УДК 622.24

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕНИ ПОДЪЕМА ЧАСТИЦ ПРИ БУРЕНИИ НАКЛОННЫХ И ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН

TO THE ISSUE OF DETERMINING THE LIFTING TIME OF PARTICLES DURING DRILLING OF INCLINED AND HORIZONTAL WELLS

Ахундова Наргиз
аспирант, ассистент,
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности
akhundova.nargiz92@gmail.com

Аннотация. Рассматривается вопросы качества очистки и времени промывки наклонных и горизонтальных скважин.
Установлено, что с увеличением зенитного угла, скорость подъема частиц в скважине увеличивается, а время промывки уменьшается.

Ключевые слова: скорость подъема частиц, зенитный угол, скорость оседания частиц, реология раствора, время подъема.

Akhundova Nargiz
Postgraduate, Assistant,
Azerbaijan State Oil Industry University
akhundova.nargiz92@gmail.com

Annotation. The issue of quality of cleaning and flushing time of inclined and horizontal wells is considered.
It was found that with an increase in the zenith angle, the rate of lifting of particles in the well increases, and the flushing time decreases.

Keywords: particle ascent rate, zenith angle, particle settling rate, solution rheology, lifting time.

Степень очистки скважины от выбуренных пород и его транспортировка на поверхность во многом зависит от плотности, реологических параметров и скорости циркуляции бурового раствора.

Изменение реологических параметров раствора может существенно повлиять на работу долота и гидродинамические давление, а увеличение плотности раствора способствует ухудшению очистки забоя [1].

Более рационально интенсифицировать очистку забоя и гидротранспорта шлама на поверхность можно путём повышения скорости подъема шлама.

Скорость подъема шлама, как известно, зависит от скорости движения раствора за колонном пространстве и скорости его оседания.

В случае, когда движение шлама происходит в вертикальной скважине, вектор скорости движения раствора и скорости оседания находится на одной прямой (вертикали).

Однако при промывке скважин в наклонно-горизонтальных скважинах, направление этих векторов находится под определённым зенитным углом. Это сказывается на скорость движения твёрдых частиц и в конечномитоге на время очистки ствола.

В работах [2] были произведены исследования, связанные с движением выбуренных частиц в наклонной и горизонтальной скважине, которые расположены между бурильной колонной и нижней стенкой скважины.

Были получены зависимости движение частиц от зенитного угла.

Однако, как показали исследования, движение частиц по нижней стенки скважины отличается от скорости движения частиц между верхней стенкой наклонной и горизонтальной скважине и бурильной колонной.

Это связано с тем, что на нижней стенки наклонной скважины собирается шлам, который препятствует движению этих частиц, из-за возникающих сил трения.

В данной статье делается попытка рассмотрения движение выбуренных частиц в верхней части бурильной колонны наклонных и горизонтальных скважин.

Как показано, на рисунке (рис. 1) основная масса выбуренной породы скапливается в нижней части ствола скважины и как было сказано выше движение частиц в этой части было рассмотрено в этой работе.

Однако определённая часть выбуренных частиц движется по верхней части (в пространстве между бурильных труб) причем если взять профиль горизонтальной скважины, то движение происходит как видно на рисунке 1 по участкам: вертикальной, наклонной, горизонтальной. При этом скорость подъема частиц может быть разным на каждом из этих участков. В этом случае следует рассматривать движение частиц на отдельных участках.

В последние годы, как известно объем бурения наклонных скважин с большими отклонениями и особенно горизонтальных с длинными горизонтальными участками увеличился.

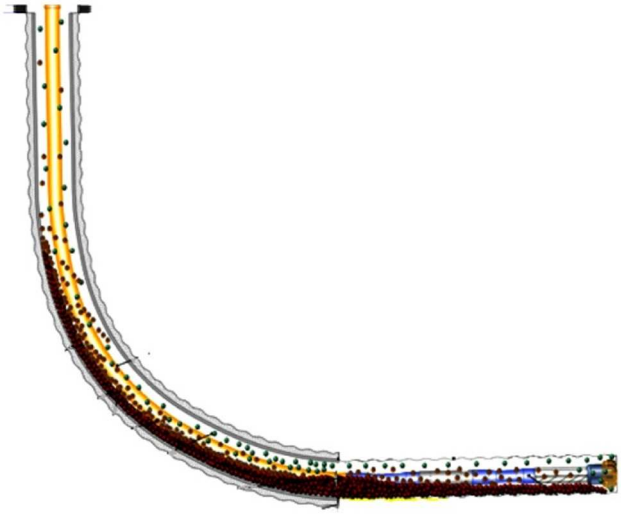

Рисунок 1 – Общая картина движения выбуренных частиц при бурении горизонтальных скважин

Всё это приводит к тому, что возникает необходимость более точного определения времени промывки в таких скважинах.

Для объяснения данного фактора, рассмотрим движение выбуренных частиц на трёх участках: вертикальной, наклоннойи горизонтальный при постоянной скорости восходящего потока и оседания (рис. 2).

