

МЕТОДИКА ОБКАТКИ И ИСПЫТАНИЯ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСЛЕ РЕМОНТА

Власкин В.В.

Ключевые слова: турбокомпрессор, ремонт, обкатка, испытание, стенд, двигатель внутреннего сгорания.

Аннотация. В статье представлен анализ стендов для обкатки и испытания турбокомпрессоров двигателей. Отмечены их достоинства и недостатки. Автор предлагает применять моторный стенд для испытания и обкатки турбокомпрессоров. Моторный стенд – это стенд на основе двигателя. Данный стенд позволит проводить испытания турбокомпрессоров в условиях эксплуатации. Кратко изложена методика проведения обкатки и испытаний турбокомпрессоров на моторном стенде.

METHODOLOGY OF RUNNING-IN AND TESTING OF TURBOCHARGERS OF AUTOMOTIVE ENGINES AFTER REPAIR

Vlaskin V. V.

Keywords: turbocharger, repair, running-in, testing, test bench, internal combustion engine.

Abstract. The article presents an analysis of stands for running-in and testing of turbochargers of engines. Their advantages and disadvantages are noted. The author proposes to use a motor stand for testing and running-in of turbochargers. A motor stand is a stand based on an engine. This stand will allow you to test turbochargers in operating conditions. The methodology of running-in and testing of turbochargers on the engine stand is briefly described.

В настоящее время большинство двигателей, устанавливаемых на грузовые автомобили, трактора и комбайны оснащены газотурбинным наддувом, как средством повышения мощности и улучшения экологических показателей. Для наддува данных двигателей используются турбокомпрессоры (ТКР) множества типоразмеров и модификаций.

На сегодняшний день разработаны различные технологии ремонта турбокомпрессоров, основанные, как на замене деталей (вала ротора, втулок подшипников и других) и целых узлов (среднего корпуса в сборе или «картриджа»), так и применении метода ремонтных размеров, метода установки дополнительной детали или методов нанесения металлопокрытий.

В соответствии с техническими требованиями на ремонт турбокомпрессоров ТКР-11 (для наддува двигателей СМД и ЯМЗ), ТКР-8,5 разработанными в 80-90-х годах прошлого века [1-3] обязательным этапом ремонта, на основании которого делается заключение о годности агрегата к эксплуатации, является его обкатка и испытание на соответствующих режимах. Для турбокомпрессоров других модификаций и типоразмеров таких документов на данный момент не разработано. Вместе с этим в ГОСТ Р 53637-2009 [4] указано, что испытаниям подвергают ТКР, изготовленный и собранный согласно конструкторской документации и принятый системой технического контроля предприятия-изготовителя. Из требований данного стандарта можно предположить, что после проведения ремонта, рассматриваемые агрегаты также должны подвергаться обкатке и испытаниям.

В данном стандарте для проведения испытаний: «Газ с установленной температурой рекомендуется получать от сгорания автотракторного топлива во встроенной в стенд камере сгорания, к которой подводится сжатый воздух от независимого источника» [4]. Исходя из этих рекомендаций, для проведения рассматриваемых работ рекомендуется использовать специализированные «безмоторные» стенды.

Безмоторные стенды достаточно широко используются предприятиями-изготовителями турбокомпрессоров для проведения обкатки и испытания турбокомпрессоров и научными организациями, в том числе для проведения различных исследований (режимов работы, изменений в конструкции, показателей надежности и т.д.). В качестве рабочего газа для привода вращения вала ротора турбокомпрессора в таких стендах используется холодный воздух (например, стенды производства «МТЗк–Турбоком») или горячий газ (НПО «Турботехника», НПП ООО «АгроМаркет» и другие).

Стенды, у которых в качестве рабочего тела используется холодный воздух, применяются, в основном для обкатки и исследовательских испытаний турбокомпрессоров. Они не позволяют обеспечить рабочие режимы турбокомпрессора. Также при работе турбины на холодном воздухе осевые и радиальные силы, действующие на торцовый и радиальный подшипниковый узел, значительно отличаются от действительных значений при эксплуатации ТКР.

