



РЕСПУБЛИКА КАЗАХСТАН

(19) **KZ** (13) **B** (11) **35036**

(51) **E21B 45/00** (2006.01)

E21B 44/00 (2006.01)

E21B 3/00 (2006.01)

МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21) 2019/0408.1

(22) 05.06.2019

(45) 30.04.2021, бюл. №17

(72) Билецкий Мариан Теодорович; Ратов Боранбай Товбасарович; Деликешева Динара Насипуловна

(73) Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева»

(56) KZ 29630 A4 от 16.03.2015

(54) **СПОСОБ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПЛАСТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ И ДИНАМИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ СДВИГА БУРОВОГО РАСТВОРА И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ**

(57) Изобретение относится к области горного дела, в частности, к добыче полезных ископаемых и геологоразведочным работам.

Автоматический непрерывный мониторинг пластической вязкости и динамического напряжения сдвига (ДНС) бурового раствора в части способа осуществляется путем подготовки исходных данных к использованию в автоматическом устройстве.

Значения условной вязкости и плотности вводятся непрерывно с заданным периодом времени. Параметры воронки вводятся однократно в качестве констант. Все значения входных параметров в устройстве автоматического мониторинга обрабатываются согласно алгоритму.

Автоматический мониторинг в части устройства осуществляется путем добавления к прототипу микросхемы, на которую с заданным периодом подаются переведенные в цифровую форму сигналы автоматического непрерывного мониторинга условной вязкости и плотности бурового раствора, где они совместно с заложенными туда в качестве констант параметрами воронки измерителя условной вязкости обрабатываются в соответствии с представленным способом с периодической подачей значений условной вязкости и ДНС на табло и в память.

Данное устройство в соответствии со способом конструктивно обеспечивает автоматический непрерывный мониторинг пластической вязкости и ДНС бурового раствора.

(19) KZ (13) B (11) 35036

Изобретение относится к области горного дела, в частности, к добыче полезных ископаемых и геологоразведочным работам.

1. Способ измерения пластической вязкости и динамического напряжения сдвига бурового раствора

Известен способ, измерения указанных параметров, при котором вращение передается на чувствительный элемент через окружающий его слой жидкости за счет вязкости последнего. На этом способе основаны ротационные вискозиметры. [Л.М.Ивачев: Промывка и тампонирующие геологоразведочных скважин М.: Недра 1975, 1989], Недостаток этого способа - в сложности реализующих его устройств и процедуры измерения, высокой стоимости (порядка 400 000 тенге), а также в малопригодности для использования в полевых условиях.

В этой же работе Л.М. Ивачева приводится простой дешевый и широко распространенный в практик буровых работ способ измерения вязкости буровых растворов с помощью мерной воронки с насадкой, имеющей калиброванный проходной диаметр. Вязкость жидкости (правильное название, "условная" вязкость) характеризуется временем T вытекания из воронки мерного объема V_m - т. е. части заполняющего ее объема V . Этот способ позволяет давать сравнительную оценку буровых растворов по их вязкости. Он демонстрируется на фиг.1 А: Перекрыв пальцем низ насадки 2, прибор заполняют раствором, после чего палец убирают, одновременно запуская секундомер, и сливают жидкость в мензурку 3 с делениями 4. В момент, когда уровень в мензурке поднимется до деления, соответствующего установленному регламентом объему V_m , секундомер останавливают, получая значение времени T , именуемого условной вязкостью.

Недостаток этого способа в том, что он не позволяет определять параметры истинной вязкости буровых растворов, а именно их пластическую вязкость ПВ и динамическое напряжение сдвига ДНС, знание которых необходимо для расчета потерь давления на пути промывочной жидкости в циркуляционной системе бурящейся скважины.

Технической задачей заявленного способа является использование прибора и способа измерения условной вязкости для определения ПВ и ДНС буровых растворов с многократным удешевлением и упрощением процедуры их измерения по сравнению с существующими способами, а также обеспечение возможности перехода на автоматический непрерывный мониторинг этих параметров.

Технический результат: Предлагаемый способ обеспечивает многократное (в десятки раз) снижение стоимости измерения ПВ и ДНС буровых растворов; он пригоден для перехода на их автоматический непрерывный мониторинг.

