

2. Клещенко И.И. Теория и практика ремонтно-изоляционных работ в нефтяных и газовых скважинах. Учебное пособие. - Тюмень: Изд-во ТюмГНГУ, 2010. -344 с.
3. Куличенко П.С. Методы защиты УЭЦН от влияния механических примесей: комплексный подход к решению проблемы. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/v/metody-zaschity-uetsn-ot-vliyaniya-mehnicheskikh-primesey-kompleksnyy-podhod-k-resheniyu-problemy>.

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ УЭЦН ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБКОЙ ШАРНИРНОЙ МУФТЫ

Н.Ю. Демидов

Научный руководитель - профессор П.Н. Зятиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Максимально возможное извлечение нефти из нефтяных залежей требует применения прогрессивных способов и схем разработки нефтяных месторождений, а также совершенствования техники и технологии подъема жидкости из скважин. Широкое распространение имеют установки электроцентробежных насосов (УЭЦН), которыми оборудована значительная часть фонда добывающих скважин. Такое положение обусловлено их преимуществами (высокая производительность), реализуемыми в условиях увеличения обводненности нефтяных месторождений и необходимости форсированного отбора жидкости из скважин.

Но поскольку ни один из видов механической добычи не может сравниться по объемам перекачиваемой жидкости с УЭЦН, эксплуатация нефтяных скважин с применением установок электроцентробежных насосов является актуальной.

Известно, что при работе установок электроцентробежных насосов (УЭЦН) на участках с большим набором кривизны из-за боковых усилий возникают нерасчетные напряжения корпусов и валов, которые ведут к одностороннему износу деталей и сокращения межремонтного периода (МРП).

Максимально-допустимая кривизна скважины при спуске установки определенного поперечного габарита определяется допустимой упругой деформацией материалов, из которых изготовлена установка.

Величина максимально-допустимой кривизны скважины по нормативным документам российских и иностранных изготовителей равна  $2^\circ$  на 10 метров длины. По тем же нормативным документам место подвески установки должно выбираться в скважине там, где установка не подвергается прогибу или как минимум вписывается в участок скважины. Отсюда спуск УЭЦН в скважину не производится на максимально возможную глубину с достижением целевого забойного давления. С целью максимального спуска установки в скважину и исключения износа оборудования, в настоящее время, в ЗАО «Роснефтехим» разработан и освоен выпуск гибкой шарнирной муфты (ГШМ).

ГШМ состоит из двух трубчатых корпусов, соединенных между собой шарниром, позволяющим корпусам изгибаться относительно друг друга в любом направлении. На концах корпусов расположены фланцы, которыми муфта с помощью шпилек соединяется с одной стороны с фланцем протектора погружного электродвигателя (ПЭД), с другой стороны – с фланцем приемного модуля или газосепаратора (ГЗ) погружного электроцентробежного насоса (рис.).

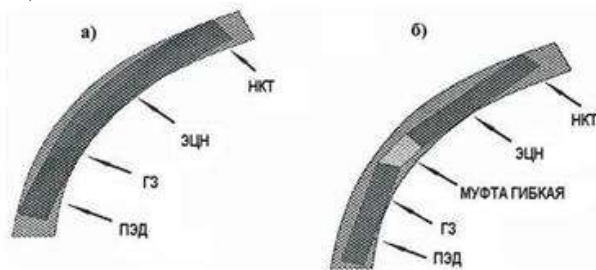


Рис. Положение УЭЦН в скважине без ГШМ (а) и  
положение УЭЦН в скважине с ГШМ (б)

Применение гибкой муфты в составе УЭЦН позволяет:

- достичь потенциала скважины;
- предотвратить ослабление затяжки из-за асимметрии натяжений болтов межсекционных фланцевых соединений УЭЦН за счет снятия изгибающих нагрузок, воздействующих на установку при прохождении интервалов с интенсивным искривлением ствола во время спуска оборудования в скважину.

При эксплуатации УЭЦН в зоне с набором кривизны выше допустимой, где штатная установка работает в напряженно-деформируемом состоянии, УЭЦН, оснащенный гибкой муфтой, свободно вписывается в ствол искривленной скважины, чем обеспечивается повышенная устойчивость его работы.

В том случае, если участок ствола скважины, в котором расчетно предполагается подвеска насосного оборудования, имеет высокие значения локальной кривизны и установку вынужденно подвешивают в других интервалах, гибкая муфта позволяет производить подвеску УЭЦН именно в заданном интервале, что приводит к более оптимальному режиму ее работы.

