

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБКАТОЧНО-ТОРМОЗНОГО СТЕНДА

В.Я. Тимошенко, канд. техн. наук, доцент, А.В. Новиков, канд. техн. наук, доцент, Д.А. Жданко, аспирант (УО БГАТУ)

Аннотация

Рассмотрены вопросы целесообразности использования регулируемых аксиально-плунжерных насосов для торможения двигателей внутреннего сгорания и других узлов тракторов и автомобилей при обкатке в сравнении с электробалансирной машиной

Введение

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) являются наиболее сложными и ответственными частями машин, применяемых в сельском хозяйстве. Поэтому совершенствование технологии их ремонта и повышение качества приобретают первостепенное значение.

Важными завершающими операциями при капитальном ремонте ДВС являются обкатка и последующие испытания, в процессе выполнения которых происходит приработка взаимно трущихся поверхностей деталей, выявляются и устраняются дефекты, производится регулировка двигателя, и снимаются его основные характеристики в соответствии с техническими условиями. Обкатка и испытания оказывают значительное влияние на качество и долговечность ДВС.

На ремонтных предприятиях республики ДВС обкатывают на электротормозных стендах с жидкостными реостатами сопротивлений, выпуск которых был начат еще в 1957 г. Асинхронный электропривод этих стендов имеет низкий КПД, недостаточные диапазоны регулирования частоты вращения и стабильность характеристик, высокую стоимость и вес. Кроме того, эти стенды нашей республикой импортируются. Поэтому сегодня назрела необходимость со-

вершенствования обкаточно-испытательных стендов и повышения их эффективности.

Основная часть

Количественный состав тракторного парка и парка зерноуборочных комбайнов (табл. 1) начиная с 2002 года уменьшается.

Так, количество тракторов с 2000 по 2008 год снизилось с 72,9 тыс. штук до 50,4 тыс. штук (31%), зерноуборочных комбайнов с 17,1 тыс. шт до 13,0 тыс. штук (24%). Общие энергетические мощности в сельском хозяйстве за это время снизились с 23,5 млн. л.с. до 19,2 млн. л.с. (18%), энергонасыщенность земледелия при этом снизилась с 506 до 401 л.с. на 100 га посевной площади, а энерговооруженность труда – соответственно с 53,7 до 48,7 л.с. на одного среднегодового работника.

Однако совершенствование конструкции сельскохозяйственной техники, повышение культуры земледелия, применение современных сортов растений при таком значительном снижении общей энергообеспеченности сельского хозяйства позволило не только удержать, но и значительно повысить урожайность основных культур.

Таблица 1

Обеспеченность сельскохозяйственных и других организаций тракторами и зерноуборочными комбайнами

	2000г.	2001г.	2002г.	2003г.	2004г.	2005г.	2006г.	2007г.
Тракторы	72,9	66,9	62,3	58,8	55,3	53,6	52,6	50,4
Приходится тракторов на 1000 га пашни, шт.	15	15	14	13	13	12	11	11
Приходится на 1000 га комбайнов, шт.	7	7	6	6	6	6	6	6
Энергетическая мощность - всего, млн. л.с.	25,5	23,9	22,2	21,2	20,0	19,7	19,7	19,2
в расчете на одного среднегодового работника, л.с.	53,7	53,5	54,5	55,5	48,7	48,2	48,4	48,7
в расчете на 100 га посевных площадей, л.с.	506	472	484	467	437	424	416	401

Урожайность зерна и картофеля возросла более чем на 30% и почти на 30% – урожайность сахарной свеклы.

Снижение энерговооруженности труда почти на 10% является результатом снижения общей энергообеспеченности сельского хозяйства, которая составила 18%. Такая разница (18% и 10%) в снижении общей энергообеспеченности сельского хозяйства и энерговооруженности труда указывает на то, что за анализируемое время значительно возросла единичная мощность используемых в сельском хозяйстве тракторов и самоходных машин.

Кроме отечественной техники, на полях республики работает много мощных импортных тракторов и самоходных машин [1] (табл. 2).

Тем не менее, есть проблема с ремонтом этого двигателя, и эта проблема будет углубляться с необходимостью ремонта других мощных двигателей.

В соответствии с ТУ РБ 100163612.089-2001 ремонт двигателей заканчивается их обкаткой: холодной и на газу с определением основных технико-экономических показателей, которые вносятся в паспорт отремонтированного двигателя.

Эти показатели определяются при обкатке и испытании двигателей на обкаточно-тормозных стендах.

На отечественных мотороремонтных заводах послеремонтную обкатку двигателей производят, как правило, на стендах, выполненных на базе асинхронной машины с фазным ротором, выпущенных более

20 лет назад, и мощность которых не превышает 100 кВт. Разумеется, что такие стенды не позволяют определить основные технико-экономические показатели мощных двигателей и обеспечить предусмотренные ТУ РБ 100163612.089-2001 режимы обкатки.

