

studied. It is shown that the device being designed can significantly accelerate and direct the flow of washing liquid to processing objects.

Key words: bore hole, cavity, clay-mud accumulations, device for processing, drilling mud.

Література

1. Будников В. Ф., Булатов А. И., Макаренко П. Г. Проблемы механики бурения и заканчивания скважин. – М. Недра. 1996. – 496 с.
2. Игнатов А. А. Характеристика рабочих параметров устройства по подготовке скважин к креплению // *Металлургическая и горнорудная промышленность*. – 2016. – № 4. – С. 41–47.
3. Пат. 108587 Україна, МПК Е 21 В 37/02. Пристрій для обробки стовбура свердловини / О. М. Давиденко, А. О. Ігнатов, С. Ю. Дворник. – Заявл. 04.01.16; Опубл. 25.07.16; Бюл. № 14.

Надійшла 16.06.17

УДК 622.24.06

А. Н. Давиденко, д-р. техн. наук, **П. П. Полищук**

Государственный ВУЗ «Национальный горный университет», г. Днепр, Украина

ОСНОВНЫЕ КРИТЕРИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ПРИ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ЖИДКОСТИ

Рассмотрен механизм распределения энергии в электроактиваторе при проведении электрохимической обработки жидкости. Обосновано использование удельной энергоемкости жидкости для изменения водородного показателя как одного из основных критериев при расчете затрат энергии на обработку жидкости.

Ключевые слова: промывочная жидкость, водородный показатель, электрохимическая обработка, удельный расход энергии.

Дисперсионной средой для промывочной жидкости на водной основе является вода – наиболее распространенное соединение, имеющее очень важное значение в различных процессах. Наличие электрических свойств в дисперсных системах обусловило возможность применения электрического тока в буровой практике. При бурении скважин действие постоянного электрического тока может быть использовано для регулирования структурно-механических параметров и свойств промывочных жидкостей, обогащения и улучшения качества глин, укрепления стенок скважин, освобождения прихваченного инструмента и других целей [1; 2].

Параметры электрохимически обработанной промывочной жидкости зависят от количества электричества, полученного водой [3]. Поэтому мера активации – ее критерий при токовой активации воды есть некая величина, пропорциональная количеству электричества Q , выделившемуся за время активации t и проходящего через единицу объема v .

Обозначим величину этого критерия A . Тогда

$$A = k \frac{Q}{v},$$

где k –размерный коэффициент пропорциональности, зависящий от качества мембраны и электродов, а также особенностей активируемой жидкости.

Если мощность, потребляемая активатором W , то коэффициент максимального использования этой энергии можно выразить так:

$$\eta_u = \frac{A}{W} = k \frac{Q}{vWt} \quad (1)$$

Если весь электрический заряд участвует как в процессе электролиза, так и в процессе активации, то $Q = It$, где I – рабочая сила тока.

Тогда с учетом, что $W = IU$, где U – рабочее напряжение окончательно получим:

$$\eta_u = \frac{k}{vU}.$$

Таким образом, коэффициент полезного действия (использования) определяется коэффициентом k , зависящим от качества электродов и мембраны; он тем больше, чем меньше рабочее напряжение и рабочий объем активатора. Отсюда прямо следует вывод, что выгодно проектировать активаторы малого рабочего объема и включать их последовательно в цепь. При этом желательно максимально уменьшить напряжение, что достигается минимальным расстоянием между электродами. Кроме того, есть еще одна возможность увеличить η . Для этого следует увеличить время нахождения активируемого вещества в активаторе.

Если в выражение (1) подставить значение напряжения U , выраженное через силу тока и сопротивление, то в простейшем случае для ячейки прямоугольной геометрии это выражение примет вид

$$\eta_u = \frac{ka}{lI^2},$$

где a – величина электропроводности в установившемся режиме; I – рабочая сила тока; l – расстояние между электродами.

Таким образом, если выбран режим с постоянным напряжением и постоянным рабочим объемом, как следует из выражения, наименьший расход мощности при активации этого объема жидкости достигается при наименьшем рабочем напряжении. Если же активатор работает в режиме постоянного тока, то для получения минимального расхода энергии следует уменьшить расстояние между электродами и увеличить электропроводность жидкости. Уменьшение расстояния между электродами и рабочей силы тока выгодно для сокращения расходуемой энергии, но может негативно влиять на производительность активатора. Для получения максимального количества активированной жидкости целесообразно увеличить рабочую силу тока. Поэтому в каждом конкретном случае необходимо выбирать оптимальный режим, при котором получается наибольшая производительность активатора при наименьших затратах энергии.

