – 144 с.

Поступила 31.05.10