УДК 629.3.018.2

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТЕНДА ДЛЯ ХОЛОДНОЙ ОБКАТКИ ДВИГАТЕЛЕЙ**Рогонова О.В., Щепетков А.В., Столяров А.В.***ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва», Саранск, e-mail: cabto@mail.ru*

Основной операцией, завершающей ремонт двигателя, всегда является его обкатка. Она может быть холодной, горячей, с нагрузкой и без нагрузки, но в любом случае обкатка должна проводиться. Её задача состоит в приработке движущихся деталей с целью увеличения срока службы изделия. Первой всегда проводят обкатку без нагрузки на стендах. На сегодня есть несколько вариантов выпускаемых стендов, но, как показывает практика, их стоимость чрезмерно высока для небольших ремонтных предприятий. Поэтому нашей задачей стало проектирование универсального и недорогого стенда для обкатки двигателей техники сельскохозяйственного назначения. За основу для разработки была взята схема современного стенда ОТС. Однако ее реализация потребовала ряда изменений и дополнений при проектировании принципиальной схемы стенда. В качестве конструктивной базы был взят имеющийся в распоряжении кафедры технического сервиса машин стенд ИГС-01. Его модернизации посвящена данная работа. В итоге было установлено, что разрабатываемый опытный образец стенда позволит расширить возможности холодной обкатки двигателей за счет увеличения диапазонов измеряемых (контролируемых) технических характеристик: частоты вращения привода вала от 5 до 4000 об/мин, рабочего давления масла от 0 до 100 psi и др.

Ключевые слова: холодная обкатка, стенд, двигатель, проектирование, ремонт

DESIGNING A STAND FOR COLD RUNNING MOTORS**Rogonova O.V., Schepetkov A.V., Stolyarov A.V.***National Research Mordovia State University, Saransk, e-mail: cabto@mail.ru*

The main operation of the final engine repair is always running it in. It can be cold, hot, loaded or unloaded, but in any case, it must be run-in. Its task is to run-in moving parts in order to increase the life of the product. The first is always run-in without load on the stands. At the moment there are several options for the stands produced, but as practice shows, their cost is too high for small repair enterprises. Therefore, our task was to design a universal and inexpensive stand for running engines of agricultural machinery. The scheme of the modern OTS stand was taken as a basis for the development. However, its implementation required a number of changes and additions in the design of the stand schematic diagram. The stand IGS-01, available to the department of technical service of machines, was taken as a constructive base. This work is devoted to its modernization. As a result, it was found that the developed prototype of the stand would expand the possibilities of cold running-in of engines by increasing the ranges of measured (monitored) technical characteristics: drive shaft speed from 5 to 4000 rpm, operating oil pressure from 0 to 100 psi, etc.

Keywords: cold running, stand, engine, design, repair

Капитальный ремонт двигателя предполагает выполнение мастерами большого спектра восстановительных работ, максимально приближающих техническое состояние мотора к его заводским параметрам. Такой ремонт, требующий кардинального вмешательства, нужен в следующих случаях: повышенный расход топлива и моторного масла; снижение мощности/приемистости двигателя; жесткая работа мотора, провалы на холостых оборотах, увеличенное время разгона и отсутствие тяги; повышенная дымность, изменение цвета выхлопа; нехарактерные для стабильной работы шумы, стуки; кроме того, ремонт ДВС требуется после определенного пробега (200–300 тыс. км), при агрессивной эксплуатации и использовании некачественного топлива/моторного масла [1]. Полная замена двигателя может потребоваться при критическом износе, заклинивании двигателя и его перегреве.

Проведение капитального ремонта двигателя включает в себя строго определен-

ный перечень работ: демонтаж, диагностика и дефектация узлов и деталей, ремонт узлов и деталей, сборка двигателя. Последней операцией после сборки двигателя является его обкатка.

Основная цель обкатки – притереть друг к другу новые детали (поршни, цилиндры, клапаны), которые имеют шероховатости, тем самым предотвратив потерю производительности двигателя. Она актуальна, когда, например, производится замена колец, трущихся о гильзу. Если провести обкатку неправильно, могут появиться сложности с запуском, увеличится расход топлива, станет возможным попадание моторного масла в воздухоочиститель [2].

При сильной нагрузке на двигатель элементы перегреваются и расширяются. Поэтому обкатывать автомобиль следует в щадящем режиме, не допуская высоких скоростей и резкого торможения. Перед первым запуском важно проверить затяжку болтов и креплений, а также наличие масла, охлаждающей и тормозной жидкости. Поэ-

тому разработка средств и стендов для проведения обкатки двигателей является актуальной задачей.

