

шин, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (obolenskinv@mail.ru).

OBOLENSKII NIKOLAI VASIL'EVICH – the doctor of technical sciences, the professor of chair of mechanics and agricultural cars, the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (obolenskinv@mail.ru).

МИРОНОВ ЕВГЕНИЙ БОРИСОВИЧ – преподаватель кафедры технического сервиса, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (mironov-e@mail.ru).

MIRONOV EVGENII BORISOVICH – the teacher of chair of technical service, the Nizhniy Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (mironov-e@mail.ru).

УДК 621.1

Е. А. ПУЧИН, И. А. СОРОКИН

ОСТАТОЧНЫЙ РЕСУРС АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСЛЕ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА

Ключевые слова: остаточный ресурс, обкатка, двигатель, ремонт, нагрузка, давление, температура, крутящий момент, стенд, характеристики.

Аннотация. Основной целью работы является расчет и прогнозирование остаточного ресурса автотракторных дизельных двигателей после капитального ремонта (на примере дизельного двигателя Д 144).

Остаточный ресурс двигателя $s_{ост}$ – представляет собой пробег от момента оценки технического состояния

© Пучин Е. А., Сорокин И. А.

при очередном диагностировании до момента, когда основные сопряжения деталей достигнут предельного состояния, что определяет необходимость проведения капитального ремонта двигателя. Пробег двигателя до предельного состояния является его ресурсом s_p .

Капитальный ремонт – длительный и объёмный процесс обновления всех характеристик двигателя, в соответствии с его эксплуатационными требованиями.

Обкатка – часть технологического процесса ремонта. Во время обкатки происходит приработка рабочих поверхностей деталей, осадка прокладок, выявляются и устраняются отдельные дефекты сборки.

Чтобы после капитального ремонта у сопрягаемых деталей получить поверхности трения, соответствующие конкретным условиям работы сопряжения, двигатели обкатывают. Различают холодную и горячую обкатки. Холодную обкатку выполняют на специальных станках, а горячую обкатку и испытание выполняют на тормозных установках.

Для каждой марки двигателя установлены свои режимы обкатки, в процессе которых постепенно увеличивается нагрузка на прирабатываемые детали. Перед обкаткой двигатель заправляется маслом до установленного уровня, топливом и водой. Кроме того, регулируются зазоры в клапанах.

Перед обкаткой проверяется комплектность двигателя и его паспорт. В паспорте указываются вид ремонта и наименование основных деталей, заменённых при ремонте. Двигатели обкатывают в последовательности: холодная обкатка от постороннего привода, горячая обкатка без нагрузки и под нагрузкой. После обкатки определяют развиваемую двигателем мощность и удельный расход топлива.

Холодная обкатка. В процессе обкатки поддерживают: давление масла в магистрале не менее 0,15 МПа; температуру воды на выходе из дизеля 60...75 °С.

Подсекание и каплеобразование топлива, масла и воды в местах соединения трубопроводов и плоскостей стыков соединяемых деталей не допускается. В случае появления посторонних стуков и шумов в двигателе обкатку прекращают и устраняют неисправность.

После завершения холодной обкатки проверяют правильность установки угла начала подачи топлива до в.м.т., зазоров между бойками коромысел и торцами стержней клапанов.

Горячая обкатка. Этап обкатки проводят по трем или более ступеням (в зависимости от модели двигателя), продолжительность каждой 5...10 мин. Первая ступень обкатки начинается при частоте вращения коленчатого вала, равной 65...70 % номинальной, и затем через определенные интервалы последовательным переводом на следующие ступени доводят частоту вращения до номинальной. После окончания обкатки проверяют затяжку гаек шпилек крепления головки цилиндров двигателя.

Горячая обкатка под нагрузкой. Ее выполняют последовательной плавной загрузкой двигателя от холостого хода до номинальной частоты вращения коленчатого вала. (Рычаг управления подачей топлива при этом закрепляют в положении, соответствующем максимальной подаче.) Этот этап обкатки состоит из четырех – шести ступеней, продолжительность каждой 10...15 мин. В процессе обкатки значительно возрастают удельные давления на трущиеся поверхности, происходит интенсивное тепловыделение. Поэтому необходимо следить, чтобы тепловой режим двигателя (температура масла и воды) не превышал допустимых значений. Давление масла в системе под нагрузкой дизельного

двигателя должно быть в пределах 0,2...0,5 МПа. Температуру охлаждающей воды и масла в смазочной системе следует поддерживать в пределах 80...95 °С.

