

уровнем крюковой нагрузки (низкий отбор мощности ВОМ) недооценка указанных факторов ведет к завышению расчетной нагрузки примерно на 20% для переднего ведущего моста и к ее занижению на 3... 5 % — для заднего. С увеличением отбора мощности на привод ВОМ и соответственном уменьшении крюковой нагрузки приведенные значения увеличиваются.

### *Литература*

1. Анилович, В.Я. Конструирование и расчет сельскохозяйственных тракторов: Справочное пособие / Анилович В.Я., Водолажченко Ю.Т. — М.: Машиностроение, 1976. — 456 с.
2. Кацыгин, В.В. Перспективные мобильные энергетические средства (МЭС) для с/х производства/ Кацыгин В.В., Горин Г.С., Зенькович А.А. - Минск: Наука и техника, 1982.
3. Гуськов, А.В. Методика построения потенциальной характеристики колесного трактора 4х4 с отбором мощности через ВОМ/ Гуськов А.В. – В кн.: Современный транспорт и транспортные средства: Проблемы, решения, перспектива. — Мн.: БНТУ, 2007. — С. 49—53.

УДК 621.436.004.67

## **СОКРАЩЕНИЕ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ОБКАТКИ ДВИГАТЕЛЕЙ**

*Андруш В.Г. (БГАТУ)*

*Объектом исследования являются двигатели ЯМЗ-236, ЯМЗ-238. Полученное уравнение показывает взаимосвязь мощности механических потерь двигателя в конце обкатки с такими факторами, как мощность механических потерь в начале обкатки, температура масла в процессе обкатки и средняя скорость изменения мощности механических потерь. Предложена структурная схема устройства управления режимами стендовой обкатки.*

### **Введение**

Двигатели ОАО «Автодизель» (Ярославский моторный завод) широко используются в сельскохозяйственной технике.

Производственное объединение «Гомсельмаш» устанавливает на энергетическое средство УЭС-2-280А «Полесье» двигатель ЯМЗ-238БКЗ, на КСК-100АЗ двигатель ЯМЗ-238АМ2-3, «Лидаагромаш» на комбайн «Лида - 1300» двигатель ЯМЗ-236БЕ-10, «Россельмаш» устанавливает на комбайны «Дон-1200» двигатель ЯМЗ-236ДК, на «Дон-1500» – ЯМЗ-238АК, на «Дон - 2600Р» – ЯМЗ-238БК.

Харьковский тракторный завод устанавливает на трактора Т-150К-09, Т-17221 и на Т-181, а Могилевский автозавод при изготовлении трактора МоАЗ-49011 применяет двигатель ЯМЗ-238Б-22.

На Минском ПРУП «Авторемонт» налажено переоборудование под двигатели ЯМЗ-236 и ЯМЗ-238 кормоуборных комбайнов Е-516, Е-517, Е-28012, КСК-100, автомобилей УРАЛ-375, тракторов Т-150 К.

В значительной мере качество двигателей внутреннего сгорания снижается в результате их приработки по различным и неоптимальным режимам.

Время приработки двигателей не должно быть одинаковым даже для одной модели, так как механические свойства поверхностного слоя деталей, чистота поверхности, размеры, значения натягов и зазоров в узлах подвержены статистическим вариациям.

Назначение длительности обкатки в зависимости от исходного технического состояния двигателя позволяет сократить среднее время обкатки, сэкономить топливно-энергетические ресурсы, снизить вредные выбросы в атмосферу.

Исследованию изменения механических потерь в процессе обкатки двигателей хотя и посвящен ряд работ [1,2], однако большинство из них устанавливают зависимость этих потерь без учета влияния величины начальной мощности механических потерь, а если и рассматривают, то только в период холодной обкатки[3]. Поэтому представляет интерес

проведение математического планирования и многофакторного эксперимента с увеличением числа факторов с целью изучения их влияния на мощность механических потерь двигателя ЯМЗ-238 в процессе обкатки.

