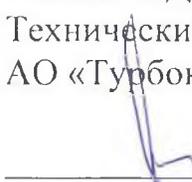


ТУРБОКОМПЛЕКТ

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор
АО «Турбокомплект»


_____ Р.В. Каминский

« 14 » 05 2025 г.

Турбокомпрессоры

Руководство по эксплуатации

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

СОГЛАСОВАНО

Главный конструктор КР
АО «Турбокомплект»


_____ А. В. Лазарев

« 14 » 05 2025 г.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инв. № дубл.	Подп. и дата
Подп. и дата	Подп. и дата

Содержание

1 Общие сведения	3
2 Установка турбокомпрессора на двигатель и первый запуск.....	8
3 Эксплуатация турбокомпрессора.....	9
4 Диагностирование неисправностей турбокомпрессора	16
5 Признаки неисправности двигателя или его систем при внешнем осмотре ТКР. Дефекты ТКР, не связанные с его работой.....	18
6 Консервация	20
7 Упаковка	20
8 Транспортирование и хранение	21
9 Утилизация.....	21
10 Гарантийные обязательства.....	21
11 Условия и порядок приемки претензий по качеству	24
турбокомпрессоров.....	24
Приложение А (обязательное) Характерные отказы и повреждения деталей турбокомпрессоров.....	26
Приложение Б (обязательное) Диагностика неисправностей двигателя и системы наддува	44

Инв. №	Подп. и дата	Инв. №	Подп. и дата	Инв. №	Подп. и дата	Инв. №	Подп. и дата	Инв. №	Подп. и дата	Инв. №	Подп. и дата
ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ											
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<h3 style="margin: 0;">Турбокомпрессоры</h3> <p style="margin: 0;">Руководство по эксплуатации</p>			Лист	Лист	Листов	
Разраб.	Свириденко	Григорьев	14.05.25	1				2	45		
Пров.	Григорьев	Лазарев	14.05.25								
Гл. констр.	Лазарев	Миронова	14.05.25								
Н. контр.	Миронова	Каминский	14.05.25								
Утв.	Каминский				АО «Турбокомплект»						

Руководство предназначено для работников служб сервисного и гарантийного обслуживания предприятий – производителей двигателей, их сервисных организаций и дилеров, предприятий и частных лиц, эксплуатирующих поршневые двигатели внутреннего сгорания с турбонаддувом.

Выполнение требований и рекомендаций данного руководства позволит избежать наиболее часто встречающихся ошибок при эксплуатации и диагностике неисправностей, как турбокомпрессора, так и двигателя, тем самым увеличить вероятность их безотказной работы и ресурс.

1 Общие сведения

Турбокомпрессор предназначен для наддува поршневых двигателей внутреннего сгорания (ДВС) различного назначения: транспортного, сельскохозяйственного, строительного, морского, специального и т. д.

Наддув - повышение давления (и плотности) воздуха на впуске в двигатель внутреннего сгорания, что позволяет увеличить количество сжигаемого топлива, а значит и мощности, снимаемой с единицы объёма двигателя.

Компрессор (нагнетатель) - механизм для сжатия и подачи воздуха под давлением.

Турбо – обозначает, что применяется газотурбинный наддув, при котором отсутствует механический привод компрессора. Мощность на привод компрессора получается при срабатывании части остаточной энергии отработавших газов двигателя в турбине турбокомпрессора и передаётся на компрессор через общий вал – ротор.

Помимо собственно увеличения мощности двигателя наддув способствует также улучшению качества рабочего процесса ДВС, т. е. увеличению полноты сгорания, КПД цикла и снижению выбросов вредных веществ с отработавшими газами. Газотурбинный наддув также позволяет существенно уменьшить расход топлива по сравнению с безнаддувным

Инд. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инд. № дубл.	
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

Лист
3

двигателем при той же мощности, т. к. на привод компрессора используется энергия отработавших газов, которые в безнаддувном двигателе выбрасываются в атмосферу. Механический привод компрессора, который также применяется в ДВС, требует расхода части мощности двигателя для своей работы, что увеличивает расход топлива.

Принципиальная схема работы турбокомпрессора показана на рисунке 1.

На рисунке 2 показан пример конструкции турбокомпрессора.

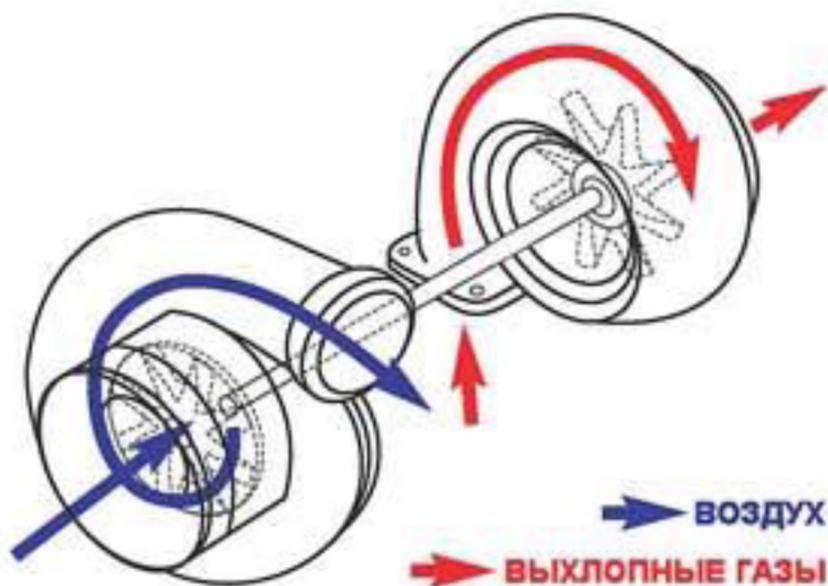


Рисунок 1 – Принципиальная схема работы турбокомпрессора

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дудл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

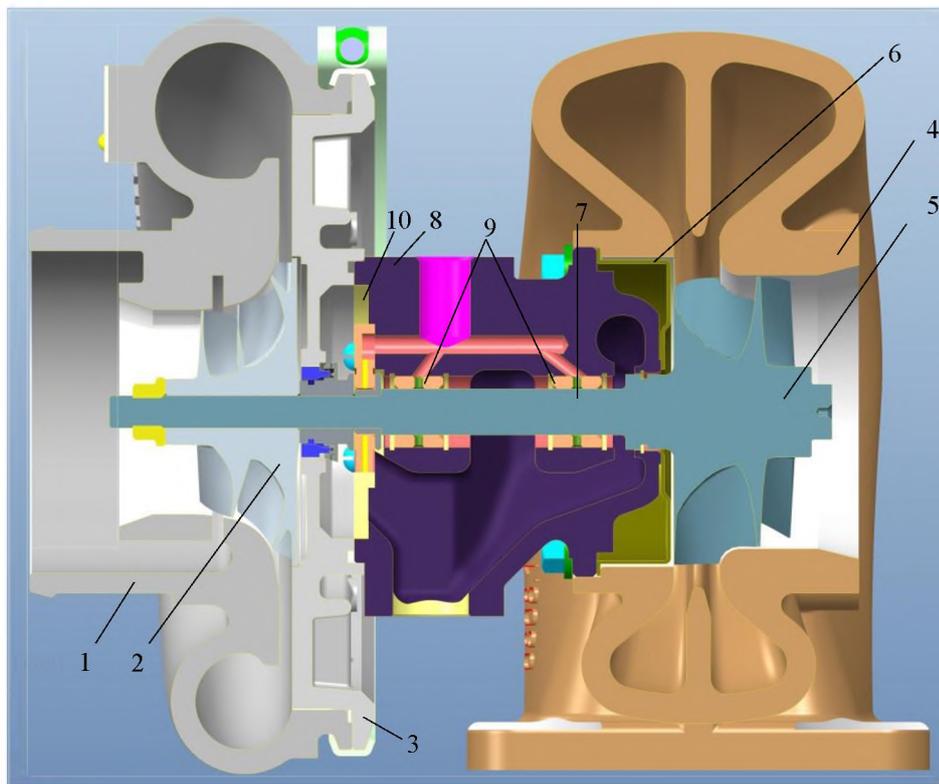


Рисунок 2 – Конструкция турбокомпрессора (пример)

