

ВЛИЯНИЕ УДЕЛЬНОГО ВЕСА (ПЛОТНОСТИ) ОЧИСТНОГО АГЕНТА НА ВЕСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУРИЛЬНОЙ КОЛОННЫ

*А.О. Кожевников, В.Л. Хоменко, Национальный горный университет, Украина
Б.Т. Ратов, А.Р. Байбоз, Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Республика Казахстан*

Одним из основных факторов, влияющим на эффективность бурения скважин является вес бурительной колонны.

Его значение проявляется в двух основных аспектах. Во-первых, бурительная колонна служит для передачи осевой нагрузкой на породоразрушающий инструмент. При этом, как правило, бурительная колонна не только передает нагрузку, но еще и ее создает за счет собственного веса. Во-вторых, для вращения и подъема бурительной колонны и скважины необходимо буровое оборудование (вращатель и лебедка), технические характеристики которого должны соответствовать весу колонны. Естественно вес колонны определяет энергетические и экономические показатели работы этого оборудования.

В тоже время необходимо учитывать, что в процессе бурения в скважине постоянно находится очистной агент, необходимый для охлаждения породоразрушающего инструмента и удаления разрушенной горной породы с забоя. Влияние удельного веса промывочной жидкости на ее транспортирующую способность при промывке скважины было предметом наших предыдущих исследований [1].

В качестве очистных агентов могут быть использованы самые разнообразные буровые растворы или газо-жидкостные смеси, с различными удельными весами (плотностями). По увеличению удельного веса их можно расположить в следующей последовательности: туман, пена, аэрированные жидкости, вода, нормальные и утяжеленные буровые растворы. Удельный вес при этом изменяется от $1,2 \text{ кг/м}^3$ (т.е. практически равная нулю и пренебрегаемая в расчетах) в случае использования воздуха до 2400 кг/м^3 при использовании утяжеленных растворов. В последнем случае уменьшение фактического веса бурительной колонны, по сравнению с весом, измеренным в воздухе оказывает существенное влияние на создание осевой нагрузки, вращение колонны и спуско-подъемные операции

Таким образом, определение влияния удельного веса очистного агента на весовые характеристики бурительной колонны является важной задачей, для повышения эффективности проведения буровых работ.

Целью настоящей работы является анализ некоторых закономерностей изменения удельных весовых характеристик в зависимости от изменения удельного веса очистного агента для стальных и легкосплавных бурительных труб.

Для удобства анализа введем некоторые обозначения.

Отношение удельного веса очистного агента к удельному весу материала бурительных труб, обозначим как

$$K_{\gamma} = \frac{\gamma_{oa}}{\gamma_m} \quad (1)$$

где γ_{oa} – удельный вес очистного агента; γ_m – удельный вес материала бурительных труб.

Удельный вес очистного агента будем рассматривать в диапазоне от 0 кг/м^3 (условно будем ее считать как характерную для воздуха) до 2400 кг/м^3 . Д. Грей и Г. Дарли классифицируют очистные агенты в зависимости от удельного веса следующим образом (рис. 1) [2].

Современные бурительные трубы выпускаются из стали (СБТ) с удельным весом $\gamma_m = 7850 \text{ кг/м}^3$ и из легкого сплава Д16Т (ЛБТ) с удельным весом $\gamma_m = 3150 \text{ кг/м}^3$.

На рис. 2 приведен график изменения коэффициента K_{γ} от удельного веса очистного агента для стальных и легкосплавных бурительных труб.

