

Литература

1. Губашева, А.М. Навесной агрегат для консервации аграрной техники при пониженных температурах / А.М. Губашева, А.И. Петрашев, Л.Г. Князева, А.Н. Зазуля // Наука в центральной России. – 2017. – № 1 (25). – С. 43-54.
2. Петрашев, А.И. Изменение плотности при нагреве и плавлении компонентов консервационных материалов / А.И. Петрашев, В.В. Клепиков, Ф.Д. Таха // Наука в центральной России. – 2015. – № 2 (14). – С. 34-43.
3. Петрашев, А.И. Исследование гидростатических напоров в консервационной жидкости при нагреве в резервуаре с цокольным отсеком / А.И. Петрашев, Л.Г. Князева, А.М. Губашева // Наука в центральной России. – 2

УДК: 621.432

ДИНАМИКА РАЗГОНА МТА ДИЗЕЛЬНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ С ТУРБОНАДДУВОМ

**А.П. Ляхов, к.т.н., доцент, С.И. Оскирко, к.т.н., доцент,
Г.И. Кошля**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

Введение

Расчет рабочих скоростей движения МТА делают актуальной проблему изучения его динамики, что особенно важно при повышении энергонасыщенности. Одним из наиболее эффективных способов форсирования тракторных двигателей является применение газотурбинного наддува, чего выдвигает проблему изучения газодинамической связи турбокомпрессор-двигатель.

Основная часть

В многочисленных исследованиях [1,2,5] посвященные изучению динамики разгона МТА, рассматривались вопросы связанные работой двигателей со свободным впуском, а сам МТА, был представлен двухмассовой динамической моделью. Лианизированная по отдельным участкам модель разгона позволила составить диф-

дифференциальные уравнения и решить их в общем виде относительно числа оборотов коленчатого вала двигателя. Однако в рассмотренных расчетных схемах не учитывались многие параметры, такие как буксование движителя трактора, податливость и демпфирование трансмиссии, работа регулятора и другие, что приводит к расхождению экспериментальных и расчетных данных. Выполненные исследования по изучению совместной работы двигателя и турбокомпрессора [3,4] в режиме разгона положили в основу совмещение характеристик расхода воздуха через двигатель и компрессор. В этом случае кривые переходных процессов строятся методом последовательных приближений, что является весьма трудоемким. Кроме того, для различных вариантов турбин и компрессоров необходимо снятие характеристик расхода воздуха через двигатель, что требует проведение большого объема стендовых испытаний. Дифференциальные уравнения, описывающие процесс разгона и работу МТА с неустановившейся нагрузкой, имеют высокий порядок с существенными нелинейностями, что не позволяет выполнить их решения в общем виде. Частотный метод анализа нелинейных систем достаточно сложен. Поэтому в большинстве случаев изучение динамики разгона МТА при неустановившейся нагрузке изучали на аналоговых вычислительных машинах [3].

Крутящий момент двигателя с газотурбинным наддувом зависит не только от угловой скорости коленчатого вала ω , положения рейки топливного насоса h , но и от количества и состояния воздуха на входе в цилиндры, так как эти показатели сильно меняются в зависимости от режима работы, а закон их изменения определяется параметрами турбокомпрессора и двигателя. В качестве параметра наддува принято считать давление наддува P_k . Однако этот параметр не полностью характеризует работу компрессора, состояние воздуха и показатели двигателя. При одном и том же давлении P_k , но разных значениях температуры воздуха на входе в двигатель масса заряда цилиндра будут различной. Поэтому только давление P_k не может быть принято в качестве выходной координаты компрессора и входной координаты двигателя. При наличии двух степеней свободы P_k и T_k в качестве обобщенной координаты следует принимать плотность воздуха, которая равна

$$\rho = \frac{P_k \cdot 10^4}{R_e \cdot T_k}.$$

В этом случае крутящий момент, развиваемый двигателем с турбонаддувом является функцией трех переменных

$$M_g = M(\omega, h, \rho).$$

Сложность указанной функциональной зависимости заключается в обеспечении постоянства плотности воздуха на входе в двигатель независимо от режима работы двигателя. Для этого предварительно проводятся стендовые испытания с использованием компрессорной установки с бесступенчатом регулирование скорости ротора нагнетателя, что позволяет развивать необходимое давление P_k при температуре T_k , соответствующее заданному значению $\rho = const'$. Как указывалось выше применение аппарата дифференциальных уравнений не позволяет их решать в общем виде, амплитудно-частотный метод является сложным, а результаты его верны только для тех условий, при которых проводились натурные испытания МТА. Поэтому наиболее приемлемым методом решение указанной задачи является применение аппарата теории планирования эксперимента с выбором модели не ниже второго порядка и уровней варьирования факторов ω, h, ρ в диапазоне реальных условий работы МТА на неустановившемся режиме при разгоне. При выборе адекватной модели и оценке значимости факторов можно получить уравнение регрессии описывающие зависимость изменения крутящего момента их варьирования.

Заключение

Газодинамическая связь турбокомпрессор-двигатель представляет определенные трудности при математическом описании процесса разгона МТА с использованием аппарата дифференциальных уравнений вследствие их высокого порядка и нелинейности. Частотный метод достаточно сложен, а получаемые результаты могут быть использованы для конкретных условий.

Применение аналоговых вычислительных машин требует значительного объема стендовых испытаний с построением однопараметровых характеристик турбина, компрессор, двигатель.

Предлагается для оценки динамических качеств двигателя с турбонаддувом при неустановившихся нагрузках использовать теорию планирования эксперимента, позволяющую при достаточно простом математическом аппарате получить адекватное уравнение регрессии для описания зависимости крутящего момента $M_g = f(\omega, h, \rho)$.

Литература

1. Бояшинский В.Н. Разгон машинно-тракторных агрегатов на повышенных скоростях. – Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1961, № 3.
2. Анохин, В.И. Применение гидротрансформаторов на скоростных гусеничных сельскохозяйственных тракторах. М., Машиностроения; 1972. – 315с.
3. В.П. Елизаров, Г.М. Кутько, М.М. Шлуфман. Исследование динамики машинно-тракторных агрегата на аналоговых вычислительных машинах, Труды ВИМ, том 38, М., 1964. – 158с.
4. И.П. Барский, В.Я. Анилович, Г.М. Кутьков. Динамика трактора. М., “Машиностроение”, 1973. – 279с.
5. Д.А. Чудаков. Основы теории и расчета трактора и автомобиля. М., “Колос”, 1972. – 387с.

УДК 633.11+628.237.2

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ХЛОПЬЕВ ЗАРОДЫШЕЙ ПШЕНИЦЫ

Д.А. Зайченко, к.т.н., А.А. Литвинчук, к.т.н.

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь

Хлопья зародышей пшеницы являются высокоэффективным источником природных, хорошо сбалансированных биологически активных веществ в органически связанном состоянии, содержащий множество витаминов, аминокислот и минеральных веществ являющийся одним из наиболее эффективных источников натуральных витаминов для питания [1]. При регулярном употреблении хлопья зародышей пшеницы повышают иммунитет, выводят шлаки