

## ДИАГНОСТИРОВАНИЕ ШТАНГОВЫХ СКВАЖИННЫХ НАСОСНЫХ УСТАНОВОК ПО ПАРАМЕТРАМ ВАТТМЕТРОГРАММЫ

BASENKO V.R., MANAKHOV V.A.  
Kazan State Power Engineering University

### DIAGNOSIS OIL WELL PUMPING UNIT BY PARAMETERS WATTMETERGRAM

Для повышения эффективности добычи нефти нужно применять оперативное техническое диагностирование штанговых скважинных насосных установок (ШСНУ), которое в свою очередь позволяет своевременно и точно определять дефекты в различных частях установки и прогнозировать ее дальнейшее рабочее состояние.

В нашей стране большинство нефтяных скважин эксплуатируется штанговыми скважинными насосными установками. В качестве приводов, ШСНУ, используют станки-качалки (СК), которые преобразуют вращательное движение вала двигателя в возвратно-поступательное движение точки повеса штанг.

Для предотвращения возникновения аварийных ситуаций на скважинах, вызванных поломками оборудования ШСНУ, необходимо осуществлять постоянный контроль и диагностику состояния оборудования ШСНУ.

Ваттметрирование позволяет диагностировать работу ШСНУ. Ваттметрограмма представляет собой зависимость мощности, потребляемой электродвигателем станка-качалки от времени, в зависимости угла поворота кривошипа:  $P(t)$ ,  $P(\phi)$ , где  $t$  - время в течении одного периода  $T$  качания балансира СК,  $\phi$  - угол поворота кривошипа.

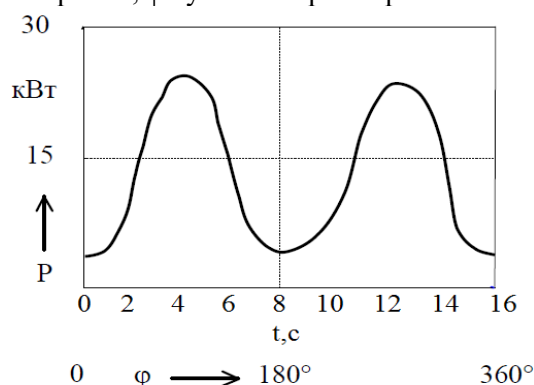


Рисунок 1 – Ваттметрограмма при нормальной работе установки

При помощи ваттметрограмм (диаграмм мощности) определяются такие важнейшие показатели работы установки, как КПД наземного и глубинного оборудования, уравновешенность станка-качалки, работа клапанов, коэффициенты наполнения и подачи насоса, фонтанные проявления в скважинах, перемещение полированного штока и плунжера, и неисправности в механической части.

В данном методе используется датчики тока и напряжения, основанные на эффекте Холла, они используются для измерения переменного и постоянного тока или напряжения. Главным компонентом данных датчиков считается тонкая прямоугольная пластинка полупроводника с четырьмя электродами. Первая пара контактов соединена к короткими сторонами пластины для обеспечения тока управления. Эти контакты называются токовыми электродами. Вторая пара контактов расположена между длинными сторонами и предназначена для снятия напряжения. Они называются холловыми или выходными электродами. Когда магнитный поток проникает в пластину, под действием силы Лоренца подвижные носители заряда образуют управляющий ток, что приводит к изменению числа носителей заряда на концах пластины. Таким образом, возникает напряжение Холла на выходных электродах.

В датчиках тока прямого усиления (Рисунок 2.) магнитное поле создается измеренным током  $I_{вх}$ . Управляющий ток  $I_{упр}$  подается с использованием стабилизированного источника тока. Напряжение Холла, зависящее от  $I_{вх}$ , преобразуется усилителем в выходной ток датчика  $I_{вых}$ . Такие датчики позволяют измерять токи до нескольких сотен ампер.

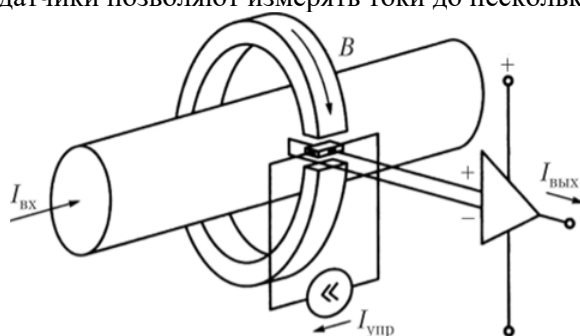


Рисунок 2 – Принцип работы датчика тока, основанного на эффекте Холла

Датчики напряжения с эффектом Холла - это те же датчики тока, но только небольшого размера, которые соединены с измеряемой цепью последовательно с резистором для ограничения тока и преобразуют протекающий через него ток в пропорциональный выходной сигнал, обычно также ток. Таким образом, такой датчик напряжения является частным случаем датчика тока со встроенной первичной обмоткой, содержащей несколько тысяч витков, а иногда и со встроенным первичным резистором.

Необходимо выделить, что ваттметрограмма отражает состояние всей насосной установки, а не только ее подземной части, как это делает метод динамометрирования. По этой причине, ваттметрограмма является для локальных устройств аварийной защиты насосных установок, преобладающей формой исходной информации.

