

ПЛАСТИЧЕСКАЯ ВЯЗКОСТЬ СПЕЦИАЛЬНЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ БЕСТРАНШЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А. И. Менайлюк, О. А. Попов, С. В. Суханова

В статье представлены результаты исследований по получению буровых растворов со значениями эффективной вязкости, отвечающими предъявляемым к ним требованиям. Для приготовления раствора использованы украинские глинопорошки и специальные добавки как зарубежного, так и украинского производства.

У статті подані результати досліджень з отримання бурових розчинів зі значеннями ефективною в'язкості, що відповідають вимогам, які до них висуваються. Для приготування розчину використані українські глинопорошки і спеціальні добавки як зарубіжного, так і українського виробництва.

In article results of researches on reception chisel a solution with the values of effective viscosity meeting requirements shown to them are presented. For solution preparation are used Ukrainian clay powder and special additives both foreign, and the Ukrainian manufacture.

В последние годы все более популярными становятся бестраншейные методы прокладки инженерных коммуникаций. Это происходит благодаря высокой эффективности таких технологий. Обязательным условием при горизонтальном бурении является использование дорогостоящих импортных бентонитовых глинопорошков и специальных модифицирующих добавок. В связи с этим на протяжении ряда лет специалисты кафедры технологии строительного производства Одесской государственной академии строительства и архитектуры проводят исследования с целью замены импортных компонентов специального раствора на украинское сырье [1, 2].

Из всех реологических показателей эффективная вязкость наиболее точно отражает реальную консистенцию бурового раствора [3, 4]. Поэтому одним из показателей который исследовался в ходе экспериментов была эффективная вязкость раствора ($\eta_{эф}$). Эффективная вязкость условно характеризует сумму вязкостного и прочностного сопротивлений течению бурового раствора и зависит от скорости сдвига и времени воздействия касательного напряжения. Чем больше скорость сдвига, тем меньше эффективная вязкость. При постоянной скорости сдвига эффективная вязкость также постоянна, так как структурообразующие и структуроразрушающие силы находятся в состоянии равновесия. При снятии или уменьшении нагрузки (сдвига) $\eta_{эф}$ возрастает до первоначального значения. При движении раствора и высоких температурах эффективная вязкость увеличивается за счет повышения дисперсности и контактов частиц глинистой фазы. Физический смысл эффективной вязкости заключается в получении действительной вязкости бурового раствора в различных участках циркуляционной системы [1].

Поскольку, как было сказано выше, эффективная вязкость является весьма важным показателем, была предпринята попытка решить задачу управления данным показателем качества бурового раствора. Результаты исследований представлены в данной работе.

В проведенных исследованиях было изучено влияние трех факторов на величину эффективной вязкости в двух параллельных экспериментах. В первом эксперименте варьировались: время приготовления раствора $X_1=20\pm 5$ мин; $X_2=0.32\pm 0.32$ гр. – количество импортной добавки «1_И»; $X_3=0.32\pm 0.32$ гр. – количество импортной добавки «2_И». Во втором эксперименте варьировались время приготовления раствора $X_1=20\pm 5$ мин; $X'_2=0.4\pm 0.4$ гр. – количество украинской добавки «1_У»; $X'_3=5\pm 5$ гр. – количество украинской добавки «2_У».

Изменение этого показателя раствора с содержанием в нем добавок импортного производства описывается моделью (1):

$$\eta_{эф} = 17.89 + 3.55x_2 + 2.15x_3 - 1.61x_2^2 - 0.86x_3^2 - 0.88x_1x_2 + 0.75x_1x_3 - 2.88x_2x_3 \quad (1)$$

В соответствии с ней изменение эффективной вязкости не зависит от времени перемешивания раствора. Основное изменение $\eta_{\text{эф}}$ происходит за счет изменения дозировок добавок «1_И» и «2_И», вводимых в раствор. Из модели видно, что введение как одной так и другой добавки увеличивает эффективную вязкость раствора. Но, при этом, чем больше дозировки добавок, тем меньше их влияние на увеличение эффективной вязкости. Причем, максимальная их дозировка уже уменьшает данный показатель качества (коэффициенты при x_2^2 (добавка «1_И») и x_3^2 (добавка «2_И») – отрицательные). Кроме того коэффициент при x_2x_3 показывает, что совместное введение обеих добавок («1_И» и «2_И») может уменьшить эффективную вязкость более чем на 15%. Подтверждение этому показано на рис.1.