Электропроводность водных растворов и других жидкостей часто определяется составом растворенных в них веществ. Последние, в свою очередь, определяют время сохранения активации.

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

Выход по току, который характеризует полезное использование электрической энергии,

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

где $Q_{\text{акт}}$ – количество электричества, которое должно быть затрачено на проведение процесса активации при электрохимической обработке; Q_{Σ} – действительные затраты электричества при проведении процесса активации жидкости.

Следует различать катодный A_k и анодный A_a выходы по силе тока, так как они почти всегда различаются. Выход по силе тока зависит от большого количества 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 др.

Энергия, потребляемая электроактиватором при электрохимической обработке,

$$E = IUt,$$

где I – сила тока, протекающая через активатор, А; U – напряжение на электродах, В; t – время проведения обработки, с.

Энергия, расходуемая на изменение параметров и свойств обрабатываемой жидкости, равна:

$$E_{var} = E \cdot \eta,$$

где η – коэффициент полезного действия, который учитывает потери энергии в электроактиваторе и зависит от его конструктивных параметров, $\eta = 0,90-0,98$.

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

$$E_{var} = E_t + E_{акт}.$$

В свою очередь энергия, расходуемая на нагревание при электрохимической обработке, зависит от рода нагреваемой жидкости и приращения температуры:

$$E_t = mc(T_2 - T_1) = mc\Delta T,$$

где m – масса обрабатываемой жидкости, кг; c – удельная теплоемкость жидкости, Дж/(кг·К); T_1 и T_2 – температура жидкости соответственно в начале и конце процесса электрохимической обработки, К.

Энергия активации для изменения электрохимических параметров жидкости

$$E_{акт} = md(pH_2 - pH_1) = md\Delta pH,$$

где d – удельная энергоемкость жидкости для изменения значения рН, Дж/кг; pH_1 и pH_2 – значения водородного показателя соответственно исходной и обработанной жидкости.

Параметр d определяет количество энергии которое необходимо сообщить 1 кг жидкости для того чтобы изменился водородный показатель рН на одну единицу (по аналогии с показателем c – удельной теплоемкостью жидкости).

Тогда энергия, расходуемая на изменение параметров и свойств обрабатываемой жидкости,

$$E_{var} = mc\Delta T + md\Delta pH \quad (2)$$

Выделив из выражения (2) параметр d можно определить его числовое значение:

$$d = \frac{E_{var} - mc\Delta T}{m\Delta pH} = \frac{E\eta - mc\Delta T}{m\Delta pH} = \frac{IUt\eta - mc\Delta T}{m\Delta pH} \quad (3)$$

Таким образом, при заданном времени проведения электрохимического воздействия и количестве обрабатываемой жидкости, измеренных значениях прироста водородного показателя ΔpH и температуры ΔT , а также при определенных величинах силы тока и

напряжения используя выражение (3), возможен расчет значения удельных затрат энергии на процесс электрохимической обработки промывочной жидкости в электроактиваторе.

Так как катодный и анодный выходы по силе тока почти всегда не различаются, как отмечалось ранее, то и энергия, расходуемая на изменение параметров обрабатываемой жидкости в катодной и анодной камерах, распределяется по-разному. Это выражается в различных значениях и степени интенсивности изменения температуры и показателя pH. Поэтому и удельный показатель d для анодной и катодной обработки будет иметь разные значения d_A и d_K соответственно. Степень и интенсивность изменения значений температуры ΔT и водородного показателя ΔpH будут зависеть от содержания примесей в исходной жидкости, а также от пропускной эффективности полупроницаемой диафрагмы.

Также следует отметить, что при проведении электрохимической обработки происходит изменение объема жидкости в катодной и анодной камерах, причем в катодной камере объем жидкости увеличивается, а в анодной уменьшается. Это происходит за счет переноса через полупроницаемую диафрагменную перегородку ионов и удержания их в поле действия электродов, а также реакций окисления и восстановления молекул на катоде и аноде электрохимической системы. В результате этих реакций в катодной камере происходит восстановление молекул воды ($2H_2O + 2e \rightarrow H_2\uparrow + 2OH^-$), что приводит к насыщению этой камеры гидроксильными группами OH^- и образованием жидкости со щелочными свойствами. В анодной камере при окислении воды ($2H_2O - 4e \rightarrow O_2\uparrow + 4H^+$) жидкость насыщается ионами водорода H^+ , что соответствует образованию кислотной фракции электрохимически обработанной жидкости. Также в катодной камере происходит образование нерастворимых гидроксидов металлов и восстановление многозарядных катионов с последующим выпадением их в осадок. Растворенные в воде газы ($O_2, Cl_2, CO_2, H_2, N_2, SO_2, NO_2$) улетучиваются в приэлектродной зоне.

