

УДК 336.13

Шахноза Мирсаатова ХИКМАТУЛЛАЕВНА
Заместитель директора УНПП «Burg'ichi biznes»

Пышненко Даниил НИКОЛАЕВИЧ
Ведущий специалист в ООО «MAXSUS BOSHQARMASI-75»

Бегижонов Илхом ИНОЯТУЛЛОЕВИЧ
Ассистент кафедры «Высшая математика» ТГТУ

Шерали Умедов ХАЛЛОКОВИЧ
Профессор кафедры «Машины и оборудование нефтегазовой промышленности и систем трубопроводного транспорта», д.т.н., проф.

ИССЛЕДОВАНИЕ СМАЗЫВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БУРОВОГО РАСТВОРА НА ОСНОВЕ РАЗРАБОТАННОГО ХИМИЧЕСКОГО РЕАГЕНТА

Аннотация. В статье приведены лабораторные исследования по определению смазывающей способности бурового раствора с применением реагента УМС для предупреждения сальникообразования на бурильных инструментах, которые определены по усовершенствованному способу с уточнением математическими уравнениями.

Ключевые слова: нефть, графит, реагент, смазка, глинистая корка, коэффициент трения, температура, водоотдача, липкость, стабилизатор, предупреждение, сальник, устойчивость.

Shakhnoza Mirsaatova HIKMATULLAYEVNA

Deputy Director of the ESPE “Burg‘ichi biznes”

Pyshnenko Daniil NIKOLAEVICH

Leading specialist at MAXSUS BOSHQARMASI-75 LLC

Begizhonov Ilkhom INOYATULLOYEVICH

Assistant of the Department of Higher Mathematics at TSTU

Sherali Umedov HALLOKOVICH

Professor of the Department of «Machinery and Equipment of the Oil and Gas industry and Pipeline transport systems», Doctor of Technical Sciences,
Professor

INVESTIGATION OF THE LUBRICITY OF DRILLING MUD BASED ON THE DEVELOPED CHEMICAL REAGENT

Annotation. The article presents laboratory studies to determine the lubricity of drilling mud using the UMS reagent to prevent oil seal formation on drilling tools, which are determined by an improved method with refinement by mathematical equations.

Keywords: oil, graphite, reagent, lubricant, clay crust, coefficient of friction, temperature, water loss, stickiness, stabilizer, warning, oil seal, stability.

Смазывающей способности бурового раствора определяли по усовершенствованному способу следующим образом (рис. 1). Фильтр с

глинистой коркой ставят на столик. На корку ставят стальной брусок, который применяли при измерении традиционным способом.

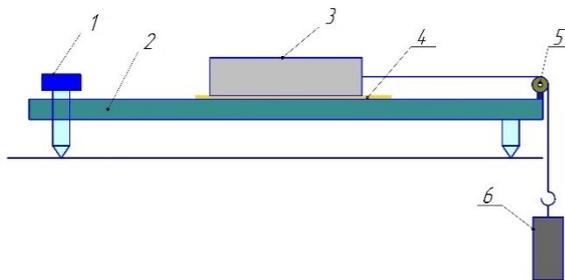


Рис.1. Метод для определения липкости по усовершенствованному способу:

- 1 – винт для регулировки стола; 2 – стол; 3 – металлический брусок;
4 – буровой раствор или корка; 5 – шарнир для удержания нити прямо;
6 – масса

К ним подсоединяем массы, которые можно поменять. С увеличением или уменьшением массы увеличивается или уменьшается составляющая сила тяжести бруска и при преодолении силы брусок с массой 6 мм начинает видвигаться по направлению нити. Масса, при которой брусок соскользнет с глинистой корки, считается показателем липкости корки.

Масса бруска равна m_1 и масса измеряемого камня m_2 , тогда брусок будет двигаться с постоянной скоростью. Силу протяжения $F_{c.нр.}$, найдём следующим образом:

$$F_{c.нр.} = F_{c.тр.} + F_{c.ш.} \quad (1)$$

где $F_{c.тр.}$ – сила трения; $F_{c.ш.}$ – сила сопротивления шарнира.