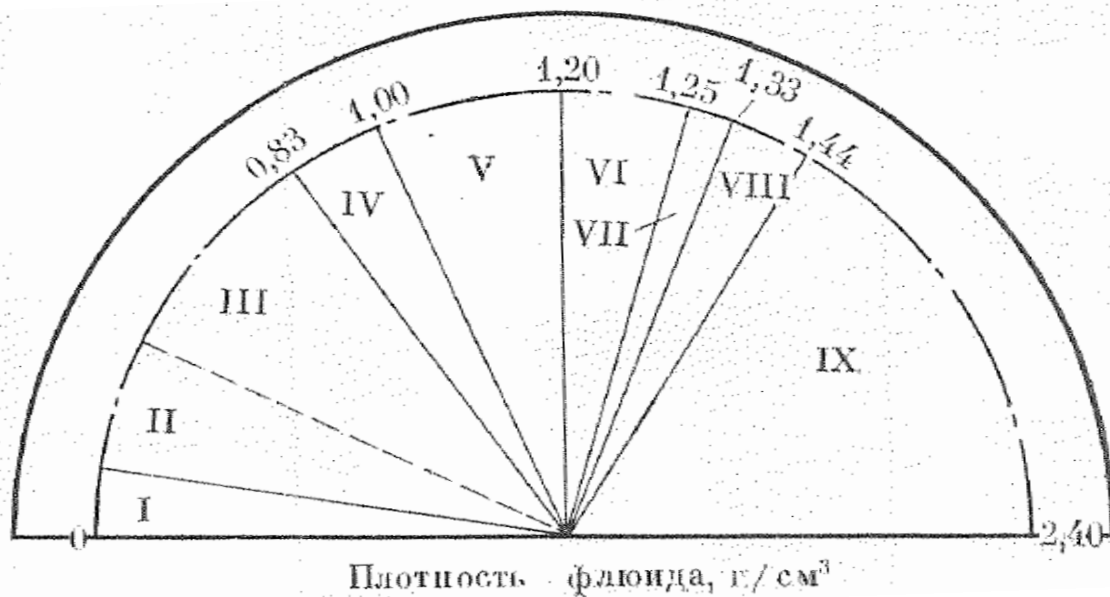


Рис. 1. Диапазон изменения удельного веса очистных агентов

I – сухой и влажный воздух (туман); II – стойкая пена; III – аэрированный буровой раствор, пена при поддержании противодавления; IV – нефть; V – вода, монтмориллонитовый раствор, насыщенный солевой раствор; VI – глина и вода; VII – начало утяжеления; VIII – водный раствор, насыщенный CaCl_2 ; IX – утяжеленный (баритом) буровой раствор

