

СОГЛАСОВАНО

Начальник Главного управления по надзору за безопасностью в химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности Госгортехнадзора РФ



А. А. Шаталов

06 1996 г.

УТВЕРЖДАЮ



Директор ЦЕНТРХИММАШ

Е. Н. Гальперин

15 марта 1996 г.

УТВЕРЖДАЮ



Директор ИИ "НАДЕЖНОСТЬ"

Г. Н. Рыльцев

15 марта 1996 г.

Копированный экземпляр

МЕТОДИКА

О.Н.158 ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

ООО «Городской центр экспертиз-Север» г. Санкт-Петербург
Лаборатория ЦЕНТРОБЕЖНЫХ КОМПРЕССОРОВ И НАСОСОВ
неразрушающего контроля

М 2 - 96

СОИСПОЛНИТЕЛИ:

Начальник отдела прочности НИИХИММАШ, к.т.н.

Иванов В.И. Рачков
"19" марта 1996 г.

Начальник лаборатории конструктивной прочности НИИХИММАШ, к.т.н.

Кузнецов С.М. Кутепов
"14" марта 1996 г.

Ведущий научный сотрудник НИИХИММАШ, к.т.н.

Майнапов Р.Г. Майнапов
"14" марта 1996 г.

Старший научный сотрудник отдела компрессорных машин НИИХИММАШ, к.т.н.

Левин Э.А. Левин
"14" марта 1996 г.

РАЗРАБОТЧИКИ:

Главный инженер ИИ "НАДЕЖНОСТЬ"

Мельников В.В. Мельников
"14" марта 1996 г.

Начальник отдела прочности

Латфуллин М.З. Латфуллин
"14" марта 1996 г.



Комитет верхов
Сам директор по научно-техническому управлению
ИИИХИММАШ
Иванов В.И. Рачков
Кузнецов С.М. Кутепов
Майнапов Р.Г. Майнапов
Левин Э.А. Левин

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	3
2. ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ И ДЕТАЛИ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ОБСЛЕДОВАНИЮ	5
3. ПОРЯДОК И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ	10
4. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ	14
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ И ЛИТЕРАТУРЫ	15
Приложение 1. Нормативные сроки службы основных видов оборудования	17
Приложение 2. Перечень контролируемых параметров и узлов компрессоров и насосов	18
Приложение 3. Перечень паспортных показателей, регистрируемых при диагностировании оборудования	22
Приложение 4. Справка о работе компрессора (насоса).....	23
Приложение 5. Рекомендуемая форма Приказа по предприятию заказчика	24
Приложение 6. Ведомость дефектов компрессорной (насосной) установки	25
Приложение 7. Акт обследования состояния компрес- сорной (насосной) установки	26
Приложение 8. Средние квадратические значения виброскорости	27
Приложение 9. Допустимые амплитуды вибрации	28
Приложение 10. Акт испытаний на прочность.....	29
Приложение 11. Допустимые величины биения деталей роторов. Технические требования к сборке насосов.....	30
Приложение 12. Нормы продолжительности работы между ремонтами оборудования.....	32
Приложение 13. Номинальные и допустимые зазоры и размеры деталей компрессора при ремонте и эксплуатации.....	35

ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика разработана с целью обеспечить выполнение требований Общих правил взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств [1], в частности требования п.4.1.2. по установлению в паспортах на основное оборудование допустимого срока их службы (ресурса).

Методика создана на основе действующих нормативно-технических документов, руководящих материалов проектных и научно-исследовательских институтов, рекомендаций заводов и фирм - изготовителей центробежных компрессоров и насосов, а также опыта их эксплуатации.

Методика распространяется на центробежные компрессоры и насосы, эксплуатируемые в химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производствах, а также на предприятиях легкой и пищевой промышленности, в том числе:

компрессоры центробежные воздушные, фреоновые, аммиачные и для природного газа;

насосы центробежные всех типов, вихревые и водокольцевые вакуумные.

Термины, используемые в методике, соответствуют ГОСТ 20911-89 "Техническая диагностика. Термины и определения", ГОСТ 27.002-89. "Надежность в технике. Термины и определения" и другим нормативным документам.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.

1.1. Оценка остаточного ресурса работы насосно-компрессорного оборудования (сокращенно - "оборудования") производится по результатам диагностирования его технического состояния (сокращенно - "диагностирования"), определения величин износа наиболее нагруженных узлов и деталей, и расчета их долговечности в заданных условиях эксплуатации.

1.2. Диагностирование оборудования производится на месте его эксплуатации специалистами организации, имеющей лицензию ГОСГОРТЕХНАДЗОРа РОССИИ на выполнение работ по диагностированию и определению остаточного ресурса насосно-компрессорного оборудования.

1.3. Для проведения диагностирования приказом руководителя предприятия, эксплуатирующего обследуемое оборудование (Заказчика), назначается экспертная комиссия, включающая специалистов организации, проводящей диагностирование (Исполнителя), и ответственный от предприятия-заказчика за исполнение работ по обследованию оборудования. Форма приказа приведена в приложении 5.

Экспертная комиссия в соответствии с настоящей методикой устанавливает необходимый объем работ по диагностированию и составляет акт, на основании которого подготавливается договор на проведение работ, и затем разрабатывается программа проведения работ на каждый вид оборудования.

1.4. Заказчик представляет Исполнителю необходимую техническую документацию: паспорта на оборудование, инструкции по монтажу и эксплуатации, чертежи и схемы, ремонтную и эксплуатационную документацию (технологический регламент, режимные листы, результаты анализов и др.).

1.5. Для проведения обследования на основании приказа или распоряжения начальника цеха оборудование должно быть остановлено и подготовлено для проведения работ. Подготовка оборудования, включающая его очистку, разборку, промывку деталей и последующую сборку, осуществляется силами Заказчика.

1.6. Гидравлические или пневматические испытания, предусмотренные программой проведения работ, выполняются исполнителем совместно с заказчиком, который обеспечивает технологическую оснастку и проведение испытаний.

1.7. При наличии на предприятии нескольких единиц оборудования одного типоразмера, введенных в эксплуатацию в одно время, эксплуатирующихся в одинаковых условиях и имеющих одинаковую наработку, не превышающую нормативного ресурса, остаточный ресурс может определяться по результатам полного контроля одной или нескольких единиц оборудования и частичного контроля остальных с обобщением результатов на всю группу диагностируемого оборудования. При наработке оборудования, равной нормативному ресурсу или превышающей его, необходим контроль каждой единицы оборудования в полном объеме.

1.8. Результаты контроля оформляются по каждому виду (методу) отдельными актами (или картами) контроля с указанием установленных технических характеристик узлов (деталей, материа-

лов) и выявленных в них дефектов.

1.9. При выявлении в процессе обследования истипичных дефектов могут проводиться дополнительные работы, не предусмотренные программой и настоящей методикой.