Безмоторные стенды, у которых в качестве рабочего тела для привода турбокомпрессора используется горячий газ, получаемый в специальных камерах сгорания при сжигании дизельного топлива более широко распространены. Они дают более достоверные результаты, однако их изготовление требует наличия специальных камер сгорания. Так, например, в НПО «Турботехника» г. Протвино в обкаточном стенде используется камера сгорания от реактивного авиационного двигателя. Данные стенды выполняются по двум схемам – с разомкнутым или замкнутым газовоздушным контуром. В стендах с разомкнутым газовоздушным контуром воздух в камеру сгорания подается от дополнительного компрессора. При замкнутом газовоздушном контуре воздух от дополнительного компрессора подается в камеру сгорания только в момент запуска; все остальное время - от испытываемого турбокомпрессора.

Несмотря на определенные достоинства безмоторных стендов, они имеют присущие им недостатки – при испытании на этих стендах подшипниковый узел турбокомпрессора испытывает нагрузки, отличные от нагрузок на работающем двигателе. Упорный подшипник турбокомпрессора нагружается динамической силой с частотой, равной частоте работы цилиндров двигателя. В этом случае, динамическая нагрузка значительно (до 4-5 раз) превышает, нагрузку, направленную в сторону компрессора при работе его на безмоторном стенде. При этом в области больших коэффициентов расхода воздуха резко растет нагрузка на упорный

подшипник и даже возможен его отказ, если несущая способность подшипника будет меньше действующих нагрузок.

Согласно техническим требованиям на капитальный ремонт турбокомпрессоров допускается испытывать их на контрольном дизеле (контрольный дизель должен иметь значения основных параметров, удовлетворяющих требованиям, предъявляемым к капитально отремонтированным двигателям). [1] При этом режимы работы турбокомпрессоров будут максимально приближены к реальным условиям эксплуатации. Таким образом, моторный стенд представляет собой двигатель с установленным испытываемым турбокомпрессором, при этом режимы испытания задаются работой двигателя.

Стенды на основе двигателей внутреннего сгорания (ДВС) – моторные стенды – для испытания турбокомпрессоров применяются сравнительно редко. Это связано с тем, что ДВС является сложным агрегатом, режим работы которого зависит от технического состояния многих систем (топливной аппаратуры, цилиндропоршневой группы, системы смазки, охлаждения и т.д.). В зависимости от технического состояния двигателя меняется режим работы испытываемых турбокомпрессоров, что сказывается на достоверности получаемых результатов испытаний. Кроме того, на таких стендах достаточно сложно выдержать все параметры, представленные в указанном выше стандарте. Эти недостатки будут отсутствовать при использовании в качестве стенда двигателя соответствующего требованиям, предъявляемым к новым (или капитально отремонтированным) двигателям.

В связи с вышеизложенным, для обкатки и испытания отремонтированных турбокомпрессоров предлагается создать стенд на базе дизельного или бензинового двигателя, с системами пуска, питания, смазки и охлаждения, устройствами для установки испытуемого турбокомпрессора, смонтированными на одной станине. Для испытания турбокомпрессоров на «родном» двигателе (т.е. на том, на котором он должен быть установлен) нет необходимости контролировать все параметры, представленные в стандарте. Требуемые температура и давление масла поддерживаются системой охлаждения и смазки двигателя. Температура и давление газов перед турбиной обеспечиваются нормальной работой топливной аппаратуры, цилиндропоршневой группы и механизмов газораспределения. При этом расход воздуха через компрессор и давление воздуха на выходе из него будет зависеть только от частоты вращения вала ротора турбокомпрессора.

Для измерения частоты вращения ротора турбокомпрессора в воздушном патрубке напротив лопаток колеса компрессора устанавливается бесконтактный датчик, показания с которого снимаются соответствующим прибором (например, электронно-счетным частотомером). Также стенд должен быть оснащен приборами для контроля параметров предусмотренных в указанном выше стандарте.

