

Разработка системы измерения динамических характеристик измельчительно-режущего оборудования

К.т.н. В.П. Иваненко, д.т.н. В.В. Пеленко, к.т.н. Н.А. Зуев,
М.И. Дмитриченко, аспиранты Р.А. Азаев, Р.Г. Ольшевский,
студент И.Б. Краснов

Одним из основных обобщающих критериальных динамических параметров, характеризующих эффективность работы механического оборудования, является коэффициент полезного действия (кпд).

Механический кпд машины определяется отношением мощности, затрачиваемой на преодоление сил сопротивлений обрабатываемого продукта (полезной мощности) $N_{\text{пол}}$, к мощности электродвигателя при работе машины под нагрузкой $N_{\text{общ}}$:

$$\eta_M = (N_{\text{пол}} / N_{\text{общ}}) 100, \%$$

Полезная мощность определяется по формуле:

$$N_{\text{пол}} = N_{\text{общ}} - N_{\text{хх}}, \text{ Вт.},$$

где $N_{\text{хх}}$ — мощность, подводимая к электродвигателю при работе машины на холостом ходу.

Активная мощность, подводимая к электродвигателю при работе машины под нагрузкой, рассчитывается методом эквивалентных величин тока I_3 :

$$I_3 = I_{\text{с.кв.}} = \sqrt{I_1^2 \tau_1 + \dots + I_n^2 \tau_n} / \tau_1 + \dots + \tau_n, \text{ А}$$

$$N_{\text{общ}} = \sqrt{3} \times U I_3 \cos \varphi \eta, \text{ Вт.},$$

где $I_{\text{с.кв.}}$ — среднеквадратичное значение тока, А

I_n — среднее значение тока в интервале τ_n , А;

U — напряжение сети, В;

$\cos \varphi$ — коэффициент мощности: косинус угла потерь (=0.85);

η — к.п.д. электродвигателя (=0.85);

I_3 — эквивалентное значение тока, А.

Значение токов I_n и интервалы времени τ_n определяются из графика нагрузки $I_n = f(\tau)$ (рис.1)

$N_{\text{хх}}$ — мощность, подводимая к электродвигателю при работе машины на холостом ходу, определяется по формуле:

$$N_{\text{хх}} = \sqrt{3} \times U I_{\text{хх}} \cos \varphi, \text{ Вт}$$

$I_{\text{хх}}$ — ток электродвигателя при работе машины на холостом ходу, А

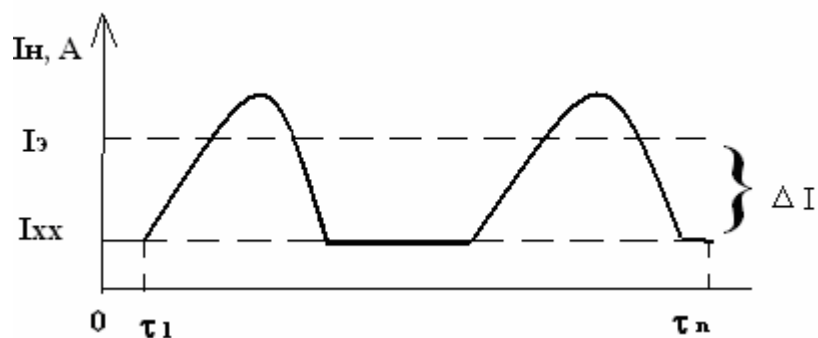


Рис 1. График изменения тока электродвигателя при работе машины

Колебания потребляемого тока при работе машины определяются изменением нагрузки на рабочем валу при выполнении полезной работы, ускорениями различных узлов машины, вследствие неточности сборки машины, износа шарнирных пар и т.д.

Определение эквивалентного тока $I_э$ в существующих работах осуществляется по показаниям стрелочных приборов что вызывает определенные трудности, не говоря о точности измерений. Кроме того, значение тока ΔI для определенных видов машин и режимов их работы имеют незначительную величину по сравнению с током холостого хода машины $I_{хх}$.

