

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

I издание

Разработано экспертами Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 17-19 июня 2008 г., г. Свиноустье, Республика Польша

Утверждено совещанием Комиссии ОСЖД по инфраструктуре и подвижному составу 3-6 ноября 2008 г., Комитет ОСЖД, г. Варшава

Дата вступления в силу: 6 ноября 2008 г.

**Р
651/1**

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ, ОБСЛУЖИВАНИЮ И РЕМОНТУ
ТУРБОКОМПРЕССОРОВ ТИПА PDH50**

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Общие положения.....	3
2. Указания мер безопасности.....	4
3. Конструктивные особенности турбокомпрессора.....	4
4. Периодичность и содержание работ при техническом обслуживании и ремонте.....	8
5. Порядок проведения технического обслуживания и ремонта.....	9
6. Требования к ремонту.....	11
7. Ремонт узлов и деталей турбокомпрессора.....	15
8. Динамическая балансировка ротора.....	22
9. Сборка турбокомпрессора.....	23
10. Испытания.....	26
Приложения:	
Приложение А. Нормы допускаемых размеров и зазоров при ремонте турбокомпрессора PDH50.....	27
Приложение Б1. Комплект специального инструмента и приспособлений, применяемый при ремонте турбокомпрессора.....	29
Приложение Б2. Перечень оборудования и приспособлений, применяемых при капитальном ремонте турбокомпрессора.....	30
Приложение В. Метрологическое обеспечение.....	31

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие Рекомендации по эксплуатации, обслуживанию и ремонту (далее – Рекомендации) распространяется на турбокомпрессоры PDH50 V и PDH50 ZV-D, разработанные и изготавливаемые заводом Velka-Bites (Прага, Чехия), и предназначенные для наддува дизелей K6S310DR и 10D100, устанавливаемых на тепловозах ЧМЭЗ и 2ТЭ10 соответственно.

Рекомендации разработаны на основе оригинальной конструкторской документации, предписаний и руководств изготовителя турбокомпрессоров, обобщения практического опыта, накопленного в локомотивных депо и на ремонтных заводах, определяют порядок и объемы обязательных работ при техническом обслуживании и ремонте турбокомпрессоров, необходимость замены и способы восстановления деталей, порядок контроля, допускаемые и предельные размеры деталей и сборочных единиц, браковочные признаки, дают указания о правильном применении при этом технологических приемов, инструмента, приспособлений и оборудования.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Отличительными особенностями турбокомпрессоров PDH50 V и PDH50 ZV-D являются газодинамические характеристики компрессора и турбины, которые зависят от формы и размеров проточных частей и являются определяющими при согласовании характеристик турбокомпрессора с характеристиками дизеля.

Применяемость и основные технические характеристики турбокомпрессоров PDH50 V и PDH50 ZV-D приведены в табл. 1.1.

В процессе длительной эксплуатации турбокомпрессора может иметь место загрязнение проточных частей компрессора и турбины частицами, взвешенными во всасываемом воздухе и нагаром, загрязнение дренажных каналов и отверстий, увеличение зазоров в уплотнениях и подшипниках вследствие износа, повреждение лопаток колеса компрессора, диффузора, соплового венца и колеса турбины посторонними предметами, занесенными потоками воздуха и газа.

Таблица 1.1.

№ п/п	Наименование параметра	Модификация турбокомпрессора	
		PDH50 V	PDH50 ZV-D
1.	Характеристики дизеля		
	- мощность, кВт	993	2208
	- частота вращения коленчатого вала, min/max, с ⁻¹	350/750	270/850
	- расход воздуха, кг/с	1,88	6,0
	- давление сгорания, кгс/см ²	75	105
2.	Количество PDH на дизель	1	2
3.	Характеристики турбокомпрессора		
	- частота вращения, с ⁻¹	15000	17800
	- степень повышения давления	1,5	1,8
	- вес, кг	630	650

Поддержание турбокомпрессора в технически исправном и работоспособном состоянии обеспечивается за счет проведения обязательных работ в соответствующие межремонтные периоды эксплуатации.

При обслуживании и ремонте турбокомпрессоров рекомендуется использовать нормативную и техническую документации, определяющие требования к технике безопасности, производственной санитарии, магнитному контролю и восстановлению деталей, техническому обслуживанию и ремонту тепловозов соответствующих серий.

2. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

2.1. Разборку, дефектацию, ремонт и сборку турбокомпрессоров производить с обязательным соблюдением общих требований безопасности, установленных отраслевыми и государственными стандартами.

2.2. Все операции по разборке, ремонту, сборке турбокомпрессора производить с применением исправных соответствующих специальных приспособлений, инструмента и оборудования.

2.3. После разборки турбокомпрессора, перед дефектацией и ремонтом, все детали и узлы тщательно промыть в моечной машине.

2.4. Обмытые поверхности деталей и узлов должны быть сухими и не иметь остатков токсичных моющих средств.

2.5. При проверке турбокомпрессора на дизеле не допускается устранение мелких неисправностей (например, устранение течей путем подтяжки болтов, гаек, штуцеров) на работающем турбокомпрессоре.

2.6. При проверке работающего турбокомпрессора во время реостатных испытаний (частота вращения ротора и др.) должны строго выполняться Правила техники безопасности при производстве реостатных испытаний.

3. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ТУРБОКОМПРЕССОРА

Турбокомпрессор PDH50 представляет собой сочетание радиального компрессора и осевой турбины, смонтированных на общем валу и приводимых во вращение энергией выхлопных газов дизеля.

Конструктивное исполнение турбокомпрессоров типоразмера PDH50 одинаково для модификаций V и ZV-D.

Продольные разрезы турбокомпрессоров PDH50 V и PDH50 ZV-D приведены на рис. 3.1. – 3.2. По конструктивной схеме турбокомпрессоры PDH50 выполнены с расположением опор по концам ротора, а рабочих колес компрессора и турбины – в средней части.

Основными частями турбокомпрессора PDH50 являются (рис. 3.1.):

- остов, состоящий из газоприемного корпуса 1, выпускного 2 и корпуса компрессора 3;
- ротор 4, представляющий собой жесткий вал с расположенными на нем колесом турбины 5 и колесом компрессора 6;
- сопловой аппарат 7, состоящий из соплового венца и кожуха соплового аппарата;
- теплоизоляционный кожух 8;
- диффузор 9;
- подшипниковые опоры 10, 11.

Отличительные особенности и параметры основных деталей и узлов турбокомпрессоров PDH50 различных модификаций приведены в табл. 3.1.

**Конструктивное исполнение и геометрические размеры
основных деталей и узлов турбокомпрессоров серии PDH50**

№ "/п	Наименование параметра	Модификация турбокомпрессора	
		PDH50 V	PDH50 ZVD
1	2	3	4
	Серия дизелей	K6S310DR	10Д100
1.	Колесо компрессора: – тип колеса – конструкция колеса – диаметр колеса на входе, мм – диаметр колеса наружный, мм – диаметр посадки колеса на ротор, мм – длина колеса, мм – количество лопаток, шт.	радиальное составное 102,5 350 ^{-0,1} 65 ^{+0,03} 97,5 22	радиальное составное 102,5 350 ^{-0,1} 65 ^{+0,03} 97,5 22
2.	Колесо турбины: – тип колеса – диаметр колеса наружный, мм – диаметр колеса внутренний, мм – количество лопаток, шт. – крепление лопаток к диску	аксиальное 348 ^{-0,35} 244 ^{-0,05} 45 елочный замок	аксиальное 348 ^{-0,35} 244 ^{-0,05} 45 елочный замок
3.	Диффузор: – тип колеса – число лопаток, шт. – высота лопатки, мм.	лопаточный, однорядный 21 20 ^{+0,1}	лопаточный, однорядный 21 20 ^{+0,1}
4.	Сопловой аппарат: – количество лопаток, шт. – суммарная выходная площадь, см ²	однорядный 30 147±0,2	однорядный 30 114±0,2
5.	Наружный диаметр по гребешкам лабиринтов ротора со стороны турбины, мм:	100,4	100,4
6.	Диаметр цапфы ротора под подшипниковую опору, мм	30	30
7.	Подшипниковый узел со стороны турбины: – кол-во подшипников – тип подшипника – кол-во радиальных пластин	1 6308MAP43S00 11	1 6308TPFK118 11
8.	Подшипниковый узел со стороны компрессора: – кол-во подшипников – тип подшипника – кол-во радиальных пластин – кол-во торцевых пластин	2 7308CEMAP4S00 11 28	2 7308TPFK118 11 28

Газоприемный и выхлопной корпуса представляют собой водоохлаждаемые двустенные отливки из чугуна, а корпус компрессора – одностенную отливку из алюминиевого сплава. Корпуса соединены между собой круглыми фланцами, соосность их обеспечивается центровкой по посадочным буртам. Относительно друг друга корпуса могут быть взаимно повернуты в вертикальной плоскости на угол 30° . В расточках корпуса компрессора и газоприемного корпуса расположены подшипниковые опоры 11 и 10, полости которых закрыты крышками 32 и 35. Внутри полостей заливается масло для смазки подшипников качения до уровня, указанного в маслоуказательных стеклах 23 и 30, установленных в крышках 25 и 32. Смазка подшипников качения осуществляется разбрызгиванием посредством маслоразбрызгивающих дисков 22 и 29 у турбокомпрессоров PDH50 V или при помощи центробежной смазочной системы у турбокомпрессоров PDH50 ZV-D (рис. 3.2.).

Диск турбины и полувалы ротора изготовлены из специальной стали и соединены между собой горячей посадкой и сваркой.

Лопатки колеса турбины изготовлены из специальных жаропрочных сталей, соединены с диском турбины с помощью «елочных замков» и зафиксированы в осевом направлении замочными пластинами, что позволяет заменять отдельные лопатки в случае их повреждения.

Рабочее колесо компрессора 6 состоит из двух частей:

- вращающегося направляющего аппарата (ВНА), изготовленного из специальной стали;
- колеса с радиальными лопатками, изготовленного из алюминиевого сплава.

Колесо компрессора устанавливается и закрепляется на валу ротора одной шпонкой у турбокомпрессора PDH50 V и двумя шпонками у турбокомпрессора PDH50 ZV-D, от осевого смещения вместе с ВНА фиксируется упорным кольцом, запрессованном в горячем состоянии.

Вал ротора по концам установлен в подшипниковых опорах.

Подшипниковая опора, расположенная со стороны компрессора, является опорно-упорной, воспринимает как радиальную нагрузку от веса ротора и воздействия центробежных сил (возникающих во время работы от дисбаланса ротора), так и осевую нагрузку от динамического воздействия на ротор воздуха и выпускных газов. Подшипниковая опора компрессора (рис. 3.3.) состоит из: маслоподающего диска 1, корпуса 4, крышки 7, набора (пакета) упругих перфорированных разрезных радиальных пластин 6, двух комплектов кольцевых пластин 5 и подшипникового узла, в свою очередь состоящего из внутренней втулки 3, с напрессованными на нее двумя радиально-упорными шариковыми подшипниками 8 и наружных втулок 9, напрессованных на наружные кольца подшипников. Выступы наружных втулок 9, заходя в соответствующие пазы корпуса 4 и крышки 7, фиксируют наружные кольца подшипников от проворачивания во время вращения ротора.