Турбокомпрессоры состоят из трёх основных элементов:

- компрессор, включающий корпус компрессора (1), рабочее колесо (2) и заднюю стенку (3). Компрессор, обеспечивает сжатие воздуха на входе в двигатель для увеличения массы свежего заряда;

- турбина, включающая корпус турбины (4), рабочее колесо (5) и экран (6). Турбина обеспечивает преобразование части тепловой энергии отработавших газов двигателя в механическую работу вращения рабочего колеса. Рабочие колёса компрессора и турбины связаны общим валом – ротором (7), поэтому крутящий момент от рабочего колеса турбины передаётся на колесо компрессора и обеспечивает его работу;

- корпус подшипников (8), служащий для крепления корпусов компрессора и турбины, а также имеющий места для установки радиальных (9) и упорного подшипников (10) ротора и каналы для подвода масла к ним.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дудл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Инд. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

Лист
5

Для турбокомпрессоров часто применяется сокращённое обозначение **ТКР** – Турбокомпрессор Радиальный. Последнее слово в этом обозначении характеризует тип применяемой турбины – «радиально-осевая», т. е. с радиальным входом газа в рабочее колесо и осевым выходом. Такая турбина чаще всего применяется в турбокомпрессорах для двигателей автомобильного и сельскохозяйственного назначения. Для больших двигателей также применяются турбокомпрессоры с осевой турбиной (осевой вход и выход). Для таких турбокомпрессоров применяется сокращение **ТК**.

Компрессор в турбокомпрессорах ДВС практически всегда центробежного типа – с осевым входом воздуха в рабочее колесо и радиальным выходом.

Турбокомпрессор – энергонасыщенный агрегат. Мощность, передаваемая от турбины к компрессору, может составлять до 30% мощности самого двигателя. Давление на выходе компрессора и на входе в турбину может достигать ~ 4 атм. Температура воздуха на выходе из компрессора до 150 °С, а газа на входе в турбину до 750 °С для дизелей, и до 105 °С для бензиновых и газовых двигателей. Частота вращения ротора до 250 000 об/мин для ТКР с диаметром колеса компрессора ~ 50 мм, и до 70 000...90 000 об/мин с диаметром колеса компрессора ~ 90...100 мм.

Детали компрессорной ступени, как правило, изготавливаются из алюминиевых сплавов. Корпус турбины – высокопрочный чугун. Рабочее колесо турбины из термостойкого сплава на основе никеля. Ротор стальной, с упрочнением поверхности закалкой или азотированием. Рабочее колесо турбины и ротор соединяются друг с другом сваркой трением или лазерной сваркой. Рабочее колесо компрессора крепится на роторе гайкой вместе с пакетом деталей упорного подшипника. Корпус подшипников – чугунный, возможно с полостями для жидкостного охлаждения. Для подшипников чаще всего применяется свинцово-оловянистая бронза БрО10С10.

Инд. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инд. № дудл.	
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

Лист
6

Смазка подшипников – под давлением, масло из системы смазки двигателя. Уплотнение ротора для предотвращения попадания масла в компрессорную и турбинную ступень – чугунными разрезными кольцами.

С учётом высокой частоты вращения ротора особые требования предъявляются к балансировке ротора, которая выполняется в несколько переходов:

- балансировка отдельно колеса компрессора и ротора;
- балансировка ротора в сборе с колесом компрессора
- проверка величины остаточного дисбаланса и максимальных значений виброускорений, добалансировка картриджа в сборе (ротор с колёсами, установленный в корпус подшипников) на специальных стендах.

Эти работы выполняются для 100% ТКР в серийном производстве. 10% ТКР от общего объёма выпускаемой продукции проходят контрольные испытания на специальных стендах, позволяющих создать условия работы ТКР, близкие к эксплуатационным. При этом проверяется соответствие характеристик компрессорной и турбинной ступеней требованиям технических условий (ТУ), а также работоспособность ТКР в эксплуатационных условиях.

Необходимые характеристики компрессора, напорные и расходные, определяются расчётом на основании требований Заказчика – разработчика двигателя, конструктивных данных двигателя, его назначения и т. д.

Характеристики турбины определяются исходя из обеспечения необходимой мощности на привод компрессора на всех эксплуатационных режимах работы двигателя, с учётом термодинамических параметров газа на выходе двигателя (располагаемой энергии отработавших газов) также на основании расчётов.

Таким образом, выбор ТКР для конкретного двигателя, как правило, индивидуален.

Неправильный подбор ТКР может привести не к улучшению показателей двигателя, а к их ухудшению, в том числе к отказу двигателя.

Инд. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инд. № дудл.	
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<i>ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ</i>	Лист
						7

2 Установка турбокомпрессора на двигатель и первый запуск

2.1 Перед установкой нового турбокомпрессора выполнить его внешний осмотр. При этом убедиться в отсутствии механических повреждений на внешних поверхностях корпусных деталей ТКР:

- следы ударов в виде вмятин и забоин, ржавчины и т. д;
- наличие посторонних предметов в патрубках компрессора и турбины, грязи в маслоподводящем отверстии и на сливе корпуса подшипников.

Примечание - Наличие небольшого количества масла в корпусе турбины не является браковочным признаком. При сборке турбокомпрессора рабочие поверхности подшипников смазываются. При транспортировке ТКР (корпус турбины при этом внизу) - масло может протечь через уплотнение ротора в турбину.

2.2 Убедиться в отсутствии загрязнений и посторонних предметов в воздуховодах и выпускном коллекторе двигателя, в маслопроводе подвода масла в ТКР. Убедиться в отсутствии деформаций и перегибов маслопровода на сливе масла из ТКР в картерную полость двигателя, т. е. сечение маслопровода нигде не пережато и сливу масла ничто не мешает.

2.3 Убедиться, что замена фильтроэлементов воздушного и масляного фильтра двигателя, моторного масла выполнена в соответствии с регламентом технического обслуживания двигателя, двигатель в исправном состоянии.

2.4 Установить турбокомпрессор на фланец выпускного коллектора двигателя. Установить маслопровод на сливе масла из ТКР.

Залить 20-30 гр. чистого моторного масла в маслоподводящее отверстие корпуса подшипников чистое моторное масло, вращая рукой ротор для проникновения смазки в зазоры подшипников. Ротор должен вращаться свободно, без заеданий.

Установить воздуховоды на входной и напорный патрубок компрессора, и приёмный патрубок выпускной системы двигателя на выходной фланец турбины.

Подп. и дата
Инв. № д/дл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

Лист
8

Обеспечить герметичность соединений.

Примечание - Запрещается применение герметиков при установке ТКР на двигатель.

2.5 Запустить двигатель. После запуска двигателя, особенно при холодном пуске, или при первом пуске после установки нового ТКР, или после технического обслуживания двигателя с заменой масла и фильтрующих элементов масляного фильтра, не допускать превышения минимальной частоты вращения двигателя (до 1000 об/мин) до достижения стабильного давления в системе смазки.

Проверить отсутствие подсоса и утечек воздуха через сопряжения впускного и напорного воздухопроводов компрессора, а также через сопряжения всей впускной системы двигателя.

Проверить отсутствие утечек отработавших газов через сопряжения корпуса турбины с выпускным коллектором двигателя и приёмным патрубком выпускной системы двигателя.

Примечания:

1. Возможны небольшие утечки газа через соединение корпуса турбины с корпусом подшипников ТКР сразу после первого запуска двигателя, прекращающиеся в дальнейшем, после работы двигателя под нагрузкой. Конструкция турбокомпрессора не предусматривает установку специального уплотнения в этом соединении. При работе на двигателе возможные неплотности забиваются частицами сажи, и утечки газа прекращаются.

2. Возможно повышенное дымление отработавших газов в течение 5...10 мин после прогрева двигателя до рабочих температур, связанное с выгоранием масла, попавшего в корпус турбины при сборке и транспортировке ТКР, а также выгорание масла с наружных поверхностей корпуса турбины.

3 Эксплуатация турбокомпрессора

Надежность и долговечность турбокомпрессора, как и двигателя, определяется не только его конструкцией, но и обязательным соблюдением необходимых требований к эксплуатации.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № дудл.	
Взам. инв. №	
Инд. № подл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

3.1 ТКР должен эксплуатироваться только на двигателе, для которого предназначен. При этом изменения калибровок двигателя, «перепрошивка» электронной системы управления двигателя также могут вести к отказу ТКР.