Из данного рисунка видно, что при дозировках обеих добавок более 50% от максимальной величины в исследуемых пределах эффективная вязкость глинистого раствора не увеличивается. При этом увеличение количества каждой из добавок в отдельности увеличивает этот показатель. Как видно из рис. 1, влияние времени перемешивания наблюдается только при максимальных дозировках используемых добавок. Причем в зоне максимальных дозировок добавки «1_И» (x_2) время перемешивания уменьшает эффективную вязкость, а в зоне максимальных дозировок добавки «2_И» (x_3) – время перемешивания этот показатель увеличивает. При этом данное влияние – не превышает 10 %.

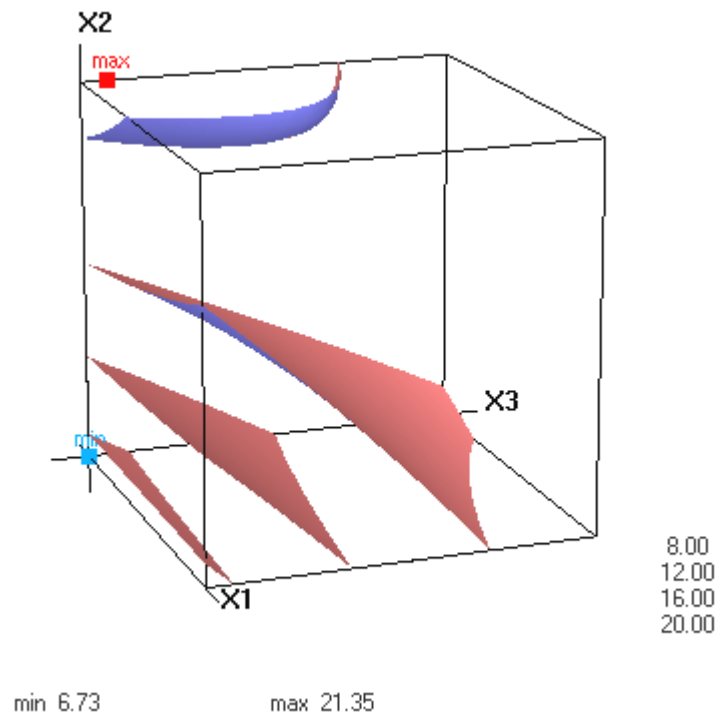


Рис. 1. Изменение эффективной вязкости глинистого раствора, модифицированного импортными добавками

Изменение эффективной вязкости раствора, модифицированного украинскими добавками описывается моделью (2).

$$\eta_{\text{эф}} = 14.95 \cdot 1.93x_2 \cdot 1.2x_3 - 1.25x_1^2 - 0.94x_2x_3 - 1.19x_1x_3 \quad (2)$$

Исходя из модели 2, можно сделать вывод, что замена импортных добавок на аналогичные украинские увеличивает в первую очередь влияния на данное свойство времени перемешивания раствора. Причем, чем больше время перемешивания (x_1), тем меньше эффективная вязкость

раствора. Значительно изменяется эффективная вязкость раствора под действием добавок. При этом, как и в случае с импортными добавками-модификаторами, наибольшее влияние оказывает добавка «1_Y» (x'_2).

Изоповерхности эффективной вязкости показаны на рис. 2. Они построены на основании соответствующей модели (2).

Из рисунка видно, что при использовании украинских добавок характер влияния времени перемешивания (x_1) на эффективную вязкость различен. Увеличение этого показателя, до уровня порядка 18 минут, ведет к увеличению эффективной вязкости. Но дальнейшее увеличение времени перемешивания уменьшает данный показатель качества раствора. При этом время перемешивания, при котором происходит уменьшение эффективной вязкости, зависит от уровня дозировки используемых добавок. Если, например, при небольших дозировках уменьшение эффективной вязкости начинается при времени перемешивания $\approx 22-23$ мин. то, например, при максимальных дозировках добавки «1_Y» (x'_2) и добавки «2_Y» (x'_3) уменьшение эффективной вязкости начинается при $\approx 17-18$ минутах.