Здесь

$$m_2 g = \mu m_1 g + F_{c.ш.} = \mu m_1 g + F_{c.ш.} \quad (2)$$

Определяем коэффициент трения

$$\mu = \frac{k_{нр.}}{k_{ск.}} \quad (3)$$

где $k_{нр.}$ – коэффициент прилипания; $k_{ск.}$ – коэффициент скольжения.

Если m_2 стремится к минимальному значению, а m_1 к максимальную, то коэффициент трения, уменьшается, т.е.

$$\lim_{\substack{m_2 \rightarrow m_{min.} \\ m_1 \rightarrow m_{max.}}} \frac{m_2 g - F_{c.u.}}{m_1 g} = \lim_{\substack{m_2 \rightarrow m_{min.} \\ m_1 \rightarrow m_{max.}}} \frac{\frac{m_2}{m_1} g - \frac{F_{c.u.}}{m_1}}{g} = \mu_{min.} = \left(\frac{k_{np.}}{k_{ск.}} \right)_{min.}. \quad (4)$$

Это означает, что в таком случае жидкость обладает максимальной высокой смазочной способностью и это обеспечивает неизнашиваемость труб.

Из полученного соотношения (4) видно, что коэффициент трения имеет минимальное значение, если коэффициент прилипания стремится к минимуму, а коэффициент скольжения к максимуму, т.е.

$$\lim_{\substack{k_{np.} \rightarrow k_{np.min.} \\ k_{ск.} \rightarrow k_{ск.max.}}} \frac{k_{np.}}{k_{ск.}} = \mu_{min.}$$

Если брусок движется с ускорением a , а μ – коэффициент трения, получим следующее выражение:

$$F_{c.np.} = F_{c.mp.} + m_1 a + F_{c.u.}, \quad (5)$$

$$m_2 g = \mu m_1 g + m_1 a + F_{c.u.} \Rightarrow \mu = \frac{m_2 g - m_1 a - F_{c.u.}}{m_1 g}, \quad (6)$$

Из (3.5) видно, что $F_{c.np.} > F_{c.mp.} + F_{c.u.}$.

$$\lim_{\substack{m_2 \rightarrow m_{min.} \\ m_1 \rightarrow m_{max.}}} \frac{m_2 g - m_1 a - F_{c.u.}}{m_1 g} = \lim_{\substack{m_2 \rightarrow m_{min.} \\ m_1 \rightarrow m_{max.}}} \frac{\frac{m_2}{m_1} g - a - \frac{F_{c.u.}}{m_1}}{g} = \mu_{min.} = \left(\frac{k_{np.}}{k_{ск.}} \right)_{min.}. \quad (7)$$

Из формулы (7) видно, что при стремлении m_2 к наименьшему значению и при стремлении m_1 к наибольшему, а брусок движется с ускорением, то это означает следующее: жидкость обладает максимально высокой смазочной способностью и это обеспечивает не изнашиваемость труб. Исходя из отношения $\frac{m_2}{m_1}$, можно фиксировать степень смазочной способности или прилипания (коэффициент трения).

В противном случае для движения с постоянной скоростью из (4) следует

$$\lim_{\substack{m_2 \rightarrow m_{max.} \\ m_1 \rightarrow m_{min.}}} \frac{\frac{m_2}{m_1} g - a - \frac{F_{c.ш.}}{m_1}}{g} = \mu_{max.} = \left(\frac{k_{np.}}{k_{ск.}} \right)_{max.} . (8)$$

Из полученного соотношения (8) видно, что коэффициент трения имеет максимум. Если коэффициент прилипания стремится к максимуму, а коэффициент скольжения стремится к минимуму, то получаем

$$\lim_{\substack{k_{np.} \rightarrow k_{np.max.} \\ k_{ск.} \rightarrow k_{ск.min.}}} \frac{k_{np.}}{k_{ск.}} = \mu_{max.}$$