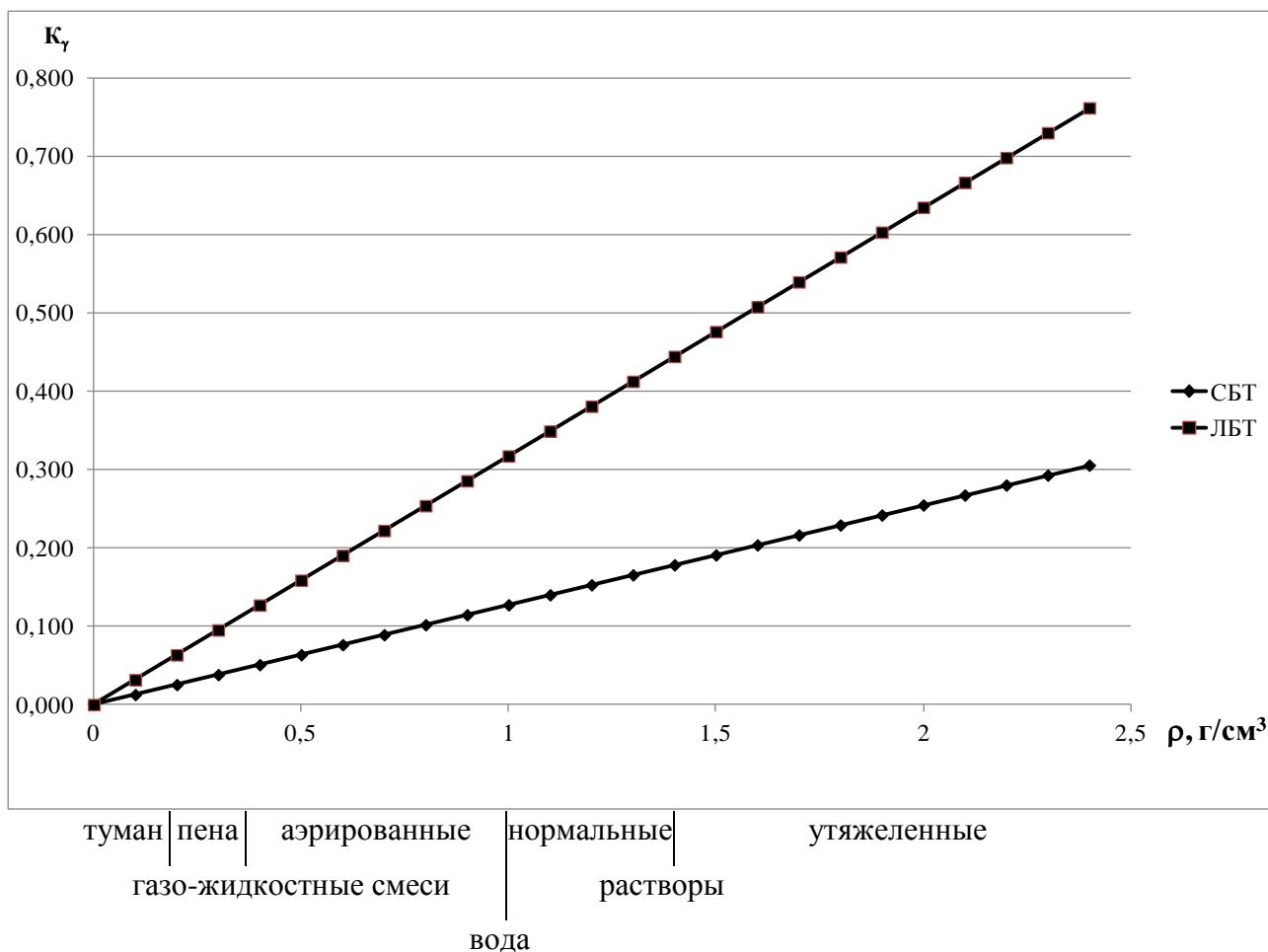


Рис. 2. Зависимость коэффициента отношения удельного веса очистного агента к материалу буровых труб от удельного веса очистного агента

Коэффициент снижения веса материала, находящегося в очистном агенте, обозначим как

$$K_Q = 1 - \frac{\gamma_{oa}}{\gamma_M} \quad (2)$$

После преобразований, получим

$$K_Q = \frac{\gamma_M - \gamma_{oa}}{\gamma_M} = \frac{\Delta\gamma}{\gamma_M} \text{ или } K_Q = 1 - K_\gamma \quad (3)$$

В процессе бурения верхняя часть находится в растянутом состоянии, а нижняя, которая собственно и создает осевую нагрузку, находится в сжатом состоянии.

На рис. 3 приведен график изменения коэффициента K_Q от удельного веса очистного агента для стальных и легкосплавных бурильных труб.

