

ставляющей тока от затухания влажного образца для  $\psi = 0$  и  $\psi = \pi$  сохраняется до  $N = -20 \text{ дБ}$ .

Отметим, что при  $\psi = \pi/2$  динамический диапазон линейного участка значительно уменьшается. Действительно, из (7) с учётом (8) получим для приращения постоянной составляющей тока ДГ следующее равенство:

$$\Delta i_0 = 2 \frac{di_0}{dU_m} \left( 1 - \frac{G_e \cdot G_{HO} |S_{12}|^2}{G_e (1 + |S_{12}|^2)} \right) \frac{G_{HO} |S_{12}|^2}{G_e (1 + |S_{12}|^2)}. \quad (13)$$

Из (13) вытекает квадратичная зависимость  $\Delta i_0$  от модуля коэффициента передачи  $|S_{12}|$  ВОС. Это обуславливает при  $|S_{12}| \ll 1$  более быстрый (в 2 раза) спад функции  $\ln \frac{\Delta i_0}{\Delta i_0^0}$  в зависимости от  $N$ .

Результаты измерения напряжения на нагрузке автодина (сопротивление  $R$  в цепи питания ГДГ), обусловленного изменением постоянной составляющей тока, приведены на рис. 4, откуда следует, что результаты расчёта (рис. 3) эксперимента находятся в удовлетворительном соответствии.

#### Заключение

Таким образом, основные метрологические характеристики промежуточного измерительного преобразо-

вателя на основе автодина следующие:

- динамический диапазон - 85 - 90 дБ;
- температурная погрешность -  $9.1 \cdot 10^{-2}$  дБ/°С.

По сравнению с промежуточными измерительными преобразователями на основе видеодетектирования они имеют больший динамический диапазон при большей чувствительности к изменению температуры [6]. Эти обстоятельства необходимо учитывать при проектировании СВЧ-влажномеров для конкретных технологических процессов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Бензарь, В.К. Техника СВЧ-влажнометрии. - Мн.: Высшая школа, 1974. - 352 с.
- 2 Милованов, О.С. Техника сверхвысоких частот/ О.С. Милованов, Н.П. Собенин. - М.: Атомиздат, 1980. - 463 с.
- 3 Лебедев, И.В. Техника и приборы СВЧ. - М.: Высшая школа, 1972. - 252 с.
- 4 Каценеленбаум, Б.З. Теория нерегулярных волноводов с медленно меняющимися параметрами. - М.: Наука, 1966. - 373 с.
- 5 Ковалев, Н.С. Теория и расчет полосковых волноводов. - М.: Наука и техника, 1967. - 282 с.
- 6 Минаев, М.Н. Устройство для определения влажности. М.Н. Минаев, Б.Л. Ценципер, В.А. Дайнеко, Н.Н. Ренгарт/ а.с. СССР №1532855.

УДК 621.43.001.4

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 20.05. 2006

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБКАТОЧНО - ТОРМОЗНЫХ УСТРОЙСТВ

В.Я. Тимошенко, канд. техн. наук, В.Н. Кецко, Д.А. Жданко, инженеры (УО БГАТУ);  
Н.И. Ермаков, директор (ОАО «Гомельский МРЗ»)

#### Аннотация

*Рассмотрена возможность замены дорогостоящих электротормозных установок техническими устройствами, использующими дроссель-эффект Джоуля-Томпсона. Авторами статьи предлагается использование регулируемого аксиально-плунжерного гидронасоса с дросселем постоянного сечения. Степень нагрузки при торможении агрегатов оценивается по давлению рабочей жидкости.*

#### Введение

В системе экспериментальной доводки и оценки качества ДВС (двигателей внутреннего сгорания) опытных и серийных тракторов, а также отремонтированной техники важная роль отводится стендовым испытаниям.

Стендовое оборудование должно обеспечивать:

- имитацию с достаточной точностью процессов и режимов работы реального двигателя;
- высокую степень повторного воспроизведения исследуемых режимов работы;
- испытания и доводку отдельных конструктивных элементов, влияющих на мощность и экономичность ДВС;

- минимальные затраты времени и издержки на проведение эксперимента.

#### Основная часть

Для обкатки и испытаний ДВС на заводах-изготовителях и ремонтных предприятиях широкое применение нашли обкаточно-тормозные электрические стенды, в которых для имитации загрузки двигателя с.-х. машины смонтирована балансирующая электромашина. Она представляет собой асинхронный трехфазный двигатель с фазным ротором и служит приводом при холодной обкатке ДВС и тормозом при обкатке на газу и испытаниях ДВС.

