

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Институт механизации и технического сервиса

Направление Агроинженерия
Профиль Технические системы в агробизнесе
Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проектирование участка технического обслуживания тракторов с
разработкой установки диагностики турбокомпрессора

Шифр ВКР 35.03.06.14114.18

Дипломник	студент		Арсланов А.М.
		подпись	Ф.И.О.
Руководитель	ст. преподаватель		Сабиров Р.Ф.
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

Обсуждена на заседании кафедры и допущена к защите
(Протокол №_____ от _____ 2018 г.)

Зав.кафедрой	д.т.н, профессор		Адигамов Н.Р.
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра эксплуатации машин и оборудования

Направление «35.03.06 – Агроинженерия»

Профиль «Технические системы в агробизнесе»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

_____ /Адигамов Н.Р./

« » _____ 20__ г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Арсланову Айрату Маратовичу

- 1. Тема ВКР «Проектирование участка технического обслуживания тракторов с разработкой установки диагностики турбокомпрессора»

Утверждена приказом по вузу от

« » _____ 20__ года № _____

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы
_____ 20__ года

3. Исходные данные к проекту

- материалы преддипломной практики;
- литература по теме ВКР;

4. Перечень подлежащих разработке вопросов

- состояние способов и методов технического обслуживания;
- обзор конструкций систем диагностики турбокомпрессора;
- проектирование мероприятий по техническому обслуживанию;
- разработка установки диагностики турбокомпрессора;
- экономическое обоснование разработанной конструкции.

5. Перечень графических материалов

- обзор методов диагностирования;
- планировка пункта технического обслуживания;
- чертежи установки для диагностики турбокомпрессора;

- показатели эффективности системы.

6. Консультанты по ВКР

Раздел	Консультант
Экономическое обоснование разработанной конструкции	
Конструкторская разработка	
Безопасность жизнедеятельности	

7. Дата выдачи задания _____ 20____ года

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1. Состояние вопроса		1 лист графической части
2. Проектирование		1...2 листа графической части
3. Проектирование конструкции.....		2...3 листа графической части

Студент _____ / Арсланов А.М./

Руководитель ВКР _____ / Сабиров Р.Ф. /

АННОТАЦИЯ

Выпускной квалификационной работе Арсланова А.М. на тему «Проектирование участка технического обслуживания тракторов с разработкой установки диагностики турбокомпрессора».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на ____ листах машинописного текста и графической части на ____ листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, заключения и включает ____ рисунков, ____ таблиц. Список используемой литературы содержит ____ наименования.

В первом разделе дан анализ состояния способов и методов технического обслуживания и диагностики, обзор конструкций установок для диагностики турбокомпрессоров.

Во втором разделе производится проектирование участка технического обслуживания тракторов.

В третьем разделе разработана установка для диагностики турбокомпрессоров, рассчитано экономическое обоснование разработанной конструкции.

Записка завершается заключением.

ANNOTATION

Graduation qualifying work Arslanov A.M. on the topic "Designing a site for technical maintenance of tractors with the development of a turbocharger diagnostic installation."

Graduation qualification work consists of an explanatory note on ____ sheets of typewritten text and a graphic part on ____ lengths of A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, a conclusion, and includes ____ samples, ____ tables. The list of used literature contains ____ names.

The first section gives an analysis of the state of the methods and methods of maintenance and diagnostics, an overview of the design of installations for the diagnosis of turbochargers.

In the second section, the site for the maintenance of tractors is being designed.

In the third section, an installation for diagnosing turbochargers has been developed, and an economic justification for the design has been calculated.

The note concludes with the conclusion.

ВВЕДЕНИЕ

Оснащенность сельскохозяйственного производства машинами оказывает прямое влияние на его эффективность. К сожалению, оснащенность сельскохозяйственных товаропроизводителей оставляет желать лучшего. Поэтому, недопустимо большими оказались потери продукции, которые стали серьезным негативным фактором для экономических показателей отрасли.

