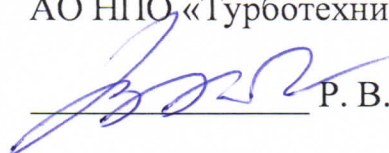


«УТВЕРЖДАЮ»:

Генеральный директор
АО НПО «Турботехника»

 Р. В. Каминский

«01» 09 2017 г.

Турбокомпрессоры

Руководство по эксплуатации

0003.1118.010 РЭ

Дата введения:

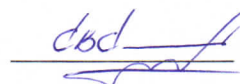
СОГЛАСОВАНО:

Главный конструктор
ЗФ ООО «УАЗ»

_____ В. Л. Жбанников

«___» _____ 2017 г.

Главный конструктор
АО «НПО «Турботехника»

 С. В. Сибиряков

«31» 08 2017 г.

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

Содержание:

1	Общие сведения	3
2	Установка турбокомпрессора на двигатель и первый запуск	7
3	Эксплуатация турбокомпрессора	8
4	Диагностирование неисправностей турбокомпрессора	12
5	Признаки неисправности двигателя или его систем при внешнем осмотре ТКР. Дефекты ТКР, не связанные с его работой	14
6	Транспортирование и хранение	15
7	Утилизация	16
8	Гарантийные обязательства	16
9	Условия и порядок приёмки претензий по качеству турбокомпрессоров	16
	Приложение А:	
	«Характерные отказы и повреждения деталей турбокомпрессоров»	18
	Приложение Б:	
	«Диагностика неисправностей двигателя и системы наддува»	34

Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	0003.1118.010 РЭ							
Инв. № подл.	Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Турбокомпрессоры Руководство по эксплуатации					
	Разраб.	Сидиряков	31.08.17						Лит.	Лист	Листов
	Пров.	Родина	31.08.17							2	35
	Гл. констр.	Сидиряков	31.08.17						 НПО «Турботехника»		
	Н.контр.	Макагон	31.08.17								
	Утв.	Каминский	31.08.17								

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 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 рис. 1.

На рис. 2 показан пример конструкции турбокомпрессора.

И-д. № подл.	Подп. и дата	И-д. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	И-д. №	Подп. и дата
9/1092	01.11.2006					

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	0003.1118.010 РЭ	Лист
						3

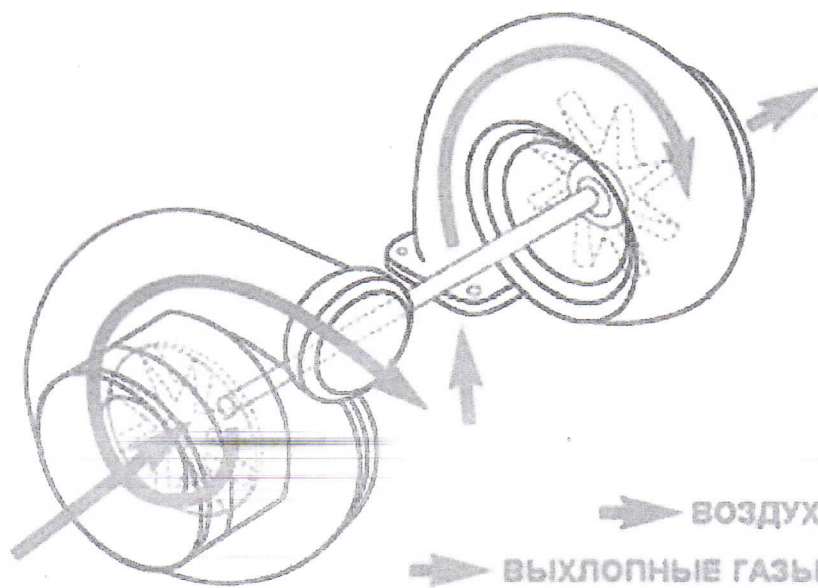


Рисунок 1 – Принципиальная схема работы турбокомпрессора

Изм.	№ подл.	Подп.	и дата	Взам.	инв. №	Инд.	дubl.	Подп.	и дата
9/1092									

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

0003.1118.010 РЭ

Лист
4

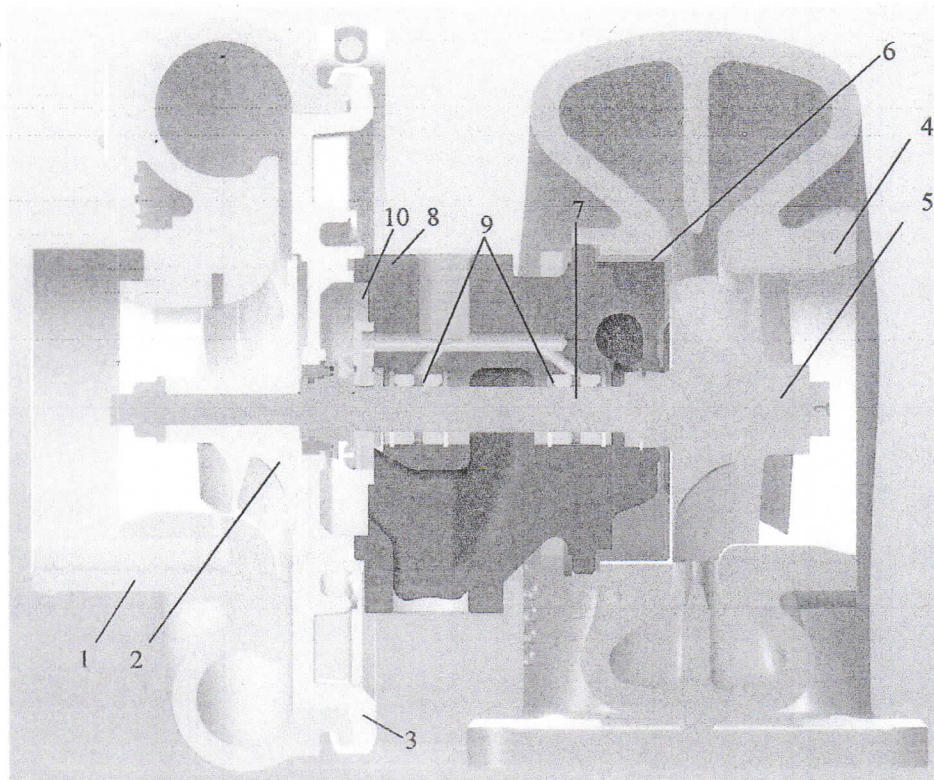


Рисунок 2 – Конструкция турбокомпрессора (пример)

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.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. №	Подп. и дата	Инв. №	Подп. и дата
91092	Мелевичев				

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

0003.1118.010 РЗ

Лист
5

✓

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 150⁰С, а газа на входе в турбину до 750⁰С для дизелей, и до 1050⁰С 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 для ТКР с диаметром колеса компрессора ~ 90... 100 мм.

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

- 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 объема 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.

Формат А4

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.

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 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.

Обеспечить герметичность соединений.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв. №	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №
914092	20.01.2001				

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

0003.1118.010 РЭ

Лист
7

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.

Примечание:

- *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.*

- *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.

3.1 ТКР должен эксплуатироваться только на двигателе, для которого предназначен.

3.2 Двигатель должен быть технически исправен. Регламентные работы по техническому обслуживанию двигателя должны проводиться своевременно и в полном объёме 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.

И-н.б. № подл.	Подп. и дата	И-н.б.	Взам. ин.б. №	И-н.б.	Подп. и дата
91092	Шалыгин				

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

0003.1118.010 РЭ

Лист
8

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.

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 750...1050⁰С (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.

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

Инв. № подл.	9/1092	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.	Экз.	Подп. и дата	0003.1118.010 РЭ				Лист
											9
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата							

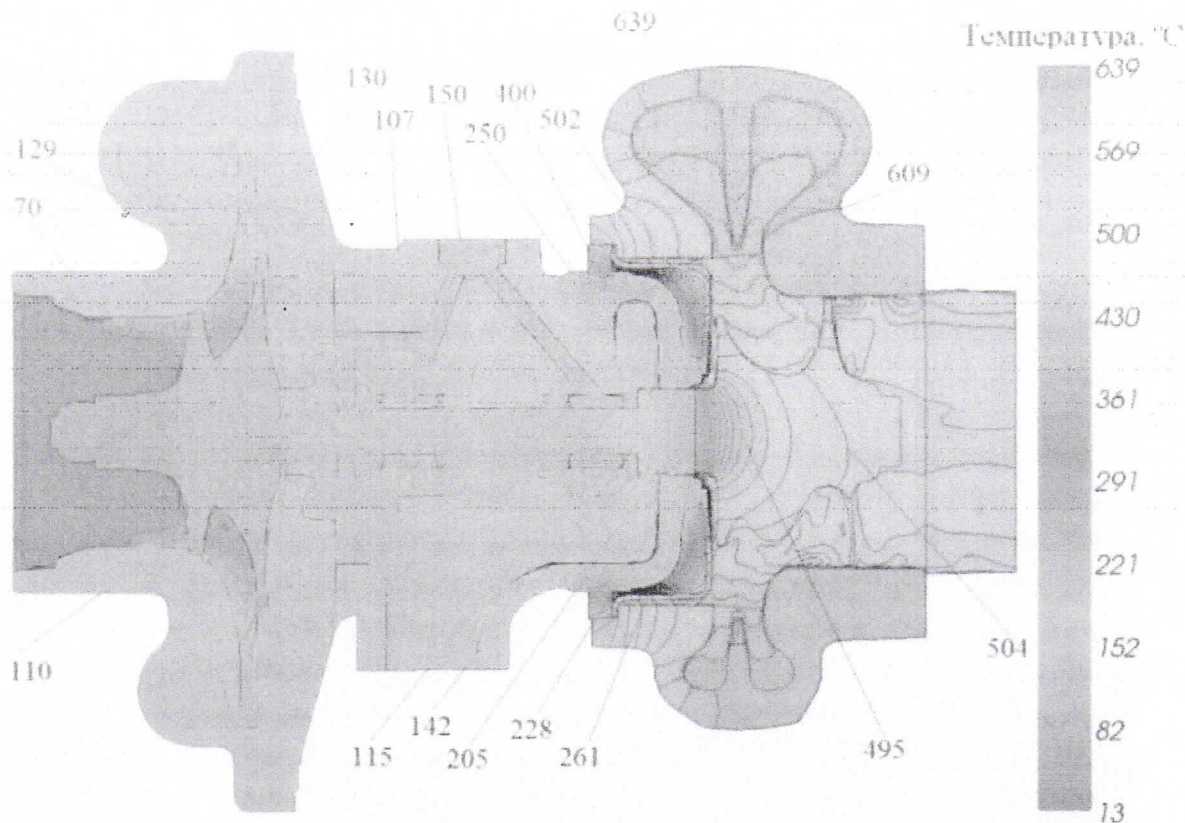


Рисунок 3 – Распределение температур в деталях турбокомпрессора при его работе

На рис. 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°C (термопары 15, 16). А температура коксования масла $220...240^{\circ}\text{C}$.