### Основная часть

Из анализа литературных источников и по результатам однофакторных экспериментов выделены для дальнейшего исследования следующие факторы:

- частота вращения коленчатого вала –  $n$  ;
- температура масла двигателя –  $T_m$  ;
- средняя скорость изменения мощности механических потерь –  $\bar{v}$  ;
- мощности механических потерь в начале обкатки –  $N_{0,мт}$  .

Фактор  $n$  – частота вращения коленчатого вала, исключаем из рассмотрения, поскольку контроль мощности механических потерь осуществляем на одной фиксированной частоте вращения коленчатого вала.

Численные значения и диапазон варьирования факторов определены в соответствии с руководством по капитальному ремонту, технологическими характеристиками двигателя ЯМЗ-238, и производственным опытом Минского авторемонтного завода.

Для построения регрессионной модели использованы результаты опытов, выполненных по плану полного трёхфакторного эксперимента и композиционному плану [4].

Полученная модель адекватно описывает результаты эксперимента.

В явном виде уравнение имеет вид

$$N_{мт} = 9.81 + 0.56(1.25N_{0,мт} - 15.13) + 0.3(0.15\bar{v} - 4.85) - 0.44(0.05T_m - 3.75) + 0.16(0.05T_m - 3.75)(1.25N_{0,мт} - 15.13) = 10.61 - 0.05N_{0,мт} + 0.045\bar{v} - 0.14T_m + 0.01N_{0,мт}T_m.$$

Полученное уравнение показывает взаимосвязь мощности механических потерь двигателя в конце обкатки с такими факторами, как мощность механических потерь в начале обкатки, температура масла в процессе обкатки и средняя скорость изменения мощности механических потерь.

Формула определения необходимой длительности обкатки  $\tau$  до достижения требуемого качества приработанности деталей в зависимости от средней скорости изменения мощности механических потерь, мощности механических потерь и температуры масла в начале обкатки для двигателей ЯМЗ-236:

$$\tau = 56.5 \cdot N_{мт0} - 2.375 \cdot \bar{v} + 1.875 \cdot T_{м0} - 462.125.$$

Для наиболее рационального режима с  $\bar{v} = 28$  Вт/мин

$$\tau = 56.5 \cdot N_{мт0} + 1.875 \cdot T_{м0} - 528.625.$$

Проведя исследования по уточнению параметров обкатанного двигателя, нами разработано устройство управления обкаткой ДВС на базе простого и надежного стенда ГОСНИТИ с жидкостным регулировочным реостатом, подключаемым к электродвигателю с фазным ротором, блок-схема которого представлена на рис. 1.

При холодной обкатке режим работы (частота вращения) устанавливается задатчиком 9 частоты вращения по сигналу с первого выхода блока 15 управления. На первом вычитающем элементе 7 сравнивается сигнал задатчика 9 частоты вращения и датчика 3 частоты вращения. На выходе первого вычитающего элемента 7 появляется сигнал, равный разности сигналов на входах, который подается через третий вход переключателя 11 на исполнительный механизм жидкостного реостата 6 нагрузочного устройства (электродвигателя) 1. Исполнительный механизм жидкостного реостата 6, перемещаясь пропорционально сигналу на входе, вызывает перемещение ножей реостата в электролит и, соответственно, изменение частоты вращения электродвигателя 1 и кинематически связанного с ним обкатываемого двигателя 2.