Подшипниковая опора, расположенная со стороны турбины, воспринимает только радиальную нагрузку и является опорной. Опора (рис. 3.4.) состоит из: маслоподающего диска 1 корпуса 4, пакета упругих перфорированных разрезных радиальных пластин 6 и подшипникового узла, в свою очередь состоящего из внутренней втулки 3, с напрессованным на нее одним радиальным шариковым подшипником 8, и наружной втулки 9, напрессованной на наружное кольцо подшипника. Выступы наружной втулки 9, заходя в соответствующие пазы корпуса 4, фиксируют наружное кольцо подшипника от проворачивания во время вращения ротора, не препятствуя осевому перемещению подшипникового узла в корпусе опоры вследствие тепловых деформаций вала ротора в процессе работы.

Принципиальным отличием подшипниковых опор турбокомпрессора PDH50 ZV-D является дополнительное наличие маслозаборного кронштейна (рис. 3.5., 3.6.).

Пакеты радиальных пластин 6 (рис. 3.3.–3.6.) и комплекты кольцевых пластин 5 (рис. 3.3., 3.5.) предназначены для демпфирования радиальных и осевых колебаний ротора во время работы (демпфирование осуществляется за счет гашения энергии колебаний на трение между пластинами и выдавливание смазочного масла между ними), а так же вывода критических частот колебаний ротора за диапазон его рабочих частот. Толщина пластин в пакете уменьшается от наружной пластины к внутренней, вследствие чего напряжение изгиба при деформации пакета получается одинаковым во всех пластинах.

От внутренних полостей турбины полость опорного подшипника отделяют лабиринтные уплотнения, которые состоят из упругих пластинчатых гребешков, завальцованных на валу ротора. Со стороны компрессора полость опорно-упорного подшипника отделена лабиринтными втулками, которые закреплены в корпусе компрессора при помощи чеканки.

Уплотнение со стороны компрессора препятствует уносу масла из полости опорно-упорного подшипника в компрессор. Для компенсации разрежения, возникающего на входе в колесо компрессора, в корпусе компрессора и лабиринтной втулке имеется уравнивательный канал, соединенный с атмосферой, для выравнивания давления в уплотнении и предотвращения уноса масла из полости опорно-упорного подшипника.

Уплотнение со стороны турбины препятствует прорыву горячих газов из турбины в полость подшипника и предотвращает попадание масла из полости подшипника в турбину. Для противодействия перетеканию горячих газов из турбины в сторону подшипника в промежуток между двумя группами гребешков подводится воздух из компрессорной ступени по сверлениям в газоприемном и выпускном корпусах.

Воздух и прорвавшийся газ удаляются из полости, расположенной между лабиринтными уплотнениями, через дренажный канал в газоприемном корпусе в атмосферу.

Сопловой аппарат является элементом проточной части турбины и состоит из соплового венца 7 (рис. 3.1.), несущего неподвижные лопатки, и охватывающего его кожуха 12. Горячие газы, проходя неподвижные направляющие лопатки соплового аппарата и приобретая высокую скорость и нужное направление, попадают на лопатки колеса турбины. Сопловой венец турбокомпрессора PDH50 ZV-D состоит из чугунного обода и направляющих лопаток, изготовленных из жароупорной стали и залитых в обод. У турбокомпрессора PDH50 V сопловой аппарат имеет два обода – наружный и внутренний, между которыми располагаются лопатки.

Диффузор 9 является элементом проточной части компрессора и представляет собой диск с лопатками, образующими решетку. При прохождении воздуха по расширяющимся каналам между лопатками диффузора кинетическая энергия воздуха (скорость) преобразуется в давление.

Теплоизоляционный кожух защищает вал ротора от теплового излучения горячих газов и изолирует полости компрессора от горячих полостей турбины. Он состоит из кожуха с экраном 8 и фланца, соединенных болтами с лабиринтом 18 (рис. 3.1.).

С внутренней стороны между теплоизоляционным кожухом и валом ротора по всей длине до рабочего колеса турбины образовано кольцевое пространство, по которому движется сжатый воздух, просочившийся через уплотнения нагнетателя, и охлаждающий в значительной степени среднюю часть вала ротора турбокомпрессора.

4. ПЕРИОДИЧНОСТЬ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ И РЕМОНТЕ

Средние нормы периодичности технического обслуживания и ремонта тепловозов ЧМЭЗ и ТЭ10 с дизель-генераторами К6S310DR и 10Д100 приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Вид ТО и ТР	Серия тепловоза	
	ЧМЭЗ	ТЭ10
ТО-2	не более 120 часов	72 часа
ТО-3	40 суток	10 тыс. км
ТР-1	9 месяцев	50 тыс. км
ТР-2	18 месяцев	150 тыс. км
ТР-3	36 месяцев	300 тыс. км
КР-1 (СР)	6 лет	600 тыс. км
КР-2 (КР)	12 лет	1200 тыс. км

Содержание работ по каждому виду технического обслуживания и ремонта турбокомпрессоров приведено в табл. 4.2.

Таблица 4.2

№ п/п	Наименование работ	Виды технических обслуживаний и ремонтов						
		ТО-2	ТО-3	ТР-1	ТР-2	ТР-3	КР-1 (СР)	КР-2 (КР)
1.	Проверить уровень масла в подшипниковых полостях. При необходимости долить до отметки на маслоуказателе на остановленном дизеле	+	+					
2.	Проверить надежность крепления турбокомпрессора к кронштейну дизеля	+	+					
3.	Проверить герметичность подсоединения всех систем к турбокомпрессору, отсутствие течи воды в трубопроводах и через стыки корпусов	+	+					
4.	Заменить масло в подшипниковых полостях			+	+	+	+	+
5.	Турбокомпрессоры демонтировать с дизеля, разобрать, очистить, собрать и установить на дизель				+			
6.	Турбокомпрессоры демонтировать с дизеля, разобрать, очистить, отремонтировать, собрать и				+	+	+	+

установить на дизель								
----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--

Технические обслуживания ТО-2 и ТО-3 являются периодическими и предназначены для контроля технического состояния узлов и систем локомотивов в целях предупреждения отказов в эксплуатации. При проведении технических обслуживаний в объеме ТО-2 и ТО-3, и ремонта в объеме ТР-1 демонтаж турбокомпрессора с дизеля не производится.

Текущие и капитальные ремонты предназначены для восстановления основных характеристик и работоспособности турбокомпрессора в соответствующие межремонтные периоды эксплуатации тепловоза путем ревизии, ремонта или замены отдельных деталей и узлов, регулировки и испытания.

5. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА

5.1. Объем работ, выполняемых при ТО-2

5.1.1. На остановленном дизеле проверить уровень масла в подшипниковых полостях по маслоуказателям. При необходимости долить масло до отметки на маслоуказателе.

5.1.2. На работающем дизеле проверить ритмичность работы турбокомпрессора, отсутствие посторонних шумов и стуков, задевания колес компрессора и турбины о неподвижные детали турбокомпрессора.

5.1.3. Проверить и при необходимости устранить неплотности и утечки в соединениях водяной, воздушной и выпускной систем турбокомпрессора, подтянуть крепление турбокомпрессора к кронштейну дизеля, проверить плотность пробок на крышках подшипниковых полостей.

5.2. Объем работ, выполняемых при ТО-3

Выполнить все работы в объеме ТО-2, кроме того на остановленном дизеле:

5.2.1. Вывернуть регулировочный болт 17 из газоприемного корпуса 1 (рис. 3.2), очистить дросселирующие отверстия в них, продуть сжатым воздухом канал в газовыхлопном и газоприемном корпусах, предназначенный для прохода воздуха в уплотнение.

5.2.2. Проверить и при необходимости устранить неплотности в соединениях на подводе и отводе охлаждающей воды, в соединениях турбокомпрессора с выпускным и наддувочным коллекторами, подтянуть крепление турбокомпрессора к кронштейну дизеля.

5.2.3. Проверить отсутствие пропуска масла из подшипниковых полостей.

5.2.4. О выполненных работах и измерениях произвести запись в книге записи ремонтов локомотива.

5.3. Объем работ, выполняемых при ТР-1

Выполнить все работы в объеме ТО-3, кроме того на остановившемся дизеле:

5.3.1. Проверить и при необходимости устранить неплотности в соединениях на подводе и отводе охлаждающей воды, в соединениях турбокомпрессоров с выпускным и наддувочным коллекторами, подтянуть крепление турбокомпрессора к кронштейну дизеля.

5.3.2. Сменить масло в масляных полостях – 2,5 л со стороны подшипникового узла компрессора и 1,5 л – со стороны турбины.

5.3.3. Проверить отсутствие пропусков масла из подшипниковых полостей.

5.3.4. О выполненных работах и измерениях произвести запись в книге записи ремонтов локомотива.

5.4. Текущие ремонты ТР-2, ТР-3 и капитальный ремонт КР

5.4.1. Разобрать турбокомпрессор, очистить проточные части турбины и компрессора, а также уплотнения от загрязнения и нагара. Промыть детали дизельным топливом и просушить сжатым воздухом или чистой ветошью.

5.4.2. Произвести проверку технического состояния узлов и деталей согласно табл. 5.1.

5.4.3. Собрать турбокомпрессор и установить их на дизель.

5.4.4. О выполненных работах, замене деталей и результатах измерений произвести запись в журнале ремонта и формуляре турбокомпрессора.

Турбокомпрессор отремонтировать в соответствии с требованиями настоящих Рекомендаций.

Таблица 5.1

№ п/п	Что проверяется, Методика проверки	Технические требования
1.	Каналы для подвода воздуха к уплотнениям. Проверить визуально.	Наличие масла, топлива, воды и отложения сажи, грязи не допускаются. При необходимости каналы очистить и продуть сжатым воздухом.
2.	Полости водяных рубашек газоприемного и выпускного корпусов. Проверить визуально, вскрыв лючки на входе и выходе воды.	Отложения накипи на стенках водяных полостей не допускаются. При обнаружении накипи удалить ее слабым раствором соляной кислоты с последующей промывкой водой (либо использовать методику очистки, описанную в настоящих Рекомендациях).
3.	Поверхности, омываемые газами и воздухом.	Нагар и другие отложения не допускаются.
4.	Лопатки турбины и колеса компрессора. Проверить каждую лопатку визуально и капиллярным методом неразрушающего контроля.	При обнаружении повреждений действовать согласно указаниям настоящих Рекомендаций. Трещины не допускаются.

№ п/п	Что проверяется, Методика проверки	Технические требования
5.	Зазоры в лабиринтных уплотнениях. Проверить щупом, а также визуально убедиться в отсутствии следов интенсивного износа.	Зазоры должны находиться в пределах, указанных в Приложении А. При увеличении зазоров и обнаружении следов интенсивного износа лабиринтных уплотнений, вал ротора отремонтировать.
6.	Поверхности цапф вала ротора. Проверить визуально и магнитопорошковым и капиллярным методами неразрушающего контроля.	Цапфы вала ротора должны иметь ровную матовую поверхность. Допускаются отдельные мелкие риски. Местные натирки, глубокие риски и выбоины на цапфах не допускаются.
7.	Подшипниковые опоры.	Отремонтировать согласно указаний настоящих Рекомендаций
8.	Лопатки соплового венца. Проверить визуально каждую лопатку.	Видимые деформации лопаток не допускаются. Мелкие забоины зачистить со скруглением острых кромок, нагар удалить. Трещины не допускаются.
9.	Кожух соплового аппарата. Проверить визуально.	Трещины не допускаются.