Для повышения точности измерения была разработана схема, представленная на рис.2.

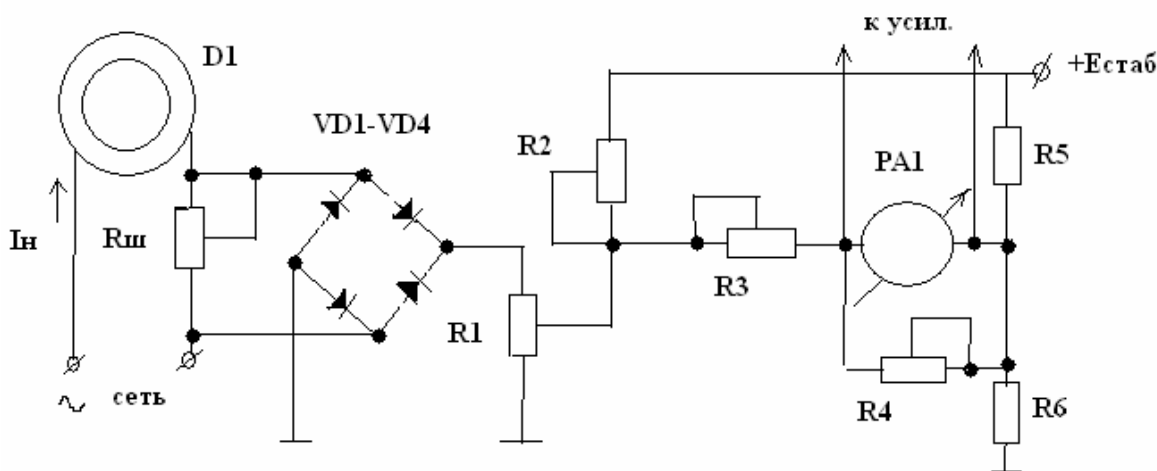


Рис 2 Схема измерения тока нагрузки

Определение тока I_n , протекающего по цепи электродвигателя M , осуществляется посредством использования резистивного шунта $R_{ш}$ минимальной величины ($0,035 \text{ Ом}$) с последующим измерением на линейной мостовой схеме Уитстона и усилением напряжения до величины, необходимой для нормальной работы последующих преобразователей и графопостроителя.

Данная схема позволяет выделить исследуемый участок ΔI и усилить его до необходимой величины, удобной для визуального анализа и измерения I_n . Калибровка и балансировка схемы осуществляется переменными

резисторами R1-R4. Схема должна запитываться стабилизированным источником Ест.

Современные аналоговые интегральные микросхемы позволяют выполнять различные математические операции, в том числе и вычитание, деление, определение среднеквадратичного значения. На рисунке 3 представлена функциональная схема блока расчета КПД механического оборудования с электромеханическим приводом.

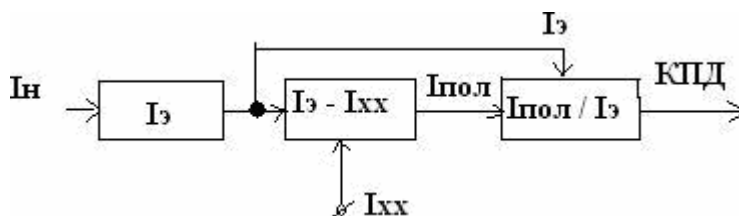


Рис 3. Функциональная схема блока расчета КПД

Вводя значения тока нагрузки, а также тока холостого хода $I_{хх}$, измеренные при пуске машины без нагрузки, на выходе схемы формируется электрический сигнал пропорциональный КПД. Изменяя величину нагрузки машины можно отслеживать изменение эффективности работы машины в реальном масштабе времени.

Предложенное решение было реализовано и опробовано на лабораторной установке для определения энергозатрат при исследовании волчка.