

Для определения мощности  $N$ , кВт, необходимой для выполнения процесса плющения, авторы вывели расчетную формулу:

$$N = M(g/R)^{1/2},$$

где  $M$  — момент всех сил, действующих при плющении скошенной растительной массы, Н·м.

На основании данной методики в Великолукской ГСХА разработан опытный образец плющилки и проведены его полевые испытания. Наиболее существенное влияние на процессы плющения растительной массы и интенсивность влагоотдачи стеблей оказывают технологические и конструктивные параметры машины, рациональные значения которых находятся в следующих пределах: скорость движения агрегата (6,89...7,56 км/ч), частота вращения плющильных вальцов 680 мин<sup>-1</sup>, максимальная рабочая длина вылета пальцев подбирающего меха-

низма 86 мм, диаметр плющильных вальцов 218 мм, расстояние между геометрическими осями подбирающего механизма 43 мм.

Использование машины для плющения скошенных трав с рекомендованными параметрами в «нестабильных» погодных условиях позволяет сократить продолжительность сушки трав в поле на 25...28 %, что положительно сказывается на качестве заготавливаемого корма.

#### Список литературы

1. Орсик, О.С. Инновационные технологии и комплексы машин для заготовки и хранения кормов: рекомендации / О.С. Орсик, Е.Л. Ревякин. — М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. — 140 с.
2. Пат. на полезную модель 117772 РФ А01D 43/10. Машина для плющения стеблей скошенных трав / Кокунова И.В., Стречень М.В., Смирнов Р.Н. — № 2011152362/15; заявл. 21.12.2011; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 19.

УДК 621.43.001.42

*А.В. Гриценко, канд. техн. наук, доцент*  
*С.С. Куков, канд. техн. наук, доцент*  
*Д.Д. Бакайкин, инженер, ст. преподаватель*  
 Челябинская государственная агроинженерная академия

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ФОРСУНОК БЕНЗИНОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Целью настоящей статьи является анализ результатов экспериментальных исследований пропускной способности электромагнитных форсунок бензиновых двигателей внутреннего сгорания.

Основной элемент, который лимитирует надежность системы топливоподачи (СТ) бензиновых двигателей внутреннего сгорания (ДВС), — это электромагнитная форсунка (ЭМФ) [1].

Для контроля технического состояния ЭМФ имеется большое количество диагностических средств. Однако значительная трудоемкость их использования, потребность в разборке СТ, низкая точность не позволяют производить достоверный контроль их технического состояния [2].

Авторы предлагают способ диагностирования ЭМФ [3, 4] по изменению частоты вращения коленчатого вала ДВС (чвкв ДВС) при искусственном обеднении или обогащении топливовоздушной смеси (ТВС).

Для обоснования режимов диагностирования и диагностических параметров необходимо экспериментально установить связь между изменением чвкв ДВС (мощности) от изменения качества ТВС.

Авторы экспериментально сняли регулировочные характеристики для двигателя ЗМЗ 406.10 при различных режимах работы ДВС (рис. 1).

Характеристики на рис. 1 аппроксимируются следующим уравнением:

$$n = (45,984z^2 - 4,817 \cdot 10^3 z + 8,096 \cdot 10^4)\alpha^2 + (-72,584z^2 + 7,425 \cdot 10^3 z - 1,195 \cdot 10^5)\alpha + 27,754z^2 - 2,748 \cdot 10^3 z + 4,383 \cdot 10^4, \quad (1)$$

где  $\alpha$  — коэффициент избытка воздуха;  $z$  — открытие дроссельной заслонки, %.

Определим режим работы ДВС, на котором изменение коэффициента избытка воздуха вызывает наибольшее изменение чвкв ДВС. Для этого продифференцируем уравнение (1) по  $\alpha$ . В результате дифференцирования получим

$$dn/dt = 2\alpha(45,984z^2 - 4,817 \cdot 10^3 z + 8,096 \cdot 10^4) - 72,584z^2 + 7,425 \cdot 10^3 z - 1,195 \cdot 10^5. \quad (2)$$

Представим полученную зависимость графически (рис. 2).