После обкатки проверяют частоту вращения коленчатого вала при минимально устойчивой и максимальной частоте вращения холостого хода.

Проверка пуска двигателя. Каждый двигатель после технологической обкатки проверяется на качество пуска. Запускаемый двигатель должен легко включаться от стартера и устойчиво работать при минимальной частоте вращения коленчатого вала.

При включении муфты сцепления работающего двигателя его ведомая часть должна быть надежно заторможена. Это определяется бесшумностью включения шестерни центробежного автомата с венцом маховика, которое происходит автоматически при частоте вращения коленчатого вала 265...280 мин⁻¹.

Дизельный двигатель должен включаться в работу от пускового двигателя безотказно после начала действия муфты редуктора.

Обкатка производится на специальных стендах (рис. 1...3), предназначенных для испытания двигателей внутреннего сгорания (ДВС), применяемых на грузовых и легковых автомобилях, тракторах, строительно-дорожных машинах, тепловозах, речных и морских судах, сельскохозяйственной, буровой и другой технике.

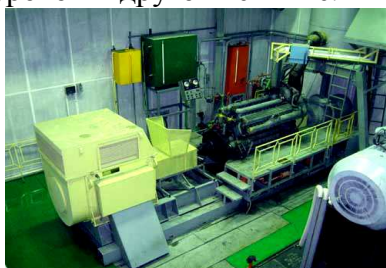


Рисунок 1 – Стенд на фундаменте



Рисунок 2 – Стенд на виброопорах



Рисунок 3 – Принципиальная схема функционирования и управления стендом для испытаний дизелей

Области применения стендов. Проверка качества сборки двигателя, проверка параметров двигателя на соответствие нормативам и регулировка двигателя, обкаточные и прямо-сдаточные испытания.

Параметры, измеряемые на стенде. Давление: охлаждающей жидкости, масла перед турбокомпрессором, топлива перед ТНВД, масла в главной магистрали, атмосферное, отработавших газов, газов в картере, надувочного воздуха; температуры: охлаждающей жидкости на входе в дизель, охлаждающей жидкости на выходе из дизеля, масла на входе в дизель, топлива, окружающего воздуха на входе в дизель, отработавшего газа, газа перед турбокомпрессором; крутящий момент на валу (крутящий момент определяется датчиком крутящего момента – точность 0,1 % или оценивается по току АЭД, определяемому преобразователем частоты – точность 2...3 %), частота вращения, мощность, расход топлива, расход масла.

Комплектация стенда. Возможны различные варианты поставки: с различными нагрузочными устройствами (асинхронный двигатель в генераторном режиме, двигатель постоянного тока, гидровариатор), а также мощность нагрузки любая в диапазоне мощностей, с рекуперацией электроэнергии при торможении, без рекуперации, контроль дополнительных параметров.

Состав стенда. 1. Рама стенда, на которой устанавливается испытуемый двигатель (ДВС) соединенный карданным валом с асинхронным электродвигателем и другие необходимые системы и устройства. 2. Приводной асинхронный электродвигатель для запуска, вращения и торможения дизельного двигателя. 3. Преобразователь частоты для управления электродвигателем. 4. Датчик частоты вращения (энкодер). 5. Электронные платы для связи преобразователя частоты с датчиком вращения и компьютером. 6. Рекуператор для передачи энергии торможения в промышленную сеть. 7. Промышленный компьютер для регистрации сигналов датчиков, управления преобразователем частоты и

асинхронным двигателем и выполнения алгоритма (методики) обкатки. 8. Датчики, кабели, блоки питания датчиков и электронных плат. 9. Программно-методическое обеспечение. 10. Вспомогательные системы: питания ДВС воздухом, удаления отработавших газов, топливная система питания ДВС, питания и регулирования температуры масла, питания и регулирования температуры охлаждающей жидкости. Допускается изготовление вспомогательных систем непосредственно Заказчиком.