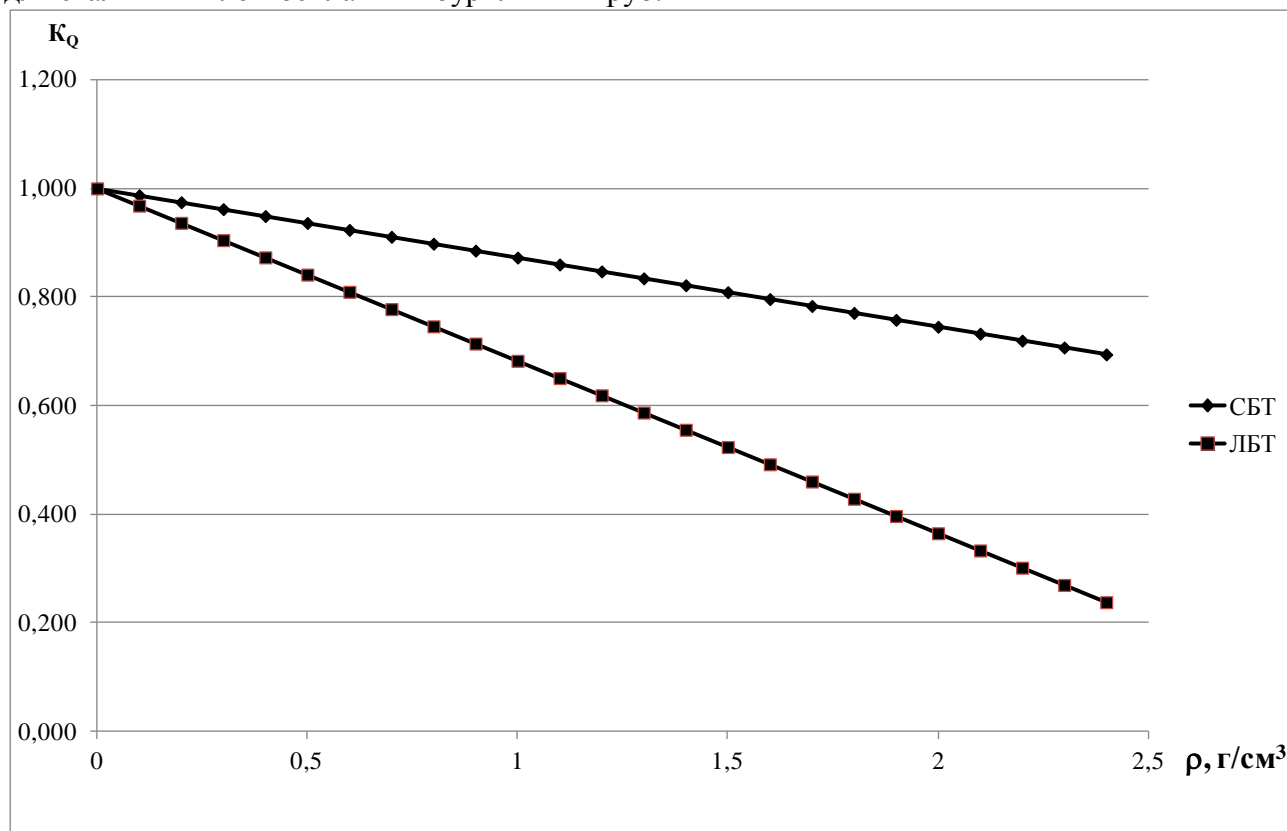


Рис. 2. Зависимость коэффициента снижения удельного веса от удельного веса очистного агента

Длина сжатого участка колонны, необходимая для создания осевой нагрузки определяется следующим образом

$$l_{сж} = \frac{P}{g\alpha q_{1M} \left(1 - \frac{\rho_{oa}}{\rho_M}\right) \cos\Theta} \quad (4)$$

где P – осевая нагрузка на породоразрушающий инструмент, Н; g – ускорение свободного падения $g = 9,81\text{м/с}^2$, α – коэффициент, учитывающий высадку и массу соединений; q_{1M} – масса 1 м гладкой части бурильных труб, кг; Θ – среднее значение зенитного угла, град.

Как видно из (4) с увеличением удельного веса очистного агента длина сжатого участка колонны также увеличивается. То есть для создания требуемой осевой нагрузки необходимо задействовать все большую длину бурильной колонны.

Тогда целесообразным видится введение еще одного обозначения.

Величину обратную коэффициенту снижению веса материала находящегося в очистном агенте, обозначим как коэффициент изменения сжатой части бурильных труб

$$K_z = \frac{1}{1 - \frac{\gamma_{oa}}{\gamma_m}}. \quad (5)$$

После преобразований, получим

$$K_z = \frac{\gamma_m}{\gamma_m - \gamma_{oa}} = \frac{\gamma_m}{\Delta\gamma} \text{ или } K_z = \frac{1}{1 - K_\gamma}. \quad (6)$$

На рис. 3 приведена зависимость этого показателя от изменения удельного веса очистного агента.

