

УДК 622.24

Количественный анализ процесса электрохимической активации промывочной жидкости

Давиденко А. Н., Полищук П. П.

ГВУЗ «Национальный горный университет», Днепропетровск, Украина

Поступила в редакцию 01.03.11, принята к печати 18.03.11

Аннотация

Применение прогрессивных способов бурения скважин определяют повышенные требования к технологии промывки и параметрам очистных агентов. При воздействии на промывочную жидкость электрического поля при электрохимической обработке происходит переход ее в метастабильное активированное состояние. Проведен количественный анализ механизма распределения энергии при электрохимической активации жидкости и выделены основные факторы, влияющие на энергетические параметры данного процесса.

Ключевые слова: промывочная жидкость, электрохимическая обработка.

Введение

Интенсификация процессов бурения может быть обеспечена за счет повышения требований к технологии промывки скважин и использования очистных агентов с заданными технологическими свойствами. Известны различные способы активации водных растворов, применяемых при бурении скважин, с целью повышения технико-экономических показателей бурения, увеличения процесса разрушения горных пород на забое, поддержания стенок скважины от обрушения и так далее. К таковым относятся: химический, механический, термический, магнитный, электрохимический, электрический и другие способы [1].

Электрохимическая обработка промывочной жидкости – метод довольно эффективный, но пока малораспространенный из-за того, что не до конца изучен и не имеет четких рекомендаций по его применению.

По существующим представлениям, электрохимическая активация как физико-химический процесс – это совокупность осуществляемых в условиях минимального выделения тепла электрохимического и электрофизического воздействий на воду с содержащимися в ней ионами и молекулами растворенных веществ в области пространственного заряда у поверхности электрода (анода или катода) электрохимической системы при неравновесном переносе заряда через границу “электрод-электролит” электронами.

В результате электрохимической активации вода переходит в метастабильное (активированное) состояние, которое характеризуется аномальными значениями физико-химических параметров, в том числе окислительно-восстановительного потенциала, связанного с активностью электронов в воде, электропроводности, рН, поверхностного натяжения и других параметров и свойств.

Основной материал

Как известно, величина активации любого процесса показывает какое количество энергии необходимо затратить для перехода системы из исходного состояния в конечное – активированное.

Выход по току, которое характеризует полезное использование тока (энергии) [2]:

$$A = \frac{Q_{акт}}{Q_{\Sigma}} \cdot 100\%$$

где $Q_{акт}$ – количество электричества, которое должно быть затрачено на проведение процесса активации;

Q_{Σ} – действительные суммарные затраты электричества при проведении процесса активации жидкости.

Следует различать катодный (A_k) и анодный (A_a) выходы по току, так как они почти всегда не равны один другому. Выход по току зависит от большого числа факторов: значений температуры и относительно большой скорости диффузии, плотности тока, рода и количества примесей, расстояния между электродами и их площадей, времени проведения процесса активации и прочее.

Энергия, потребляемая электроактиватором при проведении активации равна:

$$N = \frac{I \cdot U}{\Delta t},$$

где I – сила тока, проходящая через активатор, А; U – напряжение в сети, В; Δt – время проведения активации, с.

Энергия, которая расходуется на изменение параметров активируемой жидкости:

$$N_{var} = N \cdot \eta$$

где η – коэффициент полезного действия, который учитывает потери энергии в электроактиваторе и зависит от конструктивных параметров ($\eta = 0,95 - 0,85$).

Энергия, расходуемая на изменение параметров активируемой жидкости, распределяется на перевод жидкости в метастабильное активированное состояние $N_{акт}$, т.е. изменение электрохимических параметров (водородный показатель рН, удельное электрическое сопротивление, окислительно-восстановительный потенциал) и на нагревание окружающей электрод среды N_t :

$$N_{var} = N_{акт} + N_t$$

В свою очередь энергия, расходуемая на нагревание, зависит от рода нагреваемой жидкости (величины удельной теплоемкости c) и приращения температуры ΔT :

$$N_t = c \cdot \Delta T \cdot k = c \cdot (T_2 - T_1) \cdot k$$

где k – коэффициент, учитывающий переход в единицы измерения из Дж/кг в Вт/с.

