

Требование обеспечивает зажигание рабочей смеси в цилиндрах двигателя через равные промежутки времени и меньшую вибрацию работающего двигателя.

При первом заводском восстановлении детали (после ее шлифования в мастерских) сначала возвращают ось шатунных шеек в положение, соответствующее нормативным значениям радиуса и угла кривошипа, т.е. исправляют брак в базировании на предыдущих восстановлении, а затем достигают размера, соответствующего очередному ремонтному размеру.

Однообразные схемы базирования восстанавливаемой детали на всех ремонтных предприятиях обеспечат большую долю валов, обработанных под очередной ремонтный размер шеек.

Измерение твердости материала шеек валов номинального и ремонтных размеров не выявили значимой разницы ее значений. Износостойкость восстановленных шеек как одно из основных эксплуатационных свойств детали может быть существенно повышена химико-термической обработкой и (или) закалкой. В последнее время внимание исследователей привлекает применение азотирования и карбонитрации [4], которые обеспечивают значимый прирост долговечности деталей.

#### Заключение

Геометрические отклонения коренных шеек от номинального расположения меньше соответствующих параметров шатунных шеек. Коренные шейки при каж-

дом восстановлении детали могут шлифоваться под очередной ремонтный размер. Если принять меры по совершенствованию базирования заготовки на всех ремонтных предприятиях, начиная с первого восстановления детали, то возможно будет шлифование и шатунных шеек под очередной ремонтный размер. Внедрение результатов работы в производство позволит уменьшить в 2-4 раза объем работ по нанесению восстановительных покрытий (наплавкой или напылением) или использованию ДРД.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Степанов, А.Г. Совершенствование восстановления коленчатых валов методом ремонтных размеров: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / А.Г. Степанов; ВСХИЗО. – Балашиха, 1992. – 20 с.
2. Кован, В.И. Основы технологии машиностроения / В.И. Кован. – М.: Машгиз, 1959. – 494 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х томах. – Т. 1 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
4. Школкин, Е.А. Повышение межремонтного ресурса чугунных коленчатых валов конструктивно-технологическими способами: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.03 / Е.А. Школкин; Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарева. – Саранск, 2011. – 18 с.

УДК 621.43.001.4

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 9.11.2011

## СНИЖЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ МЕТАЛЛОЕМКОСТИ ОБКАТОЧНО-ТОРМОЗНОГО СТЕНДА

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

#### Аннотация

*Рассмотрены вопросы снижения удельной металлоемкости обкаточно-тормозных устройств, перспективы разработки, создания и производства таких современных отечественных устройств и оснащения ими предприятий технического сервиса АПК.*

*Questions of decreasing in specific metal consumption of running-brake mechanisms, prospects of working out, creation and manufacture of such modern domestic devices and installing the equipment at the enterprises of technical service of agrarian and industrial complex are considered here.*

#### Введение

Финишной операцией ремонта двигателей и механизмов трансмиссии является обкатка, в процессе которой происходит приработка трущихся поверхностей деталей, а также испытание двигателей с целью определения их основных комплексных технико-экономических показателей – мощности и расхода топлива. Большинство используемых в настоящее время для этих целей обкаточно-тормозных стендов не только исчерпало свой ресурс, но и устарело морально,

так как ремонтные предприятия республики были оснащены ими более 20 лет назад. Повышение единичной мощности тракторов и самоходных комбайнов привело к уменьшению их численности и потребности в ремонте. Однако возникла потребность в ремонте и испытаниях двигателей мощностью свыше 300 кВт, которыми оснащены современные комбайны, работающие на полях Республики Беларусь. Ремонтное производство к этому не готово и, прежде всего, из-за отсутствия обкаточно-тормозных устройств большой мощности.

Областью применения тормозных устройств, кроме ремонтного производства, являются предприятия технического сервиса, занимающиеся обеспечением технической готовности машинно-тракторного парка сельскохозяйственных организаций, и их ремонтные мастерские. Наличие таких устройств позволяет оперативно и объективно измерить мощность двигателя, как обобщенный показатель технического состояния, и расход топлива, предупредив тем самым его перерасход [1].

На ремонтных предприятиях республики ДВС обкатывают на электротормозных стендах с жидкостными регулировочными реостатами, выпуск которых был начат еще в 1957 г. Асинхронный электропривод этих стендов имеет низкий эксплуатационный КПД, узкий диапазон регулирования частоты вращения, недостаточную стабильность работы. А обкаточно-тормозные стенды последнего поколения, выпускаемые, в частности, чешской фирмой MEZSERVIS (Vsetin), оснащенные новейшими датчиками, обладающие широкими возможностями и позволяющие проводить испытания двигателей в автоматическом режиме, стоят порядка 250 тысяч евро без пошлин и таможенных расходов, что не позволяет большинству ремонтных предприятий иметь такие стенды в своем арсенале [1, 2]. Поэтому сегодня назрела необходимость совершенствования обкаточно-испытательных стендов и повышения их эффективности.