6. ТРЕБОВАНИЯ К РЕМОНТУ

6.1. Требования к деталям и узлам

6.1.1. Допускаемые износы деталей турбокомпрессора при выпуске из текущего и капитального ремонта регламентируются соответствующими нормами допускаемых зазоров в собранном турбокомпрессоре, величины которых и браковочные размеры приведены в Приложении А.

6.1.2. Чистота поверхностей и точность обработки деталей, устанавливаемых при сборке, должны отвечать требованиям чертежей.

6.1.3. Заусенцы на деталях должны быть удалены, острые кромки притуплены, за исключением специально оговоренных случаев.

6.1.4. Детали с резьбой, имеющие сорванную или забитую резьбу в количестве более двух ниток, подлежат замене или восстановлению с использованием наплавки и нарезания резьбы вновь. В отдельных, специально оговоренных случаях, допускается в корпусных деталях переход на следующий (большой) размер резьбы с соответствующим изменением резьбы сопрягаемых крепежных деталей.

6.1.5. Длина части болтов и шпилек, выступающей из гаек, должна быть в пределах от одной до трех ниток резьбы.

6.1.6. Для правильной сборки узлов и сохранения балансировки вращающихся деталей, сборку узлов производить по маркировкам и меркам, поставленным при разборке.

6.1.7. Все детали, поступающие на сборку, должны быть чистыми, не иметь задиров, забоин, следов коррозии и других дефектов. Смазочные каналы должны быть прочищены латунной проволокой и продуты сухим сжатым воздухом.

6.1.8. Для предотвращения самоотворачивания болтов и гаек, должны быть поставлены все, предусмотренные конструкцией турбокомпрессора, стопорные крепления.

6.2. Условия и оборудование, необходимые для ремонта

6.2.1. При проведении работ по демонтажу, разборке, ревизии, сборке, монтажу и испытаниям турбокомпрессоров использовать приспособления и специальный инструмент, указанный в Приложении Б, а также следующий стандартный инструмент:

- плоскогубцы;
- ключи гаечные: 12х13; 17х19; 22х24; 27х30;
- набор щупов;
- индикатор часового типа;
- отвертка с толщиной лезвия 2мм.

6.2.2. Оборудование и стенды, необходимые для ремонта:

- кантователь для турбокомпрессоров;
- сборочный стол (верстак) с гладким покрытием, исключающим повреждение деталей (фанера, пластмасса, алюминиевый лист);
- обмывочная камера и оборудование для мойки деталей и узлов турбокомпрессора;
- стеллаж (подставка) для роторов;
- тара для мелких и крепежных деталей;
- настиль (подставки) для складывания крупных деталей и узлов;
- грузоподъемные устройства необходимой мощности, грузоподъемностью не менее 1 т;
- оборудование для опрессовки корпусов турбокомпрессоров водой под давлением до 0,5 МПа;
- балансировочный станок МС-9716 или ДБ-50М;
- магнитный дефектоскоп МД-12ПШ или МД-12ПЭ;
- исправный стандартный и мерительный инструмент (Приложение В);
- обкаточный стенд;
- источник сжатого воздуха;
- покрасочная камера.

6.2.3. Соединения с плотной, тугой посадкой разбирать при помощи специальных приспособлений или с использованием выколоток из красной меди, алюминия или дерева.

6.2.4. При запрессовке деталей, соединяющихся с парной деталью с натягом, рекомендуется применять охлаждение запрессовываемой детали в жидком азоте и соответствующее для этих целей оборудование.

6.2.5. При дефектации ответственных деталей и узлов турбокомпрессора рекомендуется применять следующие виды неразрушающего контроля:

- магнитную дефектоскопию – при ремонте вала ротора;
- ультразвуковой – при ремонте колеса компрессора и подшипников качения;
- капиллярный метод: цветной или люминесцентный;
- гидравлические испытания;
- прибор для измерения твердости.

6.3. Требования к разборке турбокомпрессора

Перед установкой турбокомпрессора на кантователь, слить масло из масляных полостей подшипниковых опор компрессора и турбины.

Разборку турбокомпрессора производить в следующем порядке:

6.3.1. Установить турбокомпрессор на кантователе так, чтобы ось ротора заняла горизонтальное положение.

6.3.2. Снять крышку 32 (рис. 3.1.) масляной полости подшипниковой опоры компрессора.

6.3.3. Отвернуть четыре болта 16 крепления корпуса подшипниковой опоры 4 (рис. 3.3), предварительно отогнув стопорные шайбы 15.

6.3.4. Стопорной планкой, входящей в комплект приспособлений (Приложение Б1, поз. 7), произвести фиксацию ротора от вращения.

6.3.5. Торцевым ключом 13 для концевых гаек ротора (Приложение Б1, поз. 2) отвернуть контргайку 14 и гайку 13 (рис. 3.3.).

6.3.6. Операции, аналогичные указанным в п.п. 6.3.2, 6.3.3, 6.3.5, произвести с подшипниковой опорой турбины (рис. 3.4.), помня, что гайка 13 и контргайка 14 на хвостовике ротора с этой стороны имеют левую резьбу.

6.3.7. С помощью съемника (Приложение Б1, поз. 4) и защитной втулки, входящей в комплект приспособлений (Приложение Б1, поз. 8) последовательно снять маслоподающие диски и подшипниковые опоры со стороны компрессора и турбины.

6.3.8. Установить турбокомпрессор на кантователе корпусом компрессора вверх таким образом, чтобы ось ротора заняла вертикальное положение.

6.3.9. Отвернуть гайки крепления корпуса компрессора 1 к выпускному корпусу 2 (рис. 3.1.) и снять корпус компрессора с турбокомпрессора, перемещая его вдоль оси ротора без перекосов.

6.3.10. Отвернуть винты 2 крепления фланца (лабиринта) ротора к выпускному корпусу.

6.3.11. Навернуть на конец вала ротора рым-болт (Приложение Б1, поз. 3), извлечь ротор в сборе с фланцем (лабиринтом) и теплоизоляционным кожухом, не допуская деформации и повреждения гребешков лабиринтного уплотнения со стороны турбины.

6.3.12. Установить турбокомпрессор на кантователе газоприемным корпусом вверх.

6.3.13. Отвернуть гайки крепления газоприемного корпуса к выпускному и разъединить газоприемный и выпускной корпуса отжимными болтами.

6.3.14. Снять газоприемный корпус. Отвернуть болты крепления внутреннего диска соплового аппарата 7 и снять его вместе с наружным диском и лопатками.

6.3.15. После разборки турбокомпрессора все детали перед ремонтом и дефектовкой должны быть очищены, промыты и обдуть сжатым воздухом.

6.3.16. Мойку деталей рекомендуется производить комплектно во избежание обезличивания деталей. При ремонте турбокомпрессоров их детали разуконплектовывать не рекомендуется.

6.3.17. Разборку, дефектацию деталей турбокомпрессоров производить на специально оборудованном участке с помощью соответствующих приспособлений, инструмента и приборов, с соблюдением Правил техники безопасности.

6.4. Требования к дефектации узлов и деталей

6.4.1. По результатам производства необходимых замеров и дефектации, детали должны быть рассортированы на три группы:

А – окончательный брак, требующий замены деталей;

Б – годные без ремонта;

В – требующие ремонта.

6.4.2. Крепежные детали с поврежденной или вытянутой резьбой, поврежденными гранями головок подлежат замене на новые. Допускается исправление снятых или сорванных (не более двух ниток резьбы) крепежных деталей.

6.4.3. Кольца уплотнительные и прокладки заменить новыми независимо от состояния.

6.4.4. Стопорные шайбы, шплинты, замочные пластины и вязальную проволоку заменить новыми.

6.5. Очистка и мойка

6.5.1. Для очистки узлов и деталей турбокомпрессоров рекомендуется применять технические моющие средства (ТМС), выпускаемые промышленностью.

Расход ТМС определяют по нормам расхода соответственно каустической соды и керосина, приведенным в среднесетевых нормах расхода материалов на текущий ремонт локомотивов, и рекомендаций производителей ТМС.

6.5.2. Внутренние стенки охлаждающих полостей газоприемного и выпускного корпусов очищаются кислотными водными растворами следующего содержания:

- 3...5 % содержания в воде тринатрийфосфата (температура раствора 60...80 °С, продолжительность очистки 10...25 минут);

- 8...10 % содержания в воде ингибированной соляной кислоты и 0,04% уротропина (температура раствора 50...60°С, продолжительность очистки 10-25 мин).

Раствор залить в полости охлаждения корпусов, оставив открытым отверстия для выхода образующихся газов. Периодически обстукивать стенки корпусов с тем, чтобы накипь отпадала от стенок.

Очистку корпусов от накипи производить в помещении, где имеется вытяжная вентиляция, или на открытом воздухе. Находиться с открытым огнем у места, где производится очистка, запрещено.

После слива моющего раствора из полостей, необходимо произвести нейтрализацию остатков кислоты 5 % раствором соды.

6.5.3. Каналы для подвода воздуха к уплотнениям, расположенные в корпусе компрессора, газоприемном и выпускном корпусах прочистить и продуть сжатым воздухом.

6.5.4. Очистку размягченного нагара, оставшегося после мойки, производить жесткими волосяными щетками, а в местах плотно слежавшегося нагара – деревянными палочками.

6.5.5. Категорически запрещается применять для снятия нагара металлические инструменты, которые могут повредить поверхности деталей.

6.5.6. Мойку деталей каждого турбокомпрессора производить комплектно, во избежание их обезличивания и разукomплектования.

6.5.7. Для повышения эффективности и качества очистки деталей и узлов турбокомпрессора, рекомендуется использовать моечные агрегаты высокого давления.

7. РЕМОНТ УЗЛОВ И ДЕТАЛЕЙ ТУРБОКОМПРЕССОРА

7.1. Ротор

7.1.1. При осмотре ротора проверить состояние рабочих шеек вала, лопаток колеса турбины колеса компрессора и вращающегося направляющего аппарата, плотность их посадки на валу, состояние гребешковых уплотнений.

7.1.2. Вал ротора подвергнуть магнитной дефектоскопии.

При наличии хотя бы одной трещины в любом месте – ротор заменить.

После проверки на дефектоскопе вал размагнитить.

7.1.3. Проверить прямолинейность вала ротора по всей длине. Отклонение от прямолинейности не должно превышать 0,04 мм. Проверку прямолинейности производить индикатором часового типа ИЧ02 ГОСТ 10197-70 (Приложение Б1, поз. 1), на установленном в центрах вале ротора.

Измерение производить шаговым методом. Количество поясов измерений принимается в соответствии с постоянным шагом между измеряемыми поясами, равными $t = 0,1L \approx 97$ мм (где $L = 971$ мм – длина вала ротора).

7.1.4. Отклонение от прямолинейности вала более допустимых значений устранить термической правкой путем нагрева газовой горелкой выпуклой стороны вала до температуры 400...500°C с последующим остыванием на воздухе.

