

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ТРАНСПОРТИРОВКИ ВЫБУРЕННЫХ ЧАСТИЦ ПО СКВАЖЕНЕ

Каюмов Абдурасул Шоназарович

Ташкентский государственный технический университет

Доктор философии по техническим наукам (PhD)

qayumov0611@mail.com

Саттаркулов Лазизбек Аброр угли

Ташкентский государственный технический университет

Студент 3 курса

lazizbeksattarkulov@gmail.com

Долиева Дилнура Алишер кизи

Ташкентский государственный технический университет

Студентка 3 курса

lalifortunatelyperson@gmail.com

АННОТАЦИЯ

Задача о движение частицы в горизонтальном стволе потока жидкости представляет значительный практический интерес при бурении нефтяных и газовых скважин при выносе разбуренной породы на поверхность земли. Во время транспортировки шлама или твердых частиц при горизонтальном бурении необходимо определить скорость витания твердых частиц или скорость твердых частиц, обеспечивающей уравновешенное их состояние.

Ключевые слова: Гидравлика, бурение, осаждение, твёрдые частицы, расход потока, скорость течения, горизонтальные скважины, вращательный коэффициент, категории МООС, формула Стокса, формула Риттингера, турбулентный поток.

ABSTRACT

The main purpose of the work is about horizontal pipe of the flow to liquids presents the significant practical interest when boring oil and gas bore holes, to stand bored sorts on surface of the land. During transportation particles or hard particles under horizontal boring necessary to define the velocity diwaniyahard particles or velocity of the hard particles providing balanced his (its) condition.

Key words: Hydraulics, drilling, sedimentation, solid particles, flow rate, flow rate, horizontal wells, rotational coefficient, MEP categories, Stokes formula, Rittinger's formula, turbulent flow.

В настоящее время в мире обеспечение роста добычи нефти и газа будет осуществлено, в основном, за счет увеличения объема и темпов буровых работ и бурения вертикальных и горизонтальных скважин в глубокозалегающих продуктивных горизонтах. Мировой опыт показывает, что проводки горизонтальных скважин и исследование гидродинамическое движение многофазных жидкостей во время вращения внутренней буровой колонны, и проблемы эффективной промывки скважины изучены недостаточно.

Следовательно, изучение проблемы возникающих в процессе промывки горизонтальных скважин и транспортировка частицы выбуренной породы является приоритетной задачей и считается актуальным. Поэтому первостепенное значение приобретает необходимо более глубокого теоретического и экспериментального исследования процесса транспортирования выбуренных частиц горных пород по горизонтальному стволу скважины [1].

В мире особое внимание уделяется целое направленное изучению вопросов эффективной промывки горизонтальных нефтяных и газовых скважин и решению других задач, в том числе: разработка теоретических основ для эффективной промывки скважин, транспортировка выбуренных пород в горизонтальном стволе скважины, разработка модели исследования закономерностей движения и структуры выбуренных неоднородных сред, определение профиля потока, распределение концентрации, скоростей потока, определение критической скорости, обеспечивающей взвешенное состояние твердой частицы с учетом силы тяжести на основе теории механики сплошных сред, определить влияние реагента гидрофобного стабилизатора анатехнологические свойства буровых растворов [2].

Данная статья посвящена проблеме очистки забоя скважин от шлама при бурении горизонтальных стволов в продуктивной части пласта.

Рассмотрим основной механизм процесса выноса бурового шлама на дневной поверхности. В восходящей части потока твердая фаза частиц горной породы будет двигаться вверх со скоростью:

$$V_0 = V_{\pi} - V_{\text{ч}}, \quad (1)$$

если скорость потока в кольцевом пространстве V_{π} превышает абсолютную скорость движения частиц $V_{\text{ч}}$. Чем выше скорость циркуляционного потока V_{π} ,

плотность и вязкость бурового раствора, тем больше интенсивность осуществляется гидротранспорт шлама.

Таким образом, чтобы выбрать среднюю скорость потока, транспортирующую частиц в кольцевом канале, следует известной скорости $v_{\text{п}}$ определить $v_{\text{ч}}$. Движение частицы в кольцевом происходит под действием горизонтального потока и вертикальной Архимедовой силы и поэтому оно является двумерным. Поэтому следует использовать уравнение движения частиц в горизонтальном и вертикальным направлениях.

Введем систему координат XOY , где начало координат установим в неподвижной точке O , ось OX направим в сторону движение потока жидкости, OY перпендикулярна к ней (рис. 1).