Таким образом, настало время готовиться к тому, что в недалеком будущем нашим ремонтным предприятиям предстоит ремонтировать мощные двигатели и предусмотреть возможность их обкатки.

Применяемые сегодня электрические обкаточно-тормозные стенды имеют ряд недостатков. Так, например, стенд КИ 5274 имеет общий вес около 2500 кг, при максимальной мощности обкатываемого двигателя до 300 кВт [2].

Для обкатки более мощных двигателей (свыше 300 кВт) с применением стендов такого типа с увеличением мощности двигателя возрастает и металлоемкость, а, следовательно, и стоимость стенда.

Преимуществом обкаточно-тормозного стенда с асинхронной машиной является [3] возможность рекуперации электрической энергии.

Однако рыночная цена электрического тормозного стенда мощностью до 100 кВт составляет около 70 тыс. долларов США.

В работах [4,5,6] изложены материалы по разработке и испытаниям обкаточно-тормозного стенда с использованием регулируемого аксиально-плунжерного гидравлического насоса и дросселя постоянного сечения.

Преимущества тормозного стенда с агрегатами гидрообъемной трансмиссии отмечены Ю. Соловьевым и другими учеными ГОСНИТИ [3,7].

Таблица 2

Используемые тракторы и самоходные машины с мощностью двигателя свыше 150 кВт

Наименование машины	Марка	Мощность двигателя, кВт
Тракторы	John Deere 9400T	259
	John Deere 8520 Power Shift	230
	Case-IHSTX325	240
	K744 P1	221
	K744 P2	257
	Беларус 2002	156
	Беларус 2502	195
	Беларус 2522	184
	Беларус 2822	205
Беларус 3022	221	
Зерноуборочные комбайны	Лида-1300	177
	КЗС-1012	214
	Дон-1500	173
	КЗР-10	195
	КЗС-1218	243
	КЗС-14	265
	Mega 370	205
	New Holland CX880	275
	Lexion 600	390
John Deere 9640	184	
Кормоуборочные комбайны	Jaguar 830	236
	Jaguar 850	286
	Jaguar 870	322
	Jaguar 890	370
	Jaguar 900	445
	«Полесье-800»	331

Разумеется, что мощные двигатели, установленные на приведенных в табл. 2 машинах, выходят и будут выходить из строя, как в результате аварийных поломок, так и в результате естественного износа. Поэтому ремонтным предприятиям нужно быть готовым к их ремонту.

Например, на ОАО «Гомельский МРЗ» уже открыт участок по ремонту двигателей марки «Детройт». Мастер по их ремонту прошел соответствующую подготовку на заводе-изготовителе в США. Наложена оперативная поставка необходимых для ремонта запчастей и материалов.

В работе [7] дан анализ разработок обкаточно-тормозных устройств с использованием гидрообъемного привода, отмечены недостатки устройств, запатентованных в Англии в 1979 и в Германии в 1988 годах. Отмечено также, что в ГОСНИТИ в течение последних двух лет разрабатывается обкаточно-тормозной стенд с использованием объемного гидропривода мощностью до 320 кВт.

В работах [3] приводятся сравнительные характеристики динамометров ведущих мировых фирм-изготовителей для обкатки и испытания двигателей, откуда видно, что относительная металлоемкость (кг/кВт) обкаточно-тормозного стенда с гидрообъемным приводом в 6...8 раз ниже электрического.

Сотрудники кафедры Эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ совместно с ОАО «Гомельский МРЗ» провели испытания разработанного на кафедре экспериментального образца обкаточно-тормозного стенда с гидрообъемным приводом (рис. 1).

Для создания стенда использованы недорогие, надежные, массово выпускаемые детали и агрегаты гидропривода самоходных машин.

В конструкции стенда предусмотрена рекуперация тормозной энергии в тепловую.

Конструкция экспериментального стенда предусматривает использование, вместо дорогого и мощного электрического двигателя с фазным ротором, де-

шевый асинхронный электродвигатель малой мощности для холодной обкатки и пуска двигателя и аксиально-плунжерный насос для торможения при горячей обкатке. Это стало возможным с появлением на рынке частотных преобразователей, позволяющих плавно изменять частоту вращения вала двигателя. Кроме того, преобразователь имеет возможность увеличивать частоту вращения вала электродвигателя значительно выше номинальной, что позволяет использовать в конструкции стенда низкооборотистые электродвигатели с большим крутящим моментом.

При этом, важно выбрать параметры электродвигателя и передаточное отношение от его вала до вала ДВС. Отправным показателем является момент трогания коленчатого вала двигателя.