Это означает, что у бруска, двигающегося с постоянной скоростью при увеличении массы измеряемого камня, его вес и масса уменьшается, а жидкость становится максимально липкой. В противном случае для движения с ускорением из (8) следует:

$$\lim_{\substack{m_2 \rightarrow m_{max.} \\ m_1 \rightarrow m_{min.}}} \frac{m_2 g - m_1 a - \frac{F_{c.ш.}}{m_1}}{m_1 g} = \lim_{\substack{m_2 \rightarrow m_{max.} \\ m_1 \rightarrow m_{min.}}} \frac{\frac{m_2}{m_1} g - a - \frac{F_{c.ш.}}{m_1}}{g} = \mu_{max.} = \left(\frac{k_{np.}}{k_{ск.}} \right)_{max.} . (9)$$

Это означает, что при движении бруска с неизменным ускорением масса измеряемого камня увеличивается, а при уменьшении массы бруска жидкость становится максимально липкой.

Затем были поставлены более сложные опыты. Так, например, лабораторные эксперименты по исследованию влияния различных смазывающих добавок на способность раствора от содержания твердой фазы, а также обработанного. Эти исследования полностью не имитируют условия бурения (скорости вращения), но могут косвенно характеризовать смазывающую способность глинистой корки.

Характер зависимости силы прилипания глинистой корки от содержания в буровом растворе различных смазывающих добавок был исследован в буровых растворах, содержащих 15 и 10% навбахарского бентонита. Все измерения проводились при одинаковых условиях: атмосферное давление, время формирования корки – 20 мин, величина

нагрузки (0,2 кг) передавалась одним и тем же стержнем; температура, при которой проводились опыты, комнатная (табл. 1). Определения водоотдачи и толщины глинистой корки были получены на приборе ВМ-6 за 30 мин (рис. 2).

Таблица 1

Сравнительный анализ липкости бурового раствора с применением смазывающей добавки УМС с различными реагентами

Вид добавки	Плотность ρ , г/см ³	СНС, Па	Толщина корки К, мм	Липкость корки, 0,1	Коэффициент трения	Масса, г
УМС	1,13	0/3	0,5	9 ⁰	0,13	5
СД-1	1,17	9/11	0,5	10 ⁰	0,15	6
ОП-10	1,16	9/11	0,5	16 ⁰	0,19	8
СМАД	1,15	13/17	1,5	13 ⁰	0,13	7
ГРАФИТ	1,13	11/15	1,0	15 ⁰	0,19	7

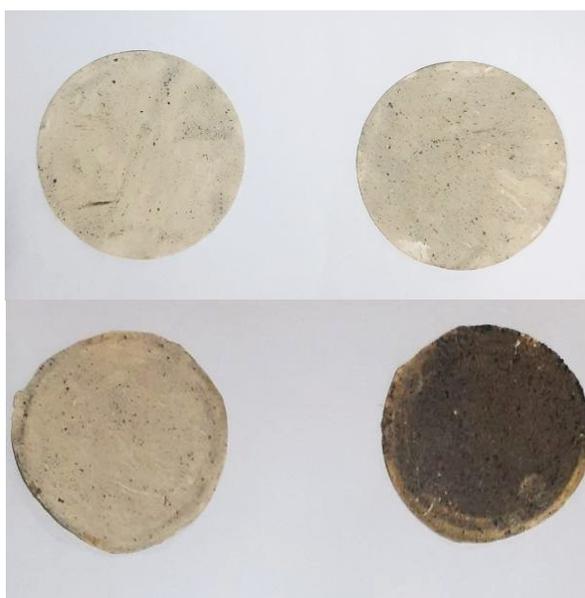


Рис. 2. Фильтрационные корки различных буровых растворов на основе смазывающей добавки УМС

Как видно из табл. при добавлении в глинистые растворы реагентов К-4, К-9, нефти, графита, СД-1, ОП-10 и СМАД-1 заметно снижается сила прилипания на контактных границах «глинистая корка-металл», что подтверждает наличие смазывающего пристенного слоя «корка-бурильные

трубы». Видно, что наибольший смазывающий эффект оказывает обработка глинистого раствора реагентом УМС при указанных дозировках. Как видно, при равных условиях действие УМС превосходит по сравнению с ОП-10, графитом, а также СМАД-1, являющимися традиционными смазывающими агентами. Причем, реагенты типа К-4 и К-9 при относительно малых концентрациях помимо высокой смазывающей способности, являются также сильными понизителями водоотдачи.

