



УДК 622.245.063

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСИСТОМЕТРА ZM 1003M ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ЗАГУСТЕВАНИЯ ТАМПОНАЖНЫХ РАСТВОРОВ ПРИ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ И ДАВЛЕНИЯХ

MODERNIZATION CONSISTOMETER ZM 1003M OF DETERMINING TIME REQUIRED FOR CEMENTING SLURRIES THICKENING AT HIGH TEMPERATURES AND PRESSURE

Демихов Олег Владимирович

кандидат технических наук,
ведущий инженер-технолог,
ООО «Газпром трансгаз Краснодар»
olegkip@mail.ru

Demikhov Oleg Vladimirovich

Candidate of Technical Sciences,
Leading process engineer,
LLC «Gazprom transgaz Krasnodar»
olegkip@mail.ru

Аннотация. После смешивания тампонажных материалов с водой происходит структурообразование смеси, изменяется ее консистенция во времени. При подборе рецептур тампонажных растворов для цементирования скважин необходимо определение времени загустевания тампонажных растворов с учетом условий конкретной скважины. В статье излагается методика определения времени загустевания тампонажных растворов, приводится описание принципа работы и характеристики модернизированного консистометра ZM 1003M, имитирующего скважинные условия.

Annotation. Mixing of slurry materials with water leads to structural formation of the mixture, its thickness changes in time. While choosing of slurries for well cementing it is necessary to determine the time of slurries thickening with account of conditions of any well. The article discusses some method of determination of time required for slurries thickening, describes operational principals and characteristics of the modernization consistometer ZM 1003M, simulating well conditions.

Ключевые слова: методика, тампонажный раствор, время загустевания тампонажных растворов, консистометр.

Keywords: method, cementing slurry, time required for cementing slurries thickening, consistometer.

Основным свойством тампонажных растворов является их способность к структурообразованию, проявляющаяся через некоторое время после затворения в загустевании растворов и их дальнейшем твердении. В процессе развития структуры тампонажного раствора меняется его консистенция, которая определяет степень его прокачиваемости, т.е. гидравлическое сопротивление. В условиях скважины при изменяющихся по глубине температуре и давлении активизируются процессы структурообразования тампонажных растворов.

Градиенты температур и давлений при увеличении глубины скважин для различных нефтяных и газовых месторождений различны. В процессе цементирования скважин тампонажный раствор попадает в условия повышенных температур и давлений, что приводит к увеличению скорости структурообразования в растворе, в результате чего фактическое время нормальной прокачиваемости тампонажного раствора оказывается значительно меньше значения, установленного при стандартных условиях ($p = 1$ атм, $t = 20$ °С). Это привело к необходимости индивидуального подбора рецептур тампонажных растворов для конкретных условий (температур и давлений) в скважине. Главным при этом является определение времени нормальной прокачиваемости тампонажного раствора для условий в конкретной скважине, достаточного для проведения всего процесса цементирования нефтяной или газовой скважины.

Для определения времени загустевания тампонажных растворов при высоких температурах (до 200 °С) и высоких давлениях (до 100 МПа) разработан и модернизирован консистометр ZM 1003M.

Принцип действия консистометра основан на дистанционном измерении крутящего момента, возникающего на вращающейся с заданной скоростью рамке, погруженной в тампонажный раствор, находящейся внутри автоклава, в котором создается давление до 100 МПа и температура до 200 °С. Значения крутящего момента преобразуются в широтно-импульсный электрический сигнал и отображаются на индикаторе.

В состав консистометра ZM 1003M входят (рис. 1): блок измерительный, автоклав, блок управления. Вращение измерительной рамки осуществляется через магнитную муфту. Внешняя часть магнитной полумуфты находится в блоке измерительном и приводится в движение шаговым двигателем. Внутренняя часть магнитной полумуфты находится в узле магнитного привода, который устанавливается в автоклав вместе со стаканом, измерительной рамкой и диском (рис. 2). Узел магнитного привода закрывается крышкой автоклава с использованием уплотнительных манжет и крепится при помощи накидной гайки с



рукоятками. Увеличение температуры в автоклаве осуществляется с помощью нагревателей, а для контроля температуры в автоклаве используется датчик температуры. Охлаждение автоклава осуществляется с помощью воды, подаваемой во входной штуцер и выходящей из выходного штуцера. Давление в автоклаве определяется с помощью поршня, воздействующего на тензодатчик.