2. ОСНОВНЫЕ УЗЛЫ И ДЕТАЛИ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ, ПОДЛЕЖАЩИЕ ОБСЛЕДОВАНИЮ

2.1. К основным узлам и деталям относятся составные части оборудования, не входящие по паспорту изготовителя в перечень быстроизнашивающихся деталей и узлов, подлежащих замене при их отказах и планово-предупредительных ремонтах.

2.2. Основными узлами, определяющими ресурс центробежных машин, являются:

- корпуса;
- роторы в сборе;
- диафрагмы, диффузоры;
- валы;
- подшипниковые узлы;
- уплотнения;
- муфты;
- редукторы.

2.3. Перечень наиболее часто возникающих дефектов и повреждений основных узлов и деталей центробежных компрессоров и насосов, их средний ресурс и виды контроля (ТО, ремонта) при эксплуатации приведены в табл.1. Величина среднего ресурса, указанная в табл.1, определена по данным эксплуатации оборудования, нормированным Системой технического обслуживания и ремонтов [34]. В этой Системе нормативы приводятся кратными средней месячной нагрузке оборудования при непрерывной эксплуатации - 720 ч.

Перечень основных узлов и деталей центробежных компрессоров и насосов, их дефектов, средние ресурсы и периодичность контроля при эксплуатации

I. Центробежные компрессоры.

No	Наименование узла, детали	Встречающиеся дефекты, ограничивающие ресурс - принимаемые меры	Назначаемая величина ресурса	Периодичность контроля
1.	Корпус	нет дефектов	До следующего капитального ремонта или 43200 ч	при следующем капитальном ремонте
		трещины - ремонт с составлением технологии и контролем его качества	до следующего среднего ремонта или 25900 ч	при каждом среднем ремонте
		трещины - замена на новый	ресурс 86400 ч	по истечении ресурса
2.	Диафрагмы и диффузоры	нет дефектов	До следующего капитального ремонта или 43200 ч	при следующем капитальном ремонте
		трещины - ремонт с составлением технологии и контролем его качества	до следующего среднего ремонта или 25900 ч	при каждом среднем ремонте
		трещины - замена на новый	ресурс 86400 ч	по истечении ресурса
3.	Вал ротора	нет дефектов	До следующего капитального ремонта или 43200 ч	при следующем капитальном ремонте
		трещины - замена на новый	ресурс 43200 ч	при каждом кап. ремонте
		износ шеек подшипника более 3% - замена - ремонт плазменным напылением	ресурс 43200 ч ресурс до капитального ремонта или 43200 ч	при кап. рем. при средних и капитальных ремонтах
4.	Упорный диск	износ более 10% толщины - замена	ресурс 43200 ч	при средних и капитальных ремонтах
		ослабление посадки - замена	ресурс 43200 ч	при средних и капитальных ремонтах

Наименование узла, детали	Встречающиеся дефекты, ограничивающие ресурс - принимаемые меры	Назначаемая величина ресурса	Периодичность контроля
Рабочие колеса	<p>трещины на покрывном или основном дисках - ремонт с разработкой технологии ремонта и контролем качества</p> <p>обрыв небольших участков на покрывном или основном дисках - замена рабочего колеса</p> <p>оконтуривание головок заклепок более 20%</p> <p>оконтуривание головок более 50% заклепок одной из лопаток, частичное выкрашивание или обрыв головок или тела заклепок, превышение зазоров между покрывным диском и лопатками на входе колеса более 0,3 мм или на выходе более 0,2 мм - переклепка колеса</p>	<p>ресурс до капитального ремонта или 43200 ч</p> <p>ресурс 43200 ч</p> <p>ресурс до среднего ремонта или 25900 ч</p>	<p>при средних и капитальных ремонтах</p> <p>при средних и капитальных ремонтах</p> <p>при каждом капитальном и среднем ремонте</p>
Подшипники опорные и упорные	<p>трещины, сколы, выкрашивание, натаскивание и отслоение баббита, раковины, подплавление, износ - перезаливка подшипников и расточка под размер шейки вала</p>	<p>ресурса агрегата в целом не определяют, подлежат реставрации, замене</p>	<p>при всех видах ремонта</p>
Уплотнения вала (механические)	<p>трещины, сколы, риски, царапины, износ трущихся пар, западание, деформация пружин - детали с дефектами подлежат замене</p>	<p>узлы уплотнения не определяют ресурса агрегата в целом, т.к. дефектные детали заменяются на новые</p>	<p>при всех видах ремонта</p>
Зубчатая муфта	<p>Ослабление посадки, износ зубьев на 20% и более - замена на новую</p>	<p>ресурс до капитального ремонта или 43200 ч</p>	<p>при средних и капитальных ремонтах</p>

№ Наименование узла, детали	Встречающиеся дефекты, ограничивающие ресурс - принимаемые меры	Назначаемая величина ресурса	Периодичность контроля
<p>Маслосистема в составе: маслонасос пусковой, рабочий, маслобак, арматура (вентили краны, клапаны) трубопроводы, смотровые фонари</p>	<p>износ деталей насоса -шестерен, рабочего колеса, шеек вала, подшипников Пропуски арматуры, их сальников, пропуски резьбовых, фланцевых соединений, загрязнение маслобака, масла - замена дефектных деталей, арматуры, промывка бака замена масла</p>	<p>ресурс до капитального ремонта или 43200 ч с учетом замены дефектных деталей</p>	<p>при средних и капитальных ремонтах</p>
<p>Редуктор, мультипликатор, корпус, подшипники, муфта зубчатые пары</p>	<p>аналогично п.п.1;6;8 этой таблицы дефектов износ зубьев, фреттинг-коррозия, зазор в зубьях выше допустимого по чертежу - замена на новые</p>	<p>ресурс согласно п.п.1;6;8 настоящей таблицы ресурс до капитального ремонта или 43200 ч</p>	<p>при средних и капитальных ремонтах при средних и капитальных ремонтах</p>

II. Центробежные насосы

№ Наименование узла, детали	Встречающиеся дефекты, ограничивающие ресурс - принимаемые меры	Назначаемая величина ресурса	Периодичность контроля
<p>Корпус</p>	<p>трещины - восстановительный ремонт или замена уменьшение толщины стенок на 10% 20% 30% 40% и более</p>	<p>ресурс 60000 ч целого корпуса и не более 30000 ч после ремонта Сокращает ресурс корпуса соответственно на 10% 25% 50% подлежит замене</p>	<p>при средних и капитальных ремонтах при средних и капитальных ремонтах</p>