3.2 Двигатель должен быть технически исправен. Регламентные работы по техническому обслуживанию двигателя должны проводиться своевременно и в полном объеме в соответствии с руководством по эксплуатации двигателя.

Отказ турбокомпрессора не обязательно связан с его дефектами и может быть вызван неисправностями двигателя или его систем. Также и некоторые нарушения в работе двигателя, часто объясняемые неправильной работой турбокомпрессора, при более внимательном рассмотрении вызваны причинами в самом двигателе.

В разделе 5 приведены признаки неисправности двигателя или его систем при внешнем осмотре ТКР, а также дефекты ТКР, не связанные с его работой.

3.3 При пуске двигателя, особенно при отрицательной температуре окружающей среды или после замены масла и фильтроэлементов масляного фильтра, имеет место задержка поступления масла к подшипникам двигателя и ТКР в том числе. Это связано с повышенной вязкостью масла при низких температурах или с необходимостью заполнения полостей масляных фильтров после замены фильтроэлементов.

Не следует увеличивать частоту вращения коленчатого вала двигателя более 800...1000 об/мин до достижения стабильного давления в системе смазки. Также не следует давать полную нагрузку двигателю до достижения рабочей температуры масла.

Повышение частоты вращения двигателя и увеличение его нагрузки приводят к увеличению частоты вращения ротора ТКР, что при недостаточной смазке может привести к перегреву, повреждению и задиру подшипников ротора.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № подл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Инд. № подл.	Инд. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<i>ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ</i>	Лист
						10

3.4 Перед пуском двигателя после длительной стоянки (более 30 суток) рекомендуется пролить маслом подшипники ротора ТКР в соответствии с п. 2.4.

3.5 Перед остановкой двигателя необходимо 3-4 мин дать ему поработать на минимальной частоте вращения холостого хода для охлаждения выпускного коллектора и деталей турбины ТКР.

При работе двигателя под нагрузкой температура отработавших газов может достигать от 700 до 1050 °С (см. раздел 1). При резкой остановке двигателя подача масла к подшипникам ТКР прекращается сразу после остановки масляного насоса, а выпускной коллектор двигателя и детали турбины сохраняют высокую температуру. Происходит передача тепла от нагретых деталей к более холодным. Это может быть опасно для самого двигателя.

В турбокомпрессоре тепло от турбины через ротор и корпус подшипников передаётся к уплотнению ротора со стороны турбины и к радиальным подшипникам. При этом происходит:

- Коксование масла и отложение продуктов коксования в кольцевом уплотнении ротора со стороны турбины и нагрев уплотнительных колец. В случае многократного повторения таких остановок кольца теряют упругость, зазоры в уплотнении забиваются коксом, кольца залегают, и уплотнение перестаёт работать.

- Нагрев и подплавление втулок радиального подшипника, изготовленных из антифрикционных материалов с относительно низкой температурой плавления, сваривание (схватывание) ротора и втулок. При последующем запуске двигателя и проворачивании ротора ТКР образовавшиеся связи разрушаются, причём частично материал втулок остаётся на поверхности ротора. Нарушается микрогеометрия поверхностей подшипников и работа подшипников. Развитие процесса приводит к задиру подшипников и отказу турбокомпрессора.

Инв. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дудл.	
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<i>ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ</i>	Лист
						11

На рисунке 3 показано примерное распределение температур по деталям турбокомпрессора при его нормальной работе.

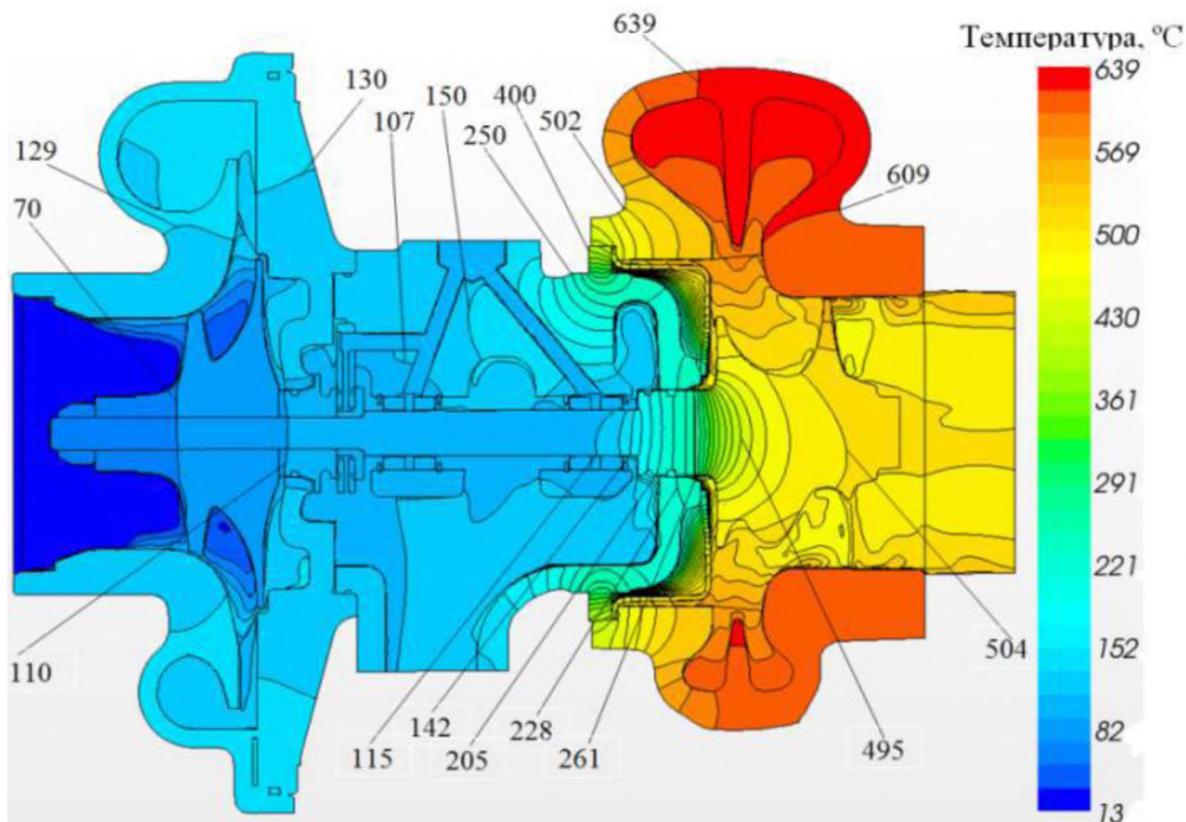


Рисунок 3 – Распределение температур в деталях турбокомпрессора при его работе

На рисунках 4, 5 показаны схема расположения термопар и график изменения температуры деталей корпуса подшипников после резкой остановки двигателя (на примере дизеля 8ЧН12/13).

Можно видеть, что температура в зоне уплотнения достигает максимальных значений примерно через 8 мин после остановки дизеля и составляет около 320 °С (термопары 15, 16). А температура коксования масла 220...240 °С.

Температура опоры радиального подшипника со стороны турбины достигает максимальных значений через 14...15 мин после остановки дизеля и составляет 270...280 °С (термопары 7, 8). Необходимо учесть, что

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дудл.
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

Лист
12

температура на поверхности ротора в этой зоне выше и вполне может превысить температуру плавления бронзы.