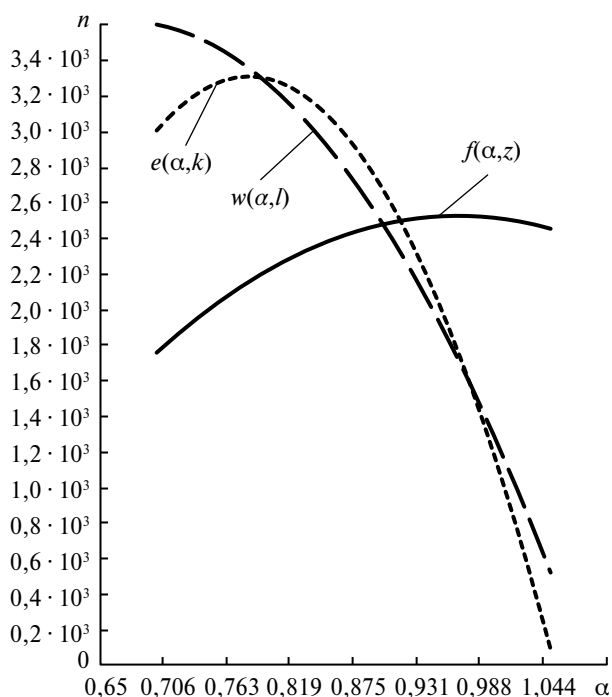


Рис. 1. Зависимость чвкв ДВС  $n$ , мин<sup>-1</sup>, от коэффициента избытка воздуха  $\alpha$  при различной степени открытия дроссельной заслонки:

$f(\alpha, z)$  — открытие дроссельной заслонки на 25 %;  
 $e(\alpha, k)$  — открытие дроссельной заслонки на 50 %;  
 $w(\alpha, l)$  — открытие дроссельной заслонки на 75 %

Анализ графиков на рис. 1, 2 позволяет сделать следующие выводы, необходимые для выбора режимов диагностирования:

1. Наибольшее изменение чвкв ДВС в зависимости от коэффициента избытка воздуха наблюдается при открытии дроссельной заслонки на 50 %.

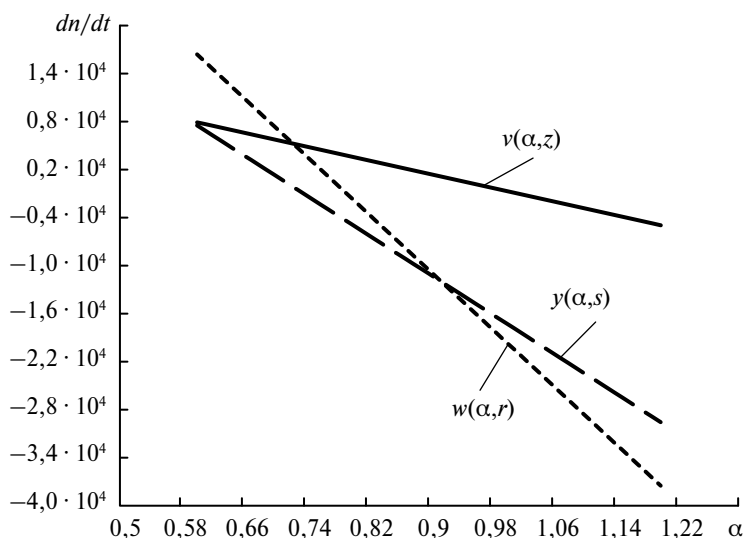


Рис. 2. Зависимость скорости изменения чвкв ДВС  $dn/dt$  от коэффициента избытка воздуха  $\alpha$  при различной степени открытия дроссельной заслонки:

$v(\alpha, z)$  — открытие дроссельной заслонки на 25 %;  
 $w(\alpha, r)$  — открытие дроссельной заслонки на 50 %;  
 $y(\alpha, s)$  — открытие дроссельной заслонки на 75 %

2. Чем беднее ТВС, тем большие изменения чвкв ДВС вызывает вариация  $\alpha$ .

3. Наименьшая чувствительность чвкв ДВС к изменению качества ТВС при нагрузке 25 % соответствует  $\alpha = 0,96$ , 50 % —  $\alpha = 0,78$ , 75 % —  $\alpha = 0,67$ .