No	Наименование узла, детали	Встречающиеся дефекты, ограничивающие ресурс - принимаемые меры	Назначаемая величина ресурса	Периодичность контроля
	Вал	выработка посадочных мест под подшипники, муфту - металлизация или плазменное напыление с последующей приточкой.	Ресурс после этого назначается не более 40000 ч	при средних и капитальных ремонтах
	Рабочие колеса	трещины	подлежит замене	при средних и капитальных ремонтах
		трещины	подлежат замене	при средних и капитальных ремонтах
		уменьшение толщины стенок лопаток и дисков на 25% и более	подлежат замене	при средних и капитальных ремонтах
	Подшипники качения	язвы на деталях, осевые и радиальные зазоры более допустимых, дефекты сепаратора	подлежат замене на ресурсе всего агрегата не скзывается	
	Подшипники скольжения	выработка, сколы, отслоения, оплавление, трещины и другие дефекты баббитового слоя - Замена вкладышей или перезаливка баббита с последующей расточкой	Ресурс до следующего капитального ремонта	при средних и капитальных ремонтах
	Торцевое уплотнение	выработка деталей с появлением недопустимых утечек - ремонт с заменой изношенных деталей.	Ресурс агрегата в целом торц.уплотнения не определяют	при всех видах ремонта
	Защитная гильза вала	выработка по наружному диаметру - замена		при всех видах ремонта
	Зубчатая муфта	износ зубьев - замена при износе зубьев до 15-20% и более.	В зависимости от % износа назначается ресурс до среднего или капитального ремонта	при средних и капитальных ремонтах

3. ПОРЯДОК И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

3.1. Работы по диагностированию насосно-компрессорного оборудования должны носить комплексный характер и в общем случае включают:

- а) анализ технической документации;
- б) контроль основных параметров, характеризующих работоспособность оборудования;
- в) вибродиагностику;
- г) измерения размеров сопрягаемых узлов и деталей;
- д) определение механических характеристик металла (измерение твердости) валов и рабочих колес;
- е) толщинометрию стенок корпуса;
- ж) неразрушающий контроль потенциально опасных участков основных деталей методом ультразвуковой дефектоскопии, цветным или магнито-порошковым методами;
- з) балансировку роторов;
- и) прочностные (гидро- или пневмо-) испытания корпусов.
- к) расчет остаточного ресурса оборудования.

3.2. При анализе технической документации изучают паспортные данные оборудования, технологический регламент, рабочие чертежи, замечания органов Госгортехнадзора, выявляют ранее выполненные ремонты, вызванные эксплуатационными повреждениями. Определяют суммарную наработку оборудования за срок его эксплуатации.

Результаты анализа технической документации используют при выборе методов контроля и составлении плана обследования каждой единицы оборудования.

3.3. Контроль основных параметров позволяет оценить общее техническое состояние оборудования и определить узлы, требующие более детального диагностирования. Основными диагностическими параметрами центробежных компрессоров и насосов являются герметичность уплотнений и соединений, температура и давление охлаждающей воды, производительность и стабильность функционирования и виброхарактеристики. Перечень контролируемых параметров и узлов компрессоров и насосов приведен в Приложении 2.

3.4. Вибродиагностика позволяет косвенно судить о работоспособности машин с вращающимися массами.

Для компрессоров и насосов, не оснащенных стационарной аппаратурой измерения и контроля вибрации, измеряемой и нормируемой

величиной является среднее квадратическое значение виброскорости в диапазоне частот от 10 до 1000 Гц (общий уровень).

Измерения и оценка допустимой степени вибрации центробежных машин осуществляется согласно стандарту ИСО 3945. В приложениях 8 и 9 приведены классификация и нормы вибрации машин при эксплуатации.

3.5. Измерения размеров сопрягаемых узлов и деталей проводятся с целью установления соответствия их рабочим чертежам, допустимым отклонениям и зазорам, установленным в нормативных документах [28, 30] и указанным в Приложениях 11 и 13.

Обследование деталей и узлов, подлежащих контролю, проводится в следующем порядке:

- внешний осмотр деталей с целью выявления износа, коррозии, локальной деформации, трещин и других дефектов на наружных поверхностях деталей.

- измерение основных размеров с целью определения величины износа.

По результатам внешнего осмотра и контроля размеров определяется необходимый объем работ по дефектоскопии деталей.

3.6. Механические характеристики металла (предел текучести и временное сопротивление) основных деталей могут быть определены неразрушающим методом с помощью переносных твердомеров по ГОСТ 22761-77 и ГОСТ 22762-77.

При определении твердости должно быть выполнено не менее 3-х измерений на каждом участке - фактическая твердость вычисляется по их среднеарифметическому значению.

3.7. Толщинометрия стенок корпуса может быть произведена с помощью ультразвуковых толщиномеров или методом высверливания. Рекомендуются отечественные ультразвуковые толщинометры типа УТ-92П (Кварц-15), УТ-93П, приборы фирмы "Крауткремер" (ФРГ) - ДМ2, ДМ3, а также другие толщинометры, соответствующие требованиям ГОСТ 25863-83.

Выбранные для контроля участки зачищаются до металлического блеска на площади диаметром 30-40 мм. Подготовленная к контролю поверхность не должна иметь углублений, шероховатости, забоин, глубоких царапин и т.п. Выбранные зоны измерений маркируются, и все последующие измерения в случае необходимости их повторения проводятся в этих зонах. Для повышения достоверности результатов на каждом участке следует проводить 5 измерений - фактическая толщина вычисляется по их среднеарифметическому значению.

3.8. Неразрушающий контроль потенциально опасных участков основных деталей осуществляется методом ультразвуковой дефектос-

копии, цветным или магнито-порошковым методами. Специалисты, проводящие неразрушающий контроль, должны иметь удостоверения на право проведения неразрушающего контроля соответствующим методом. Заключение о проведенном контроле должны выдаваться специалистами, аттестованными на уровень квалификации не ниже второго по международной классификации.

3.8.1. Ультразвуковой контроль деталей и сварных соединений, осуществляемый в соответствии с ГОСТ 14782-86 и ОСТ 26-1044-83, позволяет выявить в деталях дефекты типа трещин, непроваров, несплавлений, шлаковых включений и газовых пор с указанием их количества, координат расположения и условной протяженности, без расшифровки характера дефектов.

3.8.2. Цветной метод контроля относится к капиллярным методам (ГОСТ 18442-80) и предназначен для выявления поверхностных дефектов в металле деталей. Требования к контролируемой поверхности, оптимальные рабочие составы, методика контроля установлены в ОСТ 26-5-88.

3.8.3. Магнито-порошковый контроль проводится в соответствии с ГОСТ 21105-87 и позволяет выявить поверхностные дефекты типа трещин в ферромагнитных сталях и сплавах.

3.9. Балансировка роторов машины производится в тех случаях, когда уровень вибрации машины превышает допустимые уровни. После проведения балансировки средние квадратические значения виброскорости агрегатов не должны превышать уровня "допустимо" в соответствии с Приложением 8. Амплитуды вибрации агрегатов не должны превышать значений, приведенных в Приложении 9.

