

*Галиев Ильгиз Гаифович*

д-р техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Казанский государственный

аграрный университет»

г. Казань, Республика Татарстан

## **АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ ДВИГАТЕЛЕЙ**

*Аннотация:* в работе приведен анализ функционирования турбокомпрессоров двигателей. Представлены причинно-следственные связи факторов, влияющих на работоспособность турбокомпрессоров и условия их функционирования.

*Ключевые слова:* турбокомпрессор, работоспособность, диагностика, срок службы.

Мощность, развиваемая двигателем, зависит от количества воздуха и смешанного с ним топлива, которое может быть подано в двигатель. Если нужно увеличить мощность двигателя, нужно увеличить как количество подаваемого воздуха, так и топлива. Подача большого количества топлива не даст эффекта до тех пор, пока не появится достаточное для его сгорания количество воздуха, иначе образуется избыток несгоревшего топлива, что приводит к перегреву двигателя, который к тому же сильно дымит [1–3].

Увеличение мощности двигателя может быть достигнуто путем увеличения либо его рабочего объема, либо оборотов. Увеличение рабочего объема, сразу же увеличивает вес, размеры двигателя и в конечном итоге его стоимость. Увеличение оборотов проблематично из-за возникающих при этом технических проблем, особенно в случае двигателя со значительным рабочим объемом.

Технически приемлемым решением проблемы увеличения мощности, является использование нагнетателя (компрессора). Это означает, что подающийся в двигатель воздух сжимают перед его впуском в камеру сгорания.

Другими словами, компрессор обеспечивает подачу необходимого количества воздуха, достаточного для полного сгорания увеличенной дозы топлива.

Следовательно, при прежнем рабочем объеме и тех же оборотах мы получаем большую мощность [4; 5].

Любой турбокомпрессор состоит из центробежного воздушного насоса и турбины, связанных при помощи общей жесткой оси между собой. Оба эти элемента вращаются в одном направлении и с одинаковой скоростью. Энергия потоков отработавших газов, которая в обычных двигателях, преобразуется здесь в крутящий момент, приводящий в действие компрессор. Это преобразование энергии сопровождается снижением температуры газов и их давления. Компрессор засасывает воздух через воздушный фильтр, сжимает его и подает в цилиндры двигателя. Количество топлива, которое можно смешать с воздухом, при этом можно увеличить, что позволяет двигателю развивать большую мощность. Кроме того, улучшается процесс сгорания, что позволяет увеличить характеристики двигателя в широком диапазоне чисел оборотов.

Рассмотрим условия работы турбокомпрессора:

- давление в патрубке компрессорного отсека, для легковых автомобилей, может достигать до 1,5 атм и до 2,5 атм для грузовых;
- давление в турбинном отсеке до 0,54 атм;
- температура в турбинном отсеке до 750°С;
- обороты вала колеблется, с учетом конструкций турбокомпрессоров, от 90000 до 280000 об/мин;
- работа турбокомпрессора в режимах пуска и остановки двигателя с обедненной смазкой в подшипниковом узле;
- ударные нагрузки в компрессорном отсеке в режиме резкого сброса оборотов двигателя.

Как видно, турбокомпрессор функционирует в условиях высоких температур и оборотов ротора. В связи с этим, статистические данные говорят о том, что: 40% повреждений турбокомпрессора вызвано попаданием посторонних предметов в области лопаток компрессорного и турбинного колес; 40% – приходится на неисправности и неполадки в системе смазки; 20% – другие причины. При этом

25% всех отказов двигателя приходится на турбокомпрессоры. Более 80% отказов турбокомпрессоров приходится на подшипниковый узел [6].

Исходя из вышеизложенного, можно выделить следующие факторы, оказывающие влияния на работоспособность турбокомпрессора:

– качество масла, подаваемого в подшипниковый узел турбокомпрессора, поскольку зазор по диаметру между валом и подшипником составляет порядка 0,03–0,05мм и этот зазор сбалансирован так, что бы с одной стороны масло успевало промывать и охлаждать место трения, а с другой стороны, должен создаваться надежный «масляный клин», что бы вал постоянно находился во взвешенном состоянии;

– работоспособность масляного насоса [7], поскольку масло, подающее под определенным давлением обеспечивает надежную масляную пленку между валом и подшипниками, снижающую трение, так же, хороший проток масла, обеспечивает охлаждение элементов турбокомпрессора;

