



Рис. 3. Зависимость адсорбции на глинистом сланце органических веществ от их потенциалов ионизации (нумерация точек соответствует табл. 2)

Изучение адсорбции анилина ( $I=7,7$  эВ), резорцина ( $I=8,31$  эВ) и бензойной кислоты ( $I=9,4$  эВ) позволило сделать вывод о том, что хемосорбировать на глинистом сланце способен лишь резорцин, образующий с поверхностью химическую связь более прочную, чем водородная связь молекул воды, подобную ковалентной.

### Библиографический список

1. Сеид-Рза М.К., Исмайылов М.И., Орман Л.М. Устойчивость стенок скважины. — М.: Недра, 1981. — 175 с.
2. Круглицкий Н.Н. Физико-химические основы регулирования свойств дисперсий глинистых минералов. — Киев: Наукова думка, 1968. — 320 с.

© Давиденко А.Н., 2001

УДК 622.233.4

ПИЛИПЕЦ В.И., МАКАРОВА Е.В. (ДонГТУ)

## ПОВЫШЕНИЕ МОТОРЕСУРСА УДАРНЫХ МЕХАНИЗМОВ ДЛЯ БУРЕНИЯ

При ударно-вращательном бурении гидроударниками большого диаметра сила удара, передаваемая бойком через колонковый набор горной породе, составляет от 10 до 20 кН. Упругая волна деформации распространяется к колонковому набору через ряд промежуточных элементов (деталей) гидроударника, связанных между собой резьбовыми соединениями, поэтому моторесурс гидроударника и колонкового набора зависит от правильного выбора типа и параметров резьб. Особенно это актуально при бурении твердых пород, когда колонковому набору передается значительная сила удара, вызывающая в резьбах огромные контактные напряжения (до 30 МПа).

В процессе лабораторных и производственных испытаний снаряда ударно-вращательного бурения диаметром 108 мм (диаметр бурения 112 мм) конструкции ДонГТУ наблюдались случаи поломки резьбовых соединений. Поэтому возникла необходимость разработки методики выбора резьб и расчета резьбовых соединений, в которой использованы материалы исследований И.Г.Шелковникова (Санкт-Петербург).

Предполагается, что после удара бойка по наковальне упругая волна деформации сжатия переходит к колонковой трубе, т.е. импульс сжатия переходит от большего сечения к меньшему. Поэтому массовая скорость частиц в колонковой трубе будет больше, чем в наковальне, вследствие чего витки резьбы трубы «набегают» в направлении удара на витки резьбы наковальни. Причем верхняя резьба колонковых труб и переходников изнашивается быстрее, чем нижняя, соединяющая колонковую трубу с коронкой. Это объясняется тем, что ударная волна с наковальни большего сечения переходит на меньшее сечение колонковой трубы, «осаживая» ее. Это приводит к износу резьбы в виде «елочки». При переходе с колонковой трубы на буровую коронку ударная волна двигается с меньшего сечения на большее, вызывая напряжение сжатия. Поэтому износ резьбовых соединений в нижних сечениях колонковых труб и в самих коронках меньше, чем в верхних сечениях. Полезный эффект ударного бурового механизма зависит от величины параметров, с которыми волна напряжения дойдет до забоя. Сила удара уменьшается вследствие потерь энергии главным образом в соединениях механизма и колонковой трубы. Эти потери происходят из-за появления отраженной волны напряжения при прохождении ударным импульсом резьбовых соединений, которые представляют собой границу раздела участков с разными площадями поперечного сечения. Расщепление начальной волны напряжения на проходящую и отраженную вызывает кроме потерь энергии переменные напряжения в резьбовых соединениях, достигающие значительных величин. Эти напряжения могут явиться причиной быстрого износа и поломок в местах соединений.

Напряжение в волне, проходящей через резьбовое соединение, можно определить по формуле:

$$\sigma_n = \sigma_n \left( \frac{2r}{1+r} \right), \quad \sigma_o = \sigma_n \left( \frac{1-r}{1+r} \right),$$

где  $\sigma_n$  — напряжение в волне, проходящей через резьбу, Па;  $\sigma_o$  — напряжение в отраженной волне, Па;  $\sigma_n$  — напряжение в волне, проходящей по наковальне, Па;  $r$  — показатель отношения площадей поперечного сечения наковальни и колонковой трубы, м<sup>2</sup>.

$$r = \frac{S_n}{S_k},$$

где  $S_n, S_k$  — соответственно площади поперечного сечения наковальни и колонковой трубы, м<sup>2</sup>.

В момент перехода импульса сжатия от большего сечения к меньшему, в резьбовой части колонковой трубы возникает напряжение  $\sigma_o$ . В то же время, в сечении наковальни действует начальное напряжение  $\sigma_n$ . Между витками резьбы начинает действовать сила давления, значение которой, отнесенное к их опорной поверхности, равно напряжению в отраженной волне. Этот вывод объясняется равенством:

$$\sigma_p = \sigma_n + \sigma_o,$$

где  $\sigma_p$  — напряжение растяжения материала колонковых труб, Па.

Усилие, с которым колонковая труба «осаживается» с наковальни при переходе ударной волны напряжения через границу раздела участков, определяется из выражения:

$$R_K = \sigma_p S_k,$$

где  $R_K$  — усилие, с которым колонковая труба «осаживается» с наковальни.