Способ измерения осуществляется путем проведения последовательности действий, в ходе которых измеряются:

- Условная вязкость T - с помощью ее стандартных измерителей типа воронки Марша (фиг.1 А)

- Объем раствора, вытекающий за половину времени условной вязкости из показанного на фиг. 1 Б следует, что после повторного заполнения воронки раствором и открытия отверстия насадки с запуском секундомера, последний останавливают и воронку удаляют от мензурки (либо перекрывают пальцем ее выходное отверстие) в момент истечения половины известного времени условной вязкости $T/2$. По делениям мензурки определяют выпущенный объем $V_{T/2}$

- Плотность бурового раствора - с помощью стандартного пикнометра

Результаты указанных действий в соответствии с законами гидравлики [Мительман Б.И Справочник по гидравлическим расчетам в бурении. М.:Гостоптехиздат, 1963] обрабатываются согласно нижеследующему алгоритму:

$$H_{T/2} = \sqrt[3]{\frac{3(V - V_{T/2})}{\pi(\text{tg}\beta)^2} + L - d/(2\text{tg}\beta)}$$

$H_{T/2}$ - средняя по времени высота истечения мерного объема;

V -объем раствора, заливаемого в воронку

$V_{T/2}$ -объем раствора, вытекающего за половину времени условной вязкости

β - угол конусности воронки

L -длина насадки

d - проходной диаметр насадки

$$\theta = \frac{4V_m}{\pi d^2 T}$$

v - средняя по времени условной вязкости скорость движения раствора по насадке

T - время условной вязкости

V_m -объем, вытекающий из воронки при измерении условной вязкости

$$\lambda = \frac{(9.81 H_{T/2} - (\theta^2 / (2a^2))) 2d}{L\theta^2}$$

λ - коэффициент гидравлических сопротивлений при прохождении раствора по насадке;

a - коэффициент сжатия потока в воронке.

$$\eta_{MED} = \frac{\lambda \rho \theta d}{128}$$

η_{MED} - наиболее вероятное среднее значение пластической вязкости раствора;

ρ -плотность раствора

$$\tau_{MED} = \frac{6\lambda \rho \theta^2}{128}$$

τ_{MED} - наиболее вероятное среднее значение динамического напряжения сдвига

2. Устройство для автоматического мониторинга пластической вязкости ПВ и динамического напряжения сдвига ДНС бурового раствора

Аналогов устройств для автоматического мониторинга ПВ и ДНС по результатам исследований литературных источников обнаружить не удалось.

Известен прибор для совместного автоматического непрерывного мониторинга условной вязкости и плотности бурового раствора [МП РК № 29630. Опул. бюллетень №3 от 16.03.2015 МПК E21B 45/00, E21B 3/00, E21B 44/00, Q01N 9/00], в котором воронка измерителя условной вязкости опирается на поворотный стол через пружину, связанный с которой контакт движется по реохорду, а на воронке закреплен нормально замкнутый контакт, на который воздействует связанный с находящимся в воронке поплавком кулачок. При каждом повороте стола датчики условной вязкости и плотности подают соответствующие сигналы напряжения.

Недостаток данного прибора в том, что он не может применяться для автоматического мониторинга ПВ и ДНС бурового раствора.

Технической задачей является создание устройства для автоматического непрерывного мониторинга реологических параметров - ПВ и ДНС бурового раствора

Технический результат - впервые создано устройство для автоматического непрерывного мониторинга реологических параметров - ПВ и ДНС бурового раствора.

Технический результат достигается применением прибора комплексного автоматического непрерывного мониторинга условной вязкости и плотности бурового раствора для автоматического непрерывного мониторинга ПВ и ДНС с добавлением блока, преобразующего входные сигналы в значения ПВ и ДНС в соответствии со способом их измерения представленном в п.1 заявки. На фиг.2 представлена блок-схема заявляемого устройства. Прибор 1 комплексного измерения условной вязкости T и плотности ρ бурового раствора с заданным периодом подает в блок 2 сигналы этих параметров, В этот же блок вводится значение $V_{T/2}$ объема вытекающего из воронки за половину времени условной вязкости. Этот объем является константой для измерителя условной вязкости данного типа. После обработки введенных величин в соответствии с заявленным способом полученные значения пластической вязкости η и динамического напряжения сдвига τ демонстрируются на дисплее 3 пульта буровика.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ определения пластической вязкости η и динамического напряжения сдвига τ буровых растворов, использующий измерение условной вязкости T прибором типа воронки Марша,