Температура опоры радиального подшипника со стороны турбины достигает максимальных значений через 14...15 мин после остановки дизеля и составляет $270...280^{\circ}\text{C}$ (термопары 7, 8). Необходимо учесть, что температура на поверхности ротора в этой зоне выше и вполне может превысить температуру плавления бронзы.

Инд. № подл.	Подп. и дата
9/1092	9/1092
Изм.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. №
Инд. №	Подп. и дата
Инд. №	Подп. и дата

0003.1118.010 РЭ

Лист
10

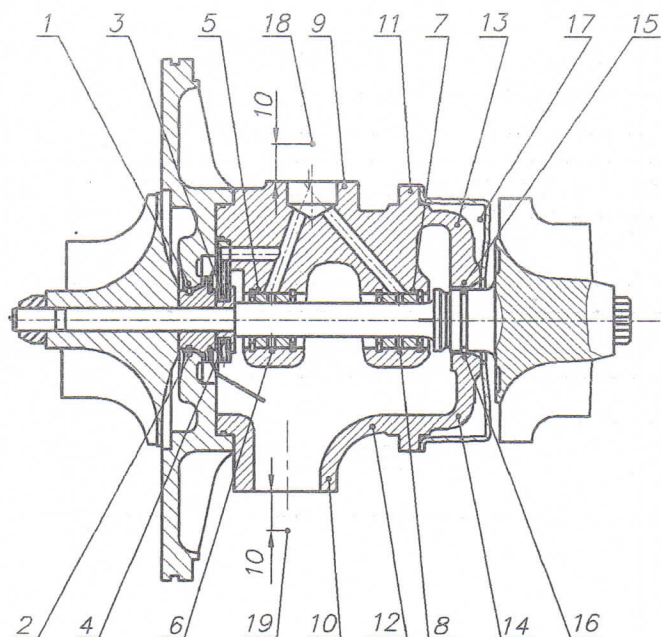


Рисунок 4 – Схема размещения термопар при исследованиях турбокомпрессора

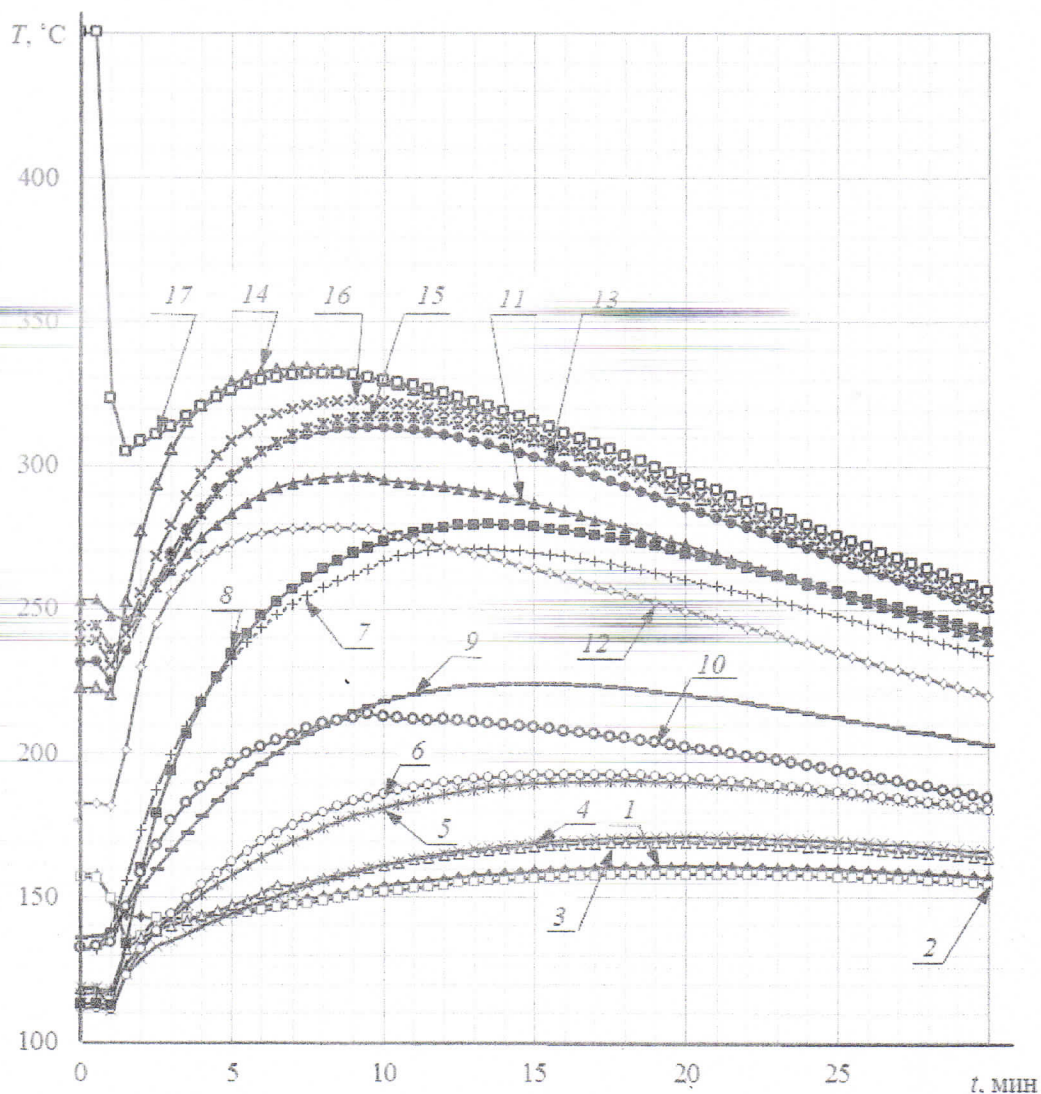


Рисунок 5 – Изменение температур в корпусе подшипников после резкого останова дизеля

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам инв. №	Инв.	дцкл.	Подп. и дата
9/1092	Шалеев 23.06.15				

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

0003.1118.010 РЭ

Лист
11

Копировал

Формат А4

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 маслканалов 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.
- 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.

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 НПО «Турботехника», или в присутствии представителя НПО «Турботехника».

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

Инв. № подл. 9/1092	Подп. и дата	Подп.	Инв. №	Взам. инв. №	Подп. и дата

Изм	Лист	№ докум	Подп.	Дата	0003.1118.010 РЭ	Лист
						12

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).

Примечание:

- 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 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 50 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. прил. А, рис. А.24. Из-за возникающего дисбаланса ротора разрушения ТКР очень серьёзные.

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

Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв.	Допл.	Подп. и дата	Подп. и дата	0003.1118.010 РЗ	Лист
94092							
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			

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 задирах ЦПГ.

- 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.

Инв. № подл.	9/1092	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №	Добл.	Подп. и дата	0003.1118.010 РЗ				Лист
							Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

7 Утилизация

7.1 Детали турбокомпрессора, не подлежащие восстановлению, подлежат утилизации.

8 Гарантийные обязательства

8.1 Гарантийный срок эксплуатации турбокомпрессора равен гарантийному сроку эксплуатации двигателя при поставке на комплектацию. Начало гарантийного срока – со дня ввода двигателя в эксплуатацию, но не позднее 3 месяцев с момента получения турбокомпрессора от изготовителя.

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

8.3 Гарантийный срок эксплуатации турбокомпрессора, поставляемого в запчасти, составляет 18 месяцев с момента отгрузки получателю.

8.4 Гарантийный срок эксплуатации турбокомпрессора после капитального ремонта составляет 6 месяцев с момента отгрузки получателю.

8.5 В течение гарантийного срока изготовитель гарантирует безотказную работу турбокомпрессора и безвозмездно выполняет ремонт или производит замену при условии соблюдения потребителем установленных требований по транспортированию, хранению, монтажу и эксплуатации турбокомпрессора.

9 Условия и порядок приемки претензий по качеству турбокомпрессоров

9.1 В случае выхода турбокомпрессора из строя в течение гарантийного срока претензия предъявляется предприятию-изготовителю не позднее тридцати календарных дней с момента выявления дефекта вместе с турбокомпрессором и правильно оформленным дефектовочным актом (актом рекламации) из эксплуатирующей организации. Желательно также предоставить паспорт турбокомпрессора.

Без акта рекламации турбокомпрессор в гарантийный ремонт не принимается.

9.2 В акте рекламации обязательно должно быть указано:

- Модель двигателя, дата выпуска.
- Модель машины.
- Дата ввода двигателя и ТКР в эксплуатацию.
- Нарботка двигателя и ТКР на момент отказа.
- Дата последнего ТО, наработка двигателя и ТКР после этого ТО.
- Обстоятельства отказа и заключение эксплуатирующей организации о причинах отказа.

Акт должен быть подписан руководителем организации и заверен печатью.

И-нб. № подл.	Подп. и дата	Взам. инб. №	И-нб.	Дудл.	Подп. и дата
9/4092					
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
0003.1118.010 РЭ					Лист
					16

Приложение А

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 нормального износа. На рис. 6 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.

Инд. № подл.	Подп. и дата	Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № подл.
9/1092	12.01.2006				

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

0003.1118.010 РЭ

Лист
18

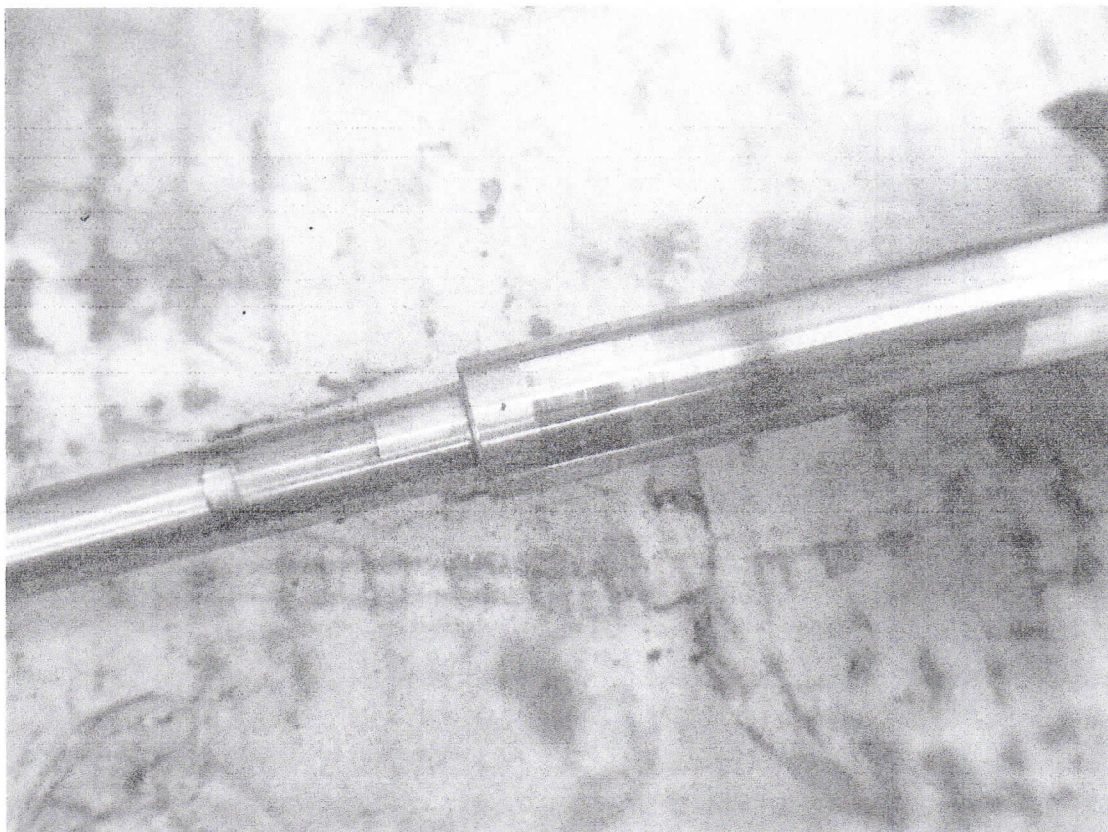


Рисунок А.1 – Состояние поверхности ротора ТКР при нормальном износе

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.