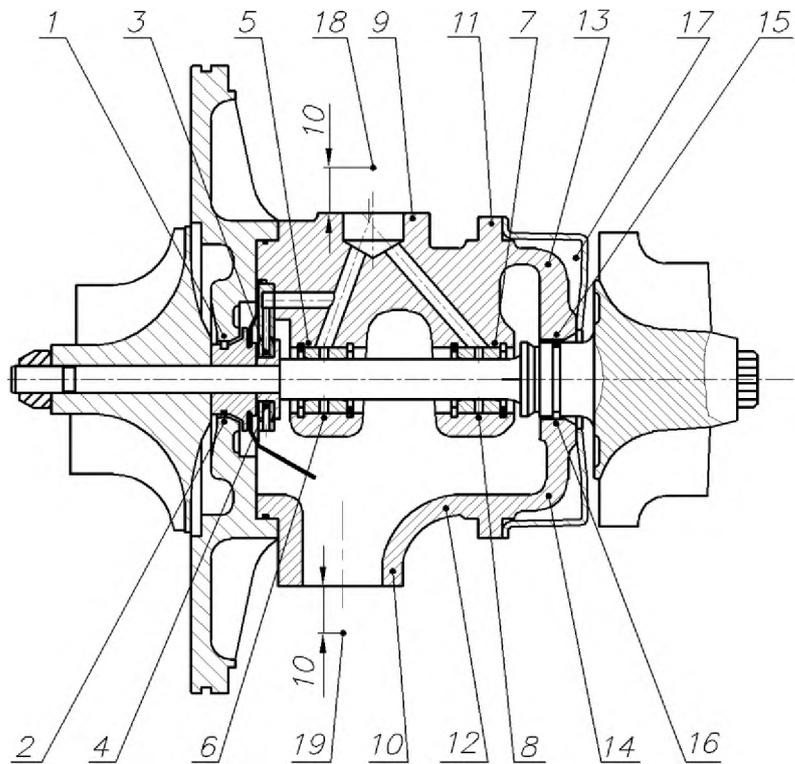


Рисунок 4 – Схема размещения термопар при исследованиях турбокомпрессора

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дудл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЕРН.00009.1118.010 РЭ

Лист
13

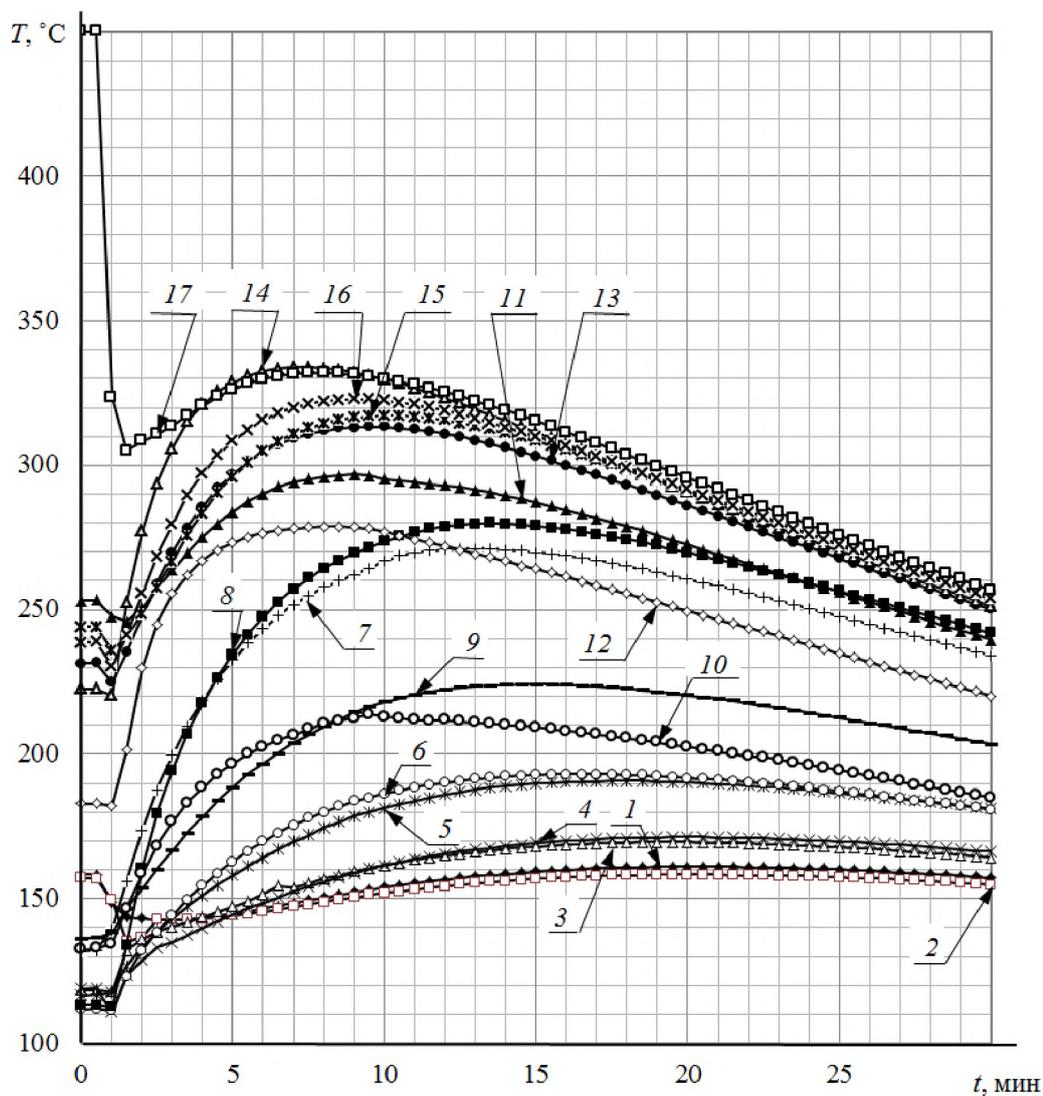


Рисунок 5 – Изменение температур в корпусе подшипников после резкого останова дизеля

3.6 Подшипники ротора ТКР, как и все подшипники скольжения, весьма чувствительны к качеству очистки масла от абразивных загрязнений. Даже однократный проход крупных абразивных частиц через подшипники может привести к их отказу. Абразив может попасть в подшипники в следующих случаях:

- из маслоканалов нового двигателя при некачественной очистке при сборке после первого запуска;
- из подводящего маслопровода ТКР. Зачастую при замене маслопровода или при демонтаже не проверяют его на наличие загрязнений внутри. Целесообразно продуть;

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дудл.
Подп. и дата	Подп. и дата
Инв. № подл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

- при неправильной транспортировке и хранении турбокомпрессора;
- при высокой степени загрязнения фильтроэлементов масляного фильтра открывается перепускной клапан, и в двигатель поступает неочищенное масло;

- при промывке двигателя промывочными маслами, т. к. при этом шлам попадает в пары трения. Запрещается использование промывочных масел при замене масла в двигателе. Современные моторные масла имеют пакет присадок, обладающих достаточными моющими и антиокислительными свойствами.

3.7 Значительная часть отказов ТКР происходит из-за разрушения колес компрессора и турбины в результате попадания в них посторонних предметов. Как правило, это происходит при установке ТКР на двигатель и при обслуживании системы воздухообеспечения в эксплуатации в результате небрежности обслуживающего персонала. А также при некоторых отказах двигателя, например: разрушение седла клапана, и попадание обломков седла в турбину.

3.8 Рекомендуется регулярно проверять давление в картерном пространстве двигателя. Величина давления картерных газов для каждого двигателя будет своя. Для нового двигателя давление в картерном пространстве должно составлять от 100 до 200 мм.вод.ст. Резкое увеличение давления в картерном пространстве двигателя может свидетельствовать о неисправностях систем двигателя или турбокомпрессора. Запрещается промывка двигателя промывочными маслами, т.к. при этом шлам попадает в пары трения.

ВНИМАНИЕ! Не допускается эксплуатация ТКР с неисправной или отключенной системой рециркуляции отработавших газов (EGR) / системой впрыска мочевины (SCR), если данные системы предусмотрены на двигателе в соответствии с руководством по эксплуатации.

Инв. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дудл.	
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

Лист
15

4 Диагностирование неисправностей турбокомпрессора

4.1 Даже в заводских условиях диагностирование неисправности ТКР при рассмотрении предъявленной рекламации представляет сложную задачу. Самостоятельная диагностика турбокомпрессора Потребителем, с его разборкой, при отсутствии необходимых квалификации, знаний и инструмента, делает невозможным установление истинных причин отказа.

Самостоятельная разборка турбокомпрессора и изменение регулировок перепускного клапана у потребителя или в сервисном центре является основанием для отказа в рассмотрении претензий потребителя.

Допускается, в исключительных случаях, разборка турбокомпрессора у Потребителя или в сервисном центре, по согласованию с АО «Турбокомплект», или в присутствии представителя АО «Турбокомплект».