#### Основная часть

Применяемые сегодня электрические обкаточно-тормозные стенды вместе с достоинствами имеют также ряд недостатков. Так, например, стенд КИ 5274 имеет массу около 2500 кг, при максимальной мощности обкатываемого двигателя до 300 кВт [3].

С увеличением мощности обкатываемых двигателей (свыше 300 кВт) возрастает металлоемкость обкаточно-тормозных стендов, а, следовательно, и стоимость.

Как преимущество обкаточно-тормозного стенда с электробалансирной машиной, называют [4] возможность рекуперации электрической энергии. Однако авторами установлено, что ни на одном из ремонтных заводов республики такую рекуперацию не производят в полном объеме, что объясняется высокой стоимостью устройств для рекуперации энергии, которая составляет около четверти стоимости самого стенда.

В работах [4-7] авторами изложены результаты исследований по разработке и испытаниям обкаточно-тормозного стенда с использованием регулируемого аксиально-плунжерного гидравлического насоса и дросселя постоянного сечения, а также методика выбора основных составных частей стендов для обкатки и испытания двигателей мощностью до 500 кВт. Преимущества тормозного стенда с агрегатами гидрообъемной трансмиссии отмечены Ю. Соловьевым и другими учеными ГОСНИТИ [3,8].

В известных исследованиях [8] дан анализ разработок обкаточно-тормозных устройств с использованием гидрообъемного привода, отмечены недостатки устройств, запатентованных в Англии в 1979 и в Гер-

мании 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.

Сравнительные характеристики динамометров ведущих мировых фирм изготовителей для обкатки и испытания двигателей приведены в источнике [3]. Для сравнения различных обкаточно-тормозных стендов авторы (ученые ГОСНИТИ) оперируют понятием «относительная металлоемкость», под которым понимают отношение массы стенда к его максимальной тормозной мощности (кг/кВт).

Кафедра ЭМТП совместно с ОАО «Гомельский МРЗ» провела испытания разработанного в БГАТУ экспериментального образца комбинированного электрогидравлического обкаточно-тормозного стенда мощностью 120 кВт [9].

Для создания стенда использованы недорогие, надежные, массово выпускаемые детали и агрегаты гидропривода самоходных машин, электрического привода и приборы, обеспечивающие требуемую точность задания и поддержания режимов обкатки, а также контроля измеряемых параметров согласно ГОСТ 18509-88 и ТУ РБ 100163612.089-2001. В конструкции стенда предусмотрена утилизация тормозной энергии в тепловую.

Конструкция экспериментального стенда предусматривает использование вместо дорогого и мощного электрического двигателя с фазным ротором, более дешевого и надежного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором для холодной обкатки и пуска двигателя. 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 выше номинальной до 1,5 раз. Для торможения при горячей обкатке используется аксиально-плунжерный насос с дросселем постоянного сечения. При этом механическая энергия двигателя внутреннего сгорания утилизируется посредством теплообменного аппарата в тепловую и используется для нагрева воды, которая применяется для нужд предприятия, что позволяет также получить экономический эффект.

Практика показывает, что конструктивно любой обкаточно-тормозной стенд состоит из устройства для создания и измерения тормозного момента, приборов и оборудования для контроля применяемых параметров, систем охлаждения и коммуникационных устройств. Основной составной частью любого стенда является первое из названных устройств, которое определяет стоимость стенда, габариты и размеры необходимого для его монтажа помещения. Указанное устройство с некоторой условностью для всех видов стендов называют одинаково, а именно, динамометром [3, 8]. Следовательно, можно утверждать, что, чем меньше относительная металлоемкость используемого в конструкции стенда динамометра, тем ниже стоимость стенда.

Для сравнительного анализа авторами взяты параметры электрических стендов с асинхронным элек-

тродвигателем, так как они получили в республике наибольшее применение. Индукторные стенды не нашли широкого применения. Гидродинамические динамометры [3, 10, 11] не имеют возможности прокручивания коленчатого вала двигателя, а, следовательно, проведения холодной обкатки и запуска двигателя. Поэтому они используются для торможения двигателя при его испытании в лабораториях и научно-практических центрах.

Относительная металлоемкость гидрообъемных динамометров рассчитана с учетом массы регулируемых аксиально-плунжерных насосов фирмы *Bosch*, подобранных по методике [5], и электродвигателей, используемых для холодной обкатки и пуска двигателя, подобранных по той же методике.

На рис. 1 представлена зависимость относительной металлоемкости асинхронных электродинамометров немецкой фирмы Schenk [3] и чешской фирмы MEZSERVIS (*Vsetin*), которые используются для обкатки и испытания двигателей Минским моторным заводом, а также гидрообъемных динамометров с электрическим приводом от максимальной мощности тормозного стенда.