Усилие действует очень непродолжительное время (5–50 мкс) и уравнивается реакцией витков резьбового соединения.

Напряжение, возникающее в витках резьбы, определяется из выражения:

$$\sigma = \frac{R_K}{S_s},$$

где  $\sigma$  — напряжение, возникающее в витках резьбы;  $S_s$  — площадь витков внутренней резьбы колонковой трубы, м<sup>2</sup>.

$$S_s = \frac{\pi}{4} (d_1^2 - d_2^2) m_1 \cos \beta,$$

где  $d_1, d_2$  — наружный и внутренний диаметры резьбы, м;  $m_1$  — число витков резьбы с полным профилем, шт;  $\beta$  — половина угла профиля резьбы, град.

При ударно-вращательном бурении витки резьбовых соединений подвергаются переменным нагрузкам, поэтому допускаемые напряжения выбираются из условия на выносливость, т.е. с учетом усталостных напряжений.

Предел усталости вычисляется по формуле:

$$\sigma_2 = \sigma_{-1} \left( 1 - \frac{\sigma_m}{\sigma_n} \right) + \sigma_m,$$

где  $\sigma_r, \sigma_{-1}$  — предел усталости соответственно для несимметричного и симметричного циклов, Па;  $\sigma_m$  — среднее значение напряжения в несимметричном цикле, Па;  $\sigma_n$  — предел прочности для стали,  $\sigma_n = 637$  МПа.

$$\sigma_{-1} = 0,28\sigma_n.$$

Среднее значение напряжения в несимметричном цикле равно:

$$\sigma_m = 0,5(\sigma_{\max} + \sigma_{\min}), \quad \sigma_{\max} = \sigma, \quad \text{а} \quad \sigma_{\min} = 0.$$

Допускаемое напряжение определяется по формуле:

$$[\sigma_r] = \frac{\sigma_r}{K_1 K_2},$$

где  $K_1$  — коэффициент запаса прочности, ( $K_1=2,2$ );  $K_2$  — коэффициент напряжения в резьбе, ( $K_2=2,4$ ).

Таким образом, при передаче энергии удара от бойка через колонковый набор в резьбовых соединениях возникают напряжения, зависящие от соотношения площадей поперечных сечений соединяемых частей и от скорости соударения. Чтобы уменьшить напряжение в отраженной волне, в местах соединений, нужно применять плавный конический переход.

Исследуя зависимость напряжения растяжения и сжатия от величины отношения площадей поперечного сечения наковальни и колонковой трубы, получены значения, приведенные в таблице.

При переходе импульса с меньшего сечения на большее, относительного перемещения витков резьбы меньшего и большего сечений не происходит. Таким образом, в этом случае межвитковое взаимодействие отсутствует, а отраженная волна напряжения сжатия увеличивает напряжение в теле передающего удар элемента с меньшей площадью поперечного сечения. Поэтому износ резьбовых соединений в колонковых трубах и коронках незначителен.

**Таблица.** Значения напряжения сжатия и напряжения растяжения от отношения площадей поперечных сечений наковальни и колонковой трубы.

$r$	$\sigma_{сж}$ , Па	$\sigma_{р}$ , Па
0,1	$9,73 \cdot 10^5$	—
0,2	$7,93 \cdot 10^5$	—
0,4	$5,09 \cdot 10^5$	—
0,6	$2,98 \cdot 10^5$	—
0,8	$1,32 \cdot 10^5$	—
1,0	0	0
1,25	—	$1,32 \cdot 10^5$
1,67	—	$2,98 \cdot 10^5$
2,5	—	$5,09 \cdot 10^5$
5,0	—	$7,93 \cdot 10^5$
10	—	$9,73 \cdot 10^5$

Используя эту методику, с учетом прочностных характеристик деталей, можно подобрать оптимальную конструкцию основных узлов и деталей гидроударников и колонковых наборов, соединяющихся резьбами. Так, усовершенствованный буровой снаряд с гидроударником диаметром 108 мм успешно прошел испытания в Коммунарской ГРЭ (ПО «Луганскгеология») и в Ухтинской ГРЭ (Коми). Моторесурс подобранных резьбовых соединений увеличился в 2–3 раза.

© Пилипец В.И., Макарова Е.В., 2001

УДК 622.235

Швагер Н.Ю. (КТУ)

## РЕГУЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Известно, что буровзрывные работы являются одним из наиболее трудоемких процессов подземной добычи полезных ископаемых, удельный вес которых в себестоимости добытой руды составляет 42–48%. Поэтому повышение эффективности взрывного разрушения является весьма важным фактором снижения себестоимости добытой руды и повышения эффективности производства.

Большинство ученых пришли к единому мнению, что разрушение среды взрывом происходит в результате совместного воздействия на нее волновой энергии и давления газообразных продуктов детонации. Согласно Ф.А.Бауму [1] 40–60% потенциальной энергии заряда взрывчатого вещества трансформируется при взрыве в волновую. В последнее время значительное внимание уделяется вопросам распределения и затухания этой энергии в среде, а также влияния физических свойств горных пород на характер и интенсивность их разрушения взрывом.