Цель исследования состоит в определении исходных данных и прототипа для создания обкаточного стенда для малых сервисных предприятий агропромышленного комплекса.

Материалы и методы исследования

Первоначальной задачей являлось определение вида обкатки для стендового оборудования, их всего 4 вида [3].

1. Горячая. Один из самых популярных способов. Проводится при использовании чередующихся режимов и интервалов времени, обязательно на холостых оборотах. В перерывах между этапами двигатель должен полностью остыть. Суть горячей обкатки заключается в том, что двигатель несколько раз запускают на холостом ходу в течение определенного времени, после чего дают остыть. Очень важно не допустить перегрева.

На первом этапе промежутки времени, в течение которых мотор работает, короткие и длятся до трех минут. На втором этапе двигателю дают поработать около часа, при этом следят за температурой, уровнем масла и антифриза, компрессией и герметичностью соединений. Начинают второй этап с частоты около 1200 оборотов, доводя ее до половины максимально допустимой. По завершении всех этапов рекомендуется провести естественную обкатку.

2. Естественная. Весьма доступный способ для большинства водителей. Такой тип обкатки представляет собой самостоятельное вождение в соответствии со строго заданными ограничениями, которые нужно соблюдать в течение первых 2–3 тыс. км пробега. Режим и длительность зависят от того, насколько сложным и объемным был проведенный ремонт. По стандарту первые 2000 км пробега отремонтированный двигатель нуждается в аккуратной эксплуатации и некоторых ограничениях. Скорость не должна превышать 80 км/ч, количество оборотов – 2500 в минуту. Нельзя резко разгоняться, тормозить двигателем. Нужно избегать любых перегрузок.

3. Бесстендовая холодная. Этот вид обкатки имитирует естественную. Ее достоинство – быстрота. Автомобиль передвигают на буксировочном тросе в течение пары часов. Такая обкатка не позволяет точно предсказать последствия ремонта, ведь точный учет всех показателей не ведется. Судить об ее эффективности можно по косвенным признакам: улучшению динамики, легкости запуска автомобиля, стабильной работе

на холостом ходу. Во время такой обкатки мотор не нагревается, потому что двигатель приходит во вращение благодаря внешнему устройству. Принцип заключается в том, что автомобиль тянут на тросе. Длительность составляет несколько часов. Исключение нагрева деталей увеличивает скорость их притирки.

Этот тип обкатки не лишен недостатков, главным из которых является отсутствие возможности полноценно контролировать процесс и соблюсти какой-либо сложный алгоритм действий. Специалисты не рекомендуют обкатывать двигатель таким способом, ведь судить об его успешности можно только по времени, которое пройдет до следующего ремонта.

4. Стендовая. Производят с использованием специального стендового оборудования, что позволяет полностью контролировать процесс. Разнообразные неточности в работе и самые мелкие неисправности могут быть обнаружены практически сразу после запуска, потому что все показатели работы мотора учитываются компьютером, а сам стенд запрограммирован на необходимый режим работы.

Итак, анализируя представленный материал, можно сделать вывод, что для обкатки на малых сервисных предприятиях наиболее актуальна будет холодная стендовая обкатка, она позволяет ограничить расходы на создание стенда и сделать его универсальным (поскольку не требуется дорогостоящего оборудования для измерения характеристик восстановленного двигателя после горячей обкатки, а сама горячая обкатка проводится на автомобиле).

Имеющиеся на данный момент стенды для обкатки двигателей стоят довольно дорого – от 5 до 10 млн руб., например стенды ОТС-1...-5, КС276-32, КИ-28249. Часть стендов до сих пор не имеют возможности проведения процесса обработки и хранения данных обкатки в автоматизированном режиме, они имеют высокий диапазон минимальных частот вращения коленчатого вала от 500 об/мин и большие размеры (особенно длина ≈ 5 метров) [4, 5]. Поэтому для малых сервисных предприятий нужен более простой и дешевый стенд, у которого данные недостатки были бы исключены или сведены к минимуму.

Результаты исследования и их обсуждение

На базе института механики и энергетики МГУ им. Н.П. Огарева на кафедре технического сервиса машин с недавнего времени начали заниматься исследованиями по ремонту и обкатке дизельных двига-

телей. В результате была поставлена задача спроектировать стенд обкатки двигателей. За базу была взята схема стенда серии ОТС (рис. 1) и модернизированный стенд ИГС-01 (мощностью 75 кВт) для испытаний гидроагрегатов [6] (рис. 2, а).

Как видно из схемы, стенд ОТС довольно простой, имеется приводной двигатель с датчиком вращения, преобразователь частоты, датчики различных систем и персональный компьютер.