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

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

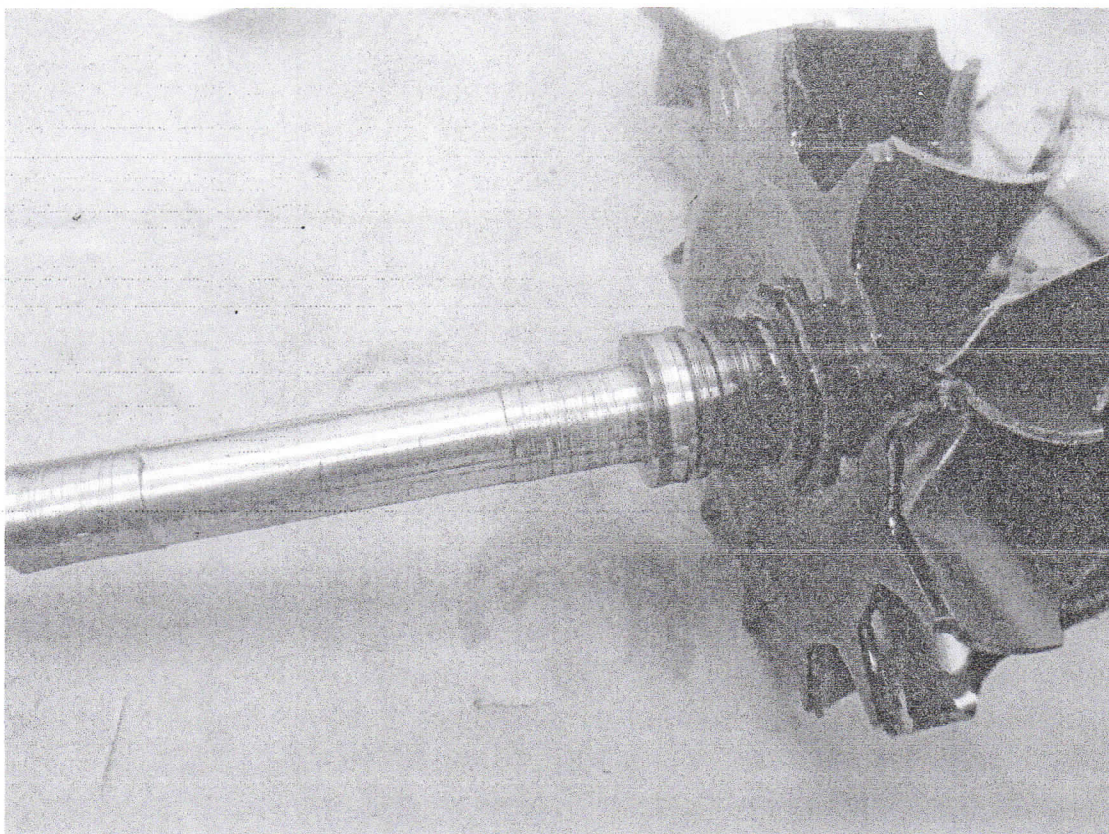


Рисунок А.2 – Абразивный износ поверхности ротора ТКР

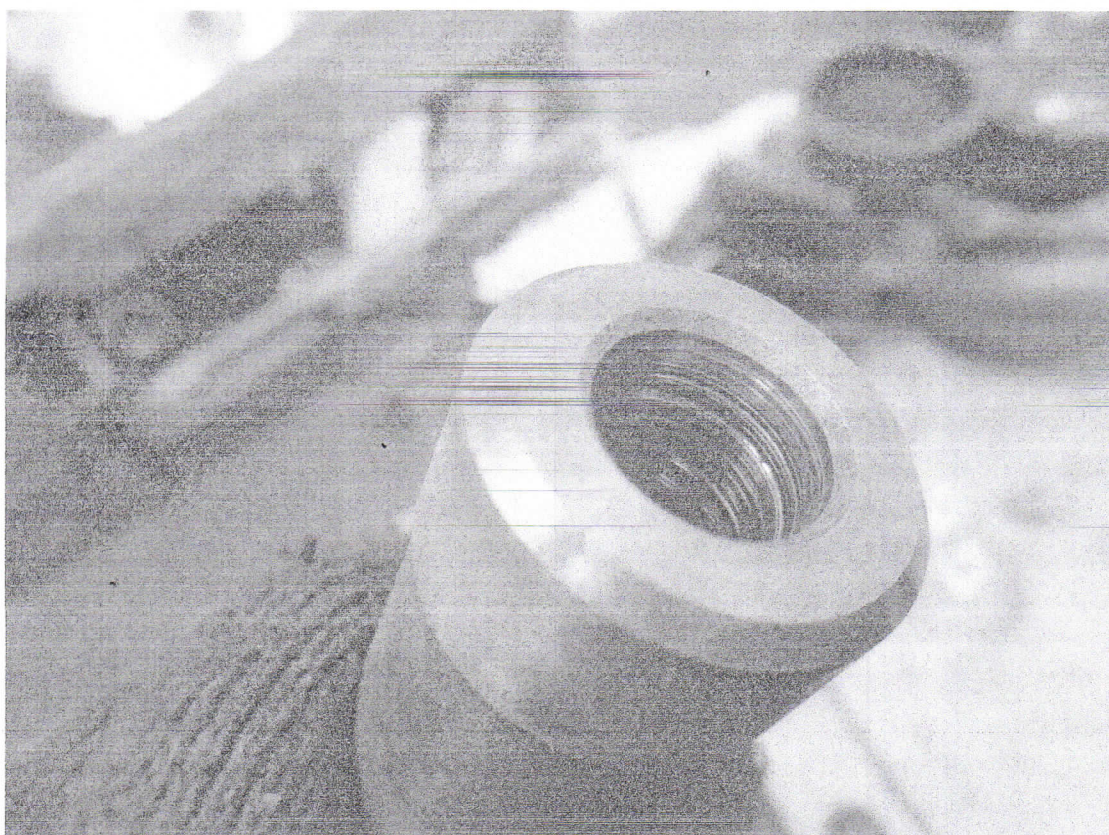


Рисунок А.3 – Абразивный износ втулки радиального подшипника ТКР

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. инв.	Подп. и дата
9/1092	Тех. инв. №			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