Таким образом, при достижении хорошей смазывающей способности бурового раствора и устойчивости пристенного скольжения ожидается: обеспечение уменьшения вероятности затяжек - посадок, прихватов бурильной колонны, степени ее скручивания при вращении ротором; увеличения нагрузки на долото в связи с уменьшением силы трения труб о стенки скважин. Все это будет способствовать повышению скорости проходки.

Подытожив данные, полученные в процессе проведения лабораторных исследований, реагент УМС, обладающий смазывающим эффектом можно использовать для предупреждения сальника образования на бурильных инструментах, а также в качестве понизителя фильтрации, стабилизатора, коркообразования создающий за счет тонкую пленку.

Уступающая способность по сравнению с графитом и другими смазывающими веществами разработанного бурового раствора заключается в простоте приготовления, специфике состава и структур, не теряющих своих первоначальных свойств после простоя, низкой водоотдачи, который при достижении хорошей смазывающей способности бурового раствора и устойчивости пристенного скольжения ожидается: обеспечение уменьшения вероятности затяжек – посадок, прихватов бурильной колонны, увеличения нагрузки на долото в связи с уменьшением силы трения труб о стенки скважин. Все это будет способствовать повышению скорости проходки.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ:

1. Агабальянц Э.Г. Промывочные жидкости для осложненных условий бурения // Агабальянц Э.Г. – М.: Недра, 1982. – С. 184.

2. Бродский Ю., Файнштейн А. Буровые растворы на углеводородной основе // Журнал «Бурение и нефть». – М., 2006. – №7, 8. – С. 24 – 26.

3. Нурмамедов А., Монтрова С.В., Хамраев С.С. Внедрение термо- и солестойких рецептур буровых растворов // Узбекский журнал нефти и газа. – Ташкент, 2002. – № 1. – С. 9 – 11.

4. Мирсаатова Ш.Х., Рахимов К.А., Умедов Ш.Х. Влияния нового реагента УМС-1 на свойства нормальной промывочной жидкости // «Нефть ва газ сохасида кадрлар тайёрлаш сифатини оширишда таълим ва ишлаб чиқариш кластерининг ахамияти» Илмий-амалий конференцияси. – Карши, 2023. –С.560 – 562.

5. Рахманбердиев Г.Р., Юсупов Н., Умедов Ш.Х., Юсупходжаева Э. Синтез водорастворимого смешанного эфира целлюлозы для стабилизации буровых растворов // Проблемы и перспективы развития нефтяной промышленности Казахстана: Тезисы докладов Международной конференции – Алматы, 2005. – С. 112 – 113.

6. Турицына М.В. Оценка перспективности применения газожидкостных смесей на месторождениях с аномально-низкими пластовыми давлениями /Турицына М.В., Яковлев А.А. // Научный вестник МГГУ. – 2012. – №6(27). –С. 117 – 123.

7. Рузманов Ф., Мирсаатова Ш.Х., Нуритдинов Ж.Ф., Санетуллаев Е.Е., Ашууров Б.Б. Исследование реологических свойств промывочной жидкости, обработанной с использованием местного материала // Булатовские чтения. Сборник статей. – Краснодар, 2022. – С. 437 – 441.

8. Турицына М.В. Первичное вскрытие пластов с аномально низкими давлениями. Теория и практика современного состояния вопроса //

Материалы XII Международной молодежной научной конференции «Севергеоэкотех-2011» (16-18.03.2011 г., Ухта): В 5-ти частях. 2011. – Ч.2. – С. 62 – 65.