3.10. При диагностировании маслосистемы проверяется состояние и работоспособность масляных насосов. При выявлении в них дефектов и необходимости замены деталей производится ремонт. Проверяется состояние масляных трубопроводов и арматуры. Производится анализ масла - в случае если оно не соответствует ГОСТу, производится его замена с предварительной очисткой и промывкой масляного бака.

3.11. Диагностирование межступенчатых холодильников производится в соответствии с методиками диагностирования и оценки остаточного ресурса сосудов и аппаратов.

3.12. Диагностирование трубопроводов и арматуры, входящих в состав насосно-компрессорных агрегатов, производится согласно РД-38.13.004-86 "Эксплуатация и ремонт технологических трубопроводов под давлением до 10,0 МПа (100 кгс/см²)".

3.13. Фундамент проверяется на соответствие проекту, уточняются размеры, определяется его состояние: отсутствие повреждений

(трещин), в том числе на участках, подвергавшихся ремонтам, укреплению; наличие и величина смещений, наклона, осадки; передача вибраций на конструкции зданий и другие факторы, по которым производится оценка состояния фундамента и даются рекомендации по его укреплению.

3.14. Техническое состояние, исправность и ресурс электропривода или другого вида привода (турбины) контролируется с привлечением энергослужбы, которая дает заключение по специальным методикам.

3.15. Определение остаточного ресурса оборудования производится по минимальному ресурсу его базовых составных частей и основных узлов, указанных в п.2.2.

Расчет остаточного ресурса деталей и узлов осуществляется в соответствии с методиками [22 - 26].

При соответствии (равенстве или превышении) рассчитанных показателей остаточного ресурса нормативным значениям пробега оборудования между плановыми ремонтами (Приложение 12) выдается заключение о возможности безопасной эксплуатации оборудования на период до следующего планового ремонта соответствующего вида. В случае неудовлетворительных значений расчетных показателей остаточного ресурса агрегат к дальнейшей эксплуатации не допускается.

Пример определения остаточного ресурса оборудования.

По результатам диагностирования технического состояния центробежного компрессора рассчитаны ресурсы его узлов и деталей, ч: Корпус - 44000; диафрагмы - 26000; вал - 52000, упорный диск - 60000, рабочие колеса - 48000, муфта - 56000, редуктор - 44000, маслосистема - 45000. Произведена замена уплотнений и подшипников. Результаты обследования по разделу 3 методики положительны. Ресурс компрессора определяется по минимальному ресурсу составных частей, в данном случае - диафрагмы (26000 ч). В соответствии с нормативным значениям пробега компрессора между плановыми ремонтами (Приложение 12) остаточный ресурс принимается равным 25900 ч (т.е. 3 годам эксплуатации).

4. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

4.1. На основании полученных результатов диагностирования оборудования Исполнитель составляет заключение о возможности его безопасной эксплуатации, к которому прилагает акты (протоколы, карты) контроля оборудования и методику проведения работ (либо ссылку на утвержденную методику).

4.2. Заключение должно включать следующие данные:

место расположения оборудования, его инвентарный номер, наименование организации-изготовителя, даты изготовления и ввода в эксплуатацию оборудования;

наименование организации, выполнившей диагностирование, дату диагностирования, фамилии, должности исполнителей;

краткую техническую характеристику оборудования, режим его эксплуатации и вид перекачиваемого продукта;

проектные и фактические размеры основных деталей оборудования;

число проведенных ремонтов (отдельно - вследствие аварий), и их краткое описание;

результаты внешнего осмотра и измерений;

результаты неразрушающего контроля;

результаты механических испытаний, химического и металлографического анализа основного металла и сварных соединений (в случаях их проведения);

расчеты остаточного ресурса (в случае выполнения расчетов на ЭВМ в заключении приводятся сведения о программе расчета, организации - хранителе программы и машинная распечатка расчета);

выводы по результатам обследования и комплексной дефектоскопии, которые должны содержать основные данные, характеризующие состояние отдельных элементов или оборудования в целом;

заключение о состоянии оборудования, остаточном ресурсе его безопасной эксплуатации и условия (ограничения, если они вводятся дополнительно к штатному регламенту) его надежной эксплуатации.

4.3. В заключении дополнительно могут приводиться результаты оценки ремонтпригодности оборудования, предложения по выполнению ремонтных работ, рекомендации по повышению надежности оборудования.

4.4. В тех случаях, когда к диагностированию оборудования дополнительно привлекались специалисты смежных областей науки и техники, их мнения (расчеты) включаются в заключение или оформляются в виде самостоятельного документа, прилагаемого к заключению.

4.5. Оформленное заключение подписывается исполнителями и утверждается руководителем организации, руководившей проведением диагностирования оборудования, и имеющей разрешение органов Госгортехнадзора на проведение работ по техническому диагностированию насосно-компрессорного оборудования.

Утвержденное заключение регистрируется Исполнителем и передается Заказчику. Один экземпляр заключения (контрольный) хранится у Исполнителя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ
И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. М.: "МЕТАЛЛУРГИЯ", 1989 г.
2. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Термины и определения. - М.: Изд-во стандартов, 1990.
3. ГОСТ 27.302-86. Надежность в технике. Методы определения допустимого отклонения параметра технического состояния и прогнозирования остаточного ресурса составных частей агрегатов машин.
4. ГОСТ 7565-81. Чугун, сталь и сплавы. Метод отбора проб для определения химического состава.
5. ГОСТ 14782-86. Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые.
6. ГОСТ 18442-80. Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования.
7. ГОСТ 21105-87. Контроль неразрушающий. Магнито-порошковый метод.
8. ГОСТ 22761-77. Металлы и сплавы. Метод измерения твердости по Бринеллю переносными твердомерами статического действия.
9. ГОСТ 22762-77. Металлы и сплавы. Метод измерения твердости на пределе текучести вдавливанием шара.
10. ГОСТ 23049-84. Контроль неразрушающий. Дефектоскопы ультразвуковые. Основные параметры и общие технические требования.
11. ГОСТ 25863-83. Контроль неразрушающий. Толщинометры ультразвуковые контактные. Общие технические требования.
12. ГОСТ 25859-83. Сосуды и аппараты стальные. Нормы и методы расчета на прочность при малоцикловых нагрузках.
13. ГОСТ 20076-89. Станки балансировочные. Нормы точности.
14. ГОСТ 22061-76. Система классов точности балансировки.
15. ГОСТ 12327-79. Машинные электрические вращающиеся остаточные дисбалансы роторов. Нормы и методы измерения.
16. ОСТ 26-5-88. Контроль неразрушающий. Цветной метод контроля сварных соединений наплавленного и основного металла.
17. ОСТ 26-291-94. Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия.
18. МС ИСО 2372-74. Станки. Правила оценки механической вибрации при рабочих скоростях от 10 до 200 об/с.
19. МС ИСО 3945. Механическая вибрация мощных ротационных машин со скоростью вращения от 10 до 200 об/с. Измерение и оценка степени вибрации на месте.
20. МС ИСО 1940-73. Качество балансировки вращающихся жестких тел.
21. МС ИСО 5406-80 Балансировка гибких роторов.
22. Р 50-609-21-86. Рекомендации. Прогнозирование и контроль остаточного ресурса типовых деталей машиностроения на основе информации о динамике процесса изменения параметров технического состояния.
23. Р 50-609-22-86. Рекомендации. Прогнозирование остаточного ресурса типовых деталей на основе информации о зависимости между остаточным ресурсом и значениями параметров технического состояния.