0003.1118.010 РЗ

Лист
20

Копировал

Формат А4

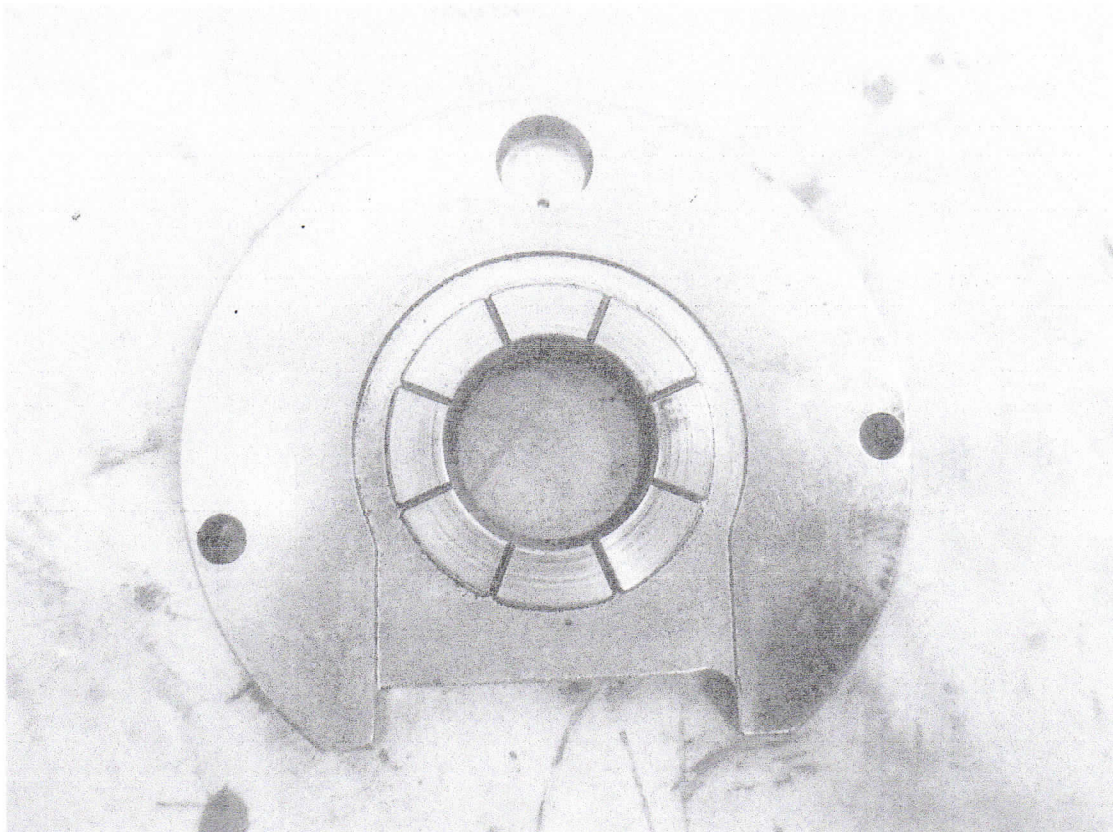


Рисунок А.4 – Абразивный износ упорного подшипника ТКР

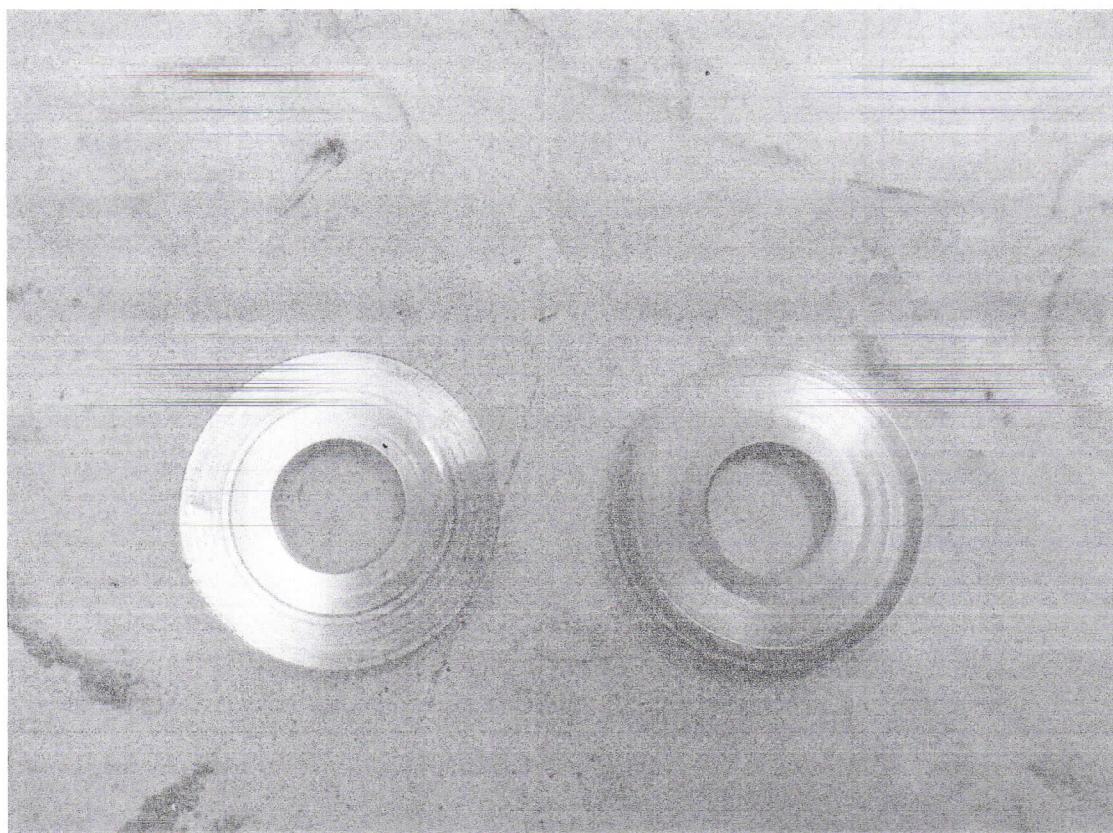


Рисунок А.5 – Абразивный износ упорных шайб ТКР

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. ... дцкл.	Подп. и дата
9/1092	Регистр			

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

0003.1118.010 РЭ

Лист
21

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.
- 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 задирах 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 задирах 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 задирах, связанном с перегревом и масляным голоданием, а также состояние ротора при перегреве на начальной стадии задира.

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

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

Инв. № подл.	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	
9/1092			Подп. и дата	
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
0003.1118.010 РЗ				Лист
				22

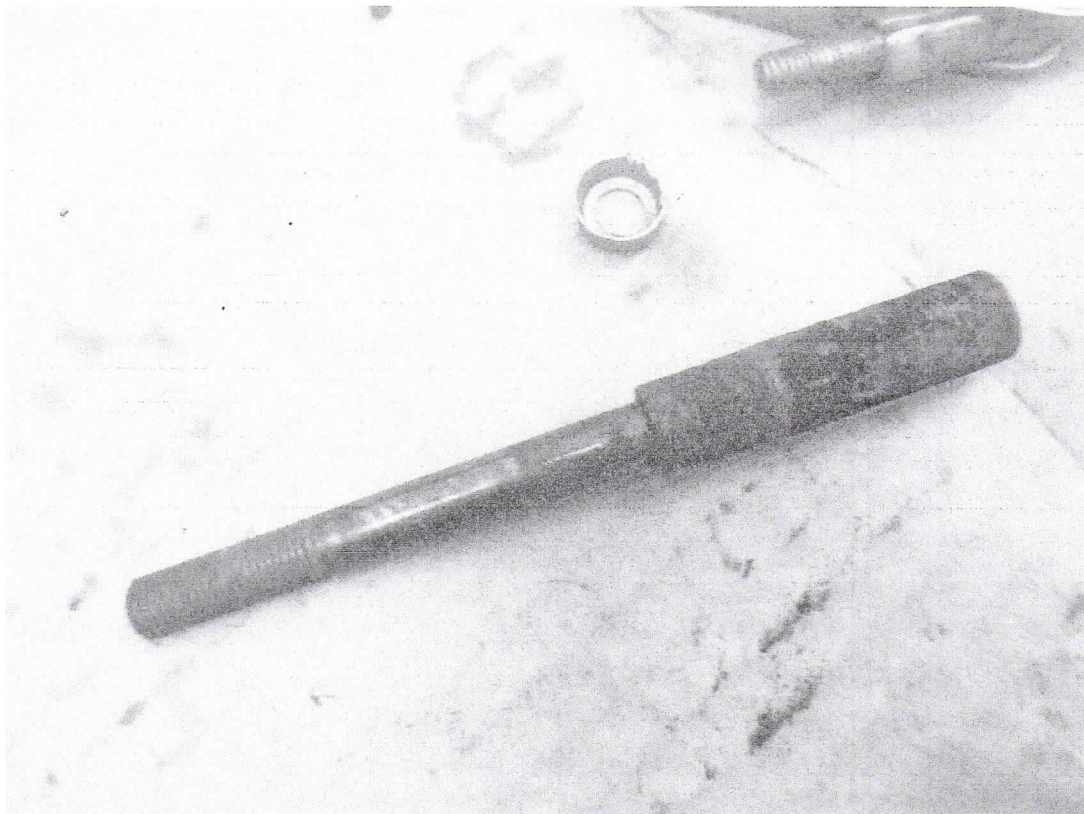


Рисунок А.6 – Задир и обрыв ротора ТКР при работе без масла

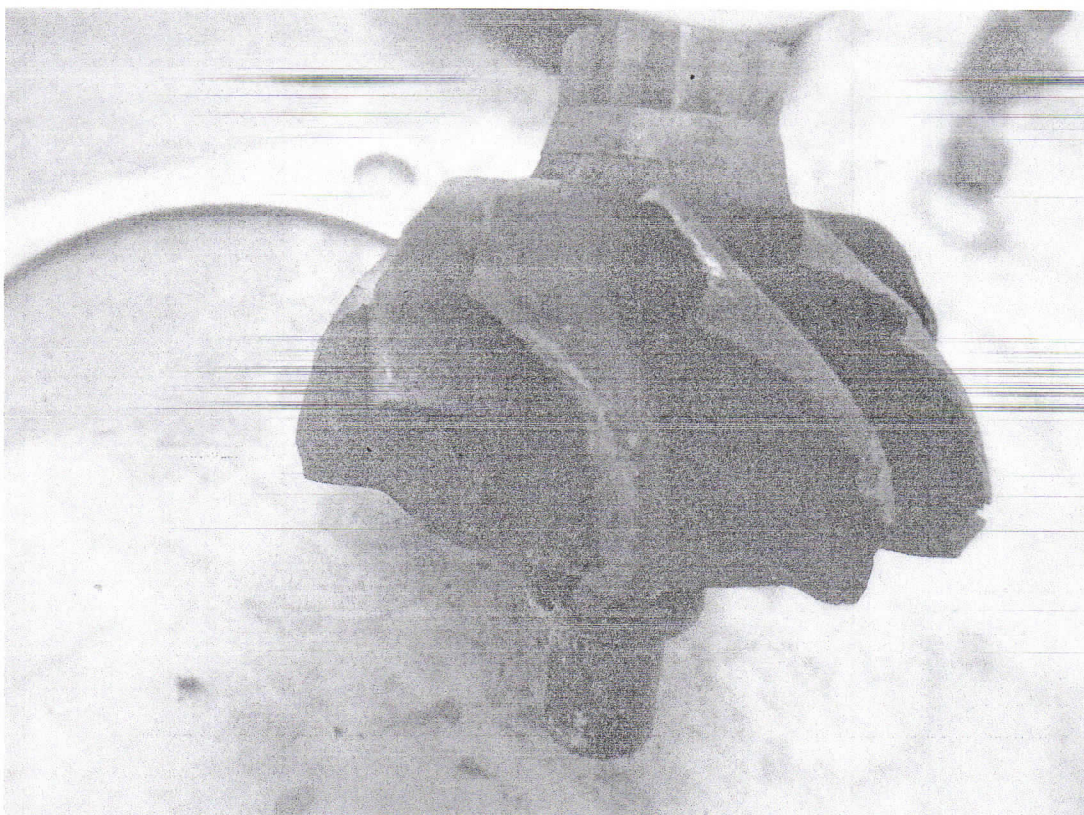


Рисунок А.7 – Разрушение рабочего колеса турбины при обрыве ротора

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв.	Зарп.	Подп. и дата
9/1092	Иванов				