Стенд, в качестве дополнительной опции, может быть оборудован исполнительным механизмом для управления подачей топлива и датчиком крутящего момента.

Дизельная модель двигателя Д 144 является конкурентоспособной, по многим техническим и эксплуатационным параметрам она превосходит аналогов зарубежного производства (табл. 1).

Так, эксплуатационная мощность двигателя равна 44,1 кВт при номинальной частоте вращения коленчатого вала 2000 мин^{-1} . В дизельном двигателе Д 144 4 цилиндра, которые имеют вертикальное расположение, причем диаметр каждого из них равен 105 мм. Цилиндры расположены в четыре ряда в вертикальном положении, их рабочий объем равен 4,15 л. Удельный расход топлива составляет $242 \text{ г}/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$, а при эксплуатационной мощности – $178 \text{ г}/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$.

Дизельный двигатель Д144 является не только высококачественным силовым агрегатом, но и безопасным. Выбросы выхлопных газов – основная причина превышения допустимых концентраций токсичных веществ и канцерогенов в атмосфере крупных городов, образования смогов, частой причиной отравления в замкнутых пространствах (например, гаражах). В выхлопных газах дизельных двигателей меньше окиси углерода (СО). Кроме

того, дизельное топливо является нелетучим (то есть легко не испаряется), что, непременно, снижает вероятность возгорания силового агрегата.

Таблица 1 – Характеристики дизельного двигателя Д 144

Эксплуатационная мощность, кВт	44,1	36,8	27,23
Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	2000	1800	1500
Диаметр цилиндра и ход поршня, мм	105/120		
Число и расположение цилиндров	4р		
Рабочий объем цилиндров, л	4,15		
Максимальный крутящий момент, Нм	221,4	204,8	192,0
Номинальный коэффициент запаса крутящего момента, %	15(-3,+10)		
Удельный расход топлива, г/кВт.ч при эксплуатационной мощности	242+7	241+7	239+7
Относительный расход масла на угар от расхода топлива, %	0,3 – 0,5		
Масса дизеля в состоянии поставки, кг	375...390 (в зависимости от комплектации)		
длина	919		
ширина	741		
высота	848		

Прогнозирование остаточного ресурса дизельного двигателя Д144. Прогнозирование основывается на анализе опыта эксплуатации, когда определены корреляционные зависимости изменения параметров работы двигателя от его пробега. Указанные зависимости устанавливаются на основе статистической обработки результатов эксплуатационных испытаний двигателя с использованием метода наименьших квадратов.

Закономерность изменения параметров работы двигателя (мощность, расход топлива и масла, дымность и другие) от пробега определяется уравнением следующего вида

$$x = x_0 + bS^n, \quad (1)$$

где x – параметр работы двигателя в момент его диагностирования (определение остаточного ресурса);

x_0 – начальное значение параметра (перед началом эксплуатации двигателя);

b – постоянный коэффициент;

n – показатель степени, характеризующий скорость изменения параметра;

s – пробег двигателя в момент диагностирования.

При известных значениях начального (номинального) s_0 и предельного s_{np} . параметров работы двигателя, используя уравнение (1), остаточный ресурс основных сопряжений двигателя можно определить как:

$$S_{ост} = S \left[\left(\frac{x_{np} - x_0}{x - x_0} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right]. \quad (2)$$

Если скорость изменения параметра работы двигателя характеризуется значением $n = 1$ (прямолинейная зависимость), то уравнение (2) приобретает следующий вид:

$$S_{ост.} = S \left(\frac{x_{нр.} - x_0}{x - x_0} \right) - 1 \quad (3)$$

Схема прогнозирования остаточного ресурса основных сопряжений двигателя приведена на рис. 4.

