

УДК 630*232.337

Д.Г. Мясищев

Мясищев Дмитрий Геннадьевич родился в 1959 г., окончил в 1981 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры транспортных машин Архангельского государственного технического университета. Имеет более 30 печатных работ в области создания и исследования мобильных специальных машин лесного комплекса.



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ДВИГАТЕЛЯ МП-5 «УРАЛ» В СОСТАВЕ МОТОБЛОКА

Предложена методика определения динамической характеристики по удельному эффективному расходу топлива двигателя МП-5 «Урал». Последний рассмотрен в качестве силовой установки мотоблока с лесохозяйственными почвообрабатывающими орудиями при функционировании на лесных фонах.

Ключевые слова: динамическая характеристика, мотоблок, почвообрабатывающие орудия.

Реальные режимы нагружения двигателей почвообрабатывающих машин различного назначения имеют резко переменный, неустановившийся характер. Это объясняется неоднородностью свойств почвы на протяжении технологического гона. Результатом являются колебания частоты вращения коленчатого вала, а значит, его знакопеременные угловые ускорения. В полной мере это относится к малогабаритным агрегатам на шасси мотоблока, например мотоплугам и мотокультиваторам.

В связи с указанными особенностями оценка эффективных показателей двигателей по статическим внешним скоростным характеристикам оказывается весьма приближительной. Возможность корректно прогнозировать данные показатели для действительных технологических фонов – важная проектная и эксплуатационная проблема.

Мотоорудия для лесохозяйственной обработки почвы подвержены случайным воздействиям, особенно при работе на целинных участках. Поэтому решение отмеченной проблемы должно базироваться на вероятностной природе процессов рассматриваемых машин. Ниже речь пойдет о работе почвообрабатывающего шлейфа экспериментального мотоблока «Сиверко» [4] с двигателем бензопилы МП-5 «Урал».

Удельный эффективный расход топлива карбюраторного двигателя при полностью открытой дроссельной заслонке карбюратора в неустановившемся режиме нагружения определяют по формуле [1, 6]

$$q_{\text{ен}} = q_{\text{ey}} + \sigma j, \quad (1)$$

где $q_{ен}$ – искомый показатель, г/(кВт·ч);

$q_{еу}$ – удельный эффективный расход топлива по статической внешней скоростной характеристике двигателя для текущего значения частоты вращения коленчатого вала, г/(кВт·ч);

j – знакопеременное ускорение вала, рад/с²;

σ – постоянный для данного двигателя коэффициент.

Определение последнего является задачей предлагаемого исследования. При этом возможен следующий расчетно-эмпирический подход. Предположим, для данного мотоорудия в известном технологическом процессе обработки почвы за время T_n экспериментально получен расход топлива Q_n . Протяженность гона измерена. В течение некоторого промежутка времени T осуществлялась осциллографическая запись процесса изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя. Пусть входной процесс воздействия от предмета труда (почвы) на динамическую систему агрегата стационарен и эргодичен, а распределение вероятностей текущих величин возмущения имеет гауссовскую закономерность. Тогда, ввиду линейности и стационарности системы мотоорудия [3], справедливо предположить, что распределение вероятностей текущих значений расхода топлива в единицу времени также нормально. Значит, оценка математического ожидания этого показателя m_{Q_n} (г/с, кг/ч):

$$m_{Q_n} = \frac{Q_i}{T_i}. \quad (2)$$

Таким образом, расход топлива в ходе осциллографирования процесса может быть оценен по формуле

$$Q_{н.т} = m_{Q_n} T. \quad (3)$$

С другой стороны, этот показатель равен:

$$Q_{н.т} = \sum_{i=1}^k q_{еi} t_i N_{еi}, \quad (4)$$

где k – число интервалов дискретизации времени T ;

$q_{еi}$ – среднее значение динамического удельного эффективного расхода топлива на интервале t_i , г/(кВт·ч);

t_i – достаточно малый промежуток времени из продолжительности опыта T ;

$N_{еi}$ – среднее значение динамической эффективной мощности на интервале t_i , кВт.

С учетом формулы (1) находим

$$Q_{н.т} = \sum_{i=1}^k (q_{еyi} + \sigma j_i) t_i N_{еi}, \quad (5)$$

где $q_{еyi}$ – статический удельный эффективный расход топлива для средней частоты вращения коленчатого вала n_i на данном интервале t_i

(статическая внешняя скоростная характеристика двигателя МП-5 «Урал» известна [2]);

j_i – среднее значение углового ускорения коленчатого вала в интервале t_i .