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

0003.1118.010 РЗ

Лист
23

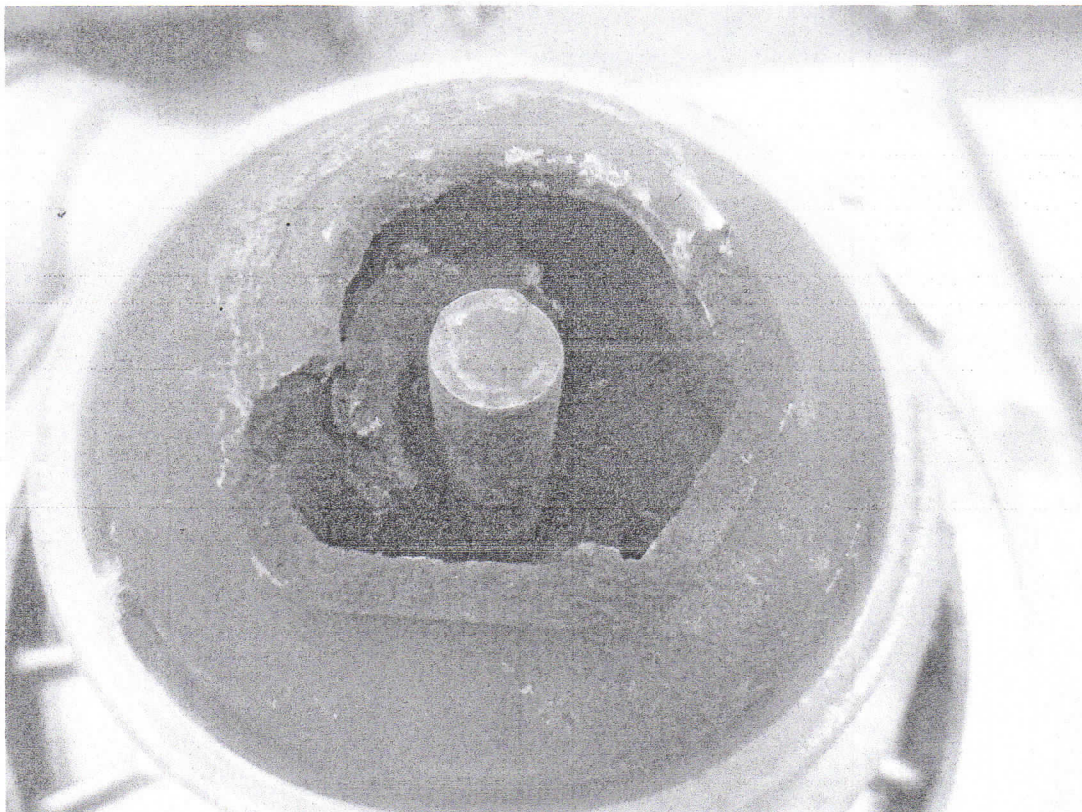


Рисунок А.8 – Разрушение корпуса подшипников при обрыве ротора

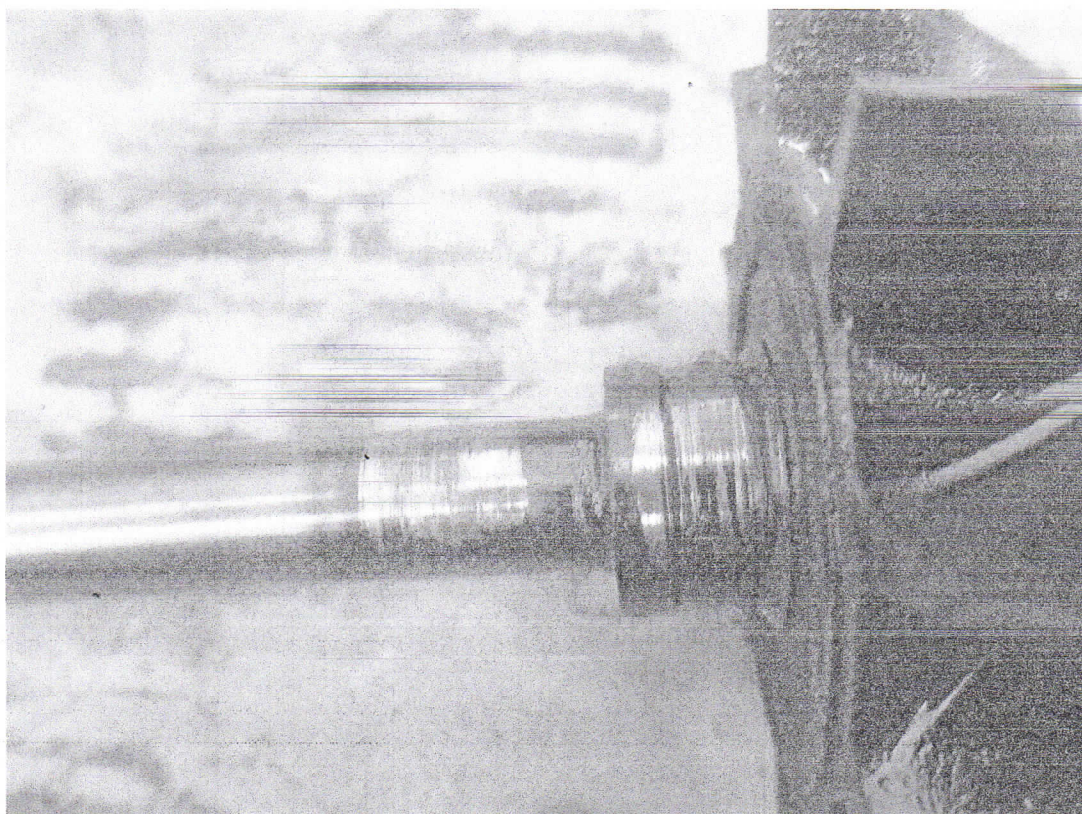


Рисунок А.9 – Задиры ротора при перегреве

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. ... дубл.	Подп. и дата
9/10/92	Иванов/23/06/92			

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

0003.1118.010 РЗ

Лист
24

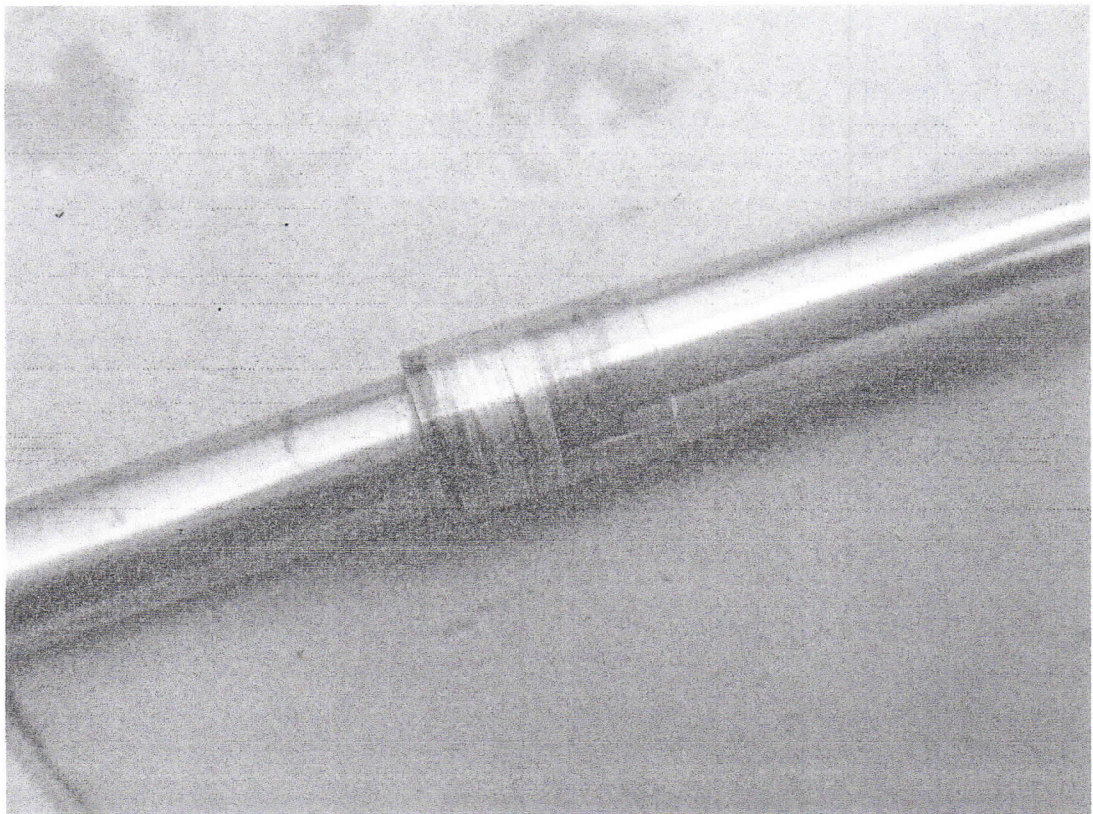


Рисунок А.10 – Задир ротора при масляном голодании

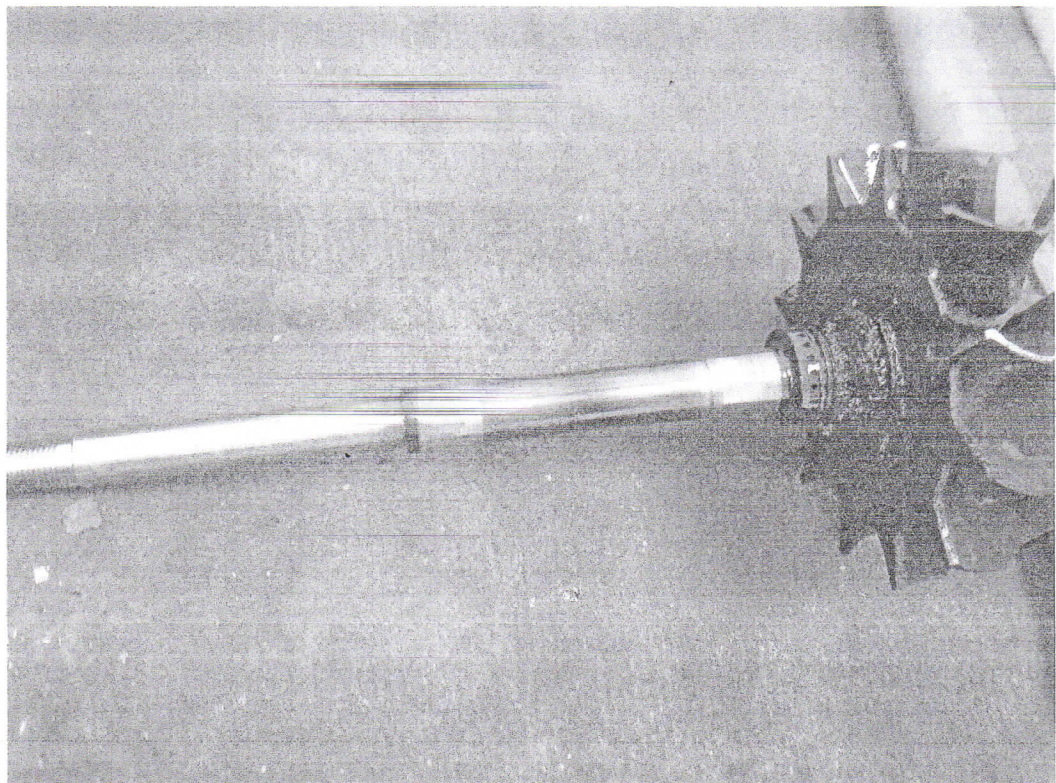


Рисунок А.11 – Признаки перегрева ротора – начальная стадия задира

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. , дцл.	Подп. и дата
91092	9.10.92			

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

0003.1118.010 РЭ

Лист
25

Копировал

Формат А4



Рисунок А.12 – Состояние втулки радиального подшипника при задире

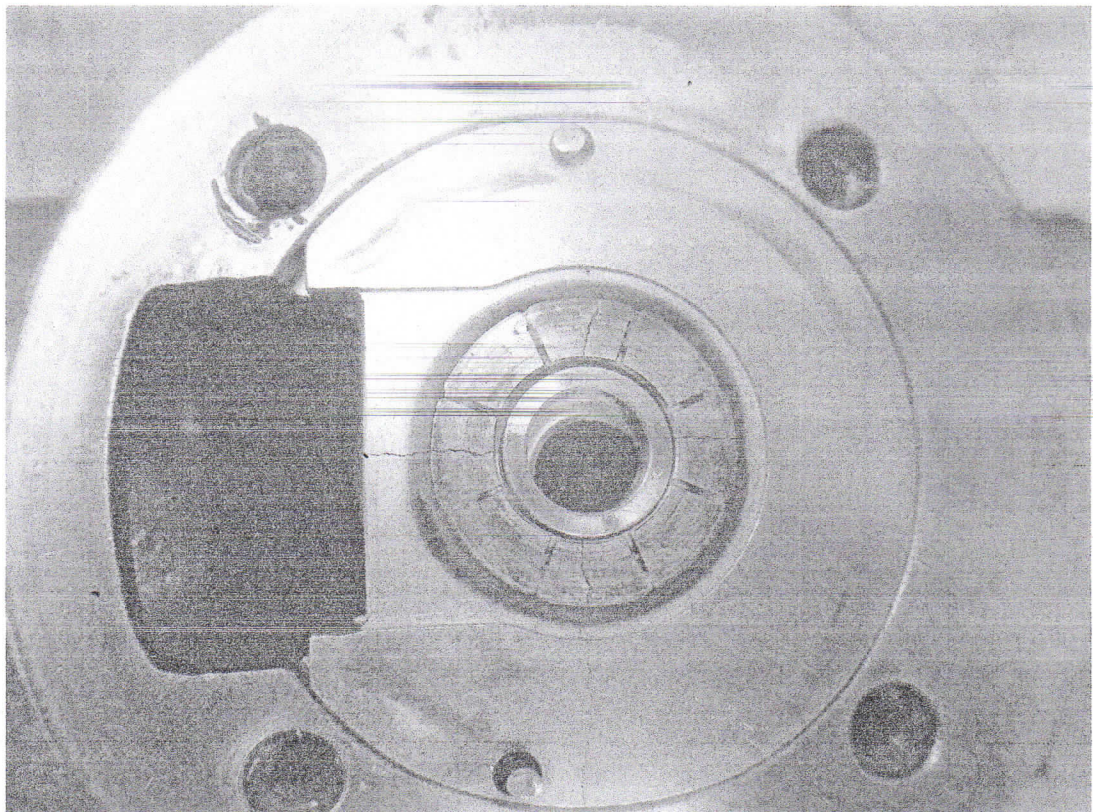


Рисунок А.13 – Задир упорного подшипника ротора

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. дубл.	Подп. и дата
9/1002	Степанов			
0003.1118.010 РЗ				
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
				Лист 26