Сравнение (рис. 1) показывает, что электрогидравлические динамометры имеют наименьшую ме-

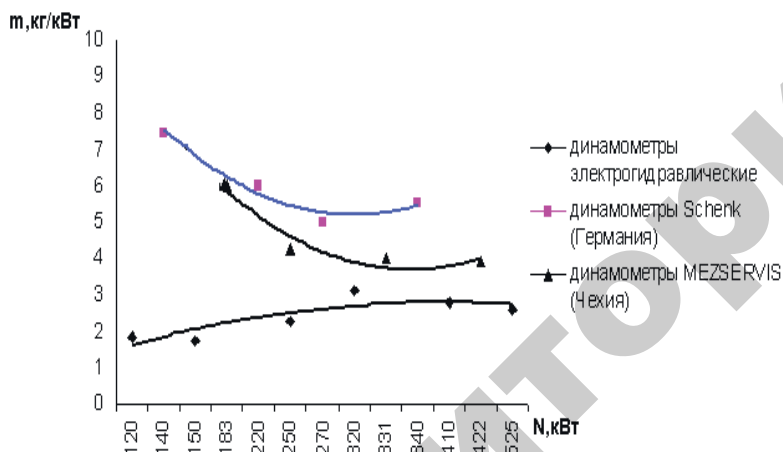


Рисунок 1. Сравнительная относительная металлоемкость динамометров обкаточно-тормозных стендов

таллоемкость. Относительная металлоемкость электрогидравлического динамометра мощностью 150 кВт по сравнению с электрическими ниже на 240 %, мощностью 200 кВт – на 172 %, мощностью 300 кВт – на 60 % и мощностью 400 кВт – на 36 %. Так как свыше 80 % сельскохозяйственных тракторов и машин снабжены двигателями мощностью, не превышающей 250 кВт, то для их обкатки и испытаний наиболее целесообразно использование обкаточно-тормозных стендов с электрогидравлическим динамометром.

### Заключение

Применение аксиально-плунжерных насосов с дросселем постоянного сечения в качестве тормоза при обкатке и испытаниях ДВС является перспективным направлением. Развитие этого направления позволит снизить металлоемкость и стоимость тормоз-

ных устройств, и в короткие сроки оснастить ремонтные предприятия дешевыми малогабаритными универсальными стендами, исключив при этом необходимость в импортных устройствах.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Казакевич, П.П. Обновление парка обкаточно-тормозных устройств и их импортозамещение / П.П. Казакевич, В.Я. Тимошенко // *Агропанорама*. – 2010. – №1. – С. 45-48.
2. Новиков, А.В. Снижение металлоемкости обкаточно-тормозного стенда / А.В. Новиков, В.Я. Тимошенко, Д.А. Жданко // *Инновационные технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: доклады Межд. науч.-практ. конф.: Минск, 15-16 апреля 2011г./под общ. ред. В.Б. Ловкиса, А.А. Бренча, В.М. Позднякова*. – В 2 ч. – Ч1. – С. 339-341.
3. Григорьев, П.В. Новые обкаточно-тормозные стенды для двигателей внутреннего сгорания / П.В. Григорьев, А.А. Ермилов. // *МТС*. – 2006. – № 1. – С. 53-54.
4. Жданко, Д.А. Ресурсосбережение при обкатке отремонтированных двигателей совершенствованием обкаточно-тормозного стенда / Д.А. Жданко, А.В. Новиков, В.Я. Тимошенко // *Вестник БГСХА*. – 2009. – № 1. – С. 124–127.
5. Жданко, Д.А. Теоретическое обоснование параметров гидравлического тормозного устройства обкаточно-тормозного стенда / Д.А. Жданко // *Агропанорама*. – 2009. – № 3. – С. 38–42.
6. 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: доклады Междунар. науч.-техн. конф., Минск, 11–14 февраля 2009 г. / редкол.: А.В. Кузьмицкий [и др.]*. – Минск, 2009. – С. 331–334.
7. Обкаточно-тормозной стенд: пат. 4426 Респ. Беларусь МПК7 G 01M 15/00 / Д.А. Жданко, В.Я. Тимошенко, А.В. Новиков; заявитель БГАТУ. – № u20070712; заявл. 08.10.07; опубл. 03.03.08 // *Афіцыйны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці*. – 2008. – № 3. – С. 231.
8. 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.
9. Тимошенко, В.Я. Совершенствование обкаточно-тормозного стенда / В.Я. Тимошенко, А.В. Новиков, Д.А. Жданко // *Агропанорама*. – 2009. – № 5. – С. 45–48.
10. Международный Интернет-портал [Электронный ресурс] / Сайт компании «Нарибо» – Режим доступа: <http://www.Naribo.com>. – Дата доступа: 22.02.2009.
11. Российский Интернет-портал [Электронный ресурс] / Сайт компании ЗАО «НП «МИКС Инжиниринг»». – Режим доступа: <http://www.mix-eng.ru>. – Дата доступа: 22.02.2009.