

**ГЕРВИКОН**  
**HERVICON**



**ЭККОН**  
**ЕККОН**



**6 - 9 сентября 2011, СумГУ, г. Сумы, Украина**

**XIII Международная научно-техническая конференция "ГЕРВИКОН-2011"**

**Международный форум "НАСОСЫ-2011"**

**Семинар "ЭККОН-11"**

## **ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СКВАЖИННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

**Дядюра К.А.<sup>1</sup>, Нагорный В.В.<sup>2</sup>**

### **АННОТАЦИЯ**

*Скважинное оборудование, основу которого составляют электроцентробежный насос и погружной электродвигатель, опускаемые в скважину на колонне насосно-компрессионных труб (рис. 1), недоступно для непосредственного инструментального контроля. Поэтому традиционно диагностирование приходится проводить на основе незначительных по объему косвенных данных (давлению и расходу жидкости и силе тока, подаваемого на привод). Поэтому предлагается повысить достоверность диагностики за счет анализа вибрации поверхности компрессионной трубы.*

**Ключевые слова:** погружной насос, диагностика, информационная гармоника, спектр.

Основу оборудования составляют электроцентробежный насос и погружной электродвигатель, опускаемые в скважину на колонне насосно-компрессионных труб (рис. 1). Традиционно в качестве диагностических параметров измеряют величину тока и напряжения, подаваемых на привод погружного насоса.

Традиционные измерения следует дополнить измерениями вибраций колонны насосно-компрессионных труб, вызываемых потоком протекающей по ней жидкости. Дело в том, что частотный состав пульсирующего давления жидкости

<sup>1</sup> Дядюра Константин Александрович, к.т.н., доц., Сумской государственной университет, кафедра «Технология машиностроения, станки и инструменты», ул. Римского –Корсакова, 2, 40007, г. Сумы, Украина.

<sup>2</sup> Нагорный Владимир Вячеславович, магистр, Сумской государственной университет, кафедра «Компьютерных наук», ул. Римского –Корсакова, 2, 40007, г. Сумы, Украина.

содержит информацию об источнике этих пульсаций - электронасосном агрегате. Методы анализа этого спектра обычны для вибродиагностики и позволяют, при условии проведения периодических измерений, указывать с большой долей вероятности сроки и причину ремонта контролируемого оборудования. Рассмотрение этой информации с учетом механики отказа машин позволит прогнозировать момент фактически потребной остановки оборудования на ремонт и указывать причину этого ремонта.

В качестве примера подобной оценки технического состояния скважинного оборудования были проведены еженедельные в течении 9-ти месяцев замеры вибраций колонны насосно-компрессионных труб погружного электронасосного агрегата 1ЭЦВ14-210-300Х. Измерения суммарного уровня вибрации проводились с помощью прибора VIBROPORT. Временная реализация вибросигнала регистрировалась с помощью Notebooka. Зарегистрированный вибросигнал обрабатывался компьютерной программой, в результате чего определялся спектр вибрационного сигнала (рис. 2) и график изменения во времени гармоник, реагирующих на развитие того или иного дефекта. Пример изменения с течением времени гармоник, реагирующей на износ рабочего колеса насоса, приведен на рисунке 3. По результатам анализа данной информации ставился диагноз состояния электронасосного агрегата (протокол диагностирования приводится).

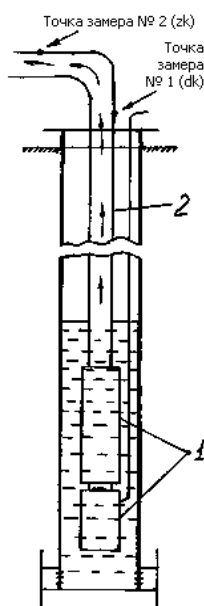


Рисунок 1 - Схема погружного агрегата и размещения на нем точек виброконтроля:

1 - погружной агрегат; 2 - колонна насосно-компрессионных труб

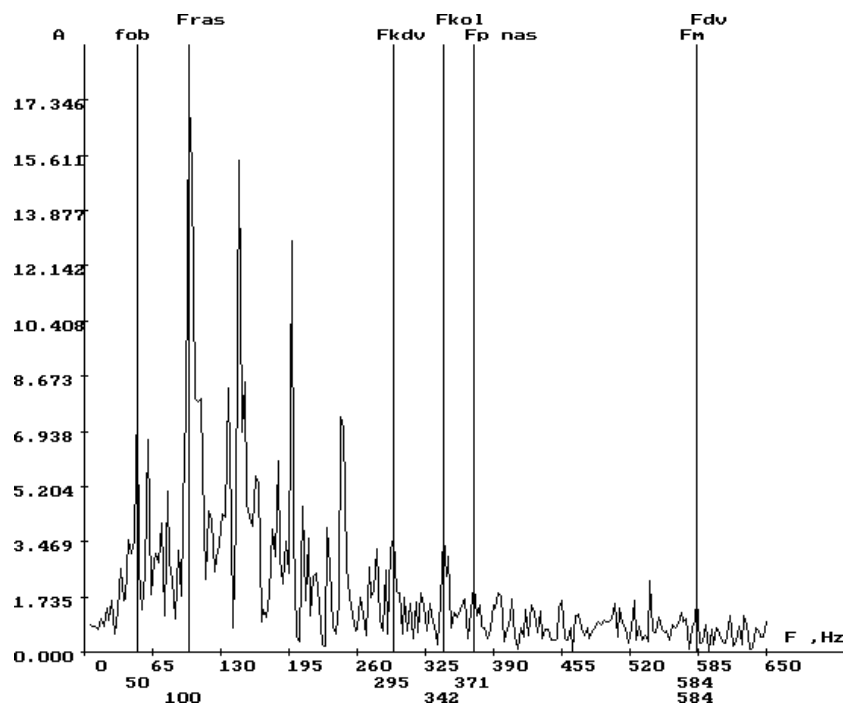


Рисунок 2 - Спектр вибрационного сигнала

Анализ спектра показал, что он содержит гармонические составляющие, соответствующие кинематической схеме агрегата, т.е. содержит гармоники на частотах, совпадающих с:

- оборотной частотой ( $f_{об} = 50$  Гц);
- второй оборотной частотой ( $F_{рас} = 2 \times f_{об}$ );
- подшипниковой частотой насоса ( $F_{p\ nas} = f_{об} \times 8$ );
- подшипниковой частотой двигателя ( $F_{dv} = f_{об} \times 12$ );
- частотой роликовой муфты ( $F_m = f_{об} \times 12$ );
- лопаточной частотой насоса ( $F_{kol} = f_{об} \times 7$ );
- лопаточной частотой двигателя ( $F_{kdv} = f_{об} \times 7$ ).

Используемый в программе диагностики алгоритм анализирует тренд уровня информационной гармоники. Получаемый при этом диагноз сопровождается указанием наработки агрегата до оптимальной остановки на ремонт, предельной наработки до отказа и причину этого отказа, а, соответственно, и ремонта.

Приведенный в протоколе диагноз получил подтверждение при ремонте агрегата после его фактической остановки из-за заклинивания ротора

двигателя, произошедшей при достижении агрегатом наработки, указанной в протоколе.

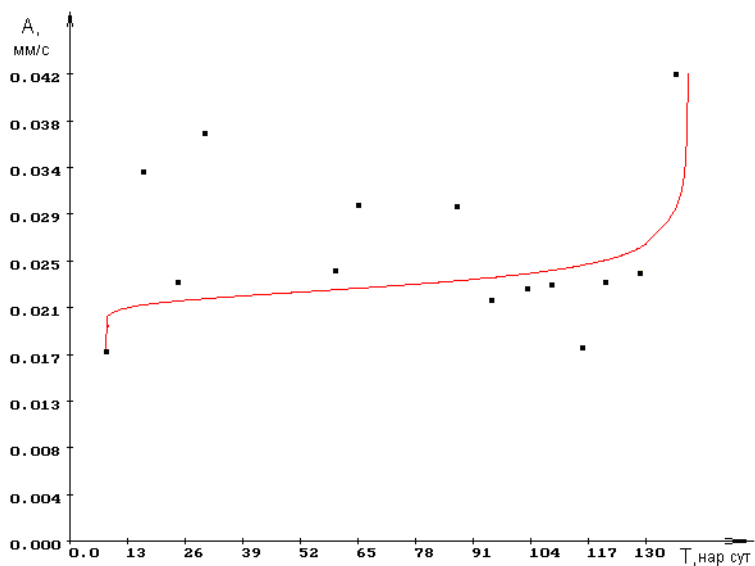


Рисунок 3- Изменение за время эксплуатации агрегата лопаточной гармонической, реагирующей на дефект рабочего колеса насоса