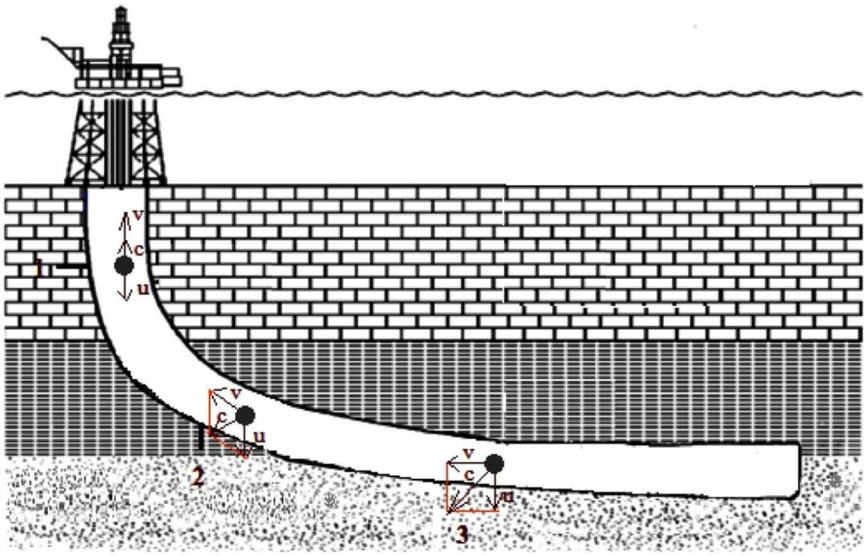

Рисунок 2 – Изменение векторов скоростей
при движении твердых частиц в стволе горизонтальных скважин

На вертикальном участке при постоянстве скоростей промывки и оседание величина скорости подъема частиц и его время определяется по формуле:

$$C = V - aU, \quad (1)$$

где C – скорость подъема частиц в кольцевом пространстве, м/с; V – скорость восходящего потока, м/с; a – коэффициент d = (1,3 ÷ 1,14); U – скорость погружения, м/с.

Время же промывки до полной очистки определяется по формуле:

$$t = \frac{H}{C}, \quad (2)$$

где t – время промывки, с; H – длина скважины, м; C – скорость подъема частиц в кольцевом пространстве, м/с.

Что касается скорости подъема частиц на наклонной части, она согласно рис. 2 (2) будет зависеть от зенитного угла (α) искривления скважин. Делая несложные геометрические расчеты величину его можно будет определить по формуле косинусов:

$$C = \sqrt{v^2 + u^2 - 2vu\cos\alpha}\ , \quad (3)$$

где α – зенитный угол.

Для горизонтального участка, эта скорость будет найдена по формуле (рис. 2 (3)):

$$C = \sqrt{v^2 + u^2}. \quad (4)$$

Проведенные численные расчеты по определению скорости подъема частиц (С) в стволе наклонно-горизонтальных скважин для различных зенитных углов (α) при следующих исходных данных, скорости оседания их u = 0,544 м/с и скорости подъема v = 0,892 м/с показаны в таблице 1.

Таблица 1

	Скорость подъема частиц С, м/с	Зенитный угол, α, град
1	0,348	0
2	0,390	15
3	0,5	30
4	0,64	45
5	0,78	60
6	0,92	75
7	1,04	90

На основе полученных данных представленной в таблице был построен график зависимости скорости подъема частиц от зенитного угла (рис. 3).

Как видно из графика с увеличением зенитного угла скорость подъема частиц увеличивается.

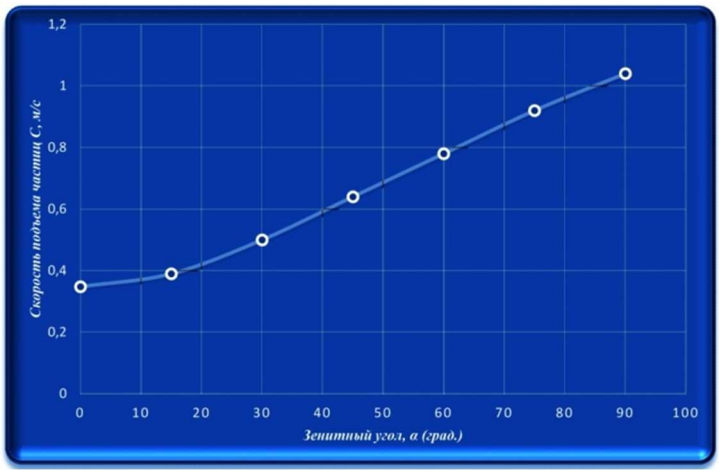

Рисунок 3 – График зависимости скорости подъема частиц от зенитного угла

Общее время подъема частиц в наклонно горизонтальной скважине таким образом должно определятся по следующей формуле:

$$T = \frac{H_в}{C_в} + \frac{H_н}{C_н} + \frac{H_г}{C_г}, \quad (5)$$

где $H_в H_н H_г$ – длина скважины на вертикальной, наклонной и горизонтальной частях;
$C_в C_н C_г$ – скорость подъема частиц на вертикальной, наклонной и горизонтальной частях.

Сделанные расчеты дают основание считать, что время промывки в зависимости от зенитных углов уменьшается, а это приведет к экономии, связанной с работой буровых насосов.

Литература:

1. Makovey N. Gidravlika bureniya / Izdatelstvo «Nedra». – M., 1986.
2. Rzazade S.A., Agayev I.I., Sadikhov F.I. «Issledovaniye dvijeniya tverdoy chastici pri burenii v stvole naklonno-gorizontalnix skvajin» / Izdatelstvo izvestiya visshix texnicheskix uchebnix zavedeniy Azerbaijana. – Baku, 2001. – № 3.

References:

1. Makovey N. Gidravlika bureniya / Izdatelstvo «Nedra». – M., 1986.
2. Rzazade S.A., Agayev I.I., Sadikhov F.I. «Issledovaniye dvijeniya tverdoy chastici pri burenii v stvole naklonno-gorizontalnix skvajin» / Izdatelstvo izvestiya visshix texnicheskix uchebnix zavedeniy Azerbaijana. – Baku, 2001. – № 3.