7.1.5. Проверить радиальное биение вала ротора относительно оси вращения в местах установки: гребешков (допуск на биение не более 0,05 мм), подшипников (допуск на биение не более 0,03 мм) и в средней части (допуск на биение не более 0,05 мм).

Биение вала более указанных величин устранить электролитическим наращиванием с последующей шлифовкой.

7.1.6. Осмотреть поверхности вала со стороны колеса турбины – $\varnothing 30js5$, $\varnothing 50h6$, $\varnothing 60h6$ и со стороны компрессора – $\varnothing 30js5$, $\varnothing 50h6$, $\varnothing 52h6$. Отдельные риски на шейках, указанных в п. 6.1.5, глубиной не более 0,1 мм заглаживать надфилем и заполировать шлифовальной шкуркой.

7.1.7. Мелкие повреждения шеек – риски глубиной более 0,1 мм, забоины и вмятины удалить обработкой личным напильником, наждачным или алмазным кругом, шабрением и т.п. с последующим хромированием.

7.1.8. Изношенные поверхности $\varnothing 70\text{н6}$ и $\varnothing 65\text{н6}$, если производился демонтаж с вала вращающегося направляющего аппарата и колеса компрессора, следует шлифовать до удаления износа, а затем осталить и хромировать с последующей механической обработкой до чертежного размера.

7.1.9. Допускается биение восстановленных поверхностей при проверке в центрах не более 0,02 мм.

7.1.10. При износе резьбы на концах вала ротора, повреждениях резьбы, или при наличии сорванных ниток, разрешается перейти на следующую (уменьшенную) градацию резьбы с соответствующей заменой гаек.

7.1.11. Погнутые гребешки отрихтовать. В случае излома, смятия гребешков, увеличения радиальных зазоров между гребешками и корпусом более номинальных (0,60...0,66 мм) гребешки заменить.

7.1.12. Плотность посадки гребешка в канавке вала после зачеканки должна быть такой, чтобы для его извлечения из канавки необходимо было приложить усилие порядка 120 Н.

7.1.13. Стыки соседних гребешков должны быть смещены по окружности друг относительно друга на $180^\circ \pm 10^\circ$.

7.1.14. Наружный диаметр лабиринта по гребешкам. Должен быть равен $100,4_{-0,1}$ мм, при необходимости произвести обточку гребешков под указанный размер.

7.1.15. Обточку лабиринтов производить на токарном станке отрезным резцом с передним положительным углом не менее 14° и шириной не менее 5 мм, при небольшой поперечной подаче.

Допускается обточка гребешков на шлифовальном станке при скорости резания 2...3 м/сек и небольшой подаче, чтобы во время обточки не произошло коробление или ослабление крепления гребешков. Заусенцы, образовавшиеся на гребешках после обработки, зачистить.

7.1.16. Гребешки, которые при чеканке и обработке резцом местами искривились или стали волнистыми, выровнять при помощи плоскогубцев. Установку гребешков можно производить закатывая их в ручьи на токарном станке с помощью специальной оснастки

7.2. Колесо компрессора

7.2.1. Вращающийся направляющий аппарат (ВНА) и колесо компрессора заменить при наличии трещин любого размера и расположения, при наличии забоин, надрывов на входных кромках лопаток, при ослаблении посадки ВНА или колеса на валу. Ослабление посадки колеса или ВНА определить качанием их рукой из стороны в сторону.

7.2.2. Погнутые лопатки на колесе компрессора и ВНА необходимо отрихтовать.

Изошенные посадочные поверхности колеса компрессора и ВНА наплавить с последующей обработкой по чертежу до $\varnothing 65\text{H}7^{(+0,03)}$ – для ВНА и $\varnothing 70\text{H}7^{(+0,03)}$ – для колеса компрессора.

7.2.3. Шпоночные пазы на валу ротора с размером $10\text{P}9^{(-0,015}_{-0,051)}$ и соответствующие шпоночные пазы на колесе компрессора с размера $10\text{H}8^{(+0,036)}$ в случае износа профрезеровать до $10,5\text{P}9^{(-0,015}_{-0,051)}$ и $10,5\text{H}8^{(+0,036)}$ соответственно с изготовлением шпонок увеличенного размера.

7.2.4. Шпоночные пазы на валу ротора с размером $8\text{P}9$ и шпоночные пазы в маслоподающих дисках с размером $8\text{H}8$ в случае износа профрезеровать до размера $8,3\text{P}9$ и $8,3\text{H}8$ соответственно, с изготовлением шпонок увеличенного размера.

7.2.5. Паз $10\text{H}11^{(+0,10)}$ на колесе компрессора под выступ ВНА, в случае износа заплавить и обработать по чертежу.

7.2.6. Фиксирующее кольцо 1 при ослаблении в посадке заменить.

7.2.7. После проведения соответствующего ремонта вала, ВНА или колеса компрессора, или после подбора нового колеса компрессора или ВНА, колесо компрессора и ВНА перед установкой на вал нагреть до температуры не выше 150°C .

7.2.8. Колесо компрессора должно устанавливаться на место без усилий под собственным весом до упора в бурт вала. Осевые зазоры между упорным буртом вала и колесом компрессора, а также между колесом компрессора и ВНА не допускаются.

7.2.9. Фиксирующее кольцо перед посадкой на вал необходимо нагреть до температуры $\sim 180^{\circ}\text{C}$, и насадить на вал до упора в торец ступицы ВНА.

7.3. Колесо турбин

7.3.1. Лопатки колеса турбины очистить от нагара, масла и произвести их осмотр.

7.3.2. Проверить диск и лопатки колеса турбины на наличие трещин или сколов диска, погнутости и трещин лопаток, трещин или надрывов замочных пластин в местах их отгиба.

7.3.3. Забоины на входных кромках лопаток глубиной до 2 мм зашлифовать и заполировать, обеспечив плавное скругление кромок радиусом $0,5 \dots 1,0$ мм. При наличии забоин глубиной свыше 2 мм лопатки заменить.

7.3.4. Поврежденные лопатки удалить из пазов, отогнув замочные пластины, в направлении колеса компрессора, для чего к хвостовику лопатки приложить чекан с деревянной или медной прокладкой и сильными ударами молотка выдвинуть лопатку из паза.

7.3.5. Забоины, задиры, вырывы, вмятины, трещины и острые кромки на поверхностях зубцов хвостовиков лопаток и в «елочных» пазах диска в местах удаленных лопаток не допускаются. При обнаружении указанных дефектов лопатки (или ротор) заменить.

7.3.6. К установке разрешаются только новые лопатки и замочные пластины.

Снятые из-за повреждений лопатки и замочные пластины к установке не допускаются.

7.3.7. В случае необходимости, обработать колесо турбины по наружному диаметру с соблюдением требований чертежа, при этом биение наружного диаметра колеса не должно превышать 0,1 мм.

7.3.8. После замены лопаток ротор динамически балансировать. Дисбаланс не должен превышать 3 г см со стороны турбины. Уменьшение дисбаланса производить снятием металла со ступицы турбинного колеса.

7.3.9. Лопатки с деформацией по выходным кромкам до 5 мм, забоины на профиле пера – по входным кромкам глубиной до 1 мм и по выходным кромкам глубиной до 2 мм, допускается восстанавливать. Допускается не более двух забоин на каждой поверхности.

7.4. Подшипниковые опоры

7.4.1. Корпуса подшипниковых узлов заменяются при обнаружении трещин любого размера и расположения. Внутренние диаметры корпуса в случае износа восстанавливаются хромированием и осталиванием с последующей обработкой до чертежных размеров.

7.4.2. Стакан подшипниковой опоры компрессора заменяется при наличии трещин любого размера и расположения. Ремонт изношенных поверхностей производится хромированием и осталиванием с последующей обработкой до чертежных размеров.

7.4.3. Радиальный зазор в радиальных подшипниках должен находиться в пределах 0,021...0,039 мкм, при измерении под радиальной нагрузкой 100 ± 10 Н, а радиальный зазор радиально-упорных подшипников должен быть в пределах 115...150 мкм.

7.4.4. Подшипники чешского производства, в соответствии с требованиями завода-изготовителя, подлежат обязательной замене (если они не были отбракованы во время предыдущих осмотров) через 12 тысяч часов эксплуатации, вне зависимости от состояния.

7.4.5. Радиально-упорные шариковые подшипники разрешается разбирать для осмотра беговых дорожек, колец и шариков. Подшипники бракуются при наличии любого из перечисленных признаков – шелушения, коррозии, рифления, вмятин, раковин, ползунов и задиров.

7.4.6. Обрыв и ослабление заклепок при осмотре сепараторов радиальных шариковых подшипников не допускается.

7.4.7. Подшипники бракуются при наличии износа у сепараторов по центрирующей поверхности.

7.4.8. Трещины, забоины, смятия и другие грубые дефекты внутренних втулок не допускаются. В случае несоответствия внутреннего и наружного посадочных

диаметров втулок размерам $30_{(+0,007}^{+0,016)}$ мм и $40_{(+0,002}^{+0,011)}$ мм – втулки заменить.

7.4.9. Упругие радиальные пластины в случае обнаружения изломов или трещин любого размера и расположения, бракуются и заменяются новыми, такой же толщины и длины.

7.4.10. Кольцевые пластины, заменяются при наличии изломов, трещин и смятия.

7.5. Корпус компрессора внешний

7.5.1. Корпус компрессора внешний подлежит замене при обнаружении трещин, выходящих на посадочные места, а также при наличии кольцевых трещин длиной более 1/5 окружности. Трещины, не оговоренные выше, разрешается заварить.

7.5.2. Сорванную или изношенную резьбу в 24-х отверстиях М12 и в одном отверстии с трубной резьбой G 3/4 перерезать на следующий размер по ГОСТ с изготовлением сопрягаемых деталей соответствующего размера.

7.5.3. Изношенные посадочные места подлежат восстановлению.

7.5.4. Изношенные сверх допустимого размера поверхности $\varnothing 600$ и $\varnothing 590$ при ремонте разрешается наплавлять с последующей обработкой до чертежных размеров.

7.6. Корпус компрессора внутренний

7.6.1. Корпус компрессора внутренний подлежит замене при обнаружении трещин, выходящих на посадочные места, а также при наличии кольцевых трещин длиной более 1/5 окружности, трещин на ребрах и в местах посадки стакана. Трещины, не оговоренные выше, заварить и зачистить до основного металла.

7.6.2. Сорванную или изношенную резьбу в отверстиях М10 перерезать на следующий размер по ГОСТ с изготовлением сопрягаемых деталей соответствующего размера.

7.6.3. Изношенные посадочные места подлежат восстановлению.

7.6.4. Изношенные сверх допустимого размера поверхности $\varnothing 590$, $\varnothing 360$, $\varnothing 150$, $\varnothing 68$ при ремонте разрешается наплавлять с последующей обработкой до чертежных размеров.

7.7. Газоприемный корпус

7.7.1. Корпус подлежит замене при наличии кольцевых трещин длиной более 1/5 окружности, или трещин, выходящих на посадочные места. Трещины, не оговоренные выше, разрешается заваривать с последующей зачисткой до основного металла.

