

**МАГНИТНО - АКУСТИЧЕСКАЯ ДИАГНОСТИКА УСТАНОВОК ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ
НАСОСОВ (УЭЦН) В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ В ОСЛОЖНЕННЫХ УСЛОВИЯХ
ПОВЫШЕННЫХ ФАКТОРАХ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ**

А.В. Большунов

Научный руководитель - профессор П.Н. Зятиков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время большая часть добычи нефти в мире обеспечивается механическими способами. Установками электроцентробежных насосов (УЭЦН) обеспечивается добыча, по разным оценкам, составляющая от 40-55%. Усредненный показатель гарантированной работы УЭЦН составляет 1 год, а срок службы УЭЦН от 1 года до 4х лет в зависимости от различных факторов. УЭЦН весьма дорогостоящая и может достигать 20% от стоимости скважины. Выход из строя УЭЦН влечет остановку скважины, приводит к продолжительному капитальному ремонту, что в свою очередь, приводит к большим затратам и срыву плановой добычи.

Выход из строя основных узлов УЭЦН ведет к полной неработоспособности и неремонтопригодности установки. Ранняя диагностика позволит минимизировать шанс полного выхода из строя УЭЦН. При незапланированном выходе из строя необходимой замены оборудования может не оказаться на месторождении, сроки доставки замены вышедшего из строя оборудования - это простой скважины и потеря дебита [1].

Для решения данной проблемы и минимизирования рисков необходима постоянная диагностика работы УЭЦН на протяжении всего срока службы.

В настоящее время такая диагностика возможна двумя способами:

1) Планово-предупредительная система с извлечением УЭЦН из скважины. Минусы способа:

- остановка скважины – срыв плана добычи;
- проведение спускоподъемных операции – дорогостоящие мероприятия.

2) Определение неисправности по косвенным признакам. Минусы способа:

- многофакторность интерпретации - сделать точные предсказания вероятностно сложно.

Предложенный к разработке комплекс лишен недостатков, указанных выше. Разработка программно-аппаратного комплекса ранней диагностики УЭЦН позволит:

- уменьшить вероятность внепланового выхода из строя УЭЦН;
- сократить ремонтные периоды;
- увеличить срок межремонтного периода;
- спрогнозировать модернизацию и замену оборудования с учетом фактического состояния;
- эффективно прогнозировать план по добычи нефти.

Эксплуатация УЭЦН показывает, что требуется постоянный контроль технического состояния в связи с частыми выходами из строя и отказами в работе оборудования в процессе добычи. Наиболее частыми причинами отказов являются особенности конструкции, такие как:

- протяженность установки при малом диаметре;
- плохое качество изготовления деталей установки;
- ошибки при сборке установки.

Основная доля отказов УЭЦН связана с дефектами погружного электродвигателя и блока насосов. Дефекты

ПЭД:

- несбалансированность ротора, смещение, не точная центровка;
- неправильная установка дефендеров;
- проблемы изоляции, пробой;
- несовершенство подшипников и узлов подшипников.

Тяжелые эксплуатационные условия, такие как: температура, неоднородность состава нефти, давление, играют важную роль в процессе деградации материала УЭЦН и качества его эксплуатации и продуктивности. Одним из главных факторов, влияющих на выход из строя УЭЦН, является наличие в потоке жидкости механических примесей. В связи с этим, в настоящее время на предприятиях нефтедобывающего профиля повышается интерес к мероприятиям, позволяющим диагностировать отказы, повысить срок службы и прогнозировать будущую динамику работы УЭЦН в процессе эксплуатации [3].

Для определения практической возможности применения методов магнитно - акустической диагностики УЭЦН, был спроектирован модуль, эмулирующий работу УЭЦН, схема представлена на рисунке 1. На установке, путем создания осложненных условий (наличие механических примесей), внутри камеры с лопастями, созданы условия для ускоренной деградации материала, чтобы зафиксировать деградацию и возможность идентифицировать моменты начала негативных гармоник. В установке созданы условия повышенного влияния механических примесей 10% от объема - 495 грамм песка (по 165 г в отсек О1, О2, О3).

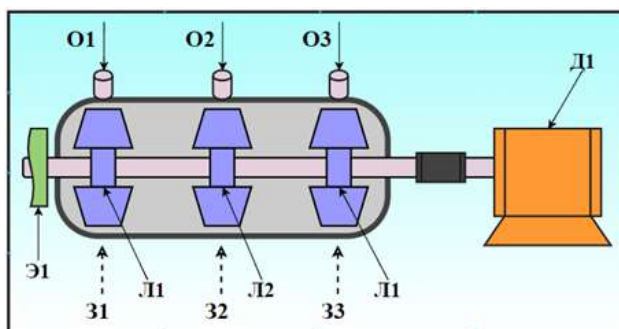


Рис. 1 Схема установки имитации УЭЦН

В ходе эксперимента полученные данные записывались в базу данных и были проанализированы графическо-аналитическим способом (рисунок 2,3) на наличие закономерностей появления негативных гармоник. Рассчитаны коэффициенты корреляции по формуле [2]:

$$r_{xy} = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \cdot \sum(y_i - \bar{y})^2}}$$

x_i, y_i – измеряемые параметры;
 \bar{x}, \bar{y} – выборочные средние.