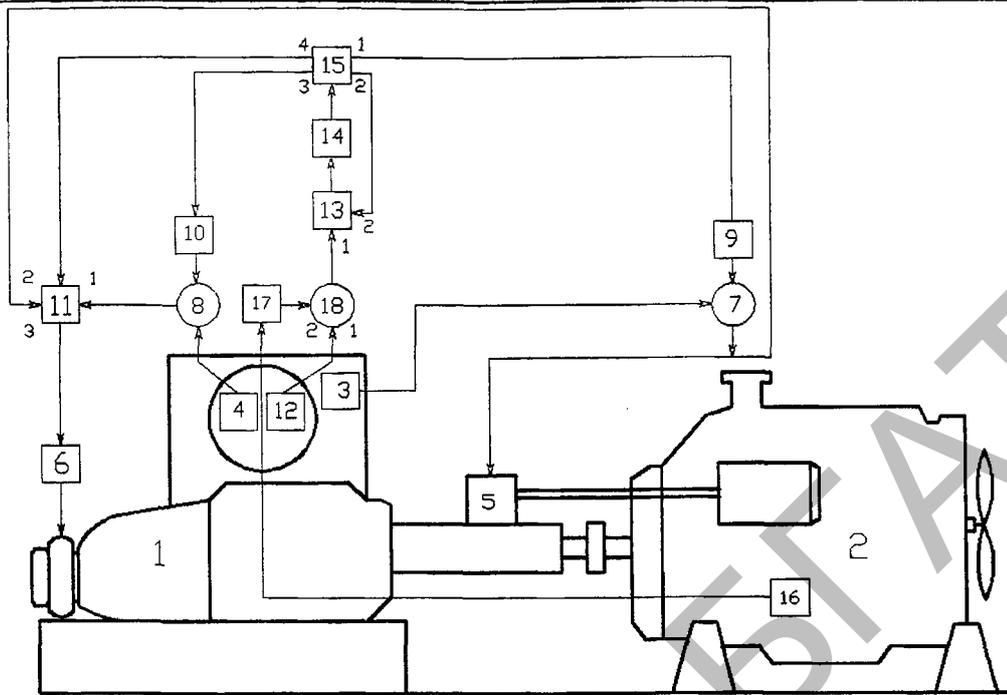


Рисунок 1 - Блок-схема устройства для обкатки двигателя:

- 1–нагрузочное устройство; 2–обкатываемый двигатель; 3–датчик частоты вращения;  
4–датчик нагрузочного момента; 5–исполнительный механизм частоты вращения;  
6–исполнительный механизм нагрузочного устройства; 7–первый вычитающий элемент;  
8–второй вычитающий элемент; 9–задатчик частоты вращения; 10–задатчик нагрузочного момента; 11–переключатель; 12–датчик момента сопротивления прокручиванию;  
13–устройство опроса; 14–блок назначения длительности приработки; 15–блок управления;  
16–датчик температуры; 17–линеаризатор; 18–третий вычитающий элемент.

При горячей обкатке под нагрузкой нагрузочным устройством (электродвигателем) 1 изменяется тормозная мощность на валу обкатываемого двигателя 2, а частота вращения регулируется перемещением штока исполнительного механизма 5 частоты вращения и соответственно рычага топливodoзирующего органа обкатываемого двигателя 2.

При горячей обкатке в установившемся режиме по частоте вращения сигнал на выходе датчика 3 частоты вращения равен сигналу от задатчика 9 частоты вращения.

Если частота вращения двигателя 2 превышает установленное значение, то сигнал (напряжение) на выходе первого вычитающего элемента 7 вызовет перемещение штока исполнительного механизма 5 и рычага топливodoзирующего органа двигателя 2 на уменьшение частоты вращения.

Если частота вращения становится меньше установленного значения, то все процессы происходят в обратном направлении. Аналогично работает контур управления тормозной мощностью по нагрузочному моменту. На втором вычитающем элементе 8 сравнивается сигнал задатчика 10 нагрузочного момента и датчика 4 нагрузочного момента. Выходной сигнал с выхода второго вычитающего элемента 8 через первый вход переключателя 11 поступает на исполнительный механизм жидкостного реостата 6. Изменение сопротивления между ножами жидкостного реостата заставляет нагрузочное устройство (электродвигатель) 1, работающее в режиме динамического торможения изменять величину тормозной мощности.