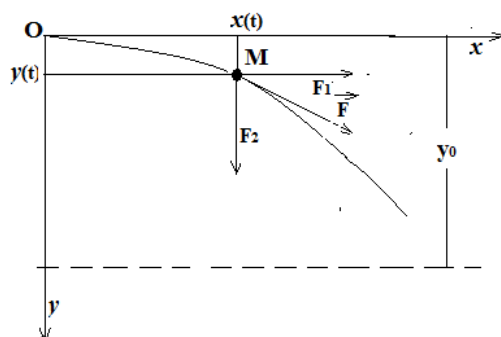


Рис. 1. Движения частиц в горизонтальном и вертикальным направления

При наличии Архимедовой силы движение частицы является двумерным, причем преобладающее движение происходит по направлению действия потока жидкости. Вертикальное (по оси OY) движение частицы происходит под действиями сил трения по закону Стокса и Архимедовой силы. На Рис. 2 представлено изменение скорости частицы по времени t (секунд) свободном ее движении по каналу ($0 < t < t_0$) и вдоль него ($t_0 < t < t_1$) [3].

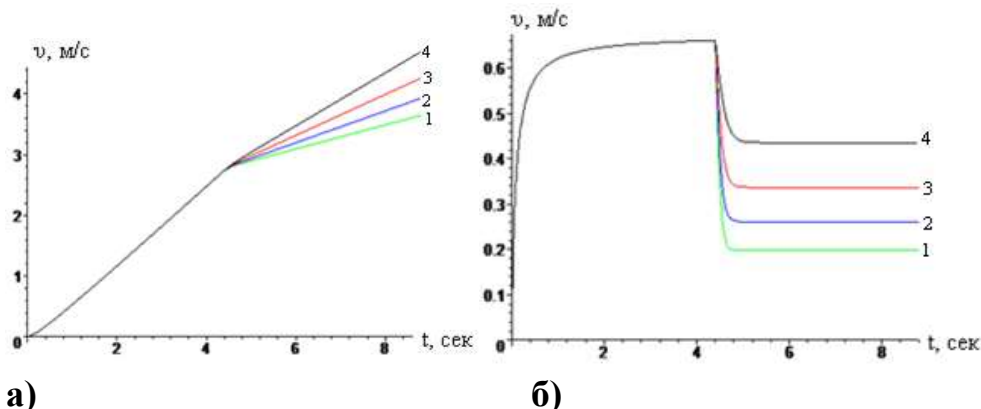


Рис. 2. Изменение перемещение (а) и скорости частицы (б) от времени t (секунд) по направлению движения потока для различных значений коэффициента трения f : 1 - $f=0,1$; 2 - $f=0,2$; 3 - $f=0,3$; 4 - $f=0,4$.

Из графиков видно, движение частицы вдоль стенки канала постоянная и с ростом коэффициента трения перемещение и скорость снижаются.

Однако скорость циркуляции должна быть ограничена сверху, что бы избежать размыв ствола, больших потерь напора, значительного превышения гидродинамического давления в скважине над гидростатическим давлением. При снижении скорости потока в кольцевом пространстве часто наблюдается структурный режим течения [4].

При таком режиме течения бурового раствора, вследствие параболической формы профиля скоростей, на частицы шлама действует так называемый опрокидывающий момент и они перемещаются к стенкам, где скорость течения имеет свое наименьшее значение. В таких случаях частицы могут оставаться без движения или скользить вниз, присоединяться другими частицами.

Могут быть и более существенные причины снижения транспортирующей способности бурового раствора вследствие уменьшения скорости восходящего потока, что также приводит к ухудшению очистки скважины от шлама. Чаще всего это наблюдается в кавернах, в которых снижение скорости восходящего потока способствует накоплению в них шлама.

Осуществление выноса шлама в таких случаях увеличением производительности бурового насоса оказывается малоэффективным вследствие редкого увеличения гидравлических сопротивлений и проявления других негативных явлений. Для предотвращения таких осложнений обычно увеличивают плотность бурового раствора.

Увеличение плотности при бурении горизонтальных стволов в аномально низких пластовых условиях приводит к загрязнению пласта в результате поглощения бурового раствора.

При поглощении бурового раствора скорость восходящего пласта также снижается и вновь создаются условия, при которых шлам не выносятся из ствола скважины. Для предотвращения данной проблемы нами предлагается совершенствовать гидравлическую программу промывки скважин путем ведения в нее переменности массы частицы в потоке бурового раствора в стволе скважин [5].

Этот путь является наиболее рациональной и простой для проведения расчета параметров потока.

Согласно основному уравнению динамики переменной массы абсолютная скорость частиц по И.Б. Мешерскому изменяется следующим образом:

$$v_{\text{ч}} = v_{\text{о.ч}} \cdot \left(1 + \ln \frac{M_0}{M} \right), \quad (2)$$

где $v_{\text{о.ч}}$ – абсолютная скорость частицы соответственно с массами M и M_0 .

Если массы частицы не изменяются ($M = M_0$), то $\vartheta_{\text{ч}} = \vartheta_{\text{о.ч}}$. При возрастании массы частицы в результате слипания ($M > M_0$), абсолютная скорость ее снижается, а относительная (скорость осаждения) согласно (1) – возрастает.