Стенд, представленный на рис. 2, а, представляет собой устройство, имеющее электродвигатель 75 кВт с частотным преобразователем DELTA VFD-B, позволяющим производить плавный пуск в диапазоне 5–4000 об/мин. Это позволит начинать холодную обкатку в щадящем режиме и отследить наличие течей, без опасения испортить отремонтированный двигатель.

Для реализации функций по сбору информации была разработана блок-схема стенда (рис. 3) с внедрением блока обработки и хранения данных, изготовленного на базе корпуса информационного терминала с клавиатурой ИТ-И-16. Схема состоит из двух основных блоков – измерения данных и обработки данных. Блок измерения содержит в себе основные датчики для контроля процесса испытания, а блок обработки включает в себя персональный компью-

тер, содержащий плату сбора и обработки информации, для возможности графического отображения получаемых данных с возможностью их дальнейшей записи.

Для создания блок-схемы (рис. 3) были подобраны следующие составляющие.

Электродвигатель 4АМН225М4У3 (75,0 кВт), в дополнение к нему устанавливается частотный преобразователь DELTA VFD-750В43А (75 кВт). Для управления двигателем установлена панель управления VFD-PU01;

– для контроля частоты вращения испытуемого и приводного двигателя можно использовать инкрементальный энкодер Autronics серии E50S8, их следует устанавливать на шкиве коленчатого вала и на валу асинхронного электродвигателя. Для визуального наблюдения за частотой вращения следует отдельно разместить цифровой тахометр Fotek SM-20;

– датчик температуры воды 40–120 градусов, с сигнализацией на 95 градусах, сигнал 20–300 Ом, первый датчик устанавливается в алюминиевый переходник, монтируемый перед термостатом, а второй датчик – в блок/головку блока двигателя на штатное место;

– датчик давления 5V 1/8NPT с чувствительным элементом из тензорезистивного моста на керамической шайбе. Диапазон измерения давления 0–100 psi или 0–7 кгс/см².

Рис. 1. Схема стенда ОТС

Рис. 2. Стенд ИГС-01: а – схема стенда, б – 3d-модель стенда с двигателем Д-245;
1 – электродвигатель 4AMH225M4V3; 2 – рама, 3 – стойка, 4 – крепление стенда,
5, 6 – счетчик циклов SM-20, 7 – пульт управления частотным преобразователем, 8 – автомат
включения, 9 – частотный преобразователь электродвигателя DELTA VFD-B (75 кВт/380В)

Рис. 3. Блок-схема проектируемого стенда

Блок обработки данных построен на базе оборудования National Instruments с программным комплексом LabView. Как уже указывалось, блок будет отвечать за сбор и обработку данных и регистрацию

параметров испытаний с возможностью их анализа и обработки.

В результате проведенной работы был разработан предварительный эскизный 3D проект опытного образца стенда (рис. 4).

Рис. 4. Предварительный эскизный 3D проект обкаточного стенда

Заключение

Таким образом, разрабатываемый опытный образец стенда позволит расширить возможности холодной обкатки двигателей за счет увеличения диапазонов измеряемых (контролируемых) технических характеристик: частоты вращения приводного вала от 5 до 4000 об/мин, рабочего давления масла от 0 до 100 psi и др.

Также дальнейшая работа видится в разработке программного обеспечения, которое позволило бы контролировать параметры двигателя и получать графики зависимостей параметров обкатки от времени.

Список литературы

1. Сорокин И.А. Ускоренная обкатка как контроль качества ремонта дизельных двигателей Д-240 // Вестник НГИЭИ. 2013. № 2 (21). С. 50–57.

2. Бурганская Л.И., Хвошинская Л.А., Андруш В.Г., Смаль А.Н. Исследование мощности механических потерь в зависимости от времени, температуры масла и скорости изменения режимов обкатки // Агропанорама. 2006. № 1. С. 27–31.

3. Байков Д.В. Совершенствование технологий и технических средств для обкатки и испытаний двигателей малогабаритных тракторов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Саранск, 2018. 19 с.

4. Гриценко А.В., Куков С.С. Способ обкатки ДВС и средство для его реализации // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. 2012. Т. 61. С. 39–42.

5. Носков В.А. Резервная электростанция – обкаточный стенд – устройство возбуждения // Международный технико-экономический журнал. 2015. № 1. С. 85–88.

6. Ионов П.А., Сенин П.В., Пьянзов С.В., Столяров А.В., Земсков А.М. Разработка стенда для оценки технического состояния объемных гидроприводов с гидравлическим нагружающим устройством // Инженерные технологии и системы. 2019. Т. 29. № 4. С. 529–545.