4.2 Отказ ТКР может произойти в рейсе, когда обстоятельства не позволяют произвести квалифицированный поиск и устранение причин отказа. Если водитель принимает решение о продолжении движения до сервисного центра или своего предприятия с повреждённым ТКР, то в этом случае состояние разрушенных деталей ТКР значительно затрудняет диагностику и поиск причины, из-за которой произошел первичный отказ. При этом также возможен отказ двигателя.

4.3 Признаки нарушения работы узлов и деталей ТКР:

- Наличие масла в выходном патрубке компрессора и на выходе турбины – возможно нарушение работы уплотнений ротора ТКР (см. также п.п. 5.2, 5.5).

ВНИМАНИЕ! Не допускается проверка выброса масла в компрессор ТКР на двигателе при работе с открытым напорным патрубком компрессора, т. е. напорный патрубок отсоединён от воздушного коллектора двигателя. Уплотнение ротора разрезными кольцами надёжно работает, только если давление в полости корпуса подшипников меньше или, по крайней мере, равно

Инд. № подл.	Подп. и дата
Инд. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

Лист

16

давлению перед ним. Давление в полости корпуса подшипников ТКР всегда выше атмосферного, т. к. она соединена через сливной патрубок с картерной полостью двигателя. А повышенное давление в картере двигателя обусловлено прорывом газов через поршневые кольца, при нормальном состоянии цилиндропоршневой группы (ЦПГ) двигателя величина давления картерных газов незначительна – около 100 мм.вод.ст. Давление на выходе компрессора при работе на двигателе всегда выше атмосферного, что обеспечивает подпор уплотнения ротора со стороны компрессора.

- При проворачивании ротора ТКР колёса задевают за поверхности корпусов компрессора и турбины, затруднённое вращение ротора – износ или задиры рабочих поверхностей радиальных и упорного подшипника ротора, поломка или деформация вала ротора.

- Подтекание масла по сопрягаемым поверхностям корпусов ТКР – нарушение или неправильная установка уплотнений корпусных деталей при сборке.

- Поломка лопаток рабочего колеса турбины. Вибрационное разрушение лопаток. Лопатки колеса турбины более склонны к таким разрушениям, т. к. имеют относительно большую площадь и меньшую жёсткость, чем лопатки колеса компрессора. Как правило, ломается одна лопатка – см. приложение А, рис. А.24. Из-за возникающего дисбаланса ротора разрушения ТКР очень серьёзные.

ВНИМАНИЕ! Причины дефектов устанавливаются на предприятии-изготовителе при диагностике ТКР с полной или частичной разборкой и микрометражем деталей.

Характерные отказы и повреждения турбокомпрессоров представлены в Приложении А.

Инв. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дудл.	
Подп. и дата	

						ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ	Лист
Инв. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			17

5 Признаки неисправности двигателя или его систем при внешнем осмотре ТКР. Дефекты ТКР, не связанные с его работой

5.1 Наличие пыли и грязи во входном патрубке компрессора:

- разгерметизация впускного тракта двигателя. В том числе возможен разрыв шторы фильтроэлемента воздушного фильтра при его сильном загрязнении, а также подсос воздуха через соединения впускного воздуховода.

5.2 Наличие масла в напорном патрубке компрессора (на выходе):

- сильное загрязнение воздушного фильтроэлемента. При этом на входе в компрессор ТКР возникает разрежение, что способствует отсасыванию масла из корпуса подшипников в компрессор через уплотнение ротора;

- высокое давление картерных газов, что приводит к продавливанию масла через уплотнение ротора ТКР в компрессор. Повышение давления в картерной полости двигателя обычно связано либо с началом задира деталей ЦПГ (обычно поршневых колец), либо с сильным износом ЦПГ. Это сопровождается увеличением поступления масла в камеру сгорания, при выгорании которого на выхлопе двигателя появляется синий дым. Возможно также увеличение сопротивления системы вентиляции картера, что требует её промывки;

- затруднённый слив масла из корпуса подшипников ТКР, например: при деформации сливного патрубка.

5.3 Наличие масла на входе и выходе компрессора ТКР:

- вынос масла из картерной полости двигателя через систему вентиляции картера. В современных двигателях из сапуна картерные газы выходят во впускной воздуховод. Выброс масла через сапун возможен при повышенном давлении в картерной полости, при засорении маслоотделителя.

5.4 Наличие масла на входе в турбину ТКР, сильное отложение нагара на стенках входного патрубка и на лопатках рабочего колеса:

- выброс масла двигателем. Обычно при сильном износе или задире ЦПГ;

Инв. № подл.	Подп. и дата					Лист 18
	Инв. № дубл.					
Взам. инв. №	Подп. и дата					Лист 18
	Инв. № дубл.					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

- выброс масла через компрессор ТКР и его прохождение через двигатель (см. п.п. 5.2, 5.3). Это маловероятно, т. к. между компрессором и двигателем устанавливается охладитель наддувочного воздуха, где масло и оседает.

5.5 Наличие масла на выходе турбины ТКР:

- высокое давление картерных газов, что приводит к продавливанию масла через уплотнение ротора ТКР в турбину;
- затруднённый слив масла из корпуса подшипников ТКР, например: при деформации сливного патрубка.

5.6 Наличие забоин на входных кромках лопаток рабочих колес компрессора и турбины:

- попадание посторонних предметов, в том числе попадание в турбину фрагментов разрушенных деталей двигателя, и попадание в компрессор крупных твёрдых частиц (песок, мелкие камни и т. п.) при разгерметизации впускного тракта.

5.7 Высокотемпературная газовая эрозия (выгорание) входных кромок лопаток колеса турбины:

- высокая температура газа на входе в турбину из-за нарушения регулировок топливной аппаратуры или угла опережения впрыска топлива. Часто проявляется в виде чёрного дыма на выхлопе двигателя.

Примечание - Часто в рекламационных актах указывается, как дефект турбокомпрессора, «падение мощности двигателя». Мощность двигателя зависит от многих систем двигателя, в первую очередь от состояния топливной аппаратуры и электронной системы управления двигателем, от герметичности напорного воздушного тракта. Если ротор турбокомпрессора свободно вращается, и отсутствуют внешние признаки отказа турбокомпрессора, то причина падения мощности, скорее всего, не в ТКР.

Дефекты ТКР, связанные с неисправностями двигателя или его систем, устраняются за счёт потребителя.

Диагностика неисправностей двигателя и системы наддува в помощь Потребителю – Приложение Б.

Подп. и дата
Инв. № д/дл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

6 Консервация

6.1 ТКР, поставляемый потребителю, должен быть законсервирован по следующим поверхностям:

- внутренняя полость корпуса подшипников;
- привалочные плоскости корпуса турбины и корпуса подшипников.

При консервации допускается использовать моторное масло, используемое для дизельных двигателей.

6.2 Перед установкой на двигатель расконсервация ТКР не требуется.

6.3 Отверстия подвода и слива масла на корпусе подшипников ТКР должны быть закрыты заглушками.

Заказчик обязан в шестимесячный срок установить ТКР на двигатель.

При превышении срока установки (шесть месяцев со дня изготовления), заказчик обязан провести консервацию ТКР в соответствии с п.2.5.1, один раз в шесть месяцев.

6.4 Требования к деталям, имеющим металлические и неметаллические неорганические покрытия, должны соответствовать ГОСТ 9.301 и ГОСТ 9.303.

7 Упаковка

7.1 ТКР после консервации должен быть уложен в полиэтиленовый мешок по ГОСТ 17811. На мешок клеится этикетка, содержащая:

- обозначение ТКР;
- дату, месяц и год выпуска;
- серийный номер;
- штрих код.

Мешок с ТКР укладывают в ящик из гофрированного картона по ГОСТ 9142 в два ряда. В каждом ряду имеются индивидуальные ячейки для ТКР, выполненные из гофрированного картона по ГОСТ 9142. Между рядами прокладывается разделительный лист из гофрированного картона по ГОСТ 9142.

Подп. и дата
Инв. № дудл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

Лист

20

На ящике должна быть наклеена этикетка, содержащая:

- товарный знак предприятия-изготовителя;
- обозначение ТКР;
- количество ТКР;
- потребитель.

Ящик обвязывается лентой упаковочной.

7.2 При реализации ТКР на вторичный рынок ПАО «Автодизель» обязан переложить ТКР, упакованный в полиэтиленовый мешок, в индивидуальную коробку и приложить универсальный паспорт.