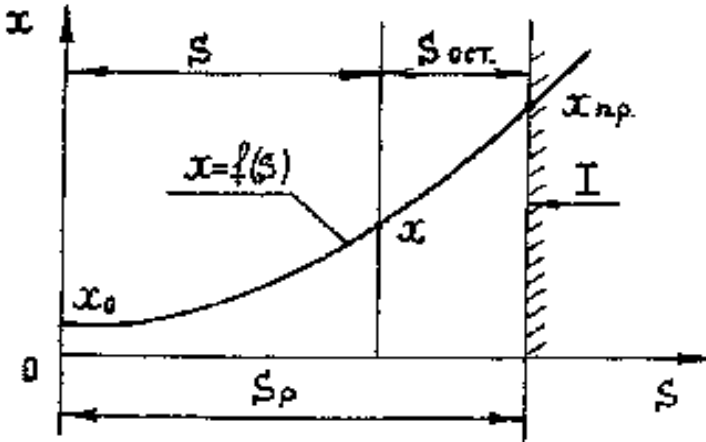


Рисунок 4 – Схема прогнозирования остаточного ресурса двигателя:

x – параметр работы двигателя; s – пробег двигателя; $S_{ост.}$ – остаточный ресурс двигателя; i – начало зоны неисправностей и отказов двигателя

Схема, представленная на рис. 4, позволяет прогнозировать остаточный ресурс основных сопряжений двигателя при известности параметров его работы.

Таким образом, обкатка двигателя является неотъемлемым этапом капитального ремонта двигателей (равно как и других видов ремонта), поскольку посредством обкатки не только контролируется проведённый ремонт, но и выявляются проблемы, связанные с качеством его проведения. Качество проведения ремонта, в свою

очередь, влияет на остаточный ресурс двигателя после капитального ремонта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белоконь Я. Е. «Тракторы Т-25А, Т-40М, Т-40АМ, Т-40АНМ «Владимирец». Устройства, работа, техническое обслуживание. / Серия книг «Отечественные тракторы»: Чернигов: Издательство «Ранок». 2002. 136с.

2. Пучин Е. А. Технология ремонта машин для ВУЗов. М.: КолосС, 2007, 488 с.

3. «Тракторы Т-40, Т-40А и Т-40АН». (Инструкция по техническому обслуживанию и эксплуатации под редакцией главного конструктора Виноградова К. В.) М.: Колос, 1972, 232 с.

4. <http://www.diag-meas.ru/stenddizel.html>

5. <http://www.oao-vmtz.ru/vtz22.html>

6. http://www.russian-car.ru/dd_d144.htm

7. <http://www.teh-avto.ru/production/521.html>

A RESIDUAL RESOURCE OF AUTOTRACTOR DIESEL ENGINES AFTER MAJOR REPAIRS

Keywords: *the last resource, running in, the engine, repair, loading, pressure, temperature, twisting moment, the stand, characteristics.*

Annotation. *Work main objective is calculation and forecasting of a residual resource of autotractor diesel engines after major repairs (on an example of diesel engine D 144).*

ПУЧИН ЕВГЕНИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ – доктор технических наук, профессор, Московский государственный аграрный университет имени В. П. Горячкина, Россия, Москва, (ivansorokin@bk.ru).

PUCHIN EVGENY ALEKSANDROVICH – the doctor of technical sciences, the professor, the Moscow state agrarian university of a name of V. P. Gorjashkina, Russia, Moscow, (ivansorokin@bk.ru).

СОРОКИН ИВАН АЛЕКСАНДРОВИЧ – преподаватель кафедры механики и сельскохозяйственных машин, Нижегородский государственный инженерно-экономический институт, Россия, Княгинино, (ivansorokin@bk.ru).

SOROKIN IVAN ALEKSANDROVICH – the teacher of chair of mechanics and agricultural cars, the Nizhny Novgorod state engineering-economic institute, Russia, Knyaginino, (ivansorokin@bk.ru).

УДК 631.33

С. Л. ДЕМШИН, Д. А. ЧЕРЕМИСИНОВ

РАЗРАБОТКА АГРЕГАТА ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПОСЕВА

***Ключевые слова:** предпосевная обработка почвы, посев, агрегат, рабочие органы.*

***Аннотация.** Предложена перспективная технология предпосевной обработки почвы и посева, а также конструктивно-технологическая схема комбинированного агрегата для ее осуществления, основу почвообрабатывающей части которого составляет бесприводной ротационный рыхлитель. Представлены результаты экспериментальных исследований по определению рациональных параметров почвообрабатывающей части агрегата. Проведены полевые испытания опытного образца комбинированного агрегата, которые подтвердили эффективность его применения.*

© Дёмшин С. Л., Черемисинов Д. А.