4. В точках наименьшей чувствительности чвкв ДВС максимальна, при нагрузке 25 % чвкв ДВС равна 2500 мин<sup>-1</sup>, 50 % — 3300 мин<sup>-1</sup>, 75 % — 3600 мин<sup>-1</sup>.

Наименьшая нагрузка при устойчивой работе ДВС на одной ЭМФ, как показывает поисковый эксперимент, составляет 25 % открытия дроссельной заслонки, поэтому он должен являться диагностическим режимом для оценки изменений пропускной способности. Для определения изменения пропускной способности ЭМФ при полном поднятии иглы ЭМФ необходимо выбрать режим диагностирования, соответствующий 70 % открытия дроссельной заслонки по следующим причинам:

1. Он достаточно далеко отстоит от положения дроссельной заслонки, при которой включается признак полной мощности, при котором система питания приготавливает обогащенную ТВС.

2. Так как длительность импульса на этом режиме максимальна при работе ДВС на оптимальных смесях.

3. Скорость изменения чвкв ДВС при этом режиме незначительно уступает режиму работы ДВС при 50 % открытия дроссельной заслонки.

Для исследования зависимости изменения чвкв ДВС от пропускной способности ЭМФ был проведен однофакторный эксперимент, в котором весь допустимый диапазон пропускной способности ЭМФ был разбит на 5 уровней с шагом в 3 % (+6 %, +3 %, 0 %, -3 %, -6 %), т. к. допустимая точность изготовления ЭМФ составляет 2 %.

Экспериментальное исследование изменения пропускной способности ЭМФ проводилось при условиях [3, 4]: диагностический режим при чвкв ДВС  $n = 2050$  мин<sup>-1</sup>; загрузка одного работающего цилиндра осуществлялась мощностью механических потерь трех других (2, 3, 4 цилиндры выключены); первый цилиндр работает при открытии дроссельной заслонки на 25 %. По полученным экспериментальным данным была построена зависимость изменения чвкв ДВС  $n$ , мин<sup>-1</sup>, от пропускной способности ЭМФ  $\mu$ , %, на режиме открытия дроссельной заслонки 25 % (рис. 3).

Зависимость (см. рис. 3) аппроксимируется полиномом второго порядка:

$$n = -1,825\mu^2 + 38,333\mu + 2,343 \cdot 10^3. \quad (3)$$

Экспериментальное исследование изменения пропускной способности ЭМФ проводилось при условиях [3, 4]: диагно-

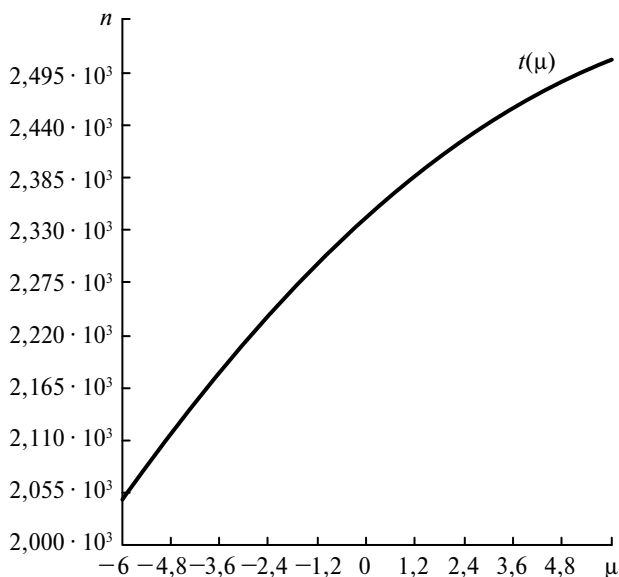


Рис. 3. Зависимость изменения чвкв ДВС  $n$ ,  $\text{мин}^{-1}$ , от пропускной способности ЭМФ  $\mu$ , %, в режиме открытия дроссельной заслонки 25 %