Требуемые частота вращения и нагрузочный момент устанавливаются задатчиками 9 частоты вращения и 10 нагрузочного момента по команде с выходов 1 или 3 блока 15 управления в соответствии с режимами приработки после ремонта для данного предприятия.

Информационным параметром хода приработки является величина мощности механических потерь, которая, в свою очередь, определяется измерением момента сопротивления прокручиванию коленчатого вала на весовом механизме стенда в начале обкатки при фиксированной частоте вращения. Измерение производится на фиксированной частоте вращения с тем расчетом, чтобы каждый раз не учитывать влияние частоты вращения коленчатого вала на мощность механических потерь. Этим уменьшаем число влияющих факторов, объем исследовательских работ и упрощаем алгоритм управления. Но, как показано выше, в процессе обкатки мощность механических потерь, а вместе с ним и момент сопротивления прокручиванию коленчатого вала, существенно зависят от начальной мощности механических потерь, температуры масла обкатываемого двигателя, продолжительности обкатки и средней скорости изменения режимов обкатки.

Для того, чтобы реализовать процесс обкатки и алгоритм проведения ее в функции технического состояния, сократив общее время обкатки, измеряют датчиком 16 температуру обкатываемого двигателя, затем измеряют датчиком 12 мощность механических потерь по моменту сопротивления прокручиванию коленчатого вала обкатываемого двигателя при данной температуре, вычисляют на линейаризаторе 17 мощность механических потерь данного двигателя в конце обкатки. Затем сравнивают их на третьем вычитающем элементе 18. По разности между величиной мощности механических потерь обкатываемого двигателя при данной температуре и величиной мощности механических потерь обкатанного двигателя с учетом выбранного рационального значения средней скорости изменения мощности механических потерь блоком 14 назначается длительность приработки до окончания приработки. Чем меньше эта разность и выше выбранная средняя скорость изменения мощности механических потерь, тем меньше время, необходимое для приработки обкатываемого двигателя.

В режим прокручивания стенд переводится по команде блока 15 управления, при этом производится измерение мощности механических потерь по моменту сопротивления прокручиванию коленчатого вала обкатываемого двигателя и его температуры. Сигнал, соответствующий разности мощности механических потерь обкатываемого двигателя при данной температуре и обкатанного с выхода третьего вычитающего элемента 18 поступает на вход устройства 13 опроса, где и запоминается. В зависимости от величины сигнала с этого устройства блоком 14 задается длительность приработки двигателя до следующей точки измерения или окончания обкатки.