7.7.2. При износе поверхности $\varnothing 130\text{H}7$, сопрягаемую деталь – корпус подшипниковой опоры, остальить или хромировать с последующей механической обработкой по фактическому диаметру $\varnothing 130\text{H}7$, обеспечив в месте посадки зазор 0...0,065 мм.

7.7.3. Изношенные поверхности $\varnothing 62H7$ и $\varnothing 78H7$ расточить до размеров 62,5H7 или 63H7, и 78,5H7 или 79H7 соответственно, с изготовлением втулок уплотнительных по тем же ремонтным градациям. Натяг при посадке втулок обеспечить в пределах 0,03...0,08 мм.

7.7.4. Изношенный диаметр 101H7 расточить до размера не более $\varnothing 109H7$ и запрессовать две ремонтные втулки с последующей обработкой их по внутреннему диаметру до требуемого размера.

Разрешается вместо замены втулок установить гребешки на валу ротора с наружным диаметром больше, чем 100,4_{-0,1}, сохраняя зазор «G» равным 0,6...0,66 мм.

7.7.5. Водяную полость газоприемного корпуса для выявления трещин опрессовать водой с температурой 70...80°C давлением 0,5...0,6 МПа в течении 15 минут. При опрессовке водяных полостей течь и потение не допускается. Разрешается устранять течь и потение заваркой.

7.8. Выпускной корпус

7.8.1. Корпус подлежит замене при наличии кольцевых трещин более 1/5 длины окружности, трещин в газовой полости с внутренней стороны, и выходящих на стенки отверстий. Трещины, не оговоренные выше, разрешается заваривать с последующей зачисткой до основного металла.

7.8.2. Изношенные поверхности $\varnothing 440$, $\varnothing 450$ и $\varnothing 600$ наплавить с последующей обработкой до чертежных размеров.

7.8.3. Водяную полость корпуса опрессовать водой с температурой 70...80°C давлением 0,5...0,6 МПа в течение 15 минут.

Течь и потение не допускаются. Разрешается устранение течи и потения заваркой или пропиткой бакелитовым лаком.

7.8.4. Изношенную и сорванную резьбу перерезать на следующий размер по ГОСТ с изготовлением сопрягаемых деталей с соответствующей резьбой.

7.9. Вставка диффузора

7.9.1. Вставку диффузора браковать в случае сквозных трещин, выходящих на посадочные места, глубоких задиров от касания лопатками колеса компрессора и ВНА, если после зачистки этих задиров будет нарушен монтажный зазор «F». Трещины, не оговоренные выше, заварить, с последующей зачисткой до основного металла.

7.9.2. Мелкие задиры от лопаток колеса компрессора зачистить.

7.9.3. Оборванную или изношенную резьбу в отверстиях M10 разрешается заварить с последующей обработкой по чертежу или перерезать на следующий размер по ГОСТ.

7.9.4. Изношенные поверхности $\varnothing 390$ и $\varnothing 360$ и прилегающие к ним торцы наплавить с последующей обработкой до чертежных размеров. Предельно допустимый износ этих поверхностей – $\varnothing 389,8$ и $\varnothing 359,8$ соответственно.

7.10. Диффузор

7.10.1. Диффузор подлежит замене при наличии трещин, выходящих на посадочные места, обрывов и сколов рабочих лопаток. Трещины небольших размеров на литейных поверхностях рабочих лопаток разрешается заваривать с последующей зачисткой до основного металла.

7.10.2. Погнутые рабочие лопатки отрихтовать, сохраняя профиль лопаток.

7.10.3. Изношенную поверхность $\varnothing 390$ наплавить с последующей обработкой до чертежных размеров.

7.11. Фланец (лабиринт) ротора

7.11.1. Фланец подлежит замене при наличии трещин любого размера и расположения.

7.11.2. Изношенную поверхность $\varnothing 450$ и лабиринтные канавки наплавить с последующей механической обработкой до чертежных размеров.

7.12. Сопловой аппарат

7.12.1. Диски соплового аппарата заменять при наличии трещин более $1/5$ длины окружности.

7.12.2. Трещины длиной до 5 мм не более чем на 3-х лопатках допускается выпилить, обеспечивая плавное скругление кромок.

При наличии на лопатках трещин длиной более 5 мм сопловой аппарат заменить.

7.12.3. Деформированные лопатки отрихтовать. Рихтовку лопаток производить специальным клином, контролируя прямолинейность выходных кромок. Отклонение от прямолинейности не должно превышать 0,3 мм.

Лопатки должны свободно входить в пазы дисков; при зазоре более 0,1 мм им следует произвести керновку.

7.12.4. Проверить на плите коробление соплового аппарата.

Сопловой аппарат после рихтовки проверить специальным калибром на соответствие площади проходного сечения.

Между плитой и наружным диском щуп 0,15 мм проходить не должен.

Максимально допустимый зазор между плитой и внутренним диском (по щупу) – 0,25 мм.

Коробление дисков до 1 мм устранять шлифовкой поверхностей. При большем короблении сопловой аппарат заменить.

7.12.5. В случае замены соплового аппарата новым, новый сопловой аппарат должен соответствовать по проходному сечению заменяемому.

7.13. Кожух теплоизоляционный ротора

7.13.1. Трещины кожуха разрешается заваривать электродуговой сваркой с последующей обработкой заподлицо с основным металлом.

7.13.2. Незначительные трещины фланца заваривать газосваркой или сваркой в защитной среде аргона.

7.13.3. Проверить состояние теплоизолирующей массы (если ее наличие предусмотрено конструкцией) и необходимости (в случае выкрашивания) массу заменить или добавить.

Теплоизолирующая масса «Мамва» изготавливается из следующих компонентов (по объему):

- вата минеральная марки 200 ГОСТ 4640-84 – 10 частей;
- асбест 7-го сорта ГОСТ 12871-83 – 2 части;
- глины ФПС, ФВ или ФО ГОСТ 3226-90 – 1 часть;
- вода – 2 части.

Минеральная вата должна быть предварительно измельчена и очищена от посторонних предметов и включений.

7.13.4. В качестве теплоизолирующей массы допускается применять массу, изготовленную из асбестового картона.

7.14. Кронштейн

7.14.1. Кронштейн подлежит замене при наличии сквозных трещин в элементах и трещин выходящих на поверхности отверстий.

7.14.2. Трещины по сварке деталей кронштейна разрешается заваривать электродуговой или газовой сваркой. Дефектный шов подлежит обязательному удалению.

7.14.3. Забоины и задиры на привалочных поверхностях кронштейна глубиной более 0,5 мм механически обработать с минимальным снятием металла в пределах допустимого размера. Допускается увеличение размера «а» и уменьшение размера «h» не более, чем на 1 мм.

7.14.4. Разрешается замена отдельных элементов кронштейна.

8. ДИНАМИЧЕСКАЯ БАЛАНСИРОВКА РОТОРА

8.1. После проведения ремонтных работ по ротору, которые могут нарушить его балансировку (замена колеса компрессора, ВНА, лопаток колеса турбины и т.д.), произвести динамическую балансировку ротора в комплекте с подшипниковыми узлами, маслоподающими дисками в сборе и гайками (рис. 8.1.). Положение всех деталей отметить и при сборке турбокомпрессора руководствоваться этими метками. Для плоскостей I и II балансировки общий остаточный дисбаланс допускается не более 2,5 г см.

8.2. Устранения дисбаланса производить за счет снятия металла с поверхности диска колеса турбины и колеса компрессора в местах, указанных на рис. 8.1.

8.3. Балансировку ротора производить при частоте вращения 1300 об/мин., согласно инструкции, прилагаемой к балансировочному станку.

9. СБОРКА ТУРБОКОМПРЕССОРА

9.1. Общие требования

9.1.1. Детали и узлы турбокомпрессора, поступающие на сборку, должны быть промыты, обдуть сухим сжатым воздухом и удовлетворять требованиям соответствующих чертежей

9.1.2. Сборку отдельных узлов турбокомпрессора производить с применением специального инструмента и приспособлений, (приложение Б1) не допускающих оставления вмятин и забоин.

9.1.3. Штуцеры, пробки, ввертыши и шпильки ставить на белилах.

9.1.4. Герметик в стыках корпусов наносить тонким ровным слоем.

9.1.5. Затяжку шпилек и болтов производить равномерно по всей окружности, при этом во избежание перекосов поочередно должны затягиваться шпильки или болты, расположенные противоположно в диаметральной плоскости.

9.1.6. Утопание концов шпилек и болтов в гайках не допускается.

9.1.7. Наружные поверхности, подлежащие окраске, должны быть загрунтованы, а внутренние загрунтованы и окрашены до начала сборки.

9.2. Сборка

9.2.1. Установить на кантователь выпускной корпус 2 привалочной плоскостью под газоприемный корпус вверх.

9.2.2. На газоприемный корпус 1 (рис. 3.1.) установить внутренний диск 7 соплового аппарата с лопатками, наружный диск соплового аппарата 12, и прикрепить внутренний диск 7 болтами к газоприемному корпусу. Болты затянуть до упора и законтрить проволокой.

9.2.3. Соединить газоприемный корпус 1 (соответственно его сориентировав), с выпускным корпусом 2, и развернуть на кантователе газоприемным корпусом вниз.

9.2.4. На конец вала ротора со стороны колеса компрессора навернуть рым-болт и с помощью крана установить в турбокомпрессор.

9.2.5. Затянуть винты, крепящие фланец (лабиринт) ротора к выпускному корпусу.

9.2.6. Установить корпус компрессора 3 на выпускной корпус и установить опорные лапы.

9.2.7. Установить турбокомпрессор на кантователе в горизонтальном положении.

9.2.8. Произвести регулировку зазора «F» для чего:

- ротор сместить по направлению к корпусу компрессора до упора колеса

компрессора во вставку диффузора. В этом случае зазор «F» будет иметь нулевое значение;

- при помощи штангенглубиномера определить размер «Q», т.е. расстояние от торцевой поверхности опорного стакана до упорного бурта шейки вала ротора;
- к размеру «Q» прибавляется табличная величина зазора «F». Получим рабочий размер «Q_F».

Определить также размер «Z» - расстояние от торца хвостовика вала ротора со стороны турбины до упорной поверхности крышки масляной полости.

9.3. Сборка подшипниковой опоры компрессора.

9.3.1. С помощью специальной оснастки, напрессовать наружные втулки на радиально-упорные подшипники. У подшипников 7308 TRFK 118 выступ наружной втулки должен быть направлен в сторону узкого торца внутреннего кольца подшипника, а у подшипника 5-46308E – в сторону широкого торца наружного кольца подшипника.

9.3.2. С помощью приспособления и специальной оснастки напрессовать подшипники в сборе с наружными втулками на внутреннюю втулку, выступами наружных втулок наружу.

9.3.3. Установить пакет пластин в корпус подшипниковой опоры. Суммарная толщина пакета пластин должна быть такой, чтобы в собранной подшипниковой опоре был обеспечен диаметральный зазор между пакетом упругих радиальных пластин и наружными втулками подшипникового узла, равный 0,4...0,65 мм.

9.3.4. В случае замены пластин в пакете или заменены корпуса опоры, перед установкой пакета пластин в корпус необходимо:

- измерить наружный диаметр наружных втулок подшипникового узла;
- измерить внутренний диаметр корпуса подшипниковой опоры;
- в зависимости от результатов измерений подобрать толщину пакета пластин таким образом, чтобы обеспечить зазор, указанный выше.

