

потребители тепловой энергии питаются от систем природного газа, газовых установок, подсоединенных к двум ГРП. Протяженность газопровода низкого давления достигает 12,8 км, а высокого давления 15,5 км.

Таблица 2. Основные сельскохозяйственные машины и оборудование

Наименование	Количество
Тракторы всех марок (без тракторов, на которых смонтированы машины)	44
в том числе: МТЗ-80, МТЗ-82, МТЗ-100, МТЗ-892, МТЗ-920, МТЗ-952, МТЗ-1021, МТЗ-1025	26
МТЗ-1220, МТЗ-1221	7
Т-150, Т150К	1
К-700, К-700А, К-701, К-701М	3
Кормоуборочные комплексы	3
К-Г-6 «Полесье»	3
Комбайны – всего	26
из них: зерноуборочные	16
в том числе Дон – 1200, Дон – 1500	10
КЗР – 10	3
КЗР – 7	1
Доильные установки и агрегаты	21
Раздатчики кормов для КРС	1
Раздатчик кормов для свиней	1
Зерносушильные комплексы	1
Пресс – подборщики	7
Автомобили грузовые	24
Комбинированные почвообрабатывающие агрегаты	5
Установки для охлаждения молока	8

Водоснабжение агрогородка осуществляется от 11 артезианских, оборудованных водонапорными башнями. Общая длина водопроводов составляет 16,8 км.

Учет расхода энергоресурсов ведется вручную. Предлагается для автоматизации учета горючесмазочных материалов использовать типовой программный комплекс «НИВА СХП», который выполняет следующие операции: обеспечивает учет работы автотранспорта с обработкой путевых листов автомобилей; учет работы машинотракторного парка с обработкой учетных листов трактористов-машинистов; учет наличия, движения и проведение инвентаризации ГСМ; расчет средних цен и усредненной плотности ГСМ.

Литература

1. Программа возрождения и развития села Могилевской области на 2005-2010 годы. – Минск: Беларусь, 2005г.
2. Герасимович Л.С. Комплексное энергообеспечение агрогородков Могилевской области / Л.С. Герасимович и др. Весці НАН Беларусі / 2009, №1

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЯ ПРИ СТАЦИОНАРНЫХ КОЛЕБАНИЯХ НАГРУЗКИ

Соловейчик А.А., к.т.н.

ГНУ ВИМ Россельхозакадемии
г. Москва, Российская Федерация

Проведен анализ некоторых методов определения средних значений энергетических показателей двигателя в режиме стационарных колебаний нагрузки. Указаны пути совершенствования расчетных методов.

Введение

Установившееся движение сельскохозяйственного агрегата на гоне сопровождается непрерывными колебаниями момента сопротивления на валу двигателя, которые имеют характер стационарного случайного процесса. В связи с этим значения энергетических показателей двигателя (мощности, расхода топлива и т.д.) будут не соответствовать показателям, полученным в условиях стендовых испытаний при постоянных во времени нагрузках.

Основная часть

Основоположник исследований тракторных двигателей при работе в режим стационарных колебаний нагрузки акад. В.Н. Болтинский предложил [1] эмпирико-аналитическое выражение для расчета «эффективной» мощности двигателя для гармонического закона колебаний.

Впервые методы теории вероятностей были использованы для определения средней мощности двигателя в работе [2]. Основные допущения были сформулированы следующими образом: а) колебания момента сопротивления характеризуются только своим амплитудным составом, т.е. плотностью распределения $p_M(M_C)$; б) двигатель представляет собой безынерционный объект, т.е. между угловой скоростью ω_e и крутящим моментом M_e имеется однозначная функциональная связь $\omega_e = f(M_e)$, а величины M_e и M_C равны между собой.

По определению математическое ожидание функции случайной величины равно:

$$\bar{f} = \int_{-\infty}^{\infty} f(x)p_x(x)dx, \quad (1)$$

где $p_x(x)$ - плотность определения x . Тогда, с учетом принятых в [2] допущений, среднее значение мощности двигателя определяется по формуле:

$$\bar{P}_e = \int_0^{M_{e,max}} \omega_e(M_e)p_M(M_C)dM_C; \quad M_e = M_C, \quad (2)$$

где $M_{e,max}$ — максимальный крутящий момент двигателя.

Принципы расчета математических ожиданий выходных показателей агрегатов при вероятном характере нагрузки на основе выражения (1) применялись и применяются в настоящее время многими авторами.

Однако, даже, если принять адекватными сделанные допущения, применение таких моделей, которые можно назвать статическими, вызывает значительные затруднения. Это обусловлено тем, что области существования величин крутящего момента двигателя $M_e \in [0, M_{e,max}]$ и момента сопротивления $M_C \in (-\infty; \infty)$ не совпадают, т.е. эти величины нельзя приравнять на некоторых участках их изменения (рисунок 1).