– манера езды и отношение к обслуживанию двигателя и оборудования, поскольку детали турбокомпрессора рассчитаны для условий нормальной работы при котором, поток воздуха проходит через компрессорную часть плавно и с некоторыми изменениями в давлении и объемах. Однако, зачастую, в момент резкого сброса газа, происходит перекрытия выхода воздуха под давлением. В этот момент дроссельная заслонка перекрывает подачу сжатого воздуха к цилиндрам, а ротор турбины обладает инерционностью (вращение по инерции), в результате которого происходит деформация или срыв крыльчатки турбины компрессора [8];

– работоспособность выхлопной системы [9], поскольку при затруднении выход выхлопных газов они будут не только раскручивать вал, но и будут пытаться затолкать его внутрь среднего корпуса турбины, при этом всю нагрузку примет на себя упорный подшипник, удерживающий вал в положении которое ему предписали разработчики и изготовители турбокомпрессора. Это приведет к износу внутренней поверхности упорного подшипника, к разбалансировке ротора и повышенному износу подшипников скольжения;

– работоспособность топливной системы [10], поскольку точная регулировка опережения подачи воздуха и впрыска оказывает влияние на температуру в турбинном отсеке, который не должен превышать  $750^{\circ}\text{C}$ . В противном случае топливо начнет сгорать не только в цилиндрах, но и в выпускном коллекторе и корпусе турбины, который приведет к заклиниванию втулки, расположенной ближе к колесу турбины на валу или в корпусе подшипников, или произойдет разрушение лопастей колеса турбины (стальной крыльчатки) и как следствие – нарушение заводской балансировки.

В результате теоретического и литературного анализа функционирования турбокомпрессоров двигателей можно сделать вывод, что для обеспечения их работоспособности необходимо:

- проанализировать каждый фактор, влияющий на работоспособность турбокомпрессора и выявить перечень их определяющих факторов;
- оценить степени влияния каждого фактора на работоспособность турбокомпрессора;
- разработать диагностический прибор, оценивающий параметр состояния турбокомпрессора;
- предложить мероприятия по повышению сроков ремонта и службы турбокомпрессоров двигателей.

### ***Список литературы***

1. Галеев Г.Г. Некоторые мероприятия по повышению моторесурса турбокомпрессоров / Г.Г. Галеев, И.Г. Галиев // Сборник научных трудов молодых ученых и аспирантов. – Казань, 1994. – С. 8.
2. Галеев Г.Г. Повышение моторесурса турбокомпрессоров типа ТКР-11 / Г.Г. Галеев, И.Г. Галиев // Тракторы и автомобили» с/х вузов Поволжья и Предуралья: Материалы IX научно-методической конференции кафедр. – Казань, 1995. – С. 25.
3. Галеев Г.Г. Модернизация системы смазки турбокомпрессоров ТКР-11 тракторных и комбайновых двигателе / Г.Г. Галеев, И.Г. Галиев // Российское

объединение информационных ресурсов научно-технического развития. Информационный листок. №153–95 Татарский центр научно-технической информации. – 1995.

4. Галеев Г.Г. Устройство для определения сроков диагностики турбокомпрессоров тракторных и комбайновых двигателей / Г.Г. Галеев, И.Г. Галиев // Российское объединение информационных ресурсов научно-технического развития. Информационный листок. №138–95 Татарский центр научно-технической информации. – 1995.

5. Галиев И.Г. Повышение эффективности использования тракторов в аграрном производстве / И.Г. Галиев, А.А. Мухаметшин, Р.К. Хусаинов. – Казань: Изд-во Казанский ГАУ, 2015. – 152 с.

6. Гаффаров А.Г. Восстановление турбокомпрессоров автомобильных дизелей применением усовершенствованного ремонтного комплекса подшипникового узла: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10 / Гаффаров Айрат Гаптельхакович. – Оренбург, 2012. – 16 с.

7. Галиев И.Г. Определение весомостей агрегатов, систем и влияние уровня работоспособности на надежность трактора // Труды Казанской государственной сельскохозяйственной академии (раздел: технических наук). Том 70. – Казань: Изд-во КГСХА, 2001. – С. 75–83.

8. Топилин Г.Е. Работоспособность тракторов / Г.Е. Топилин, В.М. Забродский. – М.: Колос, 1984. – 303 с.

9. Галиев И.Г. Повышение эффективности использования тракторов с учетом условий их функционирования. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2002. – 204 с.

10. Галиев И.Г. Обоснование выбора варианта ремонтных воздействий с учетом интенсивности расхода ресурсов агрегатов трактора / И.Г. Галиев, Р.К. Хусаинов // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2014. – №2 (32). – С. 68–71.