Рисунок 1

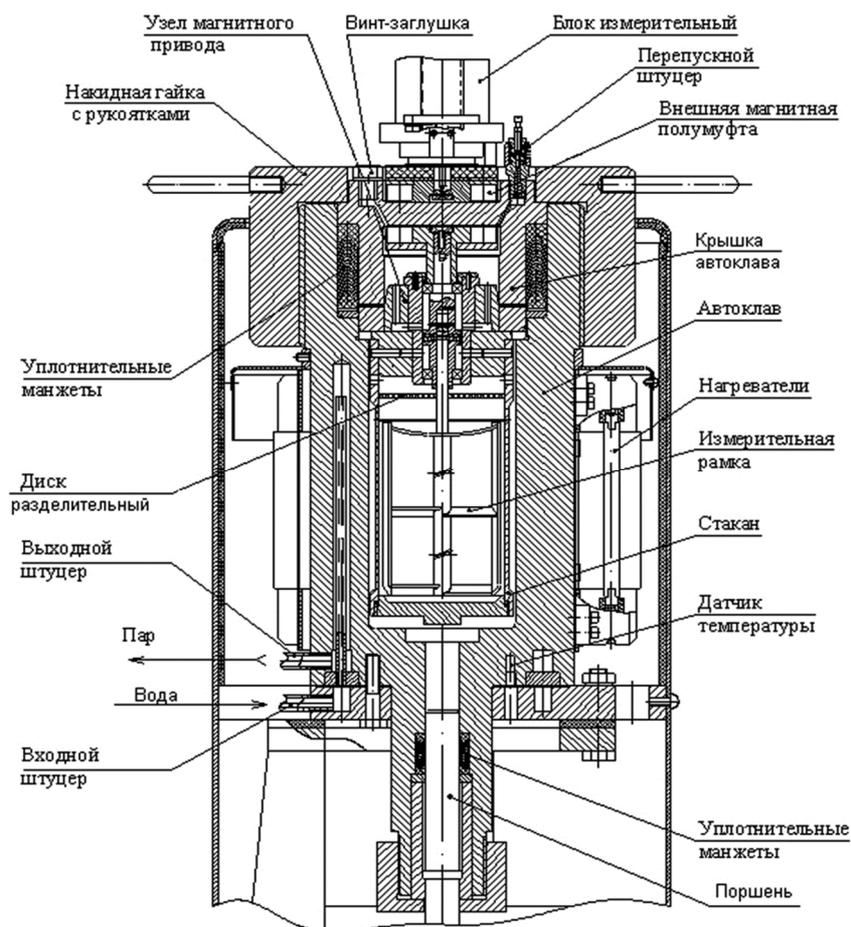


Рисунок 2

- Основные технические характеристики:
- диапазон определения консистенции, е.к. 0–100;
 - погрешность определения консистенции, % ± 5;



- частота вращения измерительной рамки, об/мин. 150 ± 1 ;
- верхний предел температуры нагрева раствора, °С 200;
- погрешность измерения температуры, % ± 2 ;
- верхний предел давления в автоклаве, МПа 100;
- погрешность измерения давления, % $\pm 2,5$.

Перед испытаниями пробы тампонажного раствора оператор с помощью клавиатуры в блоке управления консистометра ZM 1003M задает значения уставок: температуры, давления и максимального значения консистенции. Введенные параметры испытания (температура, давление и максимальное значение консистенции) запоминаются во внутренней энергонезависимой памяти. В процессе работы консистометра температура и давление автоматически поддерживаются на заданном уровне до завершения испытаний. Консистометр автоматически завершает испытание при достижении заданного оператором максимального значения консистенции тампонажного раствора. При этом подается звуковой сигнал, выключается нагрев и на индикаторе отображается инструкция для действий оператора. Консистометр позволяет записывать во внутреннюю энергонезависимую память текущие значения температуры, давления и консистенции в ходе испытаний через заданные промежутки времени – от 1 до 10 мин. Потом эти данные можно вывести на индикатор или передать по интерфейсу USB на персональный компьютер для обработки.

Литература:

1. Булатов А.И., Демихов В.И., Макаренко П.П. Контроль процессов бурения нефтяных и газовых скважин. – М. : Недра, 1998. – 423 с.
2. Демихов В.И., Филиппов Е.Ф. Практическая реализация основных принципов метрологического обеспечения технологии бурения скважин // Бурение и нефть. – 2007. – № 4.
3. Лышко Г.Н. Материалы и технологии герметизации заколонного пространства скважин / Вчера, сегодня, завтра. Материалы 1 Международной научно-практической конференции (31 марта 2017 г.). Сборник статей. – Краснодар, 2017. – 152 с.

References:

1. Bulatov A.I., Demikhov V.I., Makarenko P.P. Control of processes of drilling of oil and gas wells. – M. : Nedra, 1998. – 423 p.
2. Demikhov V.I., Filippov E.F. Implementation of the basic principles of metrological support of technology of well-drilling // Drilling and oil. – 2007. – № 4.
3. Lyshko G.N. Materials and technologies of sealing of behind-the-casing space of wells / Yesterday, today, tomorrow. Materials of 1 International scientific and practical conference (on March 31, 2017). Collection of articles. – Krasnodar, 2017. – 152 p.