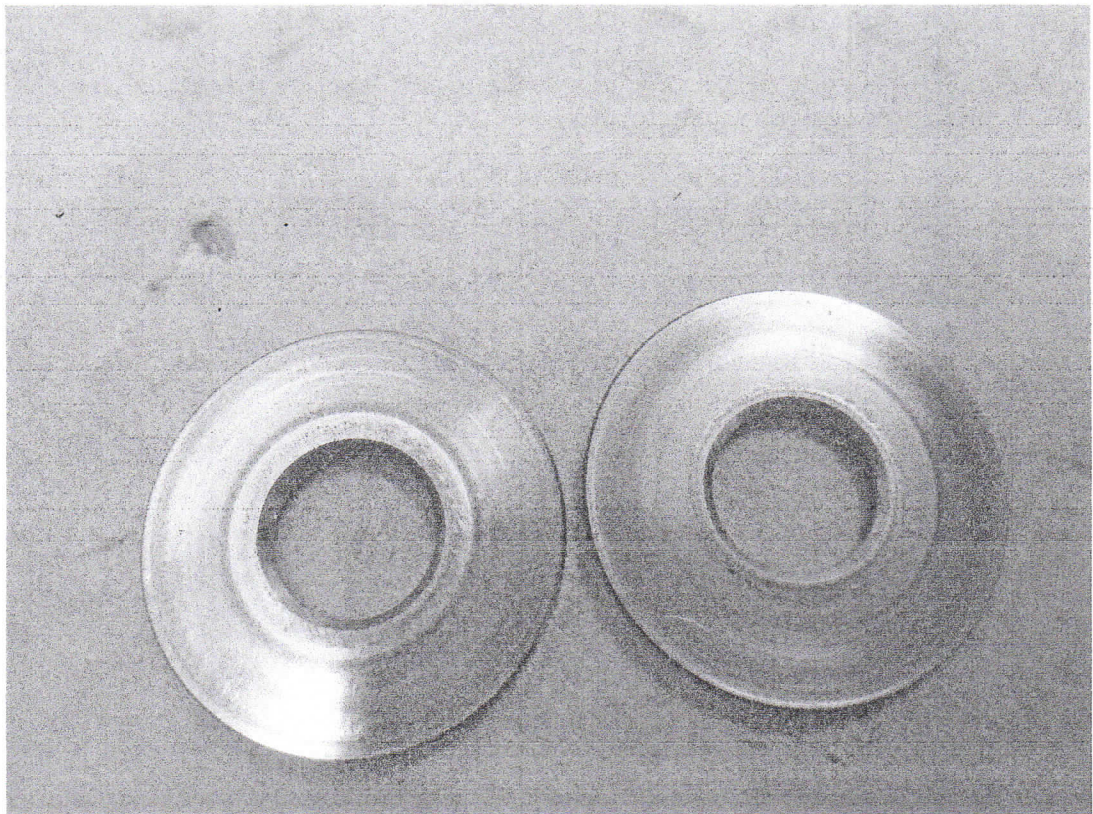


Рисунок А.14 – Перенос бронзы при задире упорного подшипника ротора

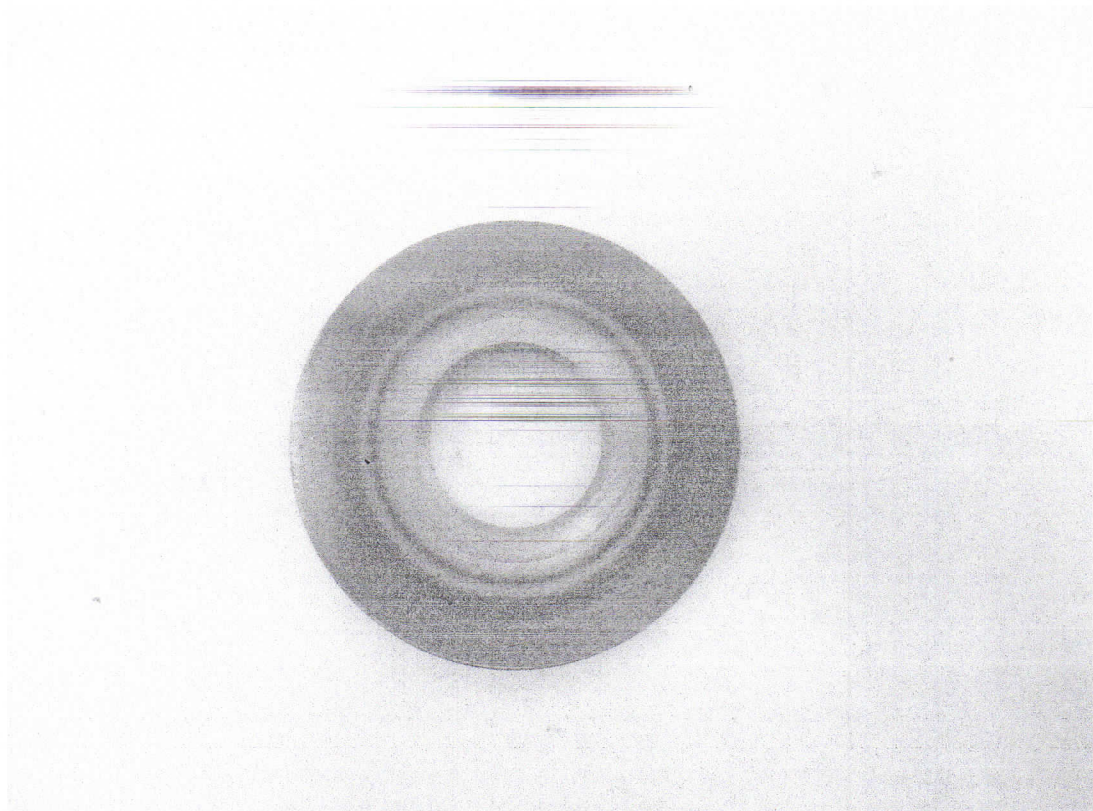


Рисунок А.15 – Признаки перегрева на задней поверхности упорных шайб при задире упорного подшипника ротора

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. №	Подп.	Подп. и дата
911092	20.05.2004				

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

0003.1118.010 РЭ

Лист

27

Копировал

Формат А4

А.4 Усталостные повреждения подшипников в ТКР

Усталостные повреждения не являются распространёнными в подшипниках ротора турбокомпрессоров.

В радиальных подшипниках в практике НПО «Турботехника» этот вид повреждений не отмечен, т. к. усталостное разрушение – это процесс, развивающийся постепенно. При высоких частотах вращения ротора скорость развития абразивного износа или задира выше скорости развития усталостных процессов.

В упорном подшипнике отмечены усталостные разрушения – см. рис. А.16. Видно выкрашивание металла на рабочей поверхности. Причина – высокие удельные нагрузки. Ротор при работе ТКР, в зависимости от режима его работы, периодически перекладывается в осевом направлении либо в сторону турбины, либо в сторону компрессора. Это сопровождается ударными нагрузками на упорный подшипник. Однако интенсивность этих нагрузок зависит от величины зазора в подшипнике. Поэтому усталостному разрушению должен предшествовать износ рабочих поверхностей, вызванный теми или иными причинами. Т. е. само усталостное повреждение упорного подшипника является следствием другого недопустимого повреждения, вызвавшего износ и увеличение зазора в упорном подшипнике.

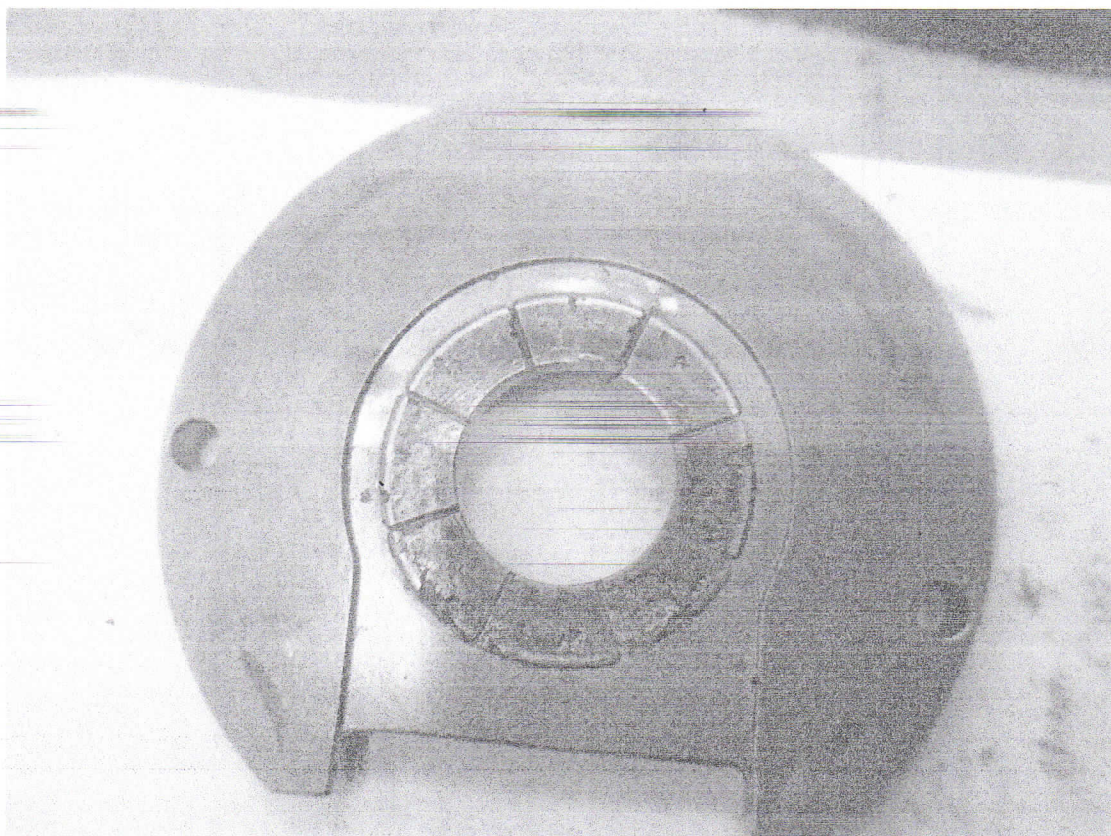


Рисунок А.16 – Усталостное разрушение упорного подшипника

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд.	дubl.	Подп. и дата
9/1092	9/1092				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	