Уравновешивание СК является одним из важнейших факторов, влияющих на продолжительность безаварийной работы, что оказывает большое влияние на эффективность работы ШСНУ. При плохом уравновешивании увеличивается расход электроэнергии из-за потерь в сети и в электродвигателе.

Ваттметрограмма при неуравновешенном станке-качалке характеризуется разностью амплитуд при ходе в верхнее положение и при ходе в нижнее положение и оценивается коэффициентом неуравновешенности  $K_H$ , равным:

$$K_H = \frac{N_B - N_H}{N_B + N_H} \cdot 100\% \quad (1)$$

где,  $N_B$ ,  $N_H$  – значение максимальных амплитуд мощности при ходе вверх и ходе вниз кривошипно-шатунного механизма. Если амплитуды отличаются более чем на 10%, установка считается неуравновешенной. Уравновешивание – сложная процедура, требующая больших физических усилий. По этой причине более результативен программный метод определения параметров уравновешивания СК с использованием микропроцессорного диагностического оборудования. Уравновешивание станка-качалки может быть обеспечено путем размещения необходимого противовеса либо на кривошипе, либо на заднем плече балансира. В соответствии с этим различают кривошипное, балансирное и комбинированное уравновешивание. Кривошипное уравновешивание обычно используется для станка-качалки большой грузоподъемности, а балансирное для станка-качалки малой грузоподъемности, и комбинированное - у СК средней грузоподъемности.

Как уже упоминалось выше, ваттметрирование является надежным и достоверным методом диагностики ШСНУ, который позволяет определять состояние всей насосной установки, а не только ее подземной части, как например динамограмма.

Публикация работы осуществлена в рамках проекта «Создание серии электроприводов на базе российских высокоэффективных синхронных двигателей для станков-качалок нефти с применением беспроводных систем передачи данных и адаптивной системой управления для «умных» месторождений», Соглашение №074-11-2018-020 с Минобрнауки РФ от 30 мая 2018 г.

### **Список литературы:**

1. Хакимьянов М. И., Гузеев Б. В. Контроль работы электродвигателей станков - качалок методом ваттметрирования // Повышение надежности и энергоэффективности электротехнических систем и комплексов: межвуз. сб. науч. тр. / Редкол.: В. А. Шабанов и др. Уфа: Издательство УГНТУ, 2010. С. 179–188.
2. Абрамов Г.С., Барычев А.В., Чураков В.В. Ваттметрические методы контроля за работой скважин // Нефтегаз. 2003. № 3. С. 87 - 89.
3. Кричке В.О. Анализ работы станков-качалок с помощью автоматических устройств // Автоматизация и телемеханика в нефтяной промышленности. 1976. № 5.
4. Т. И. Петров, А. Р. Сафин, И. В. Ившин, А. Н. Цветков, В. Ю. Корнилов Модель системы управления станком-качалкой на основе синхронных двигателей с бездатчиковым методом // Известия ВУЗов. Проблемы энергетики. 2018. №7-8.

**Научный руководитель:** к.т.н., доцент А.Н. Цветков

**МОРДВИНЦЕВА Ю.А.**

Санкт-Петербургский горный университет

### **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СОРТИРОВКИ ЭЛЕКТРОННЫХ КОМПОНЕНТОВ НА ОСНОВЕ КЛАССИФИКАТОРА КАСКАДА ХААРА**

**MORDVINTSEVA Y. U.**

St. Petersburg Mining University

### **AUTOMATION OF THE SORTING PROCESS OF ELECTRONIC COMPONENTS BASED ON THE HAAR CASCADE CLASSIFIER**

Проблема переработки электронных компонентов – актуальная проблема на сегодняшний день. В первую очередь это важно для экологии и здоровья человека. Если не перерабатывать некоторые электронные компоненты, содержащие ртуть, кадмий, хром, свинец, а попросту их сжигать, то будет страдать природа. Загрязняя природу инфильтратами и золой от сожженных отходов, страдают и люди от болезней, связанных с накоплением тяжелых металлов в организме. В дальнейшем все это влечет за собой повышение затрат на здравоохранение и как следствие негативно отражается на экономике стран.

Как правильно у каждого метода есть основа, без которой данный метод не смог бы существовать. Основу метода Виолы – Джонса составляет признак Хаара. Признаки Хаара представляют собой двоичную аппроксимацию вейвлета Хаара. Каждый признак представляет собой двоичную маску, т.е., черно-белое изображение.

Само обнаружение происходит за счет базы признаков для обнаружения объектов.

При создании классификаторов были обнаружены такие проблемы как отсутствие базы данных для радиоэлектронных элементов. Сбор данных в ручную представлял собой довольно монотонную работу, которая требует много времени.(рис. 1)

Было принято решение разработать программное обеспечение, которое бы автоматически редактировало изображения под нужный размер (что необходимо для анализа оптимальных размеров обучающих изображений), вырезало изображения из видеопотока (в нашем случае с видеокамеры), переименовывало все изображения (как негативные, так и позитивные).