В качестве критерия величины активации нами использована величина изменения водородного показателя ΔpH активированной жидкости по сравнению с исходной жидкостью. Отнесение изменения ΔpH к затраченной на активацию энергии N дает удельный показатель n , который характеризует степень активации в зависимости от величины затраченной энергии.

$$n = \frac{\Delta pH}{N}$$

Удельный показатель n служит своеобразным КПД процесса активации жидкости. Он приобретает наибольшие значения, когда наибольшим значениям изменения водородного показателя соответствует наименьшие затраты энергии при активации неизменного объема жидкости. В свою очередь количество затрачиваемой энергии N равно:

$$N = \frac{I \cdot U}{\Delta t} = \frac{N_{var}}{\eta} = \frac{N_{акт} + N_t}{\eta} = \frac{[N_{акт} + c \cdot (T_2 - T_1)]}{\eta}$$

Возможно допущение, что $N_{акт} = const$, т.е. чтобы провести активацию постоянного объема жидкости с изменением ΔpH на определенное значение необходимо постоянное

количество энергии. Далее, анализируя последнее выражение, отметим, что N приобретает наименьшие значения при условиях когда:

$\eta \rightarrow \max$ – возможно увеличение КПД электроактиватора за счет улучшения конструктивных параметров;

$$N_t = c \cdot (T_2 - T_1) \rightarrow \min.$$

Необходимо стремиться, чтобы N_t имело как можно меньшую величину, что позволит наиболее рационально использовать энергию, потребляемую электроактиватором. Это достигается путем нахождения и использования оптимальных зон, полученных при решении системы из трех функциональных зависимостей, где описывается отношение величины активации ($f(x)=\Delta pH$) к продолжительности проведения процесса (V), к расстоянию между электродами (L) и к площади контакта электродов с жидкостью (S):

$$\begin{cases} f(V) \\ f(L) \\ f(S) \end{cases}$$

Величина активации имеет прямо пропорциональную зависимость от продолжительности проведения процесса: $f(V) = V \cdot \eta_V \cdot v$.

Удельный показатель v характеризует интенсивность процесса активации в зависимости от времени: $v = \frac{\Delta pH}{1c} c^{-1}$. Так как процесс активации проходит неравномерно, то на разных интервалах v будет иметь разные значения. При этом значения L и S не изменяются.

Оптимальная зона величины продолжительности активации определяется исходя из условия: $\begin{cases} V \rightarrow \min \\ \eta_V \rightarrow \max \end{cases} \Rightarrow v \rightarrow \max$

Зависимость величины активации от расстояния между электродами имеет следующий вид: $f(L) = L \cdot \eta_L \cdot l$.

Удельный показатель l характеризует интенсивность процесса активации в зависимости от расстояния между электродами при прочих равных условиях ($V = \text{const}$, $S = \text{const}$) $l = \frac{\Delta pH}{1M} M^{-1}$.

Нахождение оптимальной зоны расстояния между электродами проводят при выполнении условий: $\begin{cases} L \rightarrow \min \\ \eta_L \rightarrow \max \end{cases} \Rightarrow l \rightarrow \max$.

Площадь электродов и величина активации имеют следующее соотношение: $f(S) = S \cdot \eta_S \cdot s$.

Удельный показатель s показывает, как изменяется интенсивность активации в зависимости от площади электродов при прочих равных условиях ($V = \text{const}$, $L = \text{const}$) $s = \frac{\Delta pH}{1M^2} (M^2)^{-1}$.

Нахождение оптимальной зоны величины площади электродов находят исходя из условий: $\begin{cases} S \rightarrow \min \\ \eta_S \rightarrow \max \end{cases} \Rightarrow s \rightarrow \max$.

Выводы

С целью получения высокой эффективности изменения параметров промывочной жидкости при проведении электрохимической активации необходимо использовать значения

оптимальных зон, полученных при решении функциональных зависимостей, выражающих соотношение величины активации к времени проведения процесса, расстоянию между электродами и площадью контакта жидкости с электродом. Это позволит наиболее рационально использовать энергию, которая подводится к электроактиватору, с наименьшими потерями на нагревание окружающей электрод среды.

Библиографический список

1. Летников Ф.А. Кашеева Т.В. Минцас А.Ш. Активированная вода. – Новосибирск: Наука, 1976. – 97 с.
2. Лубянская М.Г. Мариампольский Н.А. Бахир В.М. Некоторые характеристики метастабильного состояния водных растворов электролитов при их электроактивации // Вопросы бурения скважин, разведки и разработки газовых месторождений Сев. Кавказа и Узбекистана. М.: Наука, 1981.С. 66 – 72.

© Давиденко А. Н., Полищук П. П., 2011.

Анотація

Застосування прогресивних способів буріння свердловин визначають підвищені вимоги до технології промивання і параметрам очисних агентів. При впливі на промивну рідину електричного поля при електрохімічній обробці відбувається перехід її в метастабільний активований стан. Проведено кількісний аналіз механізму розподілу енергії при електрохімічній активації рідини і виділені основні фактори, що впливають на енергетичні параметри даного процесу.

Ключові слова: промивальна рідини, електрохімічна обробка.

Abstract

Application of progressive methods of drilling places greater demands on technology and parameters of the washing water treatment agents. When exposed to the washing liquid of the electric field in electrochemical processing is its transition to a metastable activated state. A quantitative analysis of the mechanism of energy distribution in the electrochemical activation of the liquid and the basic factors affecting the energy parameters of the process.

Keywords: drilling fluid, electrochemical processing.