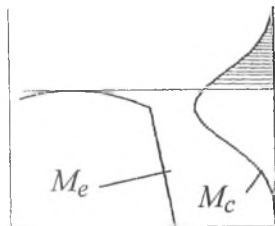


Рисунок 1 — Области существования крутящего момента двигателя M_e и момента сопротивления M_C

Бесконечные пределы изменения момента сопротивления M_C (при нормальном распределении) являются, конечно, математической абстракцией. Практически, в рамках статической модели, правомочность приравнивания величин M_e и M_C определяется значениями коэффициентов средней эксплуатационной загрузки и запаса крутящего момента двигателя - $\xi_{ср} = M_{ср} / M_n$ и $K_1 = M_{e,max} / M_n$, где M_n - номинальный крутящий момент; $M_{ср} = M_{e,о} = \bar{M}$ - средние значения моментов.

При $M_C < 0$ плотность распределения $p_M(M)$ ничтожно мала для реальных значений коэффициента загрузки двигателя. Поэтому несоответствие областей определения и величин M_e и M_C

практически не вносит погрешности в расчет. Напротив, вероятность превышения момента сопротивления M_c максимального крутящего момента двигателя $M_{e,max}$, при некотором сочетании значений K_1, ξ_M и σ_M (среднее квадратичное отклонение M_c) может стать настолько большой, что сделает некорректным использование принятой модели.

Помимо указанной трудности следует отметить, что допущения, принятые при построении статических (безынерционных) моделей являются слишком грубыми. Реальные объекты являются много-массовыми динамическими системами, а колебания нагрузки характеризуются не только амплитудным, но и частотным составом.

В монографии [3, с.161-168], при определении мощности, необходимой для осуществления неравномерного движения механической системы, рассматривается взаимно-корреляционная функция крутящего момента M и угловой скорости Ω

$$R_{M\Omega}(\tau) = \langle M(t)\Omega(t + \tau) \rangle, \quad (3)$$

которую рекомендуется вычислять с помощью численных методов по выражению, известному из теории линейных систем:

$$R_{M\Omega}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{2\pi} \left[\int_{-\infty}^{\infty} W(j\omega) e^{j\omega\tau} d\omega \right] R_M(\tau - t) dt. \quad (4)$$

где $W(j\omega)$ – передаточная функция линейной системы; $R_M(\theta)$ – автокорреляционная функция момента; угловые скобки обозначают операцию статистического усреднения.

Функция $R_{M\Omega}(\tau)$ имеет максимум при некотором значении сдвига τ_0 (рисунок 2). На основании этого делается вывод [3, с. 167], что «при заданном случайном характере изменения $M_c(t)$ источник энергии должен развивать мощность, равную максимальному значению взаимно корреляционной функции, при чем только часть ее реализуется в полезную работу, равную $R_{M\Omega}(0)$ ».

Действительно, характеристики «момент - угловая скорость» некоторых типов моторно-трансмиссионных установок, например, двигателя с непрозрачным гидротрансформатором, могут быть описаны линейной функцией, а взаимная корреляционная функция вычислена с помощью выражения (4). Однако, каким образом осуществить резервирование мощности на основании значения $\max\{R_{M\Omega}(\tau)\}$, остается неясным.

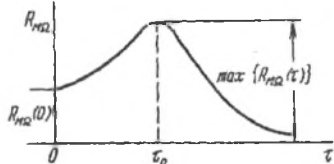


Рисунок 2 — Корреляционная внешнего момента M и угловой скорости Ω [3].

Заключение

Существующие методы не обеспечивают достаточной точности прогнозирования энергетических показателей двигателя в эксплуатационных условиях. Совершенствование описания работы двигателя в режиме стационарных колебаний нагрузки целесообразно на основе хорошо развитого математического аппарата теории автоматического регулирования и теории случайных процессов, объединенных в научное направление «Статистическая динамика систем автоматического управления».

Литература

1. Болтинский, В.Н. Мощность тракторного двигателя при работе с неустановившейся нагрузкой и ее определение / В.Н. Болтинский // Механизация и электрификация соц. сельского хозяйства, 1959. № 2, с.3-8 №4, с. 13-16.
2. Иофинов, С.А. Об оптимальной степени загрузки тракторного двигателя / С.А. Иофинов, Л.В. Линнас // Записки Ленинградский СХИ, 1965, т.97, с. 108-116.
3. Шеповалов, В.Д. Автоматизация уборочных процессов / В.Д. Шеповалов – М.: Колос, 1978. – 384с.