9.3.5. Пластины устанавливаются в корпус в порядке нарастания толщины и убывания длины пластин (т.е. самая длинная и самая тонкая соприкасается непосредственно со стенкой корпуса, а самая толстая и короткая – с наружными втулками подшипникового узла).

В случае, если пакет состоит из пластин толщиной 0,2 мм, 0,3 мм и 0,5 мм, то их количество, длина и порядок сборки должны соответствовать табл. 3.

Таблица 3

Наружный диаметр наружных втулок – $98_{+0,013}^{+0,035}$ мм			
Толщина пластин, мм	Длина пластин, мм	Количество, шт.	Порядковый номер при установке
0,2	319	3	1...3
0,3	319	2	4...5
	313	3	6...8
	306	2	9...10
0,5	306	1	11
Суммарная толщина пакета 3,2 мм			

Пластины устанавливать в корпусе таким образом, чтобы выступы пластин заходили в соответствующие пазы корпуса, а замки смежных пластин располагались диаметрально друг относительно друга.

9.3.6. Установить подшипниковый узел с комплектом кольцевых пластин в корпус опоры, чтобы выступы наружной втулки подшипникового узла вошли в соответствующие пазы корпуса.

9.3.7. Установить второй комплект пластин на подшипниковый узел.

9.3.8. Установить крышку на корпус опоры и закрепить болтами.

9.4. Сборка подшипниковой опоры турбины

9.4.1. С помощью специальной оснастки напрессовать на радиальный подшипник наружную втулку.

9.4.2. С помощью приспособления и специальной оснастки, напрессовать подшипник в сборе с наружной втулкой на внутреннюю втулку таким образом, чтобы выступы наружной втулки были направлены в сторону резьбовой части внутренней втулки.

9.4.3. Установить пакет радиальных пластин в корпус подшипниковой опоры.

Установить подшипниковый узел в корпус опоры, чтобы выступы наружной втулки подшипникового узла вошли в соответствующие пазы корпуса опоры.

9.4.4. Установка в подшипниковый узел компрессора радиальных подшипников вместо радиально-упорных не рекомендуется. Установка в подшипниковый узел турбины радиально-упорного подшипника вместо радиального не допускается.

9.4.5. У собранной подшипниковой опоры компрессора определить размер «Н_D» с помощью измерительного кольца (размеры кольца: $\varnothing_{\text{наружн}} = 50$ мм, $\varnothing_{\text{внутр}} = 41$ мм, высота 20 мм), и штангенглубиномера.

Размер «Н_D» определяется путем вычитания из показания штангенглубиномера высоты измерительного кольца. Размер «Н_D» должен быть равен размеру «Q_F».

9.4.6. В случае несоответствия размера «Н_D» размеру «Q_F», размер «Н_D» следует выставить, переставив кольцевые пластины в подшипниковом узле.

9.4.7. Произвести установку подшипниковых опор в турбокомпрессор.

9.4.8. Установить маслоподающий диск. Установленную опору предварительно закрепить двумя диаметрально расположенными болтами.

9.4.9. В подшипниковой опоре компрессора установить стопорную для фиксации ротор от вращения.

9.4.10. Со стороны турбины определить размер «Z» и сравнить его с ранее определенным размером «Z», когда зазор между колесом компрессора и вставкой диффузора был равен нулю. Разница между этими значениями должна соответствовать табличному значению зазора «F».

В противном случае, подшипниковую опору компрессора демонтировать и выставить необходимый размер «Н_D». В подшипниковой опоре компрессора гайку затянуть и законтрить контргайкой.

9.4.11. Замерить зазор «d» между дном корпуса подшипниковой опоры турбины и торцем наружной втулки подшипника, который необходим для обеспечения возможности осевого смещения подшипникового узла относительно корпуса опоры, вследствие тепловых деформаций хвостовика вала ротора во время работы. Его величина должна быть не менее 1,5...2,5 мм.

Если зазор «d» не соответствует требуемому, необходимо подшипниковую опору турбины демонтировать, извлечь подшипниковый узел, сместить наружную втулку на подшипнике на необходимую величину, затем собрать опору и снова установить ее на место.

9.4.12. Установить маслоподающий диск подшипниковой опоры турбины и навернуть на вал гайку и контргайку с левой резьбой. Установить оставшиеся болты крепления и окончательно обтянуть опору, законтрив болты стопорными шайбами.

9.4.13. На подшипниковой опоре компрессора дотянуть (в случае необходимости) гайку и законтрить ее контргайкой.

Снять стопорную планку.

Установить оставшиеся болты крепления и окончательно обтянуть опору, законтрив болты стопорными шайбами.

9.4.14. Проверить рукой вращение ротора. Вращение должно быть легким, плавным, равномерным, без рывков и заеданий.

9.4.15. Произвести монтаж крышек масляных полостей, предварительно тщательно очистив полости от возможно попавших при монтаже загрязнений.

10. ИСПЫТАНИЯ

10.1. На окончательно собранном турбокомпрессоре провести гидравлические испытания водяных полостей газоприемного и выпускного корпусов. Опрессовку водой производить под давлением 0,5 МПа в течение 5 минут. Течь и потение не допускается.

10.2. Разрешается опрессовать отдельно газоприемный и выпускной корпуса в сборе со своими комплектными деталями. В случае, если при дальнейшей сборке турбокомпрессора люки, патрубки, штуцеры и пробки на этих корпусах переставлялись, опрессовку повторить.

10.3. После сборки турбокомпрессора все наружные отверстия (подвод и отвод газа, воздуха и воды) закрыть технологическими заглушками.

10.4. Заглушки снять при постановке турбокомпрессора на дизель или испытательный стенд.

10.5. Каждый турбокомпрессор после проведения ремонта должен быть обкатан и испытан. Разрешается производить обкатку и испытания турбокомпрессора на дизеле при обкатке дизеля.

10.6. Окраску наружных поверхностей турбокомпрессора, кроме плоскостей крепления фланцев, производить согласно технических условий чертежей.

**Нормы
допускаемых размеров деталей и зазоров при ремонте турбокомпрессора PDH50**

Наименование размера	Размеры, мм		
	Номинальный размер	Допускаемый размер при выпуске из ремонта	Браковочный
1	2	3	4
1. Зазор между валом ротора и внешней втулкой газоприемного корпуса турбокомпрессора и между валом ротора и втулкой опорного стакана подшипниковой опоры компрессора (зазор «L»)	0,60...0,66	0,60...0,66	Более 0,66
2. Зазор между валом ротора и внутренней втулкой газоприемного корпуса турбокомпрессора (зазор «J»)	0,60...0,66	0,60...0,66	Более 0,66
3. Зазор между гребешковыми уплотнениями ротора и газоприемным корпусом турбокомпрессора (зазор «G»)	0,60...0,66	0,60...0,66	Более 0,66
4. Радиальный зазор между лопатками колеса турбины и наружным диском соплового аппарата (зазор «K»)	1,0...1,2	1,0...1,2	Более 1,2
5. Зазор между фланцем (лабиринтом) ротора и колесом компрессора (зазор «E»)	0,30...0,65	0,30...0,65	Более 0,65
6. Зазор между колесом компрессора и вставкой диффузора (зазор «F»)	0,8...1,0	0,8...1,0	Более 1,0
7. Зазор между валом ротора и втулкой корпуса компрессора (зазор «H»)	0,60...0,66	0,60...0,66	Более 0,66
8. Отклонение от прямолинейности вала ротора	0,04	0,04	Более 0,04

1	2	3	4
9. Радиальное биение вала ротора относительно оси вращения: - в местах установки гребешков - в местах установки подшипниковых узлов - в средней части	0,05 0,03 0,05	0,05 0,03 0,05	Более 0,05 Более 0,03 Более 0,05
10. Зазор при установке подшипниковой опоры в опорный стакан	0...0,065	0...0,065	Более 0,065
11. Зазор при установке опорного стакана в корпус компрессора	0...0,067	0...0,067	Более 0,067
12. Зазор в сопряжении корпуса компрессора с выпускным корпусом по Ø 600H7	0,076...0,256	0,076...0,256	Более 0,256
13. Зазор в сопряжении газоприемного корпуса с корпусом подшипниковой опоры	0...0,065	0...0,065	Более 0,065
14. Натяг при посадке ремонтных втулок в газоприемном корпусе и во внутреннем корпусе компрессора	0,005...0,055	0,005...0,055	Менее 0,005
15. Зазор в сопряжении вставки диффузора с диффузором	0,062...0,240	0,062...0,240	Более 0,240
16. Зазор в сопряжении вставки диффузора с внутренним корпусом компрессора	0,062...0,179	0,062...0,179	Более 0,179

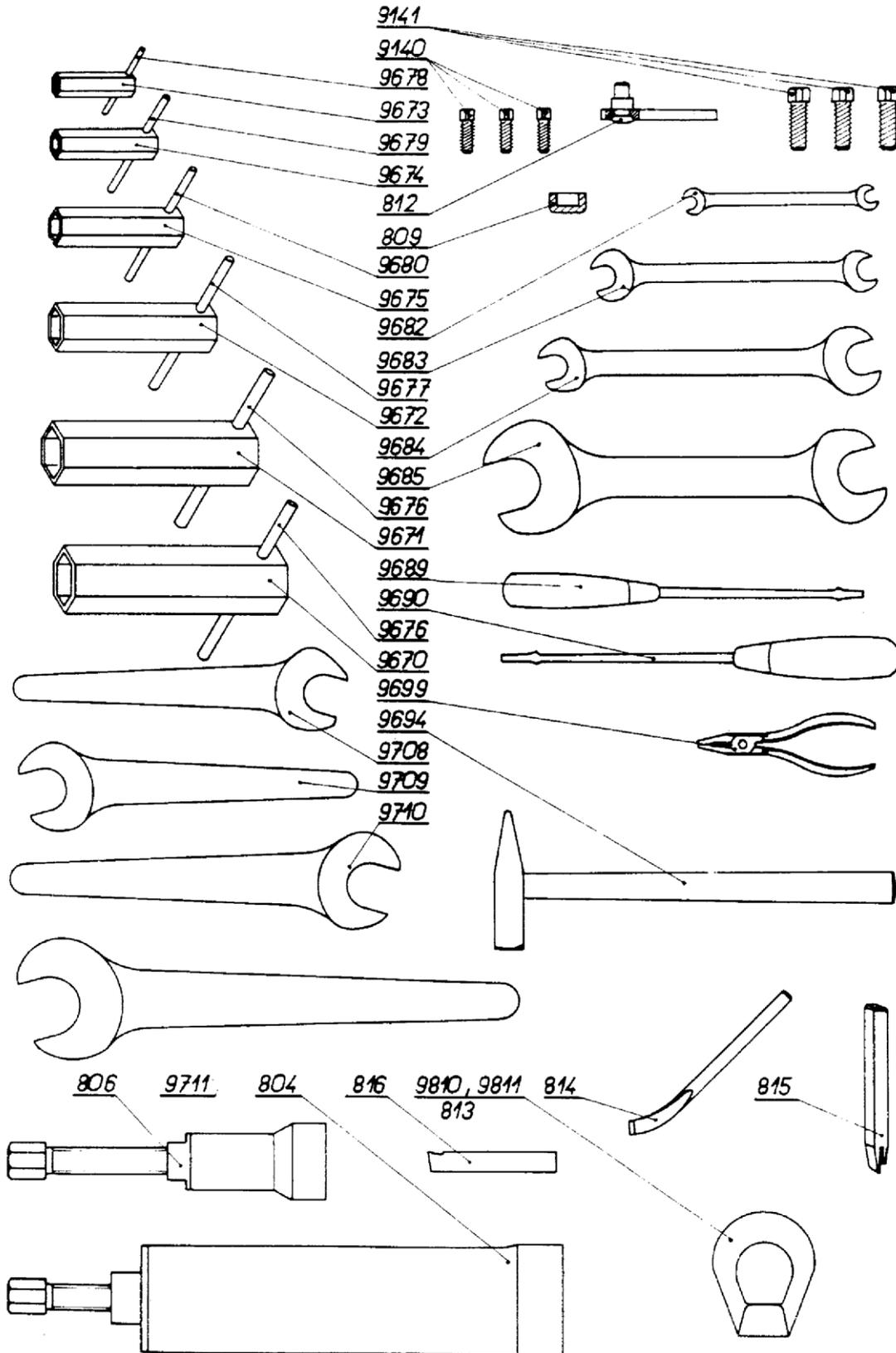
Примечание. В п.п. 10...16 указаны диаметральные зазоры (натяги).