24. Р 50-609-29-87. Рекомендации. Прогнозирование остаточного ресурса типовых деталей на основе авторегрессионных зависимостей между значениями параметров технического состояния.
25. РД 50-423-83. Методические указания. Надежность в технике. Методика прогнозирования остаточного ресурса машин и деталей, подверженных изнашиванию.
26. РД 50-490-84. Методические указания. Прогнозирование остаточного ресурса машин и деталей по косвенным параметрам.
27. В.С. Дуров и др. Эксплуатация и ремонт компрессоров и насосов. Справочное пособие. Москва, "Химия", 1980.
28. Центробежные компрессоры. Общие технические условия на ремонт. УО 38.12.007-87. Волгоград, 1989. Согласовано с Госгортехнадзором РФ 1 сентября 1987 г.
29. Эксплуатация и ремонт технологических трубопроводов под давлением до 10,0 МПа (100 кгс/см²) РД 38.13.004-86, Москва, "Химия", 1988.
30. Общие технические условия по эксплуатации и ремонту центробежных насосов ОТУ-78. Волгоград, Нижне-Волжский филиал ГрозНИИ, 1978. Согласовано с Госгортехнадзором РФ 18 декабря 1978 г.
31. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. Москва, "Недра", 1989.
32. П.Р. Должанский. Контроль надежности металла объектов котлонадзора. Москва, "Недра", 1985.
33. Методические рекомендации по проведению диагностических виброизмерений центробежных компрессорных машин и центробежных насосных агрегатов предприятий МХНП СССР (РДИ).
34. Система технического обслуживания и ремонта технологического оборудования предприятий по производству минеральных удобрений. Справочник 1991.
35. Регламент специальных диагностических измерений абсолютной вибрации центробежных компрессорных машин и центробежных насосных агрегатов.
36. Методическая разработка. Оценка и прогнозирование технического состояния насосно-компрессорного оборудования.
37. Программный комплекс для диагностирования дефектов энергомеханического ротационного оборудования. Инструкция пользователя.
38. Методические указания по обследованию насосно-компрессорного оборудования с целью определения ресурса. (АО НИИ ТУРБОКОМПРЕССОР).
39. Положение о ППР технологического оборудования предприятий нефтеперерабатывающей, нефтехимической промышленности, часть I, II с учетом новых норм межремонтных периодов, утвержденных 10.12.87.
40. Методика диагностирования технического состояния компрессоров промышленных аммиачных холодильных установок. М1-95.
41. Справочник по балансировке. Под ред. М.Е. Левитова. Москва, Машиностроение, 1992 г.

ативные сроки службы основных видов оборудования

Группы и виды основных фондов	Срок службы в годах
Компрессорные машины и оборудование	
Компрессоры поршневые общего назначения (Р 0,8 МПа, Q до 20 м ³ /мин)	18,5
Компрессоры поршневые общего назначения (Р 0,8 МПа, Q до 20 м ³ /мин), компрессоры, используемые в газовой промышленности (газомоторные, турбинные, электроприводные)	14,9
Компрессоры специальные - воздушные (Р 0,8 МПа)	20,0
Компрессоры, воздуходувки, газодувки, установки компрессорные фреоновые, агрегаты турбокомпрессорные аммиачные и пропановые.	25,0
Компрессоры и компрессорные станции и установки, обычные и специальные.	7,0
Компрессоры, используемые в газовой промышленности (как силовым двигателем)	4,0
Компрессоры роторные	5,8
Компрессоры, компрессорные станции и установки, поршневые, приводные, общего назначения (Р 1,2 МПа Q до 50 м ³ /мин)	13,0
Компрессоры поршневые (Р до 1,2 МПа Q до 50 м ³ /мин)	18,2
Компрессоры, компрессорные станции и установки поршневые (воздушные, газовые), поршневые (с поршнем в поршне 70 кН), тяжелые	20,0
НАСОСЫ	
Насосы артезианские, пневматические, винтовые, центробежные, мотопомпы	5,0
Насосы песковые, багерные; насосы шламовые, насосы для перекачки нефти и углесосы; насосы для перекачки жидкостей, корродирующих металлы	3,0
Насосы камерные	12,0
Насосы центробежные, осевые, вихревые, диагональные (с электроприводом, канализационные)	8,0
Насосы вакуумные и агрегаты на их базе, вакуумные насосы	10,0
Насосы объемные, шестеренчатые, поршневые	8,0

Система технического обслуживания и ремонта технологического оборудования предприятий по производству минеральных удобрений [34, стр. 319-320].

СОГЛАСОВАНО
Начальник цеха
_____ (предприятие)
(Ф.И.О., дата)

УТВЕРЖДАЮ
Председатель экспертной комиссии
_____ (Ф.И.О., дата)

ПЕРЕЧЕНЬ ОБСЛЕДОВАНИИ КОМПРЕССОРНОЙ (НАСОСНОЙ) УСТАНОВКИ
_____, ВЫПОЛНЯЕМЫХ ПРИ ЕЕ РАБОТЕ И
(тип, зав. номер)
В ОСТАНОВЛЕННОМ СОСТОЯНИИ (БЕЗ РАЗБОРКИ)

№№	Вид обследования	Дата проведения		Способ контроля и требования.	Отчетный документ
		До разборки	после разборки		
1	2	3	4	5	6
1	Вибрационное состояние механизмов в т.ч. снятие частотного спектра (механизмы)	(дата)	(дата)	(марка приборов)	

1	2	3	4	5	6
2	Обследование герметичности уплотнений насосов, фланцевых соединений, маслопроводов, индикаторных пробок и др.	(дата)	(дата)	Визуально и обильно и обильно. Пропуски не допускаются	Техническая справка
3	Температура охлаждающей воды на выходе из узлов охлаждения	(дата)	(дата)	Приборам, прошедшим проверку в установленном порядке.	Техническая справка
4	Наличие выброса газа в охлаждающую воду (должен отсутствовать)	(дата)	(дата)	Визуально	Техническая справка
5	Расположение пятна контакта в зубчатой передаче при проворачивании вручную и после работы под нагрузкой в течение 30 минут	(дата)	(дата)	Визуально по следу контакта или посредством покрытия 3-х контрольных зубьев парн колес индентором	Техническая справка
6	Осевой разбег ротора в упорном подшипнике	(дата)	(дата)	Щуп, индикатор часового типа	Техническая справка
7	Осевой разбег вогавки зубчатой муфты	(дата)	(дата)	Щуп, индикатор часового типа	Техническая справка