0003.1118.010 РЗ

Лист 28

Копировал

Формат А4

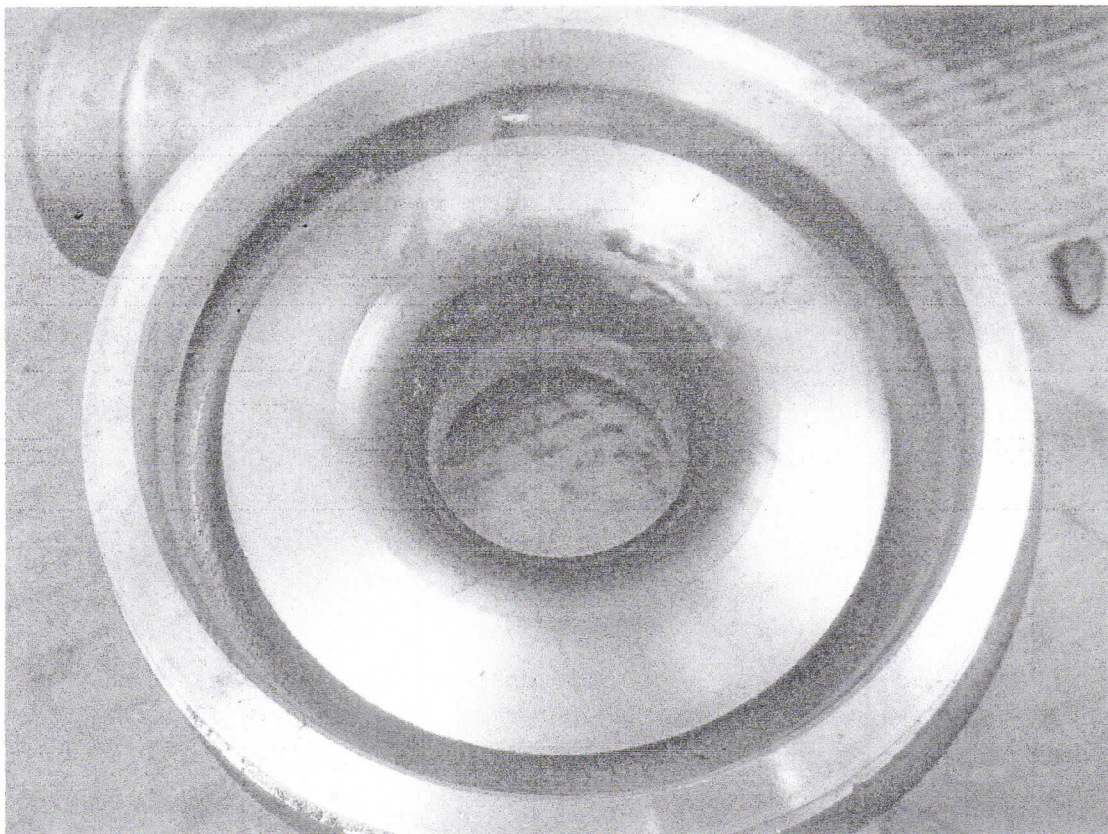


Рисунок А.17 – Посторонний предмет в компрессоре ТКР



Рисунок А.18 – Посторонний предмет в компрессоре ТКР

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. дубл.	Подп. и дата
91092	Формат А4			

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

0003.1118.010 РЗ

Лист
30

Копировал

Формат А4

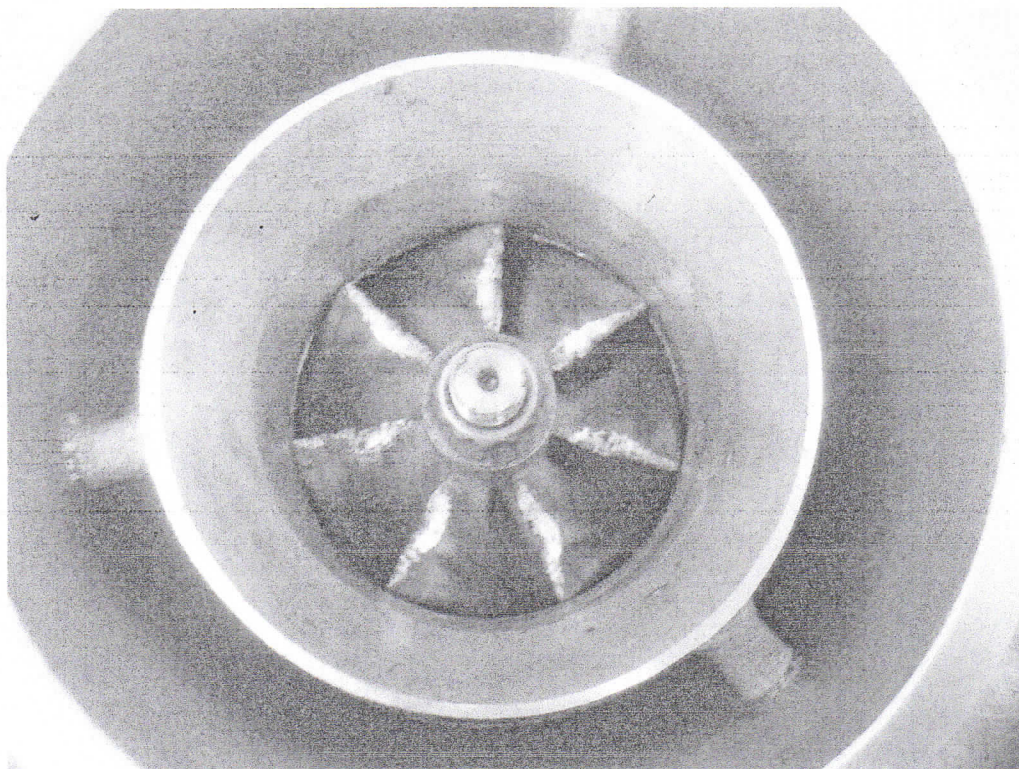


Рисунок А.19 – Повреждение входных кромок колеса компрессора при попадании постороннего предмета

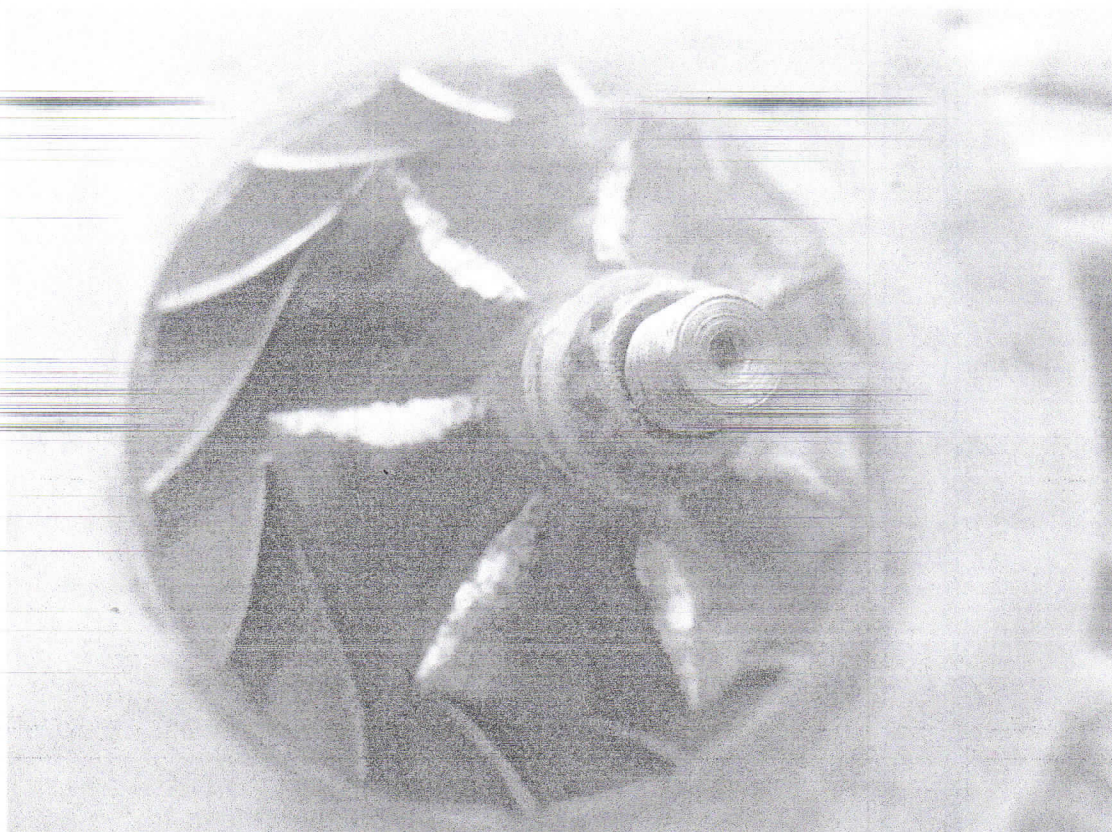


Рисунок А.20 – Повреждение входных кромок колеса компрессора при попадании постороннего предмета

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № докл.	Подп. и дата
91092	9/10/92			

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

0003.1118.010 РЭ

Лист
31

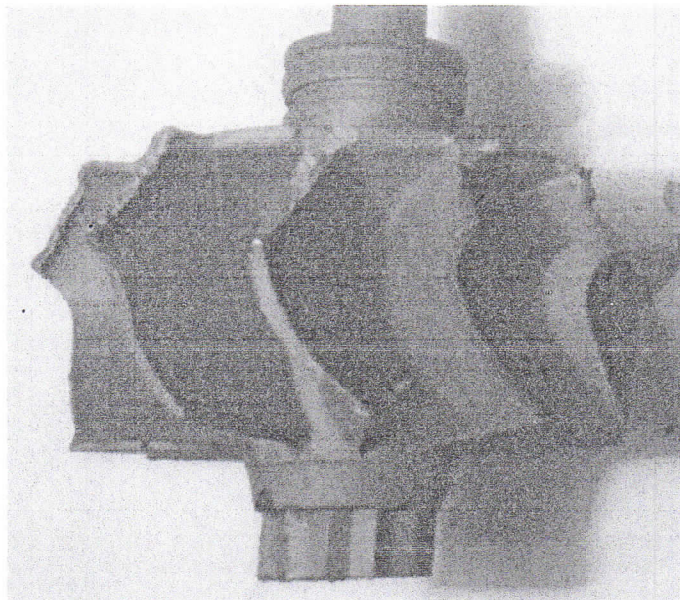


Рисунок А.21 – Повреждение входных кромок колеса турбины при попадании постороннего предмета