Внутри корпусов муфты размещаются валы для передачи вращения от ПЭД к насосу. Концы валов имеют стандартные шлицы для соединения с валом ПЭД и насоса. Входной и выходной валы муфты соединяются между собой средним валом с карданными шарнирами, что обеспечивает передачу синхронного вращения при изгибе оси муфты. Вращение валов происходит в подшипниках скольжения, смазывающихся пластовой жидкостью. Циркуляция пластовой жидкости, обеспечивающая охлаждение подшипников, осуществляется двумя крыльчатками, установленных на валах муфты.

Максимальный угол изгиба ГШМ составляет 5 или 10° в зависимости от варианта исполнения.

Для проведения промысловых испытаний муфты необходимо выделить особо проблемные скважины и критерии применимости к ним гибкой муфты.

Можно выделить следующие критерии для подбора скважин, в которые рекомендуется спускать УЭЦН в комплекте с гибкой муфтой:

- габариты установки;
- мощность электродвигателя;
- потенциал скважины;
- односторонний износ.

Выводы:

Применение УЭЦН большего типоразмера на большую глубину спуска (+100, 150 м), имеющую сверхнормативную кривизну (2° на 10 м) позволит увеличить количество добываемой нефти ≈5%. Предотвращение работы УЭЦН в напряженно-деформируемом состоянии, в кривом интервале ствола скважины увеличит МРП. Применение ГШМ снизит число отказов УЭЦН являющихся следствием прохождения интервалов со сверхнормативной кривизной ствола скважины при спуске оборудования.

#### Литература

1. Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений. Добыча нефти. // Под ред. Ш.К. Гиматудинова. М.: Недр, 1983. – 455с.
2. Российские установки лопастных насосов для добычи нефти и их применение / Ш.Р. Агеев, Е.Е. Григорян, Г.П. Макиенко. – Энциклопедический справочник. – Пермь: Пресс-Мастер, 2007. – 645 с.
3. Шаякберов В.Ф., Янтурин Р.А. О расширении возможностей УЭЦН // Нефтепромысловое дело. – 2009. – № 3. – С. 27-28.
4. Справочник по муфтам / В.С. Поляков, И.Д. Барбаш, О.А. Ряховский. – 2-е изд., испр. и доп. – Л.: Машиностроение, 1979. – 344 с.

### О ГИДРОДИНАМИКЕ ВЯЗКОГО ПОТОКА В КРИВОЛИНЕЙНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ТРУБЕ

В.П. Диденко

Научный руководитель - профессор С.Н. Харламов

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск, Россия*

Цель - в работе проведен анализ по данным эксперимента [3] особенностей математического моделирования пространственно развивающегося турбулентного потока в трубе с изгибом 90°.

Введение. Хорошо известно, что почти все реальные течения высоковязких сред в промышленных энергетических устройствах турбулентные. Они часто сопровождаются сложными переходными процессами, вызванными изменениями внутренней поверхности стенки и молекулярной структуры потока, интенсивными пульсациями теплогидродинамических параметров, перемешиванием и химической активностью компонент смеси в отдельных рабочих участках трубопроводных систем произвольного поперечного сечения.

Турбулентное течение в изгибах трубы под углом 90° встречается во многих инженерных областях и вызывает значительный интерес. В последние годы многие экспериментальные исследования [2] были посвящены колебаниям потока, связанным с термической и механической усталостью в промышленных трубопроводных системах, а численные исследования ориентированы на более фундаментальные вопросы, касающиеся колебаний вторичного потока при изгибе трубы.

Будем рассматривать течение в рамках прямого численного моделирования на базе уравнений подобия в трубах, [3]:

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0, \quad (1)$$

$$\frac{\partial u_i}{\partial \tau} + u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_j} = - \frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{1}{Re_D} \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_j \partial x_j} \quad (2)$$

Некоторые результаты представлены на рис. 1 и 2 (сведения взяты из [3]). Для изучения эффектов течения и его развития вводится дополнительная координата: S определяется как расстояние в направлении потока после выхода из изгиба. Начало координат находится на выходе потока из изгиба (S/D = 0), как показано на рис. 1. Условие прилипания было применено к стенке трубы, а условие истечения при нулевом напряжении - на выходе. [3]