1	2	3	4	5	6
8	Работоспособность пневматического привода	(дата)	(дата)	Визуально, линейка, образцовый манометр. Шток должен перемещаться без рывков, заданный ход не должен превышать 5% расчетного. Непропорциональность хода штока при изменении избыточного давления командного воздуха поступающего в мембранную полость, с 0,02 до 0,1 МПа допускается в пределах 5%	Техническая справка
9	Оценить производительность и напор насосов	(дата)	(дата)	По изменению параметров по сравнению с ранее фиксированными	Техническая справка
10	Стабильность настройки и функционирования редукционного клапана и другой аппаратуры маслопровода	(дата)	(дата)	Визуально, по стабильности показаний приборов.	Техническая справка

1	2	3	4	5	6
11	Отсутствие загрязнения теплообменных аппаратов	(дата)	(дата)	Косвенно по перепаду давления и разности температур охлаждающей и охлаждаемой сред по сравнению с ранее фиксированными	Технической справка
12	Функционирование аварийных защит	(дата)	(дата)	Поступление сигнала на останов при имитации аварийной ситуации.	Акт
13	Состояние крепления (наличие и величина затяжки) фиксации отъемных деталей (прилегание, наличие и исправность штифтов, контровка и т.д.	(дата)	(дата)	Визуально, динометрический ключ, щуп	Техническая справка

Составители:

(Ф.И.О. , подпись , дата)

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Перечень паспортных показателей,
регистрируемых при диагностировании оборудования.

ВЫПИСКА ИЗ ПАСПОРТА КОМПРЕССОРА (НАСОСА)

1. Тип и обозначение.
2. Перекачиваемая среда.
3. Параметры на входе:
температура
давление
4. Параметры на выходе:
температура
давление
5. Производительность
6. Потребляемая мощность
7. Режим работы
8. Частота вращения вала (ротора)
9. Параметры вибрации
10. Условия эксплуатации
11. Марка материала основных деталей
12. Комплектность установки
13. Завод изготовитель
14. Дата изготовления
15. Заводской номер
16. Регистрационный номер
17. Дата ввода в эксплуатацию
18. Место установки
19. Тип приводного двигателя
20. Данные по ремонту элементов
21. Акты на ремонтные работы
22. Материалы по реконструкции (чертежи, расчеты, акты выполненных работ и др.)
23. Данные гидроиспытаний сборочных единиц.

Составил: _____

(Ф.И.О. должность)

" _____ " _____ 19 _____

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

УТВЕРЖДАЮ

Начальник цеха

(предприятие)

(подпись)

" ____ " ____ 19 ____

СПРАВКА О ХАРАКТЕРЕ РАБОТЫ КОМПРЕССОРА (НАСОСА)

(марка , зав. номер)

1. Режим работы (производительность, давление, температура)
2. Потребляемая мощность на отдельных режимах и доля отдельных режимов в общем времени эксплуатации.
3. Количество часов работы по годам с момента ввода в действие
4. Число пусков-остановов с момента ввода в действие с фиксацией моментов замены основных деталей (рабочих или зубчатых колес, валов, муфты, поршней, штоков и т.д.).
5. Условия эксплуатации (температура, влажность окружающего воздуха, среда).
6. Данные по вибрации за время эксплуатации.
7. Замечания по работе установки.

Составил

(должность, Ф.И.О.)

(подпись)

" ____ " ____ 19 ____ г

Рекомендуемая форма Приказа по предприятию заказчика.

П Р И К А З

_____ (гор.местность)

_____ (дата)

С целью определения возможности дальнейшего безопасной эксплуатации (указать тип) компрессоров (насосов) согласно прилагаемого перечня начальнику цеха _____

Подготовить оборудование для проведения его обследования членами комиссии, имеющей лицензию, в составе

Ф.И.О. руководителя комиссии, должность

Ф.И.О. членов комиссии, должности.

Обеспечить членам комиссии необходимые условия для проведения обследования в соответствии с "Методикой

Назначить ответственным от предприятия за исполнение

от по обследованию оборудования _____

(должность, ф.и.о.)

Перечень подлежащего обследованию оборудования

Марки	Завод-изготовитель	год выпуска	Заводск. номер	Регистр. номер	Место установ	Срок проведения
-------	--------------------	-------------	----------------	----------------	---------------	-----------------

Руководитель организации

(подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
Рекомендуемое

ВЕДОМОСТЬ

дефектов компрессорной (насосной) установки
зав. No _____, рег No _____
изготовленной _____
(завод - изготовитель, дата)

наименование и обозначение проверяемого объекта или детали	Способ проверки	Описание дефекта	Заключение
--	-----------------	------------------	------------

Председатель комиссии: _____
Члены комиссии: _____

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

УТВЕРЖДАЮ
Директор

" _____ " _____ 19__ г

А К Т
обследования состояния компрессорной
(насосной) установки _____
(тип, зав. номер)

Комиссия в составе _____

на основании приказа руководителя _____

_____ No _____ от _____ провела обследование
(предприятие)

состояния компрессорной (насосной) установки _____

В результате проведенных работ установлено:

1. Компрессор (насос) _____ изготовлен в _____ г
(тип)

_____, зав. No _____ установка смон-
(предприятие-изготовитель)
тирована _____

2. Компрессор (насос) эксплуатируется в режиме _____

3. Обследование показало:

(Перечислить обнаруженные дефекты, повреждения, нарушения покрытий и т.д. и места их расположения по всем составляющим установки, включая системы защиты, фундамент.)

4. Результаты дополнительных к методическим указаниям обследований, предусмотренных программой обследования или по решению ЭК.

5. Заключение комиссии

На основании обследования оборудования, проведенного в пе-
риод с _____ по _____ комиссия считает:

а) Указать дефекты без исправления

б) Указать дефекты, требующие исправления.

После выполнения работ по п.2 компрессор (насос) может
быть допущен к эксплуатации в режиме _____

Очередное обследование провести не позже _____

Приложение: 1. Справка о характере работы компрессора (насоса).

2. Выписка из паспорта компрессора (насоса).

3. Результаты дополнительных исследований, выпол-
ненных по решению ЭК.

4. Ведомость дефектов.

5. Копия разрешения Госгортехнадзора на проведе-
ние работ.

6. Программа обследования оборудования.