8 Транспортирование и хранение

8.1 Транспортирование турбокомпрессоров допускается всеми видами транспорта при условии обеспечения сохранности их от механических повреждений и коррозии, в соответствии с требованиями ГОСТ 15150-69.

8.2 Турбокомпрессоры должны храниться на предприятии – потребителе или на складе торгующей организации в закрытых отапливаемых или не отапливаемых помещениях, на стеллажах или оборотных контейнерах.

В этих помещениях запрещается хранить материалы и вещества, способные вызывать коррозию, такие как кислоты, щелочи, химикаты, аккумуляторы.

8.3 Условия хранения турбокомпрессоров должны быть не ниже требований средней категории условий 2 (С) по ГОСТ 15150-69.

9 Утилизация

9.1 Детали турбокомпрессора, не подлежащие восстановлению, подлежат утилизации.

10 Гарантийные обязательства

10.1 Изготовитель гарантирует соответствие качества турбокомпрессора требованиям ТУ в течение гарантийного срока при условии соблюдения потребителем установленных требований по транспортированию, хранению,

Подп. и дата	
Инв. № дубл.	
Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

Лист
21

монтажу и эксплуатации турбокомпрессора. Поставщик отвечает за недостатки турбокомпрессора, если не докажет, что они возникли после его передачи покупателю вследствие нарушения покупателем правил пользования или хранения турбокомпрессора, либо действий третьих лиц, либо обстоятельств непреодолимой силы.

10.2 Гарантийный срок эксплуатации/гарантийной наработки турбокомпрессора, поставляемого на комплектацию, равен гарантийному сроку эксплуатации/гарантийной наработки двигателя и истекает одновременно с истечением гарантийного срока/гарантийной наработки двигателя.

Начало гарантийного срока турбокомпрессора – со дня ввода двигателя в эксплуатацию, но не позднее 12 месяцев с момента отгрузки Изготовителем, при условии соблюдения сроков установки турбокомпрессора на двигатель.

Турбокомпрессор должен быть установлен на двигатель не позднее шести месяцев со дня изготовления, если другое не оговорено в ТУ или договоре.

Гарантийный срок хранения турбокомпрессора равен гарантийному сроку хранения двигателя, на котором он устанавливается и истекает одновременно с истечением гарантийного срока хранения двигателя.

10.3 Гарантийный срок эксплуатации турбокомпрессора, поставляемого в запчасти, составляет 12 месяцев, 30 000 км пробега или 1000 моточасов в зависимости от того, что наступит раньше. При отсутствии даты продажи (либо кассового чека с датой продажи) гарантийный срок исчисляется с момента изготовления ТКР.

10.4 Гарантийный срок эксплуатации ТКР, поставляемого в запчасти, с даты продажи потребителю составляет 12 месяцев, 30 000 км пробега или 1000 моточасов в зависимости от того, что наступит раньше. При отсутствии даты продажи (либо кассового чека с датой продажи) гарантийный срок исчисляется с момента изготовления ТКР.

Инд. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инд. № дудл.	
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

Лист
22

10.5 В случае выявления конструктивных и производственных дефектов турбокомпрессора в течение гарантийного срока изготовитель выполняет ремонт за свой счет или производит замену турбокомпрессора.

10.6 Гарантии изготовителя не распространяются на турбокомпрессор:

- подвергавшийся полной или частичной разборке без участия представителя предприятия-изготовителя;
- при наличии внешних механических повреждений;
- при нарушении условий транспортировки и хранения турбокомпрессора;
- при наличии признаков неисправностей двигателя или его систем;
- при неисправности или отключении системы рециркуляции отработавших газов (EGR) / системы впрыска мочевины (SCR), если данные системы предусмотрены на двигателе в соответствии с руководством по эксплуатации;
- при наличии абразивного износа рабочих поверхностей турбокомпрессора;
- при отсутствии таблички или несовпадении данных на ней с данными паспорта;
- при отсутствии сопроводительных документов, паспорта (рекламационного акта).

10.7 Транспортировка турбокомпрессора от потребителя производится в том виде, в котором он был снят с двигателя. Мойка, частичная или полная разборка не допускаются. Обязательно наличие таблички с указанием производителя и идентификационных данных турбокомпрессора. Упаковка турбокомпрессора при транспортировке должна обеспечивать его защиту от попадания пыли, грязи и воды, а также от механических повреждений.

Несоблюдение условий транспортировки турбокомпрессора является основанием для отказа в рассмотрении претензий потребителя.

Инв. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дудл.	
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

Лист
23

11 Условия и порядок приемки претензий по качеству

турбокомпрессоров

11.1 В случае выявления несоответствия (дефекта, неисправности) турбокомпрессора в течение гарантийного срока претензия предъявляется предприятию-изготовителю не позднее тридцати календарных дней с момента выявления дефекта вместе с турбокомпрессором, подлинным паспортом, правильно оформленным дефектовочным актом (актом рекламации) из эксплуатирующего хозяйства или сервисного центра.

Без паспорта и акта рекламации турбокомпрессор по гарантии не принимается.

11.2 Обязательные требования к акту рекламации:

- наличие сведений о модели двигателя;
- о дате выпуска двигателя;
- о гарантийном сроке двигателя;
- о модели транспортного средства (ТС);
- о дате ввода двигателя и турбокомпрессора в эксплуатацию;
- о наработке двигателя и турбокомпрессора на момент отказа;
- о дате последнего ТО;
- о наработке двигателя и ТКР после последнего ТО;
- о модели и заводском номере турбокомпрессора;
- об условиях эксплуатации;
- о внешних проявлениях дефекта и предполагаемых причинах отказа.

Акт должен быть подписан уполномоченным представителем покупателя/потребителя, подпись заверена печатью (для юридических лиц (при наличии)), либо оформлен Сервисным центром предприятия изготовителя ТС.

Акт рекламации, несоответствующий обязательным требованиям, к рассмотрению не принимается.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № подл.
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ЛЕРН.00009.1118.010 РЭ

Лист
24

11.3 Рассмотрение рекламации осуществляется в порядке, предусмотренном внутренними документами Поставщика (СТО СМК.021.2024 «Порядок рассмотрения рекламаций и претензий» размещен на официальном сайте www.kamturbo.ru). Целью исследования

Продукции является установление наличия несоответствия (дефекта, неисправности), определение его характера (производственный или эксплуатационный) и причин возникновения.

11.4 Сервисный центр имеет право на первичное рассмотрение претензии на основании внешнего осмотра, не прибегая к разборке турбокомпрессора.

При наличии признаков, - см. раздел 5 (Признаки неисправности двигателя или его систем при внешнем осмотре ТКР, а также дефекты ТКР, не связанные с его работой), - и п. 10.6 сервисный центр имеет право отклонить претензию.

При отсутствии таких признаков турбокомпрессор должен быть направлен для экспертизы на предприятие-изготовитель.

Инв. № подл.	Подп. и дата
	Инв. № дудл.
Инв. №	Взам. инв. №
	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

Лист
25

Приложение А (обязательное)

Характерные отказы и повреждения деталей турбокомпрессоров

Эта информация предназначена в помощь работникам сервисных центров в случаях, если получено разрешение организации-производителя на разборку турбокомпрессора, а также при дистанционной диагностике турбокомпрессоров в сервисных центрах, расположенных вне зоны доставки.

А.1 Классификация видов износа и повреждаемости

Классификация видов износа и повреждаемости поверхностей трения, общепринятая среди специалистов, занимающихся процессами трения и износа, предложена Б. И. Костецким в его монографии «Трение, смазка и износ в машинах», 1970 г.

В соответствии с этой классификацией все виды разрушений при трении делятся на нормальные (теоретически неизбежные и практически допустимые) и недопустимые.

Нормальный износ в подшипниках турбокомпрессоров, как и в большинстве подшипников двигателя, является окислительно - механическим. Часто также называют коррозионно – механическим. При этом на поверхностях трения под действием коррозионно-активных веществ в масле образуются тонкие плёнки окислов, которые постепенно разрушаются и уносятся с маслом. Коррозионно-активные вещества попадают в масло при взаимодействии его с картерными газами, в которых присутствуют сера и водяной пар, а также некоторые другие элементы. При реакции серы и водяного пара получается серная кислота, которая и вызывает окисление поверхностей трения. Скорость нормального износа невелика. Антиокислительные присадки в современных моторных маслах и снижение содержания серы в современных топливах ещё больше уменьшают скорость

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дудл.
Подп. и дата	
Инд. № подл.	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

Лист
26

нормального износа. На рис. А.1 показано состояние поверхности ротора при нормальном износе.