Достоинством этих стендов является то, что они позволяют производить обкатку и испытания двигателей на всех режимах, но при этом они дорогостоящие и имеют большие габариты и вес. Например, стенд КИ-2139БГ имеет вес - 2000 кг, стоимость свыше 100 млн. рублей. Для него требуется площадка около 30 м<sup>2</sup>.

Испытания дизелей, проведенные в БГАТУ, показывают, что мощность, необходимая для пуска двигателя и холодной обкатки, составляет около 10% от мощности, необходимой для его торможения при горячей обкатке.

Имея в виду такую разницу в мощности, которая требуется для пуска и торможения, нам представляется целесообразным использовать для пуска двигателя и холодной обкатки асинхронный электродвигатель с фазным ротором малой мощности (8...12 кВт), а торможение двигателя при горячей обкатке производить с помощью регулируемого аксиально-плунжерного насоса путем дросселирования потока рабочей жидкости дросселем постоянного сечения.

Используя ту особенность регулируемого аксиально-плунжерного насоса, что при максимальной скорости вращения его вала производительность может быть равна нулю и плавно увеличиваться, можно значительно уменьшить габариты, вес и стоимость обкаточно-тормозного стенда, если, как показано на рис.1, вал аксиально-плунжерного насоса и асинхронного электродвигателя с фазным ротором (8) соединить клиноременной передачей (9), а с коленчатым валом двигателя - карданным валом (10).

Для создания нагрузки на коленчатом валу двигателя используем дроссель постоянного сечения (11), с помощью которого соединяются нагнетательная и сливная полости гидронасоса.

Обкаточно-тормозной стенд работает следующим образом. Коленчатый вал ДВС, установленного на стойках (1), в течение определенного режима холодной обкатки времени ( $T=20$  мин), вращается на соответствующих оборотах ( $n=7000$  об/мин) асинхронным двигателем (8) с фазным ротором. Заодно с карданным валом (10) и коленчатым валом ДВС вращается вхолостую (без подачи) вал аксиально-плунжерного регулируемого насоса (4).

После завершения холодной обкатки производится пуск ДВС двигателем (8). Изменением подачи топлива устанавливается частота вращения коленчатого вала ДВС и контролируется тахометром (13).

Рекомендуемое значение нагрузки на коленчатом валу в режиме горячей обкатки устанавливается ручкой управления подачей аксиально-плунжерного насоса (4) и контролируется по манометру (12).

С увеличением подачи насоса прямо пропорционально возрастает нагрузка на коленчатом валу ДВС при пропуске рабочей жидкости через дроссель постоянного сечения (11).

Эффективная мощность двигателя определяется по известной зависимости

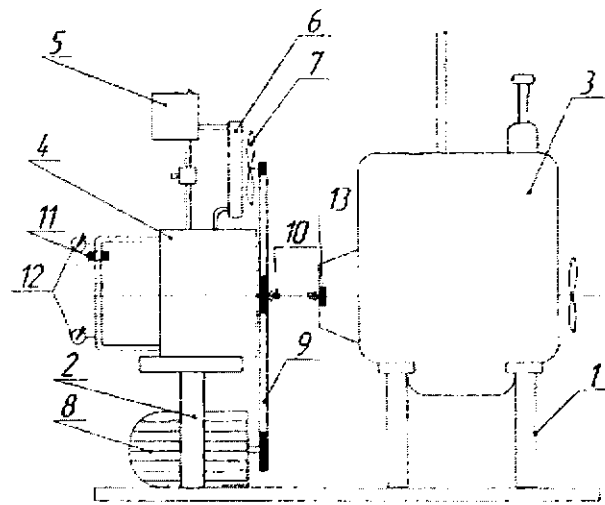


Рис. 1 - стойки крепления ДВС; 2 - стойки крепления аксиально-плунжерного насоса; 3 - ДВС; 4 - аксиально-плунжерный регулируемый насос; 5 - гидробак; 6 - радиатор охлаждающей рабочей жидкости; 7 - вентилятор; 8 - асинхронный электродвигатель с фазным ротором; 9 - ременная передача; 10 - карданный вал; 11 - дроссель постоянного сечения; 12 - манометр; 13 - тахометр

$$N_e = P \cdot n / 1000, \text{ л.с.},$$

где  $P$  - нагрузка на валу ДВС в условных кг соответствующего весу груза, приложенного на плече, равном 0.716 м;

$n$  - число оборотов коленчатого вала по показанию тахометра (13), об/мин.

Условная нагрузка на валу определится

$$P = 10 \cdot a \cdot q,$$

где  $a$  - коэффициент пропорциональности, см<sup>2</sup>;

$q$  - давление рабочей жидкости в напорной магистрали перед дросселем (11), по манометру (12), МПа.