Подписи членов комиссии

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

СРЕДНИЕ КВАДРАТИЧЕСКИЕ ЗНАЧЕНИЯ ВИБРОСКОРОСТИ

Интенсивность вибрации, мм/с	Оценка технического состояния			
	Паропривод	Электро- привод	Мульти- пликатор	Компрессор
1,8	Отлично			Отлично
1,8 до 2,8	Хорошо	Отлично	Отлично	Хорошо
2,8 до 4,5	Допустимо	Хорошо	Хорошо	Допустимо
4,5 до 7,1	Требуется принятия мер	Допустимо	Допустимо	
7,1 до 11,2	Недопустимо	Требуется принятия мер	Требуется принятия мер	Требуется принятия мер
≥ 11,2		Недопустимо	Недопустимо	Недопустимо

"ОТЛИЧНО", "ХОРОШО"

"ДОПУСТИМО"

"ТРЕБУЕТ ПРИНЯТИЯ"

"

"НЕДОПУСТИМО"

- оценка качества ремонта, допустимо при приемных испытаниях после ремонта
- бездефектное эксплуатационное состояние;
- необходимость проведения мероприятий по обнаружению дефекта, усилению контроля, планомерный вывод в ремонт;
- эксплуатация не допускается.

ДОПУСТИМЫЕ АМПЛИТУДЫ ВИБРАЦИИ

Обследуемый объект	Частота колебаний Гц	Допустимы размах вибросмещения 2А, мкм
Фундаменты поршневых машин	до 3,5	600
	3,5 - 8,0	400
	8,0 - 25,0	200
	25,0 - 50,0	100
Фундаменты электродвига- телей	до 8	400
	8 - 12,5	300
	свыше 12,5	200
Фундаменты турбоагрегатов	до 25	140
	25 - 50	80
	свыше 50	до 40
Цилиндры поршневых машин	до 10	500
	и межступенчатые аппараты	свыше 10
Трубопроводные комму- никации		

А К Т

на проведение испытаний на прочность

" _____ " _____ 19 _____

Настоящий акт составлен в том, что во время обследования компрессора (насоса) _____ No _____ были подвергнуты гидроиспытаниям на прочность пробным давлением следующие узлы и детали

No	Наименование узла (детали)	Рабочее давление	Пробное давление	Примечания
----	----------------------------	------------------	------------------	------------

Обнаружены дефекты: _____

Перечисленные узлы (детали) _____

(допускаются, не допускаются)

к дальнейшей эксплуатации под их рабочим давлением.

Начальник участка _____

Начальник цеха _____

Представитель ЭК _____

1. Допустимые биения деталей роторов не должны превышать величин, приведенных в табл.1.

Таблица 1
ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К РОТОРАМ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

ДЕТАЛИ	Допустимые величины биения деталей роторов , мм			
	Насосы КВН		Остальные насосы	
	номинальн	допустим	номинальн	допустим
По окружности:				
полумуфта	0,03	0,05	0,03	0,05
посадочные места вала под подшипники	0,02	0,04	0,02	0,03
защитные гильзы вала	0,03	0,05	0,02	0,03
уплотняющие кольца рабочих колец	0,06	0,08	0,03	0,05
рабочее колесо по наружному диаметру	0,08	0,1	0,06	0,08
штулки межступенчатого уплотнения (диафрагмы)	--	--	0,03	0,05
маслоотбойные кольца	0,05	0,07	--	--
тупица разгрузочного диска	0,06	0,08	--	--
По торцу:				
полумуфта	0,02	0,04	0,02	0,04
рабочее колесо	0,10	0,20	0,10	0,20
разгрузочный диск	0,02	0,04	--	--
торный диск	0,02	0,04	--	--

2. Технические требования к сборке насосов приведены в табл.2

Таблица 2

Контролируемый размер	Величина , мм
1.Диаметральный зазор между уплотняющими кольцами рабочих колец и уплотняющими кольцами корпуса насоса	0,6 - 0,8
Для насосов КВН	0,8 - 1,2
2.Диаметральный зазор между втулкой вала и жеступенчатым уплотнением	0,4 - 0,5
3.Отклонение оси вала от оси сальниковой коробки	не более 0,1
4.Разбег ротора насоса до установки подшипников	не менее 8, но не более 12
.Разбег ротора насоса после установки радиаль-упорных подшипников	не более 0,1-0,15
.Отклонение оси выходных сечений рабочих колес выходных сечений спиральных камер	не более 0,5
.Зазор между верхней и нижней половинами внутреннего корпуса двухкорпусных насосов	не более 0,03
.Зазор посадочных мест между крышкой и корпусом насосов с торцевым разъемом на диаметр	не более 0,2
.Эксцентricность расположения внутреннего корпуса в наружном	не более 0,1
1).Диаметральный зазор между задними уплотняющими кольцами рабочих колес и диафрагмой	0,5 - 0,6
.Величины зазоров между торцами валов привода насоса:	
для холодных и горячих одно-и двухступенчатых	5 - 6
для горячих трехступенчатых и более	8 - 10

Общие технические условия по эксплуатации и ремонту центробежных насосов ОТУ-78. Волгоград, 1978. Согласовано Госгорнадзором РФ 18 декабря 1978 [стр.56-57].

НОРМЫ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ РАБОТЫ МЕЖДУ РЕМОНТАМИ
ОБОРУДОВАНИЯ.

Компрессоры

Наименование оборудования	Время работы между ремонтами, ч			
	Техническ. осмотрами	текущими	средними	капитальными
Компрессоры поршневые воздушные	720 - 1000	1440-2880	4320-8640	25920-43200
Газовые и холодильные компрессоры центробежные, трбовоздуходувки, турбовоздуковки	--	1440-2880	4320-8640	25920-43200
	--	2160-4320	4320-8640	25920-51840

Насосы и вентиляторы

Наименование оборудования	Время работы между ремонтами, ч		
	текущими	средними	капитальными
1	2	3	4
Насосы центробежные, перекачивающие нефтепродукты, сжиженные углеродородные газы и другие нейтральные жидкости с температурой -30 до 200°C	2160-3960	4320-11880	25920-35640
Насосы центробежные, перекачивающие нефтепродукты (углеводороды и другие нейтральные жидкости) с температурой до 400°C	1440-2880	4320-8640	25920-34560
Насосы центробежные, перекачивающие кислоты и другие агрессивные жидкости, в том числе химические насосы	720-1440	2160-4320	8640-17280
Насосы центробежные, перекачивающие нефтепродукты (углеводороды), держащие твердые неабразивные включения до 0,5% (масс.) размером частиц до 0,1 мм	720-2160	4320-8640	8640-25920
Насосы центробежные, перекачивающие нефтепродукты (углеводороды) температурой до 80°C совместно с щелочью (NaOH).	720-1440	2160-4320	8640-25920