отличающийся тем, что дополнительно производится измерение объема раствора, $V_{T/2}$, вытекающего из мерной воронки за половину времени измерения условной вязкости, а также измерение плотности ρ раствора, с последующим составлением на основе результатов этих действий алгоритма:

$$H_{T/2} = \sqrt[3]{\frac{3(V - V_{T/2})}{\pi(\operatorname{tg}\beta)^2} + L - d/(2\operatorname{tg}\beta)}$$

$H_{T/2}$ - средняя по времени высота истечения мерного объема;

V - объем раствора, заливаемого в воронку

β - угол конусности воронки

L - длина насадки

d - проходной диаметр насадки

$$\vartheta = \frac{4V_M}{\pi d^2 T}$$

v - средняя скорость движения раствора по насадке

V_M - объем, вытекающий из воронки при измерении условной вязкости

$$\lambda = \frac{(9.81 H_{T/2} - (\vartheta^2 / (2a^2))) 2d}{L\vartheta^2}$$

λ - коэффициент гидравлических сопротивлений в насадке;

a - коэффициент сжатия потока в воронке.

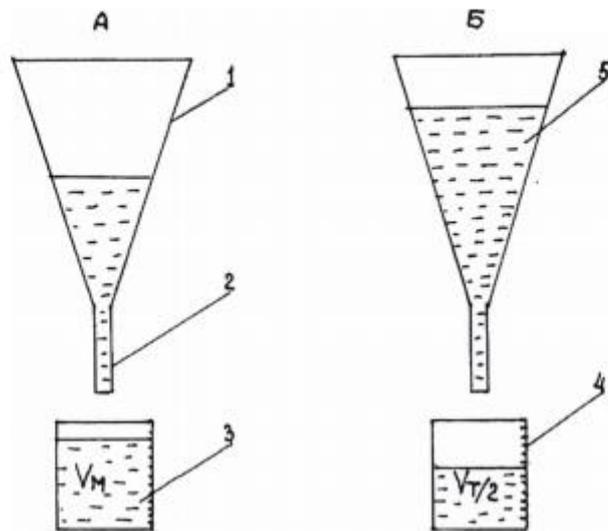
$$\eta_{MED} = \frac{\lambda \rho \vartheta d}{128}$$

η_{MED} - наиболее вероятное среднее значение пластической вязкости раствора;

$$\tau_{MED} = \frac{6\lambda \rho \vartheta^2}{128}$$

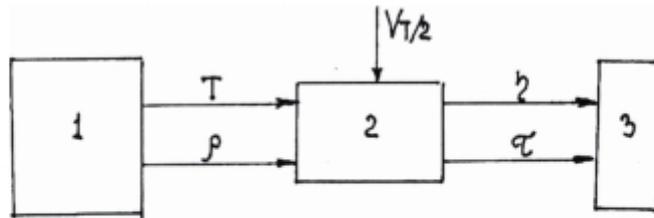
τ_{MED} - наиболее вероятное среднее значение динамического напряжения сдвига

2. Устройство для автоматического мониторинга пластической вязкости и динамического напряжения сдвига буровых растворов, включающее прибор для комплексного автоматического мониторинга плотности и условной вязкости бурового раствора, *отличающееся* тем, что упомянутый прибор дополняется блоком, в котором в соответствии со способом, изложенным в п.1 осуществляется обработка вводимых в него сигналов этого прибора совместно со значением объема, вытекающего из данной воронки за половину времени условной вязкости



Фиг 1. Использование прибора для измерения условной вязкости (прибора типа воронки Марша)

А. Измерение времени T условной вязкости бурового раствора; Б. Измерение объема $V_{T/2}$ раствора, вытекшего из воронки за половину времени условной вязкости (в обоих случаях на рисунке показан момент завершения процесса измерения); 1 – воронка; 2 – насадка; 3 – мензурка; 4 – деления; 5 – раствор, V_M – объем раствора, вытекающего из стандартной воронки согласно регламенту измерения условной вязкости



Фиг. 2 Блок-схема устройство для автоматического мониторинга Пластической вязкости и динамического напряжения сдвига бурового раствора

1 – прибор для комплексного автоматического мониторинга условной вязкости и плотности бурового раствора; 2 – Блок обработки входных данных в соответствии с заявленным способом; 3 – дисплей; T – условная вязкость; ρ – плотность; $V_{T/2}$ – объем, вытекший за половину времени условной вязкости; η – пластическая вязкость; T – динамическое напряжение сдвига.