**ПРОТОКОЛ  
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АГРЕГАТА N 150  
от 30.06.2009 г.**

**Агрегат подлежит ремонту**  
по причине неудовлетворительного состояния  
рабочего колеса  
- наработка агрегата до ремонта  
составляет: 0 - 0.2 сут.  
- наработка агрегата до его отказа  
составляет: 4.3 - 6.8 сут.  
Более полная информация приведена в **Приложении**

## **ПРИЛОЖЕНИЕ**

### **ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕФЕКТОВ**

#### **Дисбаланс:**

- степень развития дефекта - ниже средней,
- степень поврежденности - 26.2 %
- скорость развития дефекта - медленная,
- наработка узла машины до остановки на ремонт составляет: 81.2 - 129.0 сут.,
- наработка узла машины до его отказа из-за развития дефекта составляет: 90.0 - 143.0 сут.,

#### **Износ рабочих колес:**

- степень развития дефекта - предельная,
- скорость развития дефекта - быстрая,
- степень поврежденности - 100 %
- наработка узла машины до остановки на ремонт составляет: 0 ... 0.2 сут.
- наработка узла машины до его отказа из-за развития дефекта составляет: 4.3 - 6.8 сут.,

#### **Расцентровка:**

- дефект отсутствует,
- наработка узла машины до остановки на ремонт составляет: 81.2 - 129.0 сут.,
- наработка узла машины до его отказа из-за развития дефекта составляет: 90.0 - 143.0 сут.,

#### **Износ подшипников насоса:**

- степень развития дефекта - ниже средней,
- степень поврежденности - 40.5 %
- скорость развития дефекта - медленная,
- наработка узла машины до остановки на ремонт составляет: 81.2 - 129.0 сут.,
- наработка узла машины до его отказа из-за развития дефекта составляет: 90.0 - 143.0 сут.,

#### **Износ подшипников двигателя:**

- степень развития дефекта - средняя,
- степень поврежденности - 46.8 %
- скорость развития дефекта - медленная,

- наработка узла машины до остановки на ремонт составляет: 8.5 - 13.5 сут.,
- наработка узла машины до его отказа из-за развития дефекта составляет: 8.5 - 13.5 сут.,

#### **Прочие дефекты:**

- степень развития дефекта - ниже средней,
- степень поврежденности - 28.8 %
- скорость развития дефекта - медленная,
- наработка узла машины до остановки на ремонт составляет: 62.7 - 99.6 сут.,
- наработка узла машины до его отказа из-за развития дефекта составляет: 70.6 - 112.1 сут.,

#### **ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК**

1. Замиховский Л.М., Калявин В.П.: Техническая диагностика погружных электроустановок для добычи нефти. - Снятын: Препринт, 1999 - 234 с.
2. Надежность установок погружных центробежных насосов для добычи нефти. ЦНИИхимнефтемаш. Москва 1983.
3. Вибрации энергетических машин. Справочное пособие. Под ред. д-ра техн. наук проф. Н.В. Григорьева. Л., "Машиностроение", 1974. 464 с. С.442 - 454
4. Генкин М.Д., Соколова А.Г. Виброакустическая диагностика машин и механизмов. - М.: Машиностроение, 1987.-288 с. С.168 - 183

#### **DIAGNOSTICATING OF THE TECHNICAL STATE OF DOWNHOLE EQUIPMENT**

**Dyadura K.A., Nagorniy V.V.,  
Sumy state university**

#### **SUMMARY**

*Downhole equipment, basis of that is made by the electro-centrifugal pump and down electric motor, put into a mining hole on a column pump, - compression pipes(fig. 1), off-line for direct instrumental control. Therefore traditionally diagnosticating has to be conducted on the basis of insignificant on volume indirect data (to pressure and expense of liquid and strength of the current given on a drive). It is therefore suggested to promote authenticity of diagnostics due to the analysis of vibration of surface of compression pipe.*

**Keywords: down-pump, diagnostics, informative accordion, spectrum.**