**Комплект
специального инструмента и приспособлений,
применяемых при ремонте турбокомпрессора**

№ п/п	Наименование	Обозначение приспособлений по предписанию завода-изготовителя
1	2	3
1	Индикатор часового типа	ИЧ02 ГОСТ 10197-70
2	Ключ торцевой для концевых гаек ротора	9671*
3	Рым-болт	813*
4	Съемник	804*
5	Резец	816*
6	Зубило специальное	814*
7	Стопорная планка	812*
8	Защитная втулка	809*
9	Трубный ключ х17	9674*
10	Ключ 8х10	9682*
11	Ключ 13х17	9686*
12	Ключ 19х24	9684*
13	Отвертка №5	9690*
14	Молоток	9694*
15	Плоскогубцы	9699*
16	Ключ 5,5х7	9706*
17	Ключ х32	9709*
18	Ключ х46	9711*
19	Ключ х36	9710*

*Обозначение приспособлений в Предписании по эксплуатации турбонагнетателей типа PDH50.

Перечень оборудования и приспособлений, применяемых при капитальном ремонте турбокомпрессора



Метрологическое обеспечение

1. Линейные размеры контролировать линейками ГОСТ 427-75, рулетками ГОСТ 7502-80, штангенциркулями и штангенглубомерами ГОСТ 166-80.
2. Трещины выявлять с помощью лупы 6х ГОСТ 25706-83 и магнитных дефектоскопов МД12ПШ или МД12Пд ТУ 32 ЦШ 2306-83 Днепропетровского ЭТО МПО Желдоравтоматизации.
3. Измерение зазоров производить щупами ТУ 2-034-225-87.
4. Прямолинейность и биение вала ротора производить индикатором часового типа ИЧ 02 ГОСТ 577-68 кл. 1, закрепленным в кронштейне стойки С-Ш-8 ГОСТ 10197-70.
5. Измерение диаметра вала производить скобой рычажной типа СР ГОСТ 11098-75, посадочный диаметр колеса компрессора и ВНА – нутромером индикаторным ГОСТ 9244-75.
6. Измерение отверстий больших диаметров в корпусных деталях производить нутромером микроскопическим НМ600 ГОСТ 10-88.
7. Измерения в подшипниковых опорах производить с помощью измерительного кольца.