Поэтому фактическая скорость подъема шлама меньше теоретической и соотношение (1) следует заменить следующим:

$$V_0 = (V_{\text{п}} - \vartheta_{\text{о.ч}}) \cdot \alpha, \quad (3)$$

где α – коэффициент значение которого больше единицы, приводится в работе.

Скорость осаждения зависит от реологических характеристик раствора, режима течения и размеры частиц. Для определения расчетного диаметра обломков выбуренной породы шарошечным долотам предлагается формула.

$$d = 0,56 \cdot \sqrt{(t - b) \cdot l}, \quad (4)$$

где t – максимальный шаг зубьев шарошки; b – ширина зубьев шарошки; l – высота зубьев шарошки.

Скорость осаждения (проскальзывания) частицы жидкости при ламинарном режиме определяется по формуле Стокса, а при переходном режиме течения от ламинарного к турбулентному – по формуле Риттингера:

$$V_0 = K \cdot \sqrt{d \left(\frac{\rho_1}{\rho_2} - 1 \right)}, \quad (5)$$

где ρ_1 и ρ_2 – плотность частицы породы и бурового раствора; K – коэффициент, значения которого равна 50 и 40 соответственно для частицы шаровой формы и в форме правильных многоугольников.

На рис. 3 представлены траектории движения частицы в кольцевом канале для различных значений параметра ε до момента контакта ее с внутренней поверхностью канала. Параметр ε существенно влияет на закон перемещения частицы вдоль оси канала, что указывает на возможность достижения эффективной транспортировки частицы вдоль оси канала без контакта ее со стенкой канала путем выбора необходимого значения параметра ε .

Необходимо отметить, что приведенные расчетные величины испытывают незначительные колебания и могут быть различными на разных участках горизонтального ствола скважины. Поэтому вынос частицы переменной массы в стесненном восходящем потоке при наличии каверны в стволе скважины носит случайный характер. Действительно, для обеспечения выноса частиц на дневную поверхность V_0 должна быть больше от $V_{\text{п}}$, чем на 13-14 %.

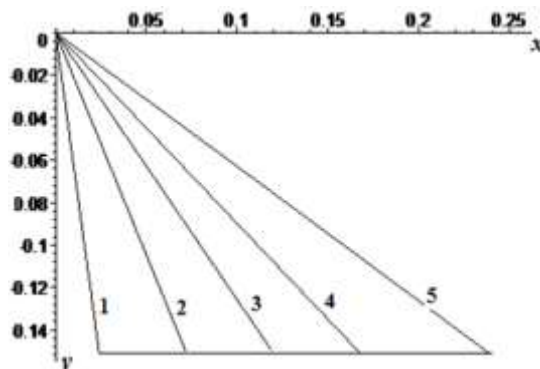


Рис. 3. Траектория движения частицы в кольцевом канале при $v_n=1$ м/с в различных значениях параметра ε (1/с):

1 - $\varepsilon=0,01$; 2 - $\varepsilon=0,03$; 3 - $\varepsilon=0,05$; 4 - $\varepsilon=0,07$; 5 - $\varepsilon=0,1$.

На основании изложенного можно рекомендовать следующие рекомендации, направленные на улучшение процесса очистки горизонтальной части ствола скважин от шлама:

- необходимо расчетным путем определить эффективный размер частицы шлама, которого можно вынести на поверхность по установленной гидравлической программе промывки;

- при наличии осадки шлама, необходимо провести промывку скважин потоком газожидкостной смесью или с использованием вязко-пластичной смесью;

- при отсутствии выноса частиц расчетного размера следует увеличить время промывки ствола скважин в 2-3 раза.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ: (REFERENCES)

1. Пустовойтенко И.П. Ликвидация аварии при бурении скважин// –Москва: Недра, 1998.-279 с.
2. Колесников Н.А., Рахимов А.К. и др. Процессы разрушения горных пород и резервы повышения скорости бурения// -Ташкент: Фан, 1989.- 188 с.
3. Маковей Н. Гидравлика бурения// Перевод с румынского.-Москва: Недра, 1976. –536 с.
4. Умаров А.И., Хусанов И.Н., Шакиров А.А., Муртазаев А.М. Изучение процессов транспортирования частиц в растворе применительно к бурению горизонтальных скважин. // Сборник II республиканская научно-техническая конференция «Проблемы бурения, заканчивания и капитального ремонта скважин». - Т.2018. С.68-71.
5. Каюмов А.Ш. Исследование закономерностей изменения гидродинамического сопротивления в скважинах //X Международная научно-практическая конференция «Современные тенденции развития образования, науки и технологий» г. Москва, 30 мая 2019 г. –С.142-145.