

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Садов Виктор Борисович

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский
государственный университет» (НИУ)

г. Челябинск, Челябинская область

ОЦЕНКА ДЕФЕКТОВ ПОГРУЖНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НЕФТЯНОЙ СКВАЖИНЫ ПО ДИНАМОГРАММЕ

Аннотация: в статье рассматриваются вопросы синтеза диагностической системы установки с штанговым глубинным насосом, ориентированным на использовании в составе программного обеспечения системы управления таких установок.

Ключевые слова: динамограмма, диагностика, установка с штанговым глубинным насосом, вейвлеты, аппроксимация функций.

При разработке систем управления установок скважинного штангового насоса (УСШН) одной из важных задач является синтез систем диагностики скважинного и наземного оборудования. Такие системы позволяют на месте диагностировать некоторые виды неисправностей оборудования, а также иногда являются встроенными частями систем автоматического управления режимами работы УСШН.

Существует два класса методик диагностики работы установки скважинного штангового насоса по динамограмме [1]: распознавание образов практических динамограмм, основанное на сравнении с эталоном; и определение неисправности исходя из физических законов получения динамограммы ненормальной работы насоса.

Для первого класса методик можно выделить несколько подходов к решению этой задачи:

- матричное представление практической динамограммы (например, методика Оганезова);

- анализ признаков Фурье, полученных из практической динамограммы (методика Алиева – Тер-Хачатурова и подобные);
- вычисление признаков на базе рядов, отличных от рядов Фурье (например, использование вейвлетов);
- анализ отклонения практической динамограммы от эталонной (методика Белова – Гилаева и подобные);
- выделение релевантных точек на практической динамограмме (в качестве примера можно указать методику,ложенную в основе системы DINAMOGRAPH).

Второй класс методик описывает теоретические основы получения практической динамограммы какой-либо неисправности, но при этом не дает формализованных признаков той или иной неисправности. Иными словами, в этой методике описано, каким образом получается динамограмма неисправности, но нет математических подходов описания ее признаков.

Для оценки дефектов погружного оборудования нефтяной скважины, ориентированных на использование в контроллерах систем управления УСШН, наиболее пригодны методы, использующие релевантные точки на динамограмме, поскольку не требуют больших объемов информации при определении своих параметров и легко формализуются. Вся задача, таким образом, разбивается на две подзадачи: выделение релевантных точек динамограммы и синтез алгоритмов диагностики с использованием этих точек.

При решении первой подзадачи предлагается использовать комплексный подход, при котором релевантные точки динамограммы (в качестве которых предлагается использовать точки перегиба характеристики развернутой динамограммы) определяются на основе поведения вейвлет-функций определенного класса и поведение коэффициентов разложения динамограммы в степенной ряд вблизи этих точек [2].

Для решения второй подзадачи предлагается использовать методику, при котором на основании значений усилий в и между точками перегиба динамограммы определяется тот или иной вид дефекта погружного оборудования скважины [3].

Синтезированный метод диагностики дефектов погружного оборудования скважины легко реализуется в контроллерах систем управления УСШН и не требует больших аппаратных возможностей их контроллеров. Данный подход дает хорошие результаты по точности диагностики. Автором были синтезированы алгоритмы диагностики следующих дефектов погружного оборудования: обрыв колонны штанг, «запарафинивание» скважины, недостаточный приток жидкости в скважину, утечка в нагнетательной части насоса, утечка в приемной части насоса, выход плунжера из корпуса насоса, заедание плунжера вверху, заедание плунжера внизу. Были проведены статистические испытания качества этих алгоритмов на динамограммах, полученных синтетическим путем с использованием моделей, а также на реальных динамограммах, полученных с использованием систем динамометрирования на нефтяных скважинах. Совпадение результатов работы диагностической системы с экспертными оценками составляло до 98%. На качество диагностики влияет в равной степени качество алгоритмов выделения точек перегиба характеристики динамограммы и качество алгоритмов определения дефектов с использованием полученных точек перегиба.

Список литературы

1. Мансафов Р.Ю. Новый подход к диагностике работы УСШН по динамограмме. / Р.Ю. Мансафов // Инженерная практика. – №9. – 2010. – С. 82–89.
2. Садов В.Б. Определение границ участков динамограммы при ее обработке. / В.Б. Садов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2012. – №35(294). – С. 11–16.
3. Садов, В.Б. Определение дефектов оборудования нефтяной скважины по динамограмме. / В.Б. Садов. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника». – 2013. – Том 13. – №1. – С. 61–71.