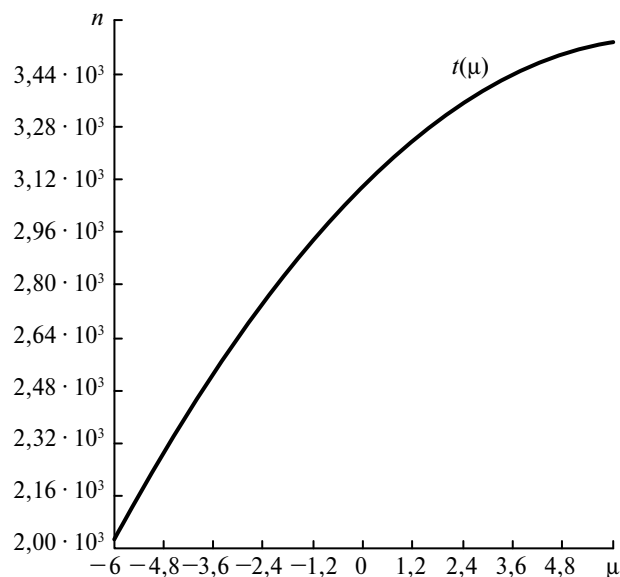


Рис. 4. Зависимость изменения чвкв ДВС  $n$ ,  $\text{мин}^{-1}$ , от пропускной способности ЭМФ  $\mu$ , %, на режиме открытия дроссельной заслонки на 70 %

стический режим при чвкв ДВС  $n = 2050 \text{ мин}^{-1}$ ; загрузка одного работающего цилиндра осуществлялась мощностью механических потерь трех других (2, 3, 4 цилиндры выключены); первый цилиндр работает при открытии дроссельной заслонки на 70 %.

По полученным экспериментальным данным была построена зависимость изменения чвкв ДВС  $n$ ,  $\text{мин}^{-1}$ , от пропускной способности ЭМФ  $\mu$ , %, в режиме открытия дроссельной заслонки 70 % (рис. 4).

Зависимость (рис. 4) аппроксимируется полиномом второго порядка:

$$n = -8,841\mu^2 + 125,5\mu + 3,098 \cdot 10^3. \quad (4)$$

### Выводы

При анализе выражения (3) цилиндр при осуществлении впрыска ЭМФ с номинальной пропускной способностью поддерживает  $n = 2360 \text{ мин}^{-1}$  при качестве смеси  $\alpha = 1,17$  для 25 % открытия дроссельной заслонки. При изменении  $\mu$  от -6 % до +6 % изменение чвкв ДВС составляет  $\Delta n = 420 \text{ мин}^{-1}$ : в пределах  $\mu$  от 0 до -6 % чвкв ДВС снижается на величину  $\Delta n = 260 \text{ мин}^{-1}$ ; в пределах  $\mu$  от 0 до +6 % чвкв ДВС повышается на величину  $\Delta n = 160 \text{ мин}^{-1}$ .

При анализе выражения (4) цилиндр при осуществлении впрыска ЭМФ с номинальной пропускной способностью поддерживает  $n = 2900 \text{ мин}^{-1}$  при качестве смеси  $\alpha = 0,95$  для 70 % открытия дроссельной заслонки. При изменении  $\mu$  от -6 % до +6 % изменение чвкв ДВС составляет  $\Delta n = 1440 \text{ мин}^{-1}$ : в пределах  $\mu$  от 0 до -6 % чвкв ДВС снижается на величину  $\Delta n = 800 \text{ мин}^{-1}$ ; в пределах  $\mu$  от 0 до +6 % чвкв ДВС повышается на величину  $\Delta n = 640 \text{ мин}^{-1}$ .

### Список литературы

1. Аппаратура впрыска легкого топлива автомобильных двигателей / Ю.И. Будыко [и др.]. — Л.: Машиностроение, 1975. — 192 с.
2. Инжекторные системы автомобилей ВАЗ, ГАЗ и УАЗ и диагностика их приборами НПП «НТС». — Изд. 4-е, доп. — Самара: НПП «НТС», 2004. — 148 с.
3. Пат. 2418190 RU F 02 M 65/00. Способ диагностирования системы топливоподачи двигателя / А.В. Гриценко, Д.Д. Бакайкин, С.С. Куков. — № 2009123798; заявлено 22.06.09; опубл. 10.05.11, Бюл. № 13. — 6 с.
4. Гриценко, А.В. Отключатель электромагнитных форсунок (догрузатель двигателя) / А.В. Гриценко, Д.Д. Бакайкин, С.С. Куков // Информ. л. № 74-006-10. — Челябинск: Челябинский ЦНТИ, 2010. — 4 с.