Авторами экспериментально подтверждена следующая зависимость момента трогания от рабочего объема двигателя:

$$M_c = (40...70)iV_h, \quad (1)$$

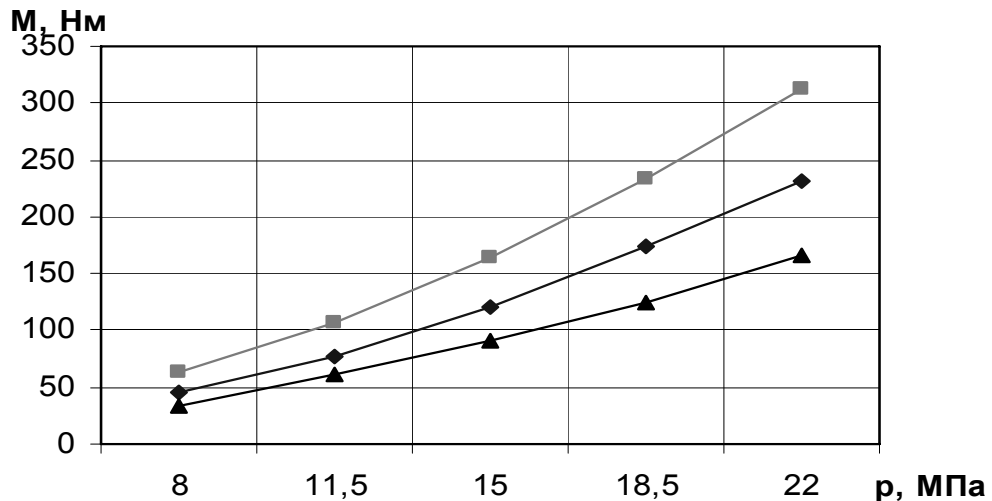
где i – число цилиндров;

V_h – рабочий объем цилиндра.

Также в результате испытаний в качестве тормозного устройства регулируемого аксиально-плунжерного насоса НП-90 с дросселями разных диаметров получены зависимости давления в напорной магистрали от тор-



Рисунок 1. Экспериментальный образец электрогидравлического обкаточно-тормозного стенда



—■— диаметр дросселя 3,5 мм —◆— диаметр дросселя 3 мм —▲— диаметр дросселя 2,5 мм

Рисунок 2. Зависимость тормозного момента на валу аксиально-плунжерного насоса от давления перед дросселем постоянного сечения и диаметра дросселя

моментного момента (рис. 2).

Эти зависимости позволяют установить связь между мощностью испытываемого ДВС, параметрами гидронасоса и площадью сечения дросселя при проектировании стенда и контролировать (устанавливать) необходимую нагрузку на валу двигателя по давлению рабочей жидкости.

Кроме того, на рынке республики представлены динамометрические бесконтактные прямо показывающие устройства, позволяющие постоянно и непосредственно контролировать крутящий момент на валу двигателя. Его применение несколько удорожает стоимость стенда, но при этом упрощает съем показаний, повышает точность измерений и позволяет автоматизировать процесс обкатки.

Заключение

Применение аксиально-плунжерных насосов в качестве тормоза при обкатке и испытаниях ДВС является перспективным направлением. Развитие этого направления позволит в короткие сроки оснастить ремонтные предприятия дешевыми, малогабаритными, универсальными, экономичными и надежными стендами, исключив при этом необходимость в импортных устройствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Парк зерноуборочных комбайнов Беларуси. Рациональный состав и оптимальная структура/ В.Г.

Самосюк [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – №7, 2009. – С. 44-48.

2. Григорьев, П.В. Новые обкаточно-тормозные стенды для двигателей внутреннего сгорания/ П.В. Григорьев, А.А. Ермилов. – МТС. – 2006. – №1. – С. 53-54.

3. Погорельский, И.П. Обкатка и испытания тракторных и автомобильных двигателей/ И.П. Погорельский. – М.: Колос, 1973. – С. 208.

4. Жданко, Д.А. Ресурсосбережение при обкатке отремонтированных двигателей совершенствованием обкаточно-тормозного стенда/ Д.А. Жданко, А.В. Новиков, В.Я. Тимошенко// Вестник БГСХА. – №3. – 2009.

5. Жданко, Д.А. Аксиально-плунжерный насос как средство обкатки двигателей/ Д.А. Жданко, А.В. Новиков, В.Я. Тимошенко// Тракторы, автомобили, мобильные энергетические средства: проблемы и перспективы развития: материалы Межд. научно-технической конференции, Минск, 11-14 февраля 2009 г. /редкол. А.В. Кузьмицкий [и др.]. – Минск, 2009. – С. 331-334.

6. Обкаточно-тормозной стенд: пат. 4426 Респ. Беларусь, МПК G 01M 15/00/ Д.А. Жданко, В.Я. Тимошенко, А.В. Новиков; заявитель Белор. гос. аграрн. технич. ун-т. – № и 20070712; заявл. 08.10.2007.

7. Соловьев, Р.Ю. Гидрообъемный привод как средство обкатки двигателей внутреннего сгорания/ Р.Ю. Соловьев, А.А. Ермилов// Ремонт, восстановление, модернизация. – 2006. – №7. – С. 8-10.