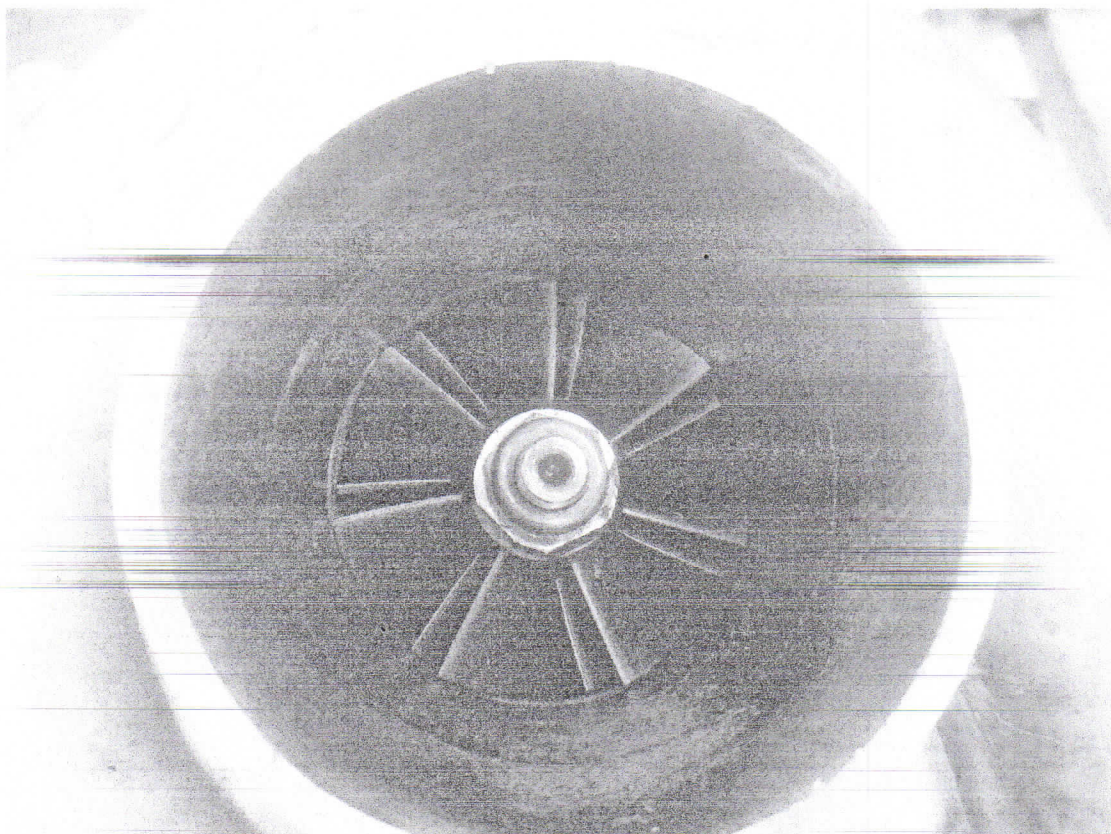


Рисунок А.22 – Масло на входе в компрессор

Инв. № подл.	Подп. и дата	Инв.	Подп. и дата
91/1092	20.01.2002	Взам. инв. №	Инв.
Изм	Лист	№ докум.	Подп.
			Дата

0003.1118.010 РЗ

Лист
32

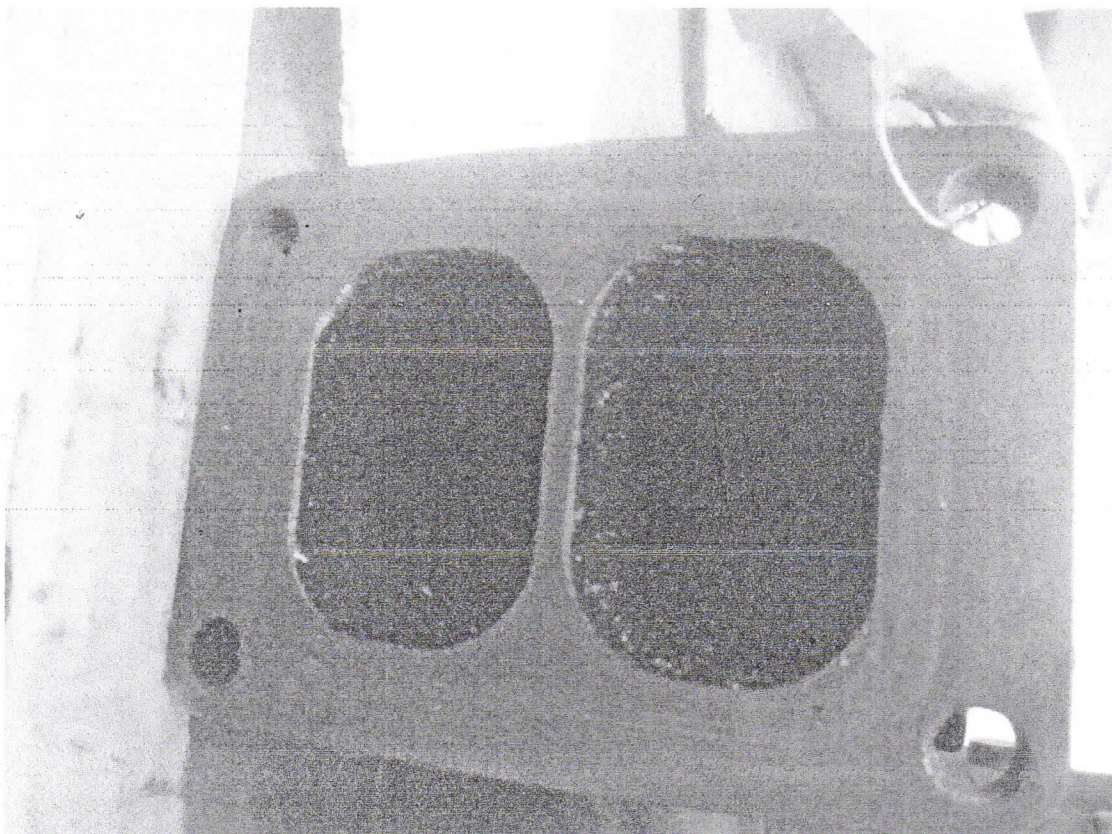


Рисунок А.23 – Масло на входе в турбину

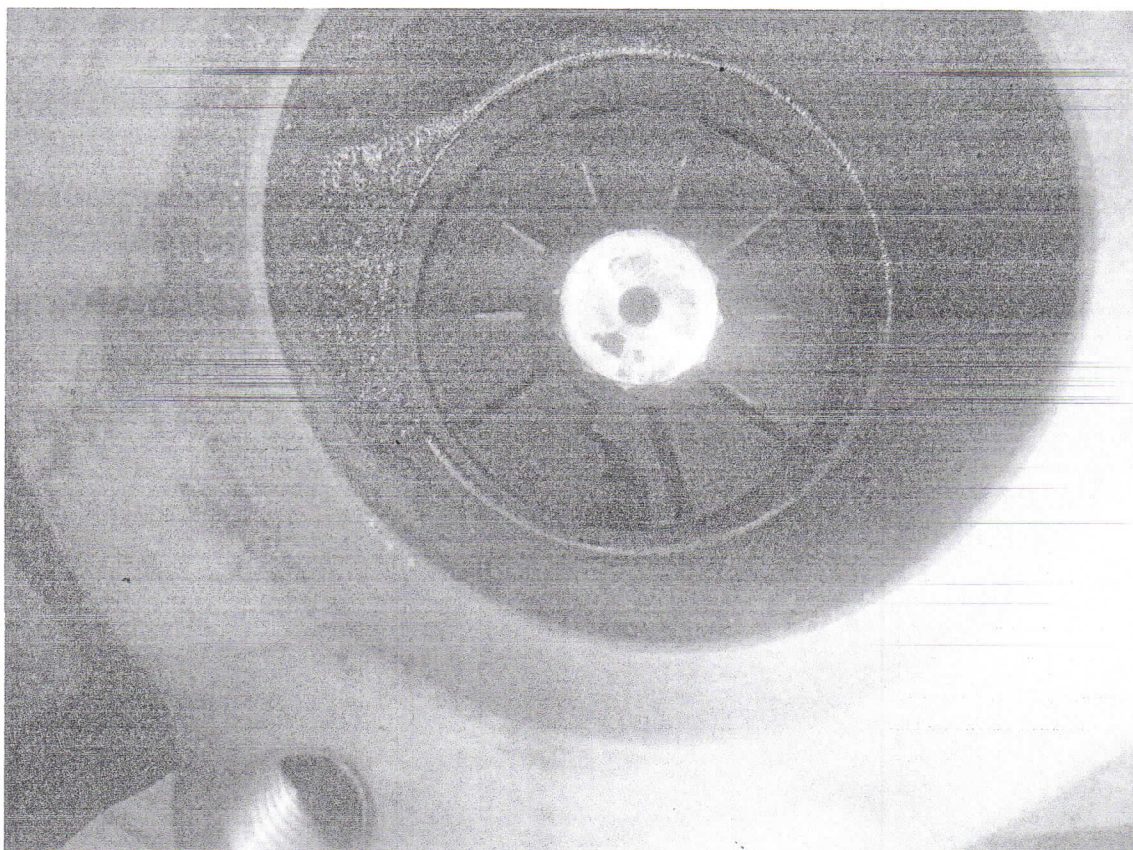


Рисунок А.24 – Обрыв лопатки рабочего колеса турбины при вибрационном разрушении

И-нв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	И-нв. д-л	Подп. и дата
911092	И.И.И.И.			

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

0003.1118.010 РЭ

Лист

33

Копировал

Формат А4

Приложение Б

Диагностика неисправностей двигателя и системы наддува

• 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 с руководством по эксплуатации двигателя должны проводиться своевременно и в полном объёме в соответствии с требованиями к 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																				
СПОСОБ УСТРАНЕНИЯ																				
ПРИЧИНА																				
Падение мощности двигателя	Чёрный дым на выпуске	Голубой дым на выпуске	Повышенный расход масла	Повышенный шум при работе турбокомпрессора	Масло в корпусе компрессора	Масло в корпусе турбины	Рабочие колёса ТКР задевают за корпуса	Засорен воздушный фильтр.	Нарушены регулировки топливной аппаратуры, дефект или отказ её элементов.	Нарушены регулировки механизма газораспределения. Дефект или отказ деталей ГРМ.	Негерметичность (утечки) в воздуховоде за компрессором и во впускном коллекторе.	Негерметичность (утечки) в выпускном коллекторе и в соединении выпускного коллектора с турбиной.	Негерметичность (утечка газа) в выпускном трубопроводе за турбиной.	Затруднён 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.	Износ или задиры деталей цилиндропоршневой группы.	Высокое давление в картерной полости двигателя из-за износа или задиры деталей ЦПГ.	Износ или задиры деталей подшипников ротора ТКР из-за наличия абразива в моторном масле, масляного голодания, нарушения условий эксплуатации ТКР.	Механические повреждения турбокомпрессора (удары, деформации деталей), самостоятельная разборка, неправильная транспортировка и хранение.	Другие причины отказа турбокомпрессора кроме указанных.	
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒
☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒	☒		

Лист регистрации изменений

[illegible]

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. .. дубл.	Подп. и дата
9/1092	Григорьев			

0003.1118.010 P3

Auctm

35

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

Копировал

Формат А4