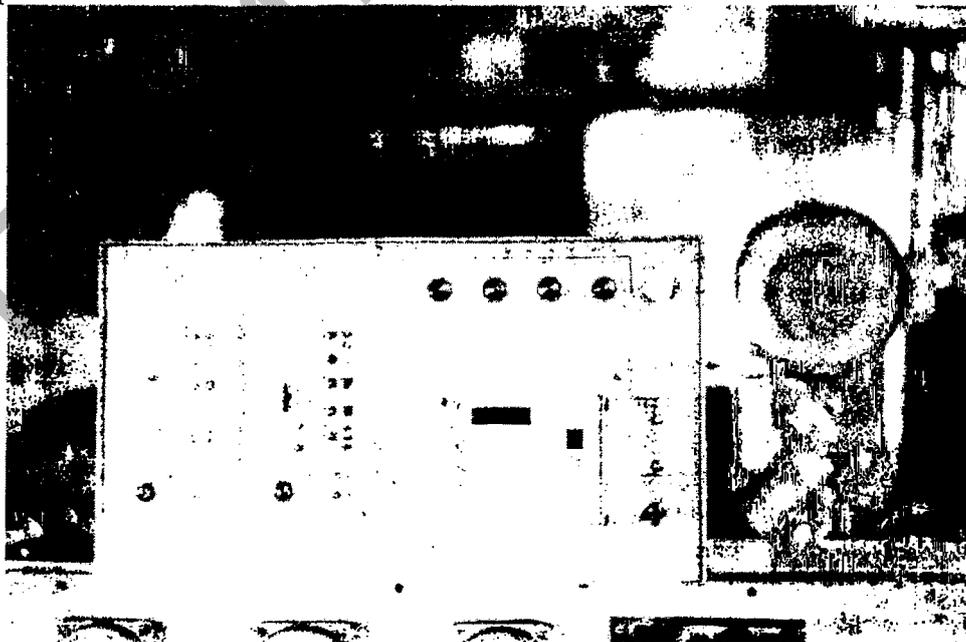


Рисунок 2 - Внешний вид устройства управления обкаточно-испытательным стендом с контролем технического состояния двигателя

Задатчики и сравнивающие элементы контуров регулирования частоты вращения и тормозной мощности с достаточным качеством регулирования реализованы на базе стандартных пропорционально-интегральных регуляторов, а в случае использования более сложного алгоритма управления - с применением управляющего контроллера.

### **Заключение**

Таким образом, полученное уравнение показывает взаимосвязь мощности механических потерь двигателя в конце обкатки с возмущающими факторами.

Реализация устройства управления режимами обкатки двигателя внутреннего сгорания с контролем его технического состояния по мощности механических потерь в начале обкатки с учетом температуры масла и скорости изменения режимов нагрузки позволяет сократить среднюю длительность обкатки двигателей на 15 %, сэкономить топливно-энергетические ресурсы, уменьшить загрязнение окружающей среды.

### **Литература**

1. Трубилов, А.К. Оценка качества ремонта автотракторных дизелей по динамике диагностических параметров в период приработки / А.К. Трубилов // Агропанорама. – 1999. – № 3. – С. 6–9.
2. Кольченко, В.И. Исследование механических потерь тракторных дизелей / В.И. Кольченко // Исследование и испытание тракторов, их узлов и агрегатов: Труды НПО НАТИ. – М., 1986. – С. 48-59.
3. Батхан, Л.З. Влияние температуры и вязкости масла на механические потери в дизеле Д-240 / Л.З. Батхан [и др.]// Механизация и электрификация сельского хозяйства. – Минск: Ураджай, 1986. – Вып. 29. – С. 117 – 122.
4. Бохан, Н.И. Планирование экспериментов в исследованиях по механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства / Н.И. Бохан, А.М. Дмитриев, И.С. Нагорский. – Горки: БСХА, 1986. – 80с.

УДК 631.333.

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПОДКОРНЕВОГО РЫХЛЕНИЯ КУКУРУЗЫ С ОДНОВРЕМЕННЫМ ВНЕСЕНИЕМ ПОДКОРМКИ**

*Антонович В.В., Лахмаков В.С. (БГАТУ)*

*Предложена новая конструкция рабочего органа культиватора, которая позволит производить рыхление почвы под корневой системой и одновременно вносить подкормку на заданную глубину.*

### **Введение**

По урожайности и кормовым достоинствам кукуруза превосходит все другие зернофуражные культуры. Зерно кукурузы имеет высокую энергетическую ценность, её выращивание может сыграть стабилизирующую роль в производстве зернофуража, поскольку в неблагоприятные для зерновых годы, когда они в ранние фазы подвержены засухе, урожайность кукурузы высокая. В кормлении скота кукурузе как основной силосной культуре отводится ведущая роль. Но, к сожалению, технология её возделывания в большинстве хозяйств не отвечает требованиям, которые предъявляют все интенсивные культуры. Кукурузе принадлежит решающая роль в создании прочной кормовой базы, так как из нее получают самый дешевый и наиболее питательный корм в виде зеленой массы, силоса и зерна.

Вследствие особенностей роста и развития кукуруза имеет особые требования к обеспечению питательными веществами. С апреля до начала мая кукуруза растет очень медленно. В июле-августе в растениях происходит значительное накопление СМ. В ранние