Значение коэффициента пропорциональности  $a$  определяется тарировкой стенда описываемой конструкции на электрическом стенде.

При дросселировании рабочей жидкости в зависимости от создаваемого в системе давления будет происходить нагрев рабочей жидкости. Для ее охлаждения обкаточно-тормозной стенд имеет соответствующую систему, представленную маслобаком (5), радиатором (6) и вентилятором (7).

При торможении ДВС ротор электродвигателя (8) вращается без нагрузки, как в режиме пуска или холодной обкатки - вал аксиально-плунжерного насоса.

Предварительные расчёты показывают, что применение обкаточно-тормозного стенда описанной конструкции позволит примерно в 10 раз снизить габариты, вес и стоимость в сравнении с электрическим.

Привод аксиально-плунжерного насоса НН-90 требует мощности около 100 кВт, т.е. с его помощью можно тормозить при горячей обкатке ДВС мощностью до  $N_e=100$  кВт. Предло-

лагаемая схема стенда позволяет использовать параллельно несколько насосов НП-90 или других и использовать его для испытания двигателей любой мощности.

#### **Выводы**

Использование аксиально-плунжерных насосов в качестве тормозных устройств позволяет не только в несколько раз снизить стоимость тормозной установки, но и требует значительно меньшей площади помещений для ее использования.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1 Стенд для диагностирования гидростатических

трансмиссий. В.Я. Тимошенко, М.В. Ярош и др. Патент на полезную модель, № 2340 МПК G01 M 13/00, рег. 2005. 09.01.

2 Казаченко, О.В. Совершенствование методов и средств диагностирования гидростатических приводов сельскохозяйственных машин. О.В. Казаченко, П.М. Климов, Л.И. Басенко. /Сборник научных трудов Харьковского национального технического университета сельского хозяйства имени Петра Василенко, 2006.

3 Skarlekens M. Dispositif d'asservissement d'une transmission hydrostatique pour applications vehicules marines et industrielles. "Energ fluide. Hydraul, pneumat., asseru. lubrific, 1976, №86.

УДК 631.3—52(075.8)

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 15.04.2006

## **К ВОПРОСУ АВТОМАТИЗАЦИИ СУШИЛЬНЫХ КАМЕР ДРЕВЕСИНЫ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ**

**В.А. Марушко, аспирант, Н.И. Бохан, канд. техн. наук, профессор,  
А.В. Новиков, канд. техн. наук, доцент (УО БГАТУ)**

#### **Аннотация**

*Рассмотрена проблема автоматизации систем и контроля технологического процесса сушки древесины и показана возможность применения газогенераторов, работающих на биомассе.*

#### **Введение**

В Республике Беларусь за последние годы характерно повышение роли местного топлива и горючих отходов в энергообеспечении, доля которого вместе с собственной нефтью составляет около 20%, поэтому актуальна проблема эффективного использования твердого топлива. В структуре себестоимости производства продукции энергетическая составляющая имеет преобладающее значение. С учётом резкого удорожания и дефицита высококалорийных энергоносителей на основе нефти возникла необходимость создания технологий и оборудования для получения тепловой и электрической энергии на основе возобновляемых и местных видов топлива (отходы деревообработки, сельскохозяйственного производства, промышленные отходы и т.д.), стоимость которых в настоящее время примерно в 10-12 раз ниже стоимости нефтепродуктов.

Одним из эффективных направлений использования в энергетике твёрдых топлив и горючих отходов промышленного и сельскохозяйственного производства является, кроме прямого сжигания в топках, их предварительная переработка в горючие газы различного

назначения. Получаемый в газогенераторах газ может быть использован как топливо в энергетических установках, технологических процессах, транспортных и стационарных силовых машинах.

К настоящему времени разработано большое количество разнообразных методов газификации твердого топлива и конструкций газогенераторов в зависимости от назначения газа, качества исходного топлива и конструкций газогенераторов, вида дутья, давления и т.д. Преимуществом генераторного газа является возможность поддержания высокотемпературных процессов, лучшие условия сжигания и управления технологическим процессом, а также то, что его можно получать из низкосортных, менее дефицитных видов твердого топлива.

В РБ энергетический потенциал местных видов топлива в тоннах условного топлива (млн. т у.т. в год) составляет: по древесному топливу – 3,1, торфу – 1,1, отходам растениеводства – 1,0-1,4, биогазу – 0,7-0,8, гидролизному лигнину – 0,05, изношенным автопокрышкам – 0,05, всего – 5,9 ... 6,6 млн. т у.т.

В связи с постоянным ростом цен на энергоносители в рыночных условиях конкуренции