К недопустимым повреждениям в подшипниках турбокомпрессоров относятся:

- Абразивный износ.
- Схватывание II рода («горячее» схватывание или задир).
- Усталостное разрушение.



Рисунок А.1 – Состояние поверхности ротора ТКР при нормальном износе

А.2 Абразивный износ радиальных и упорных подшипников

Абразивный износ обусловлен процессами микрорезания поверхностей трения абразивными частицами. При этом выделяемое тепло уносится со стружкой и с потоком масла. Поэтому по внешним признакам абразивный износ характеризуется наличием большого износа с грубыми кольцевыми канавками, и отсутствием перегрева сопрягаемых поверхностей.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № подл.
Подп. и дата	Инд. № подл.
Инд. № подл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЕРН.00009.1118.010 РЭ

Абразивный износ определяется наличием в масле твёрдых абразивных частиц - в практике это обычно кварц. При попадании в смазочный зазор относительно мягких частиц, - графита, продуктов износа материала втулок (например: бронза), - они либо измельчаются в зазоре и выносятся из подшипника с маслом, либо сминаются и влипают в поверхность втулки. Абразивного износа при этом нет.

На рис. А.2, рис. А.3 показаны примеры абразивного износа деталей радиального подшипника ротора ТКР.

На рис. А.4, рис. А.5 – абразивный износ деталей упорного подшипника.



Рисунок А.2 – Абразивный износ поверхности ротора ТКР

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дудл.
Подп. и дата	
Изм	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

Лист
28



Рисунок А.3 – Абразивный износ втулки радиального подшипника ТКР



Рисунок А.4 – Абразивный износ упорного подшипника ТКР

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дудл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЕРН.00009.1118.010 РЭ

Лист
29



Рисунок А.5 – Абразивный износ упорных шайб ТКР

А.3 Задир радиальных и упорных подшипников

Задир (схватывание II рода), по определению, возникает при трении скольжения с большими скоростями относительного перемещения и значительными удельными давлениями, обуславливающими высокий градиент и интенсивный рост температуры в поверхностных слоях трущихся деталей и состояние их термической пластичности. Это состояние вызывает разупрочнение металла, возникновение местных металлических связей, их деформацию и разрушение. Визуально наблюдается перенос материала с более низкой температурой плавления (бронзы) на поверхность более тугоплавкого металла (сталь), а также признаки перегрева поверхности в виде «цветов побежалости».

В подшипниках турбокомпрессоров возникновение задира может быть обусловлено следующими факторами:

- Недостаток (масляное «голодание») или отсутствие смазки.

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дудл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ЛЕРН.00009.1118.010 РЭ

Лист
30

- Перегрев поверхностей трения. Например: при резкой остановке двигателя после работы под нагрузкой, когда тепло от нагретых деталей турбины передаётся к радиальному подшипнику, а подача масла уже прекращена.

- Разбалансировка ротора, что приводит к увеличению радиальной нагрузки на подшипники сверх допустимых значений по их несущей способности. Разбалансировка ротора может произойти при повреждении рабочих колёс посторонними предметами, при самостоятельной разборке турбокомпрессора, деформации ротора при механических повреждениях и ударах турбокомпрессора и т. д.

Нередко при задире происходит обрыв ротора из-за резкого возрастания сопротивления вращению. Величины износов поверхностей трения, по сравнению с абразивным износом, относительно невелики.

На рис. А.6...А.8 представлены характерные повреждения подшипников и деталей ТКР при задире и обрыве ротора при работе без масла. Окалина и сажа на всех поверхностях – признак воздействия высокой температуры. Отсутствуют следы масла и продукты его крекинга и выгорания.

На рис. А.9...А.11 показаны повреждения ротора при задире, связанном с перегревом и масляным голоданием, а также состояние ротора при перегреве на начальной стадии задир.

На рис. А.12 показано состояние втулки радиального подшипника после задир.

Задир деталей упорного подшипника показан на рис. А.13...А.15. Возникновение и развитие радиальных трещин на упорном подшипнике связано с перегревом при задир.

Инв. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дудл.	
Подп. и дата	

					<i>ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ</i>	Лист
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		31



Рисунок А.6 – Задир и обрыв ротора ТКР при работе без масла



Рисунок А.7 – Разрушение рабочего колеса турбины при обрыве ротора

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЕРН.00009.1118.010 РЭ

Лист
32



Рисунок А.8 – Разрушение корпуса подшипников при обрыве ротора



Рисунок А.9 – Задир ротора при перегреве

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дудл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЕРН.00009.1118.010 РЭ

Лист
33



Рисунок А.10 – Задир ротора при масляном голодании



Рисунок А.11 – Признаки перегрева ротора – начальная стадия задира

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дудл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ЛЕРН.00009.1118.010 РЭ

Лист
34



Рисунок А.12 – Состояние втулки радиального подшипника при задире

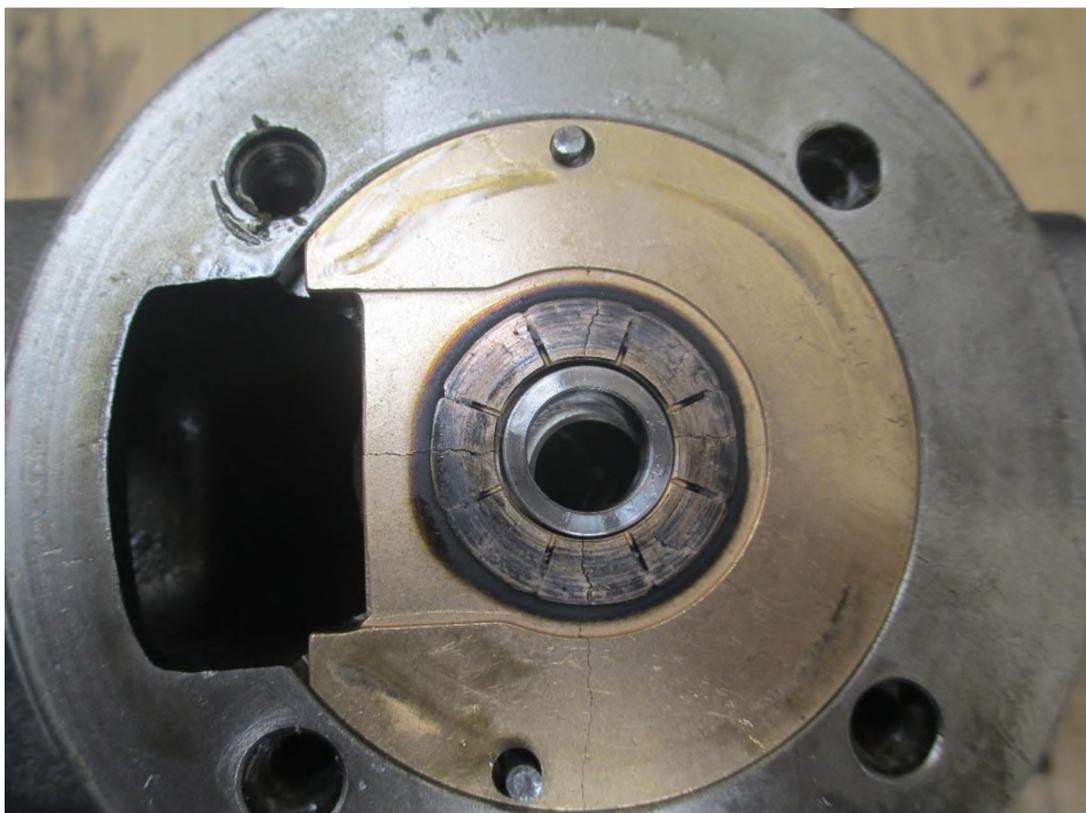


Рисунок А.13 – Задир упорного подшипника ротора

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дудл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЕРН.00009.1118.010 РЭ

*Лист
35*



Рисунок А.14 – Перенос бронзы при задире упорного подшипника ротора



Рисунок А.15 – Признаки перегрева на задней поверхности упорных шайб при задире упорного подшипника ротора

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дудл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЕРН.00009.1118.010 РЭ

Лист

36



Рисунок А.16 – Усталостное разрушение упорного подшипника

А.5 Другие виды отказов и повреждений деталей ТКР

Попадание посторонних предметов

Причины попадания посторонних предметов в турбокомпрессор могут быть самыми разными: небрежность, поломки двигателя и т. д. На рис. А.17, рис. А.18 показан посторонний предмет, кусок металла, попавший в ТКР, но не вызвавший отказа, т. к. вовремя был обнаружен при проверке вращения ротора перед установкой ТКР на двигатель.