Продолжение ПРИЛОЖЕНИЯ 12 **

1	2	3	4
Насосы центробежные, перекачивающие воду (конденсат) и другие чистые нейтральные жидкости при температуре до 85°C	1440-3840	4320-11520	25920-34560
Насосы центробежные, перекачивающие растворы минеральных солей (рассолов) при температуре до 85°C	1440-2160	4320-6480	17280-25920
Насосы центробежные, перекачивающие бытовые и промышленные сточные воды с содержанием твердых абразивных включений до 1% (масс.), насосы, перекачивающие промышленные сточные воды с агрессивной средой	720-1440	2160-4320	8640-25920
Насосы поршневые, перекачивающие воду при температуре до 85°C	720-1440	2160-4320	8640-25920
Насосы поршневые, перекачивающие водороды вязкостью до 36 сст.	720-1440	4320-5760	8640-25920
Насосы поршневые, перекачивающие химически активные реагенты при температуре до 100°C, вязкостью до 36 сст., детали которых защищены от коррозии исполнением из легированных сталей 2Х13, 3Х13, 21Н6М2Т, Х17Н13М2Т, Х18Н9Т, ЭИ-943-461 и др.	720-2160	2880-4320	8640-17280
Насосы плунжерные высокого давления	360-2880	1440-8640	8640-25920
Насосы дозирочные перекачивающие нейтральные чистые жидкости, эмульсии и суспензии концентрации абразивной твердой фазы, до 1% (масс) вязкостью до 1500 сст. температурой до 200°C	720-2160	2160-4320	8640-17280
Насосы дозирочные, перекачивающие агрессивные жидкости, детали которых защищены от коррозии исполнением из легированной стали 19Т.	720-1440	2160-4320	8640-17280
Насосы шестеренные, винтовые, перекачивающие смазочные масла, печное топливо и другие нейтральные жидкости	1440-4320	8640-17280	25920-51840
Насосы вихревые, перекачивающие жидкости при температуре до 85°C	1440-2880	4320-8640	17280-25920

1	2	3	4
Насосы вихревые, лопастные, перекачивающие растворы кислот и щелочей при температуре до 85°С	720-1440	2160-4320	8640-25920
Насосы вихревые, перекачивающие конденсат с температурой до 100°С	1440-2160	2880-4320	17280-25920
Водокольцевые и вакуумные насосы	720-2160	4320-8640	17280-43200
Насосы вакуумные парозежкторные	8640	--	43200
Насосы центробежные химические, эксплуатируемые на производствах: пропилбензола, этилбензола - для перекачки катализаторного комплекса	360-1440	2160-4320	8640-25920
высших жирных спиртов	360-720	2160-4320	8640-17280
синтетических жирных спиртов	2160	4320	25920
синтетических жирных кислот	2160	4320	25920
синтетических порошкообразных жидких и пастообразных моющих средств	720	--	17280
производство формалина	1440	4320	17280
вентиляторы	4320-8640	--	25920-43200

Положение о системе технического обслуживания и ремонта технологического оборудования предприятий нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Часть вторая. Нефтехимические производства. Уфа-1983. [39, стр.71-73] .

НОМИНАЛЬНЫЕ И ДОПУСТИМЫЕ ЗАЗОРЫ И РАЗМЕРЫ
ДЕТАЛЕЙ КОМПРЕССОРА ПРИ РЕМОНТЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ.

Наименование отклонений	Номинальные	Предельно допустимые при эксплуатации
1	2	3
Корпус		
1. Уклон горизонтального разъема в направлениях:		
продольном (осевом), мм/м	0,1	0,2
поперечном (радиальном), мм/м	0,2	1,0
2. Местные зазоры в горизонтальном разъеме при свободном положении крышки, мм		0,2
3. Тепловой зазор между болтом и отверстием подвижной опоры, мм		1,0
4. Зазор между гайкой и шайбой в подвижной опоре, мм	0,04	0,06
5. Боковой зазор между шпонкой и корпусом подвижной опоры, мм	0,04	0,06
6. Боковой натяг шпонки в канавке плиты (у подвижной опоры), мм	0,03	0,01
7. Местные зазоры между поверхностями скольжения подвижной опоры на отдельных участках не более 20% периметра при плотном прилегании по углам, мм		0,04
8. Несовпадение геометрических осей корпуса и ротора, мм		0,05
Диафрагмы		
1. Зазоры на посадочных поверхностях диафрагм, мм	0,05	0,15
2. Уменьшение осевой толщины диафрагм		0,25
Ротор		
1. Овальность и конусность шеек вала, мм	0,01	0,02
2. Биение шеек вала, мм	0,01	0,02
3. Биение поверхностей упорных дисков по окружности, мм	0,02	0,04
по торцам, мм	0,01	0,02
4. Отклонение геометрии рабочей плоскости упорного диска по контрольной инейке - не должен проходить щуп толщиной, мм		0,02

1	2	3
5. Радиальное биение :		
рабочих колес и думмиса в местах		
лабиринтных уплотнений, мм		0,06
втулок основных и концевых уплот-		
нений вала, мм		0,06
гребешков зачеканенных колец ла-		0,06
биринтных уплотнений, мм		0,02
полумуфт, мм		
6. Торцевое биение:		
полумуфт, мм		0,02
диска реле осевого сдвига, мм		0,03
рабочих колец:		
входная кромка покрывающего		
диска, мм		0,1
покрывающий диск у наружного		
диаметра, мм		0,5
несущий диск у наружного		
диаметра, мм		0,3
7. Уклон шеек ротора, уложенного		
в подшипники, мм/м	0,1	0,2
8. Зазор между покрывающим диском		
и лопаткой, мм		0,05
9. Зазор в шпонках рабочих колец:		
боковой, мм	0,03	0,06
радиальный, мм	0,2	0,6
натяг шпонки на валу, мм	0,015	0,0
Подшипники		
1. Неравномерность верхнего зазора		
по всей длине вкладыша:		
диаметром до 150 мм		0,04
диаметром более 150 мм		0,06
2. Разность толщин колодок упорного		
подшипника, мм		0,02
3. Неперпендикулярность вкладыша		
относительно упорного диска опорно-		
упорного подшипника, мм		0,02
4. Плотность прилегания вкладышей к		
своим постелям по краске, %		75
5. Плотность взаимного прилегания		
вкладышей в разьеме- между опорными		
поверхностями не должен проходить щуп		
толщиной, мм		0,03
6. Площадь контакта колодок с упорным		
диском по натирам, %		70

1	2	3
Соединительная муфта		
1. Площадь контакта между зубьями в зацеплении, %		70
Центровка компрессорного агрегата		
1. Параллельное смещение и перекос осей турбины и компрессора, мм	0,02	0,04
2. Отклонение оси ротора от центра расточек под концевые уплотнения, мм		0,05
Масляная система компрессора		
1. Радиальный зазор между вершиной зуба и поверхностью расточки корпуса шестеренчатого насоса, мм	0,1	0,2
2. Торцевой зазор между крышкой насоса и шестерней, мм	0,05	0,1
3. Боковой зазор между рабочими поверхностями зубьев шестерен, мм	0,15	0,3
4. Радиальный зазор в подшипниках шестеренчатого насоса, мм	0,03	0,08

** Центробежные компрессоры. Общие технические условия на ремонт. УО 38.12.007-87. Волгоград, 1989. Согласовано Госгортехнадзором РФ 1 сентября 1987 г. [стр.301-307].