Вследствие изменения объема жидкости в камерах электроактиватора при проведении электрохимической обработки вычисление параметра d необходимо проводить с учетом значения массы жидкости в каждой из камер – m_A и m_K соответственно.

Предполагается что энергия, подводимая к электроактиватору, распределяется между анодной и катодной камерами поровну.

Таким образом, численное значение удельной энергоемкости жидкости для изменения значения pH будет равно $d_A = \frac{IU\eta/2 - m_A c \Delta T_A}{m_A \Delta pH_A}$ для анодной камеры и $d_K = \frac{IU\eta/2 - m_K c \Delta T_K}{m_K \Delta pH_K}$

для катодной соответственно.

Учитывая все выше изложенное выражение (2) примет вид:

$$E_{var} = (m_A d_A \Delta pH_A + m_K d_K \Delta pH_K) + (m_A c \Delta T_A + m_K c \Delta T_K)$$

Удельный энергетический параметр d в значительной степени зависит от режима подачи электроэнергии. Следовательно это необходимо учитывать при проектировании конструкции электроактиватора.

Выводы

Приведенные в работе выражения позволяют описать механизм распределения и затрачивания энергии, получаемой электроактиватором при электрохимической обработке жидкости. Для реализации изменения электрохимических параметров жидкости с наибольшим коэффициентом полезного действия необходимо использовать значения оптимальных зон, полученных при решении системы функциональных зависимостей, выражающих соотношение величины изменения водородного показателя и времени

проведения процесса, расстояния между электродами и площади контакта жидкости с электродом.

Розглянуто механізм розподілу енергії в електроактиваторі при електрохімічній обробці рідини. Обґрунтовано використання питомої енергоємності рідини для зміни водневого показника як одного з критеріїв при розрахунку витрат енергії на обробку рідини.

Ключові слова: промивна рідина, водневий показник, електрохімічна обробка, питомі витрати енергії.

THE MAIN ENERGY DISTRIBUTION CRITERIA DURING ELECTROCHEMICAL LIQUID TREATMENT

The mechanism of energy distribution in the electro activator during electrochemical liquid treatment is considered. The use of fluid specific energy capacity for changing the value of the hydrogen index as one of the main criteria in calculating the energy costs for treating liquids is substantiated.

Key words: washing liquid, hydrogen index, electrochemical treatment, specific energy consumption.

Литература

1. Должников П. Н., Кипко А. Э. Электрохимический тампонаж тонкопористых песчаников. – Донецк: Норд-Пресс, 2008. – 249 с.
2. Крупин С. В., Булидорова Г. В., Кирич Л. В. Влияние электрохимической активации на эксплуатационные характеристики глинистых дисперсий на основе глинопорошка "Бентокам" // Наука и технология углеводородов. – 2002. – № 3. – С. 59–63.
3. Давиденко А. Н., Полищук П. П. Результаты лабораторных исследований процесса электрохимической активации промывочной жидкости, применяемой при сооружении скважин // Матеріали міжнародної конференції «Форум гірників – 2011». – Дніпропетровськ: РВК НГУ, 2011. – С. 89–93.

Поступила 11.07.17

УДК 621.921.34-2:622.24.051

А. М. Исонкин, Г. Д. Ильницкая, И. Н. Зайцева кандидаты технических наук

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

ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ АЛМАЗОВ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ БУРОВЫХ КОРОНОК

Приведены результаты исследований влияния дефектности алмазов на работоспособность алмазных буровых коронок. Показано, что увеличение дефектности алмазов с повышением в кристаллах внутреннекристаллических примесей в процессе синтеза способствует снижению их прочности и износостойкости инструмента.

Ключевые слова: синтетические алмазы, дефектность, включения металлов-катализаторов, износостойкость, буровые коронки.

Введение

В последние несколько десятилетий сильно расширились области применения синтетических алмазов в самых различных областях техники. Применительно к процессам разрушения твердых горных пород при бурении скважин все возрастающие потребности