Корреляция акустических и вибрационных показаний составила $r_{\text{виб.акус.}} = -0.89$.

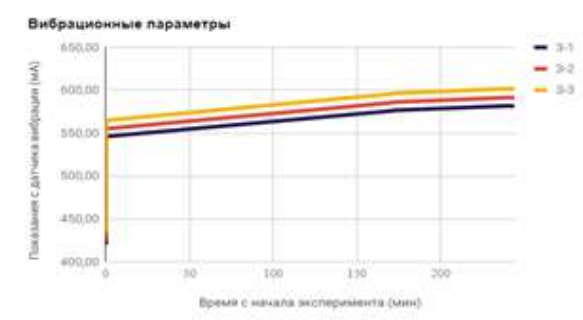


Рис. 2а График вибрационных показаний

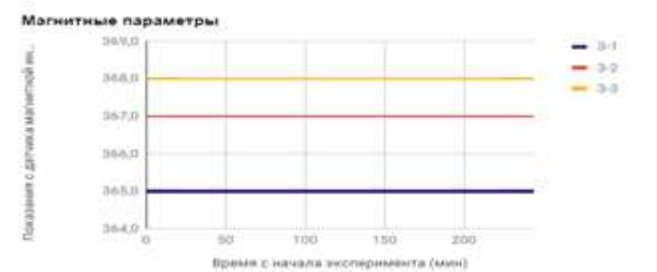


Рис. 2б График вибрационных показаний

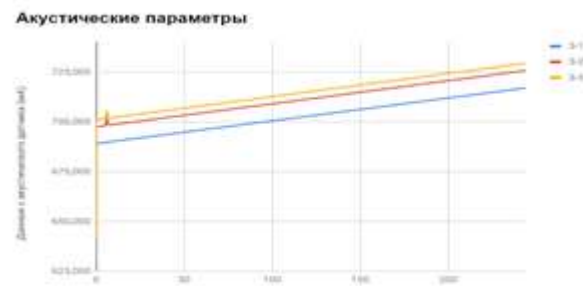


Рис. 2в График вибрационных показаний

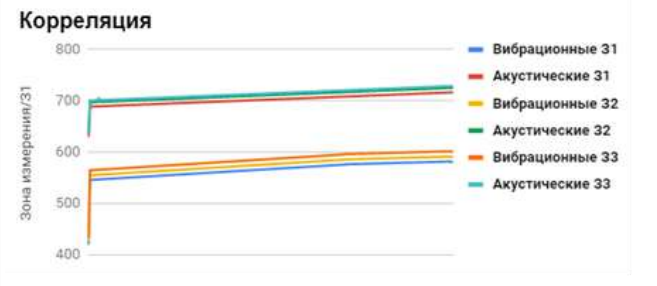


Рис. 3 Корреляция параметров

Проанализировав данные, сделаны следующие выводы:

1. Зафиксировано влияние МП на вибрационные и акустические параметры, размер и скорость проявления которых зависит от процентного соотношения МП в жидкости, дисперсности частиц, сферичности.
2. Акустические параметры коррелируются с вибрационными показателями, что подтверждается теорией снятия вибрационных показаний, т.к. показания датчика являются значениями виброперемещения. Виброперемещение – это расстояние между крайними точками перемещения элемента, вращающегося оборудования вдоль оси измерения, они показывает максимальные границы перемещения контролируемой точки в процессе вибрации. Обычно отображается размахом.
3. Для точного определения модели деградации материала требуется реализовать автоматизированный отбор показаний установки. Требуются огромные временные затраты, т.к. количество влияющих параметров (время, фракционный состав, сферичность, размерность, объем МП в жидкости перекачки, материал выполнения лопастей) весьма обширно. Выявить модель деградации в рамках данного исследования не представляется возможным.
4. Магнитные показатели не изменяются с течением эксперимента, следовательно, выявление неисправностей с помощью магнитной диагностики, на частях УЭЦН не представляется возможным.

Литература

1. Насыров А.М. Совершенствование эксплуатации скважин, оборудованных УЭЦН, в осложненных условиях - Ижевск: РА "Парацельс", 2011. - 203 с.
2. Савенок О. Методы прогнозирования факторов затруднения нефтедобычи с осложнёнными условиями и анализ принципов информационных управляющих систем. – Litres, 2017. - 53 с.
3. Ямалиев В.У. Применение элементов теории детерминированного хаоса к решению задач технического диагностирования УЭЦН // Нефтегазовое дело: электрон. науч. журн. УГНТУ. 2014.- №4. - С.174-191.