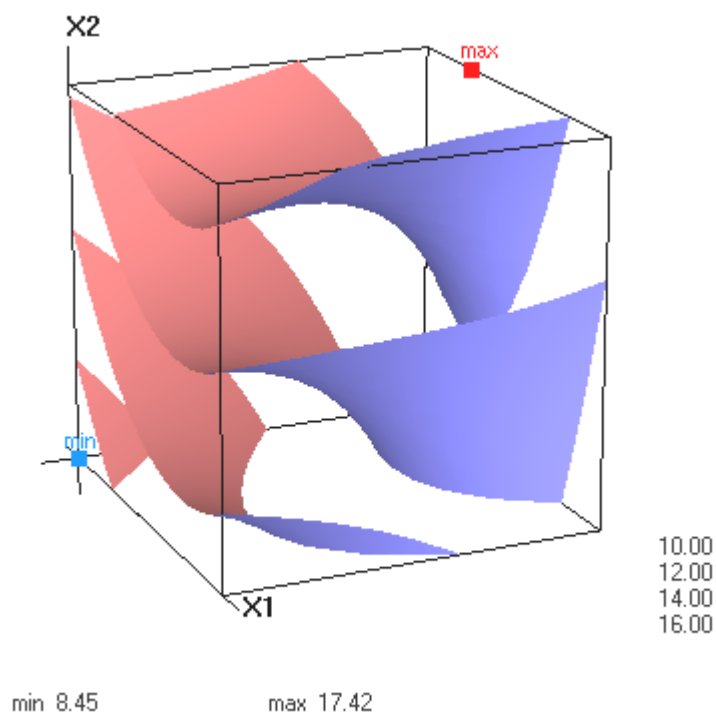


Рис. 2. Изменение эффективной вязкости глинистого раствора, модифицированного украинскими добавками

При использовании украинских добавок минимальное значение эффективной вязкости составляет 8,45 МПа·с и достигается при отсутствии в растворе добавок, а также при минимальном времени перемешивания. Максимальные значения эффективной вязкости достигаются при максимальных дозировках обеих добавок и времени перемешивания (x_1) равном ≈ 17 мин.

На сегодняшний день, в нормативных документа отсутствует прямое нормирование такого показателя как эффективная вязкость глинистого раствора. Однако, нормируется такой параметр как показания по шкале вискозиметра при 600 об/мин. Эти значения должны быть более 30 МПа·с. При этом эффективная вязкость определяется как деление показателя шкалы вискозиметра при 600 об/мин пополам. Таким образом получаем, что значения эффективной вязкости должны быть более 15 МПа·с. Как следует из рисунков 1 и 2, при правильной дозировке добавок и определенном времени перемешивания возможно получение специальных глинистых растворов с требуемыми значениями эффективной вязкости.

Выводы

- Изменения эффективной вязкости главным образом зависят от уровней дозировок используемых добавок.
- Влияние времени перемешивания на эффективную вязкость может как увеличивать, так и уменьшать данный показатель качества. Это влияние зависит от дозировок используемых добавок.
- При правильном подборе добавок, дозировании их в определенном количестве и соблюдении необходимого технологического регламента по времени приготовления специального глинистого раствора при бестраншейной прокладке могут использоваться растворы на основе только украинского сырья.

Список литературы

1. Петровский А. Ф. Обоснование применения химических добавок при использовании буровых растворов на основе украинских глин для горизонтально-направленного бурения // А. Ф. Петровский, А. И. Менайлюк, О. А. Попов / Зб. наук. праць “Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури”. – Вип.27. – Одеса, «Зовнішрекламсервіс». – 2007. – С. 238-240.
2. Менайлюк А. И. Проблемы использования украинских бентонитов в бестраншейных технологиях прокладки инженерных коммуникаций // А. И. Менайлюк, Н. В. Дмитриева, А. Ф. Петровский / Сб. науч. трудов “Строительство, материаловедение, машиностроение”. Вып. 47. – Днепропетровск, ПГАСА. – 2008. – С. 394-397.
3. Рязанов Я. А. Энциклопедия по буровым растворам / Я. А. Рязанов. – Оренбург: Издательство «Летопись», 2005. – 664 с.
4. Булатов А. И. Буровые и промысловые тампонажные растворы: Учеб. пособие для ВУЗов / А. И. Булатов, П. П. Макаренко, Ю. М. Поселков. – М.: ОАО Издательство «Недра», 1999. – 424 с.

Александр Иванович Менайлюк – д.т.н., профессор, Одесская государственная академия строительства и архитектуры.

О. А. Попов – к.т.н., доцент, Одесская государственная академия строительства и архитектуры.

С. В. Суханова – аспирант, Одесская государственная академия строительства и архитектуры.