Предлагается следующая методика обкатки и контрольных испытаний отремонтированных турбокомпрессоров.

1. На стенд устанавливается заведомо годный «эталонный» турбокомпрессор (например, новый определенной модификации) и проходит испытания согласно программе испытаний, изложенной в стандарте. Во время испытаний рейка топливного насоса (или аналогичное устройство двигателя) фиксируется в положениях, при которых частота вращения вала ротора турбокомпрессора соответствует программе испытаний (окружным скоростям ротора). При этом по показаниям приборов фиксируются требуемые параметры.

2. После этого на стенд устанавливается отремонтированный турбокомпрессор и проходит обкатку и испытание при зафиксированных на предыдущем этапе положениях рейки топливного насоса. Если при этом частота вращения вала ротора испытываемого турбокомпрессора соответствует частоте вращения ротора «эталонного» турбокомпрессора, это служит основанием для приемки турбокомпрессора.

3. Также испытываемый агрегат должен удовлетворять требованиям представленным в пункте 6.8.1 стандарта.

Для обоснования предлагаемой методики необходимо провести исследования связанные с определением конкретных характеристик двигателя, наиболее полно удовлетворяющего условиям применения его в качестве базы для моторного стенда. По рассчитанным характеристикам подобрать модель двигателя.

Затем провести экономическую оценку целесообразности его применения, с учетом проведения капитального ремонта и дооснащения необходимыми приборами. Сравнить технико-экономические показатели предлагаемой методики с существующей методикой обкатки и испытания турбокомпрессоров на безмоторном стенде, с учетом изготовления последнего. Далее принять решение о целесообразности проведения научно-исследовательских и конструкторских работ по созданию опытного образца стенда.

Список литературы

1. ТК 10-05.0001.003 – 86. Турбокомпрессоры тракторных и комбайновых дизелей. Технические требования на капитальный ремонт. – Москва: ГОСНИТИ, 1988. – 65 с
2. ТК 70.0001.112-82. Турбокомпрессор ЯМЗ-238НБ-1118010Г: Технические требования на капитальный ремонт. – М.: ГОСНИТИ, 1982. – 20с.
3. Турбокомпрессор ТКР-8,5: технические требования на капитальный ремонт: ТК 10.16.0001.019-90. – М.: ГОСНИТИ, 1991. – 17 с.
4. ГОСТ Р 53637-2009. Турбокомпрессоры автотракторные. Общие технические требования и методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2010. – 10 с.
5. Михалин П.А. Повышение эффективности стендовых испытаний турбокомпрессоров, прошедших капитальный ремонт // Вестник московского государственного университета леса – лесной вестник. – 2010. – №10. – С. 103-105.

References

1. TR 10-05.0001.003 – 86. Turbochargers of tractor and combine diesels. Technical requirements for major repairs. – М.: GOSNITI, 1988. – 65 p.
2. TR 70.0001.112-82. Turbocharger YAMZ-238NB-1118010G: Technical requirements for major repairs. – М.: GOSNITI, 1982. – 20 p.
3. Turbocharger TKR-8,5: Technical requirements for major repairs: TR 10.16.0001.019-90. – М.: GOSNITI, 1991. – 17 p.
4. GOST R 53637-2009. Automotive turbochargers. General technical requirements and test methods. – М.: STANDARTINFORM, 2010. – 10 с.
5. Mikhailin P.A. Improving the efficiency of bench tests of turbocompressors that have undergone major overhaul // Bulletin of the Moscow State University of Forest – Forestry Bulletin. – 2010. – №10. – P. 103-105.

Власкин Владимир Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры технического сервиса машин, Национальный исследовательский мордовский университет, г. Саранск, Российская Федерация, vvlackin@rambler.ru	Vlaskin Vladimir Victorovich – candidate of technical science, associate professor of technical service machines, National Research Mordovian State University, Saransk, Russian Federation, vvlackin@rambler.ru
---	---

Received 24.12.2020