На рис. А.19, рис. А.20 показаны повреждения входных кромок колеса компрессора при попадании постороннего предмета, а на рис. А.21 – повреждение колеса турбины. Эти повреждения влияют на рабочие характеристики компрессора и турбины из-за искажения профиля лопаток на входе, но самое важное - нарушается балансировка ротора, что очень быстро приводит к отказу ТКР.

ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ

Лист

38

Инв. № подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	
Инв. № дудл.	
Подп. и дата	

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Масло на входе компрессора и турбины

Как отмечено выше (см. раздел 5) причина попадания масла в турбокомпрессор не обязательно связана с нарушением работы уплотнений ротора. Это может быть связано с нарушением работы двигателя. И диагностируется по наличию масла на входе в компрессор и турбину. Примеры представлены на рис. А.22, рис. А.23.

Вибрационное разрушение лопаток

Вызывается резонансом колебаний лопаток на каких-либо режимах работы турбокомпрессора. Может быть следствием конструкторской ошибки или индивидуальных особенностей работы в составе данного двигателя. Характерная особенность отказа ТКР при вибрационном разрушении – обрыв одной лопатки, см. рис. А.24.

В практике АО «Турбокомплект» подобные отказы наблюдались только на рабочих колёсах турбин. Это объясняется конструкцией и особенностями работы турбины.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата	ЛЕРН.0009.1118.010 РЭ	Лист
						39
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		



Рисунок А.17 – Посторонний предмет в компрессоре ТКР



Рисунок А.18 – Посторонний предмет в компрессоре ТКР

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дудл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЕРН.00009.1118.010 РЭ

*Лист
40*



Рисунок А.19 – Повреждение входных кромок колеса компрессора при попадании постороннего предмета



Рисунок А.20 – Повреждение входных кромок колеса компрессора при попадании постороннего предмета

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЕРН.00009.1118.010 РЭ

Лист
41

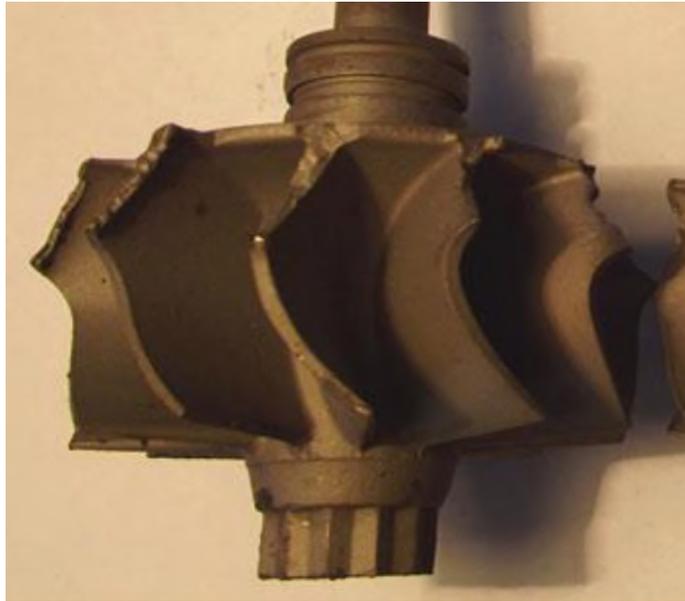


Рисунок А.21 – Повреждение входных кромок колеса турбины при попадании постороннего предмета



Рисунок А.22 – Масло на входе в компрессор

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дудл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ЛЕРН.00009.1118.010 РЭ

*Лист
42*



Рисунок А.23 – Масло на входе в турбину



Рисунок А.24 – Обрыв лопатки рабочего колеса турбины при вибрационном разрушении

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № дудл.	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЕРН.00009.1118.010 РЭ

*Лист
43*

**Приложение Б
(обязательное)
Диагностика неисправностей двигателя и системы наддува**

Падение мощности двигателя	Черный дым на выпуске	Голубой дым на выпуске	Повышенный расход масла	Повышенный шум при работе турбокомпрессора	Масло в корпусе компрессора	Масло в корпусе турбины	Рабочие колеса ТКР задевают за корпуса	ПРИЧИНА		СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ	
								ПРИЧИНА	СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ		
■	■	■	■		■			Засорен воздушный фильтр.	Очистить или заменить фильтроэлемент воздушного фильтра.		
■	■							Нарушены регулировки топливной аппаратуры, дефект или отказ её элементов.	Проверить, при необходимости отрегулировать. Отремонтировать или заменить отказавшие элементы.		
■	■							Нарушены регулировки механизма газораспределения. Дефект или отказ деталей ГРМ.	Проверить, при необходимости отрегулировать. Отремонтировать или заменить отказавшие элементы.		
■	■			■				Негерметичность (утечки) в воздуховоде за компрессором и во впускном коллекторе. Негерметичность (утечки) в выпускном коллекторе и в соединении выпускного коллектора с турбиной.	Устранить негерметичность – проверить затяжку хомутов, болтовых соединений, состояние прокладок.		
				■				Негерметичность (утечка газа) в выпускном трубопроводе за турбиной.	Устранить негерметичность – проверить затяжку хомутов, болтовых соединений, состояние прокладок.		
			■	■	■	■		Затруднен слив масла из корпуса подшипников турбокомпрессора (перегнут или помят сливной патрубок, неправильно установлены прокладки его фланцев). Не работает система вентиляции картера - маслоотделитель забит отложениями, высокое давление в картерной полости двигателя.	Проверить состояние сливного патрубка и прокладок. Прокладки не должны перекрывать сечение патрубка. Промыть детали системы вентиляции картера		
■	■	■	■		■	■		Износ или задир деталей цилиндропоршневой группы. Высокое давление в картерной полости двигателя из-за износа или задира деталей ЦПГ.	Выполнить диагностику. При необходимости отремонтировать.		
■	■	■	■	■	■	■	■	Износ или задир деталей подшипников ротора ТКР из-за наличия абразива в моторном масле, масляного голодания, нарушения условий эксплуатации ТКР.	Проверить состояние масляных фильтроэлементов, трубки подвода масла на ТКР, качество масла, давление подачи. Турбокомпрессор подлежит обязательной замене и диагностике на предприятии-изготовителе.		
■	■	■	■	■	■	■	■	Механические повреждения турбокомпрессора (удары, деформации деталей), самостоятельная разборка, неправильная транспортировка и хранение.	Турбокомпрессор подлежит обязательной замене и диагностике на предприятии-изготовителе.		
■	■	■	■	■	■	■	■	Другие причины отказа турбокомпрессора кроме указанных.	Турбокомпрессор подлежит диагностике на предприятии-изготовителе.		

- Надежность и долговечность турбокомпрессора, как и двигателя, определяется не только его конструкцией, но и обязательным соблюдением необходимых требований к эксплуатации.
 - ТКР должен эксплуатироваться только на двигателе, для которого предназначен.
 - Двигатель должен быть технически исправен. Регламентные работы по техническому обслуживанию двигателя должны проводиться своевременно и в полном объеме в соответствии с руководством по эксплуатации двигателя.
 - Отказ турбокомпрессора не обязательно связан с его дефектами и может быть вызван неисправностями двигателя или его систем. Также и некоторые нарушения в работе двигателя, часто объясняемые неправильной работой турбокомпрессора, при более внимательном рассмотрении вызваны причинами в самом двигателе.
- Перед заменой турбокомпрессора проверьте состояние двигателя и его систем**

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дцкл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ЛЕРН.0009.118.010 РЭ

Копирада

Формат А4