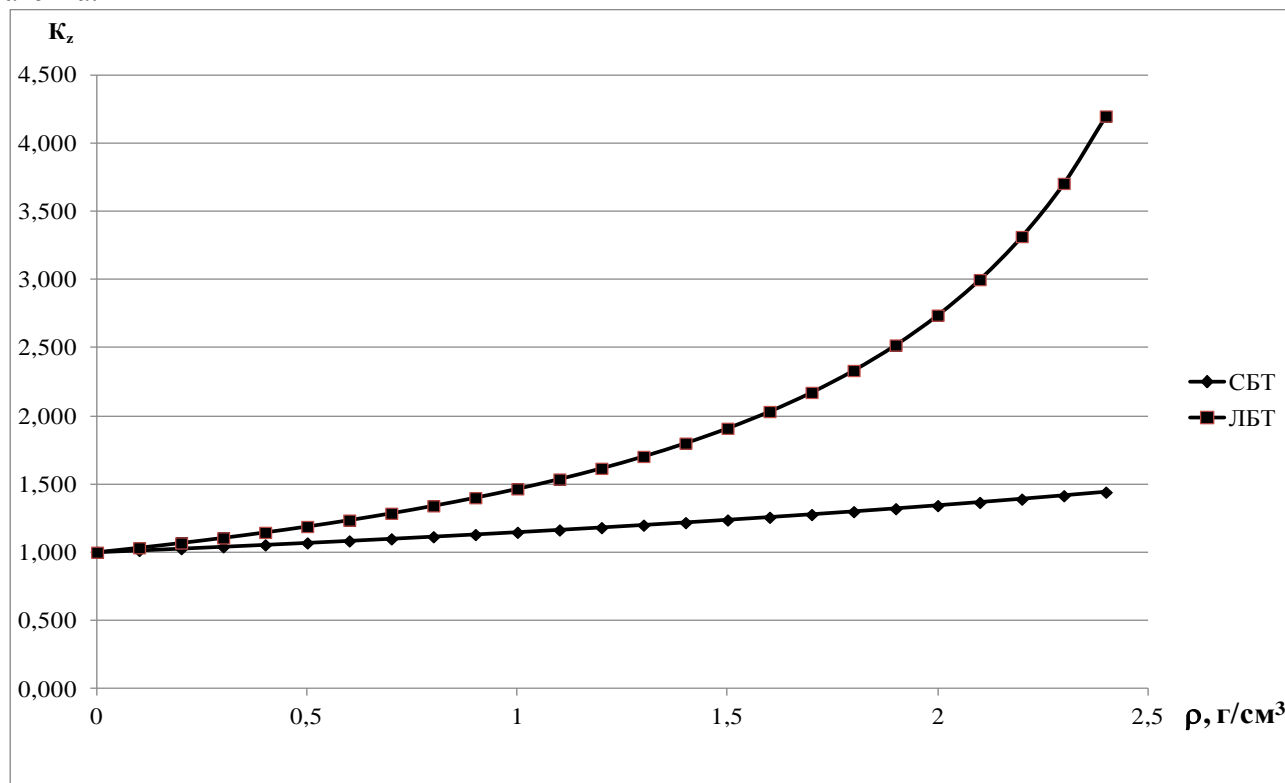


Рис. 4. Зависимость коэффициента изменения сжатой части буровых труб от удельного веса очистного агента

Выводы. Как видно из рис. 2-4 коэффициент отношения удельного веса очистного агента к материалу буровых труб K_γ прямо пропорционально зависит от удельного веса очистного агента и для легкосплавных труб растет быстрее, чем для стальных. Коэффициент снижения удельного веса K_Q падает обратно пропорционально удельному весу очистного агента. При этом при изменении удельного веса очистного агента от 0 до 2400 кг/м³ наблюдается снижение веса на 30% при использовании стальных буровых труб и около 75% при использовании легкосплавных. Коэффициент изменения сжатой части буровых труб увеличивается по гиперболе асимптотой, которой является значение удельного веса материала буровых труб.

В случае использования легкосплавных труб влияние удельного веса очистного агента на все коэффициенты больше, чем при использовании стальных.

Список литературы

1. Кожевников А.А., Хоменко В.Л., Игнатов А.А. О влиянии плотности горной породы и промывочной жидкости на ее транспортирующую способность при промывке скважины. Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: "Гірничо-геологічна". Вип. 105. – Донецьк: ДонНТУ, 2006. – С. 56-59.

2. Грей Дж. Р., Дарли Г.С.Г. Состав и свойства буровых агентов (промывочных жидкостей): пер. с англ. – М.: Недра, 1985. – 509 с.