Имея динамическую внешнюю характеристику двигателя по эффективной мощности $N_{ен}$, осциллографическую запись процесса изменения угловой скорости коленчатого вала в ходе технологической операции и величину $Q_{н.т.}$, можно решить задачу определения σ .

Используя результаты исследований [2, 5], получаем зависимость для $N_{ен}$ (кВт):

$$N_{ен} = N_{ey} - \frac{an}{9550} j, \quad (6)$$

где N_{ey} – статическая эффективная мощность по внешней скоростной характеристике, кВт;

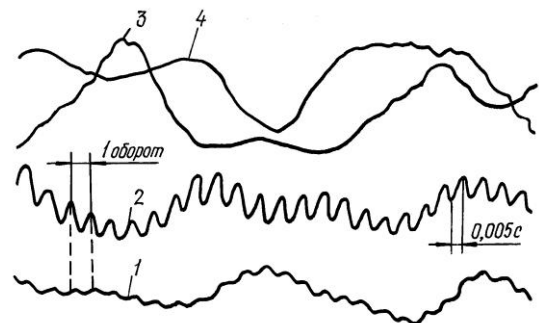
n – текущая частота вращения коленчатого вала, мин⁻¹;

a – постоянный коэффициент для двигателя, $a = 0,004$.

Для выявления необходимых эмпирических данных в период 2000–2001 гг. в АГТУ с СевНИИЛХе был осуществлен комплекс экспериментальных лабораторно-полевых исследований лесохозяйственного мотоблока «Сиверко» с технологическим шлейфом. Основываясь на данных [3], в качестве входного воздействия рассматривали процесс изменения твердости почвы в обрабатываемом горизонте исследуемого фона. Полученные результаты подтвердили стационарность и эргодичность данного процесса и подчинение распределения вероятностей текущих (измеряемых) значений названного показателя нормальному закону. Это укрепило целесообразность применения изложенного расчетно-эмпирического подхода.

Разработанный комплект регистрирующей аппаратуры позволил определить все отмеченные ранее опытные предпосылки. Так, например, на

Осциллограмма вибрационных процессов некоторых элементов мотокультиватора: 1, 2 – соответственно поперечные и продольные колебания двигателя; 3, 4 – горизонтальные и вертикальные локальные вибрации на рукоятке мотоорудия



рисунке представлен фрагмент осциллограммы, интерпретирующей процесс изменения частоты вращения коленчатого вала двигателя мотоорудия в ходе технологической операции.

В таблице приведены основные итоги проведенной работы.

Агрегат	Технологическая операция	T , с	t_i , с	$m_{Q_{н.т}}$, кг/ч	$Q_{н.т}$, Г	σ
Мотоплуг	Прокладка противопожарной полосы вдоль кромки леса	14,9	0,21	2,2	9	0,3
Мотокультиватор	Минерализация почвы на целинной лесной поляне	14,1	0,16	2,3	9	0,3

Аналогичность итоговых значений σ для различных мотоорудий с однотипным двигателем в разнообразных технологических процессах указывает на приемлемость полученных данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Акатов Е.И.* и др. Работа автомобильного двигателя на неустановившемся режиме / Е.И. Акатов, П.М. Белов, Н.Х. Дьяченко, В.С. Мусатов. – Л.: Машгиз, 1960. – 248 с.

2. *Лабинев А.В., Мазуркин П.М.* О параметрах сменных кусторезов с автономным приводом // Повышение эффективности работы машин лесозаготовительной промышленности и лесного хозяйства: Межвуз. сб. науч. тр. – СПб.: ЛТА, 1997. – С. 72–79.

3. *Лурье А.Б.* Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов. – М.: Колос, 1981. – 382 с.

4. *Мясищев Д.Г., Сенников М.А., Ровняков А.А.* АЛТИ – земледельцам // Лесн. пром-сть. – 1990. – № 10. – С. 8.

5. *Полищук А.П.* и др. Моторные инструменты для лесозаготовок: теория, конструкция, эксплуатация / А.П. Полищук, Д.К. Шмаков, В.С. Кретов и др. – М.: Лесн. пром-сть, 1970 – 232 с.

6. *Хачиян А.С.* и др. Двигатели внутреннего сгорания / А.С. Хачиян, К.А. Морозов, В.И. Трусов и др. – М.: Высш. шк., 1978. – 280 с.

Архангельский государственный
технический университет

Поступила 18.03.02

D.G. Myasishchev

Determination of Dynamic Behavior of MP-5 "Ural" Engine Entering Motor-block

Technique of determining dynamic behavior based on fuel rate of MP-5 "Ural" engine is offered. The engine is treated as a power plant of a motor-block with forestry tillers when operating in the forest sites.