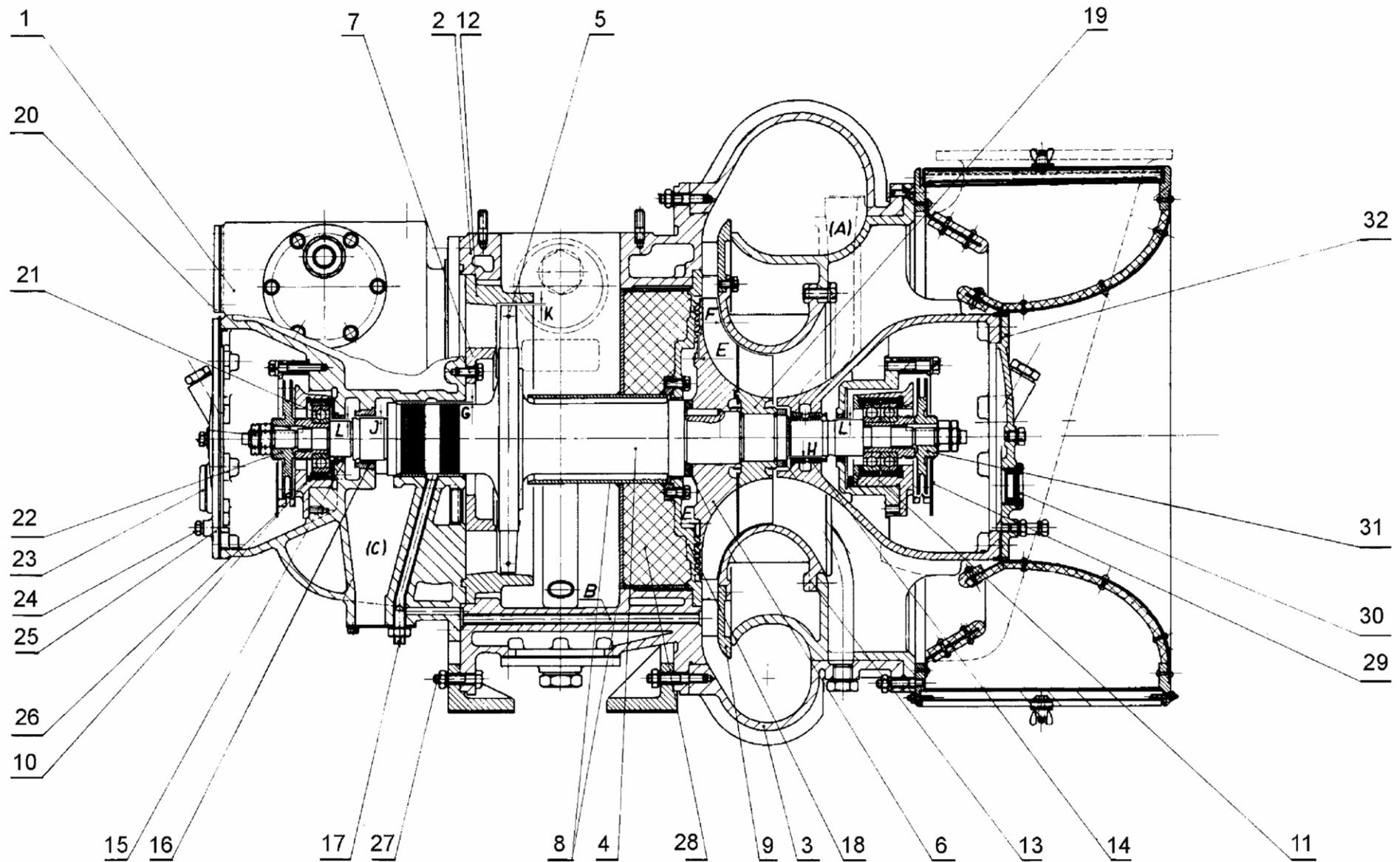


Рис. 3.1. Общий вид турбокомпрессора PDH50 V

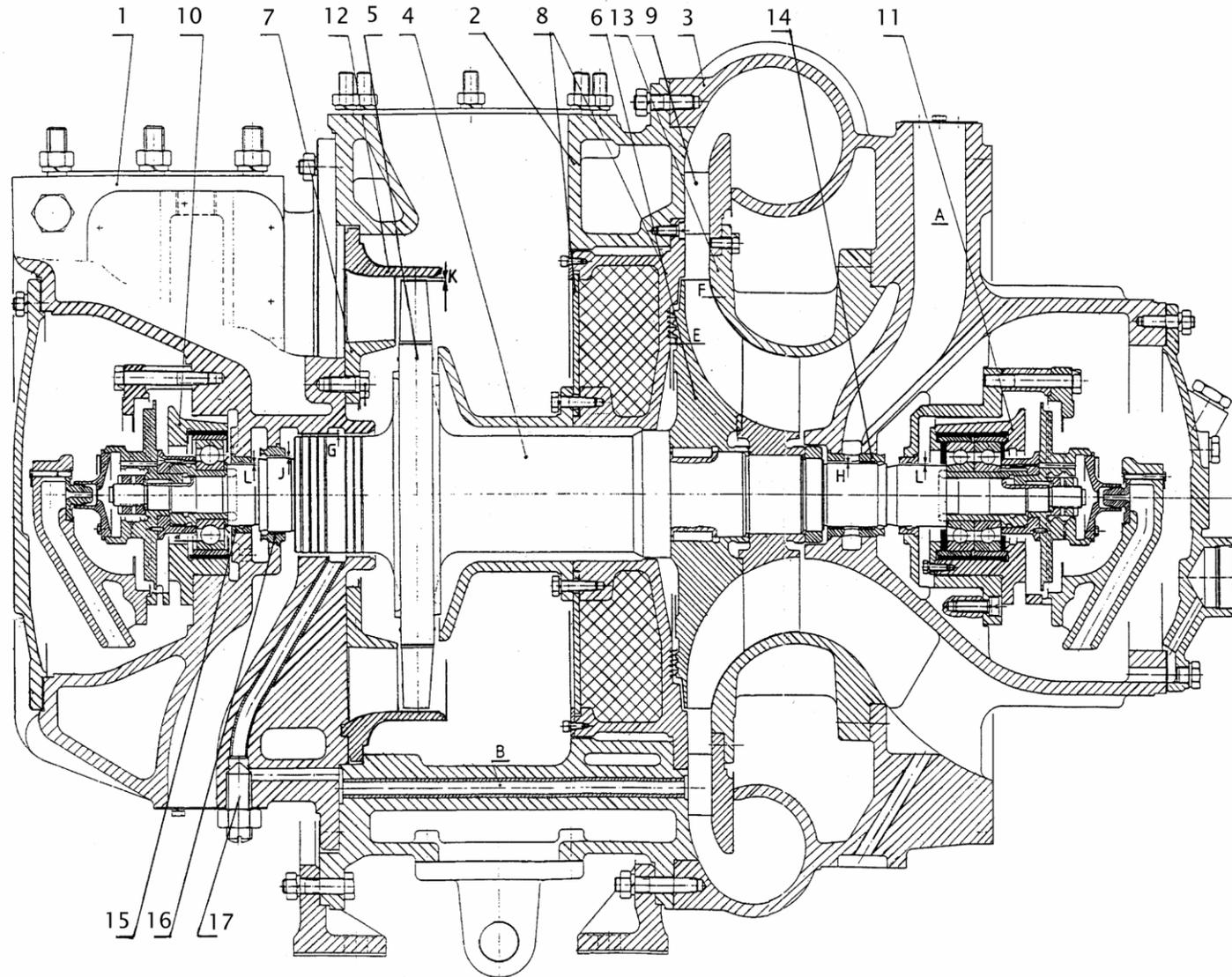


Рис. 3.2. Общий вид турбокомпрессора PDH50 ZV-D

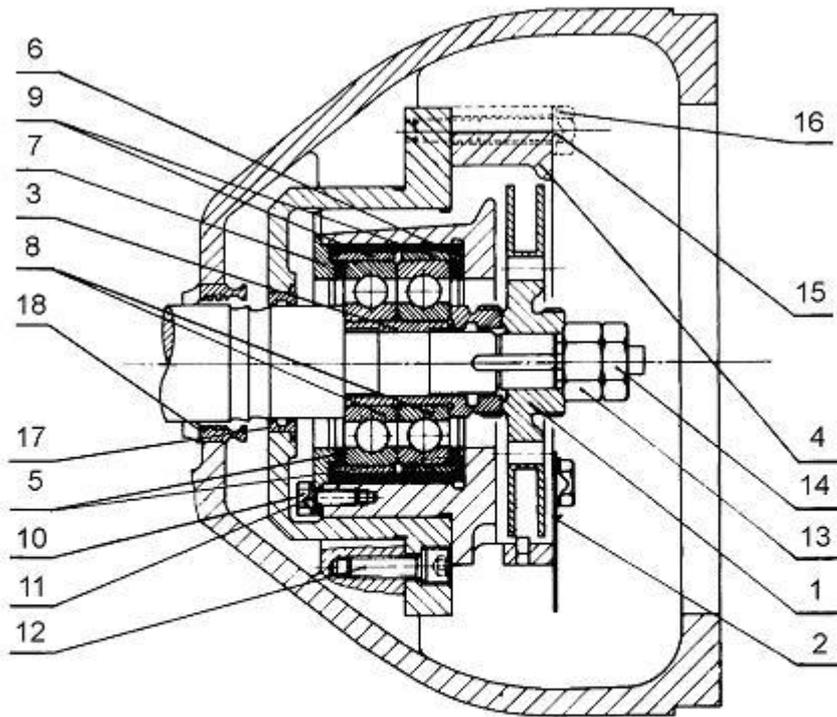


Рис. 3.3. Подшипниковая опора компрессора
турбокомпрессора PDH50 V

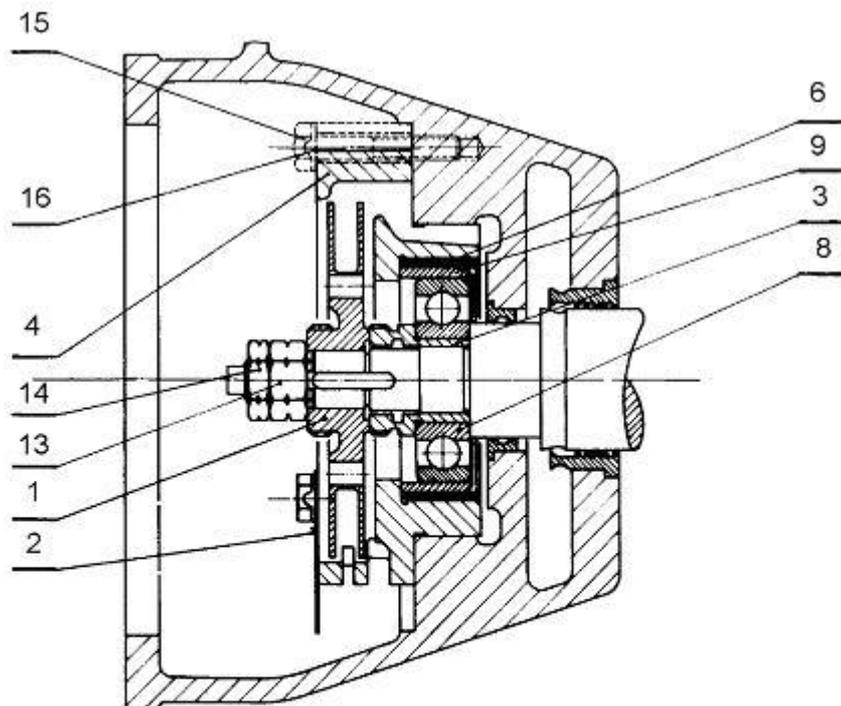


Рис. 3.4. Подшипниковая опора турбины
турбокомпрессора PDH50 V

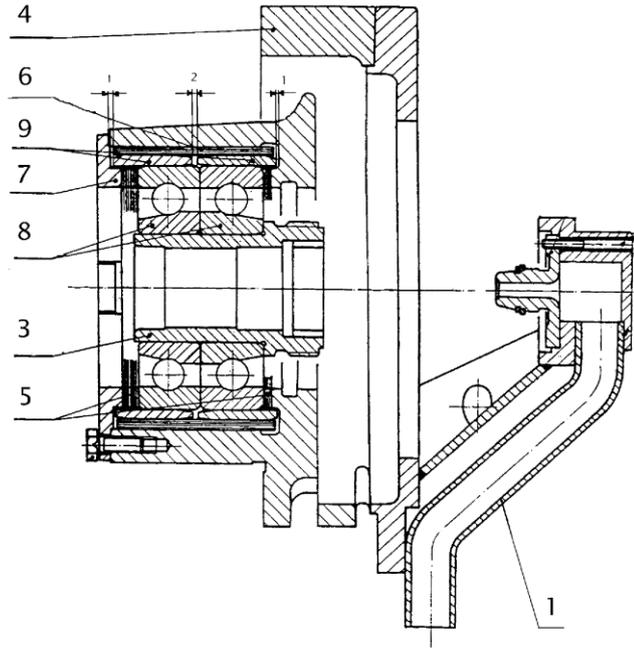


Рис. 3.5. Подшипниковая опора компрессора турбокомпрессора PDH50 ZV-D

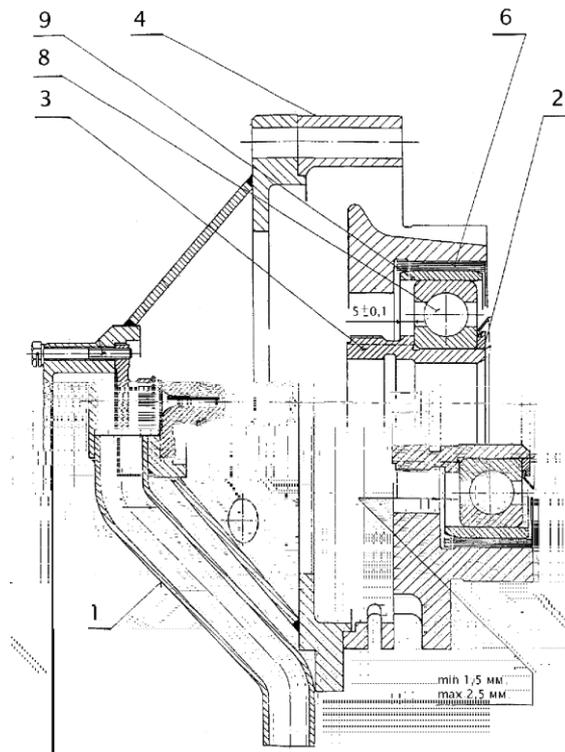


Рис. 3.6. Подшипниковая опора турбины турбокомпрессора PDH50 ZV-D

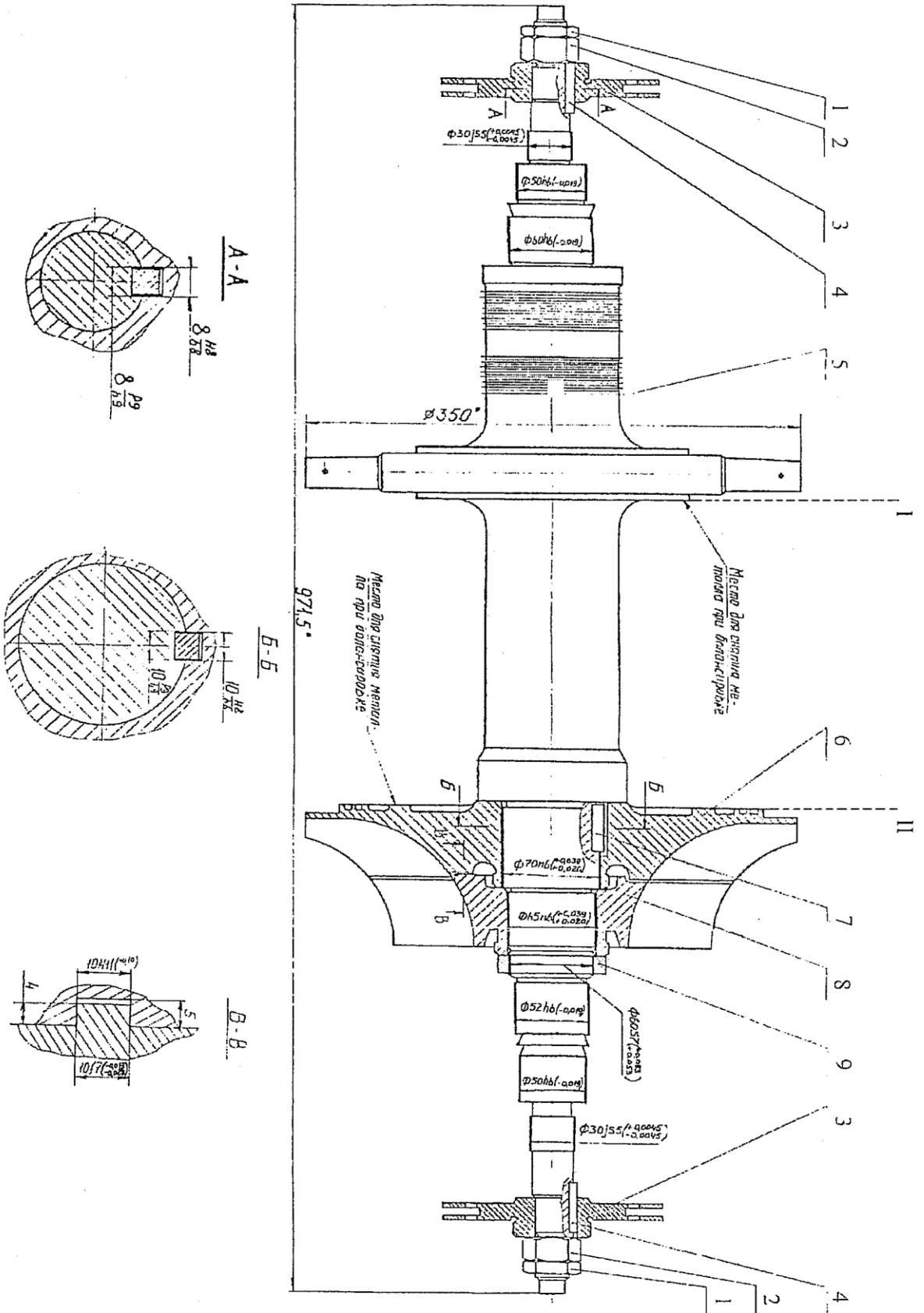


Рис. 8.1. Ротор