Количество сельскохозяйственной техники, практически по каждому ее виду, резко сократилось и продолжает уменьшаться, несмотря на определенные- усилия со стороны государства. Это естественно приводит к снижению обеспеченности сельхоз товаропроизводителей различного вида техникой..

Техническое обслуживание - основа всей системы технического сервиса тракторов, комбайнов, автомобилей и сельскохозяйственных машин - включает в себя комплекс обязательных для выполнения операций, обеспечивающих нормальную работоспособность при наиболее экономичном режиме работы машин. Это требование обусловлено целесообразностью распределения всего необходимого для выполнения объема работ по техническому обслуживанию на несколько периодов.

Диагностика сельскохозяйственной техники, является обязательным элементом планового технического обслуживания автомобилей.

Поскольку турбокомпрессор является самонастраивающейся системой, то нарушения в его работе могут вызвать только механические неисправности и повреждения, засорение газовых и масляных магистралей, залив в двигатель масла не предусмотренного заводом изготовителем, избыточное давление в картере двигателя..

Целью данной выпускной квалификационной работы является проектирование участка технического обслуживания тракторов с разработкой установки диагностики турбокомпрессора.

1. ЛИТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНЫЙ ОБЗОР

1.1 Станции технического обслуживания

Станции технического обслуживания (СТО) представляют собой многофункциональные автообслуживающие предприятия, предназначенные для выполнения широкого спектра работ и услуг по обслуживанию и ремонту автомобилей. В зависимости от расположения и назначения СТО подразделяются на городские и дорожные.

Городские СТО предназначены для обслуживания парка автомобилей физических и юридических лиц, расположенных в черте города (района города) или на определённой территории. СТО могут быть как универсальными и комплексными, так и специализированными по видам выполняемых работ и моделям автомобилей (как правило, - это малые СТО).

Дорожные СТО предназначены для оказания технической помощи автомобилям и сервисных услуг водителям и пассажирам, находящимся в пути. Практически все дорожные СТО являются универсальными и обычно имеют от 2-х до 5-ти рабочих постов. На дорожных СТО устраняют наиболее часто возникающие в пути неисправности и выполняют операции по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей малой и средней трудоёмкости. Как правило, дорожные СТО совмещаются с мотелями, кемпингами, автозаправочными станциями (АЗС).

СТО грузовых автомобилей и автобусов появились в нашей стране относительно недавно, большинство являются специализированными предприятиями по обслуживанию автомобилей определённой марки и входят в дилерские и сервисные сети заводов-изготовителей. Такие сервисные предприятия занимаются в основном гарантийным ТО и Р автомобилей, реализованных в собственных автосалонах.



Рис. 1.1 Классификация станций технического обслуживания автомобилей

1.2 Обзор существующих конструкций

Рассмотрим существующие конструкции устройств и стендов для испытаний турбокомпрессоров.

Рассмотрим Патент №2348910 - Способ испытания турбокомпрессора (см. рис. 1.2).

Изобретение относится к испытаниям лопаточных машин, в частности турбокомпрессоров для наддува двигателей внутреннего сгорания, и может найти широкое применение при испытаниях. Способ испытания турбокомпрессора заключается в том, что на вход в турбину подают газ, на вход в компрессор, приводимый во вращение турбиной, - окружающий или сжатый воздух, определяют их расход и давление. Дополнительно измеряют частоту вращения ротора турбокомпрессора, расход газа на входе в турбину или расход сжатого воздуха на входе в компрессор, изменяют по синусоидальному закону, затем определяют время запаздывания максимального давления на выходе из компрессора и частоты вращения турбокомпрессора относительно максимального давления на входе в турбину, или определяют время запаздывания максимального давления на выходе из турбины и частоты вращения турбокомпрессора относительно максимального давления сжатого воздуха на входе в турбину, или определяют время запаздывания максимального расхода сжатого воздуха на входе в компрессор и частоты вращения турбокомпрессора относительно максимального давления на входе в турбину, или определяют время запаздывания максимального расхода газа на входе в турбину и частоты вращения ротора турбокомпрессора относительно максимального давления сжатого воздуха на входе в компрессор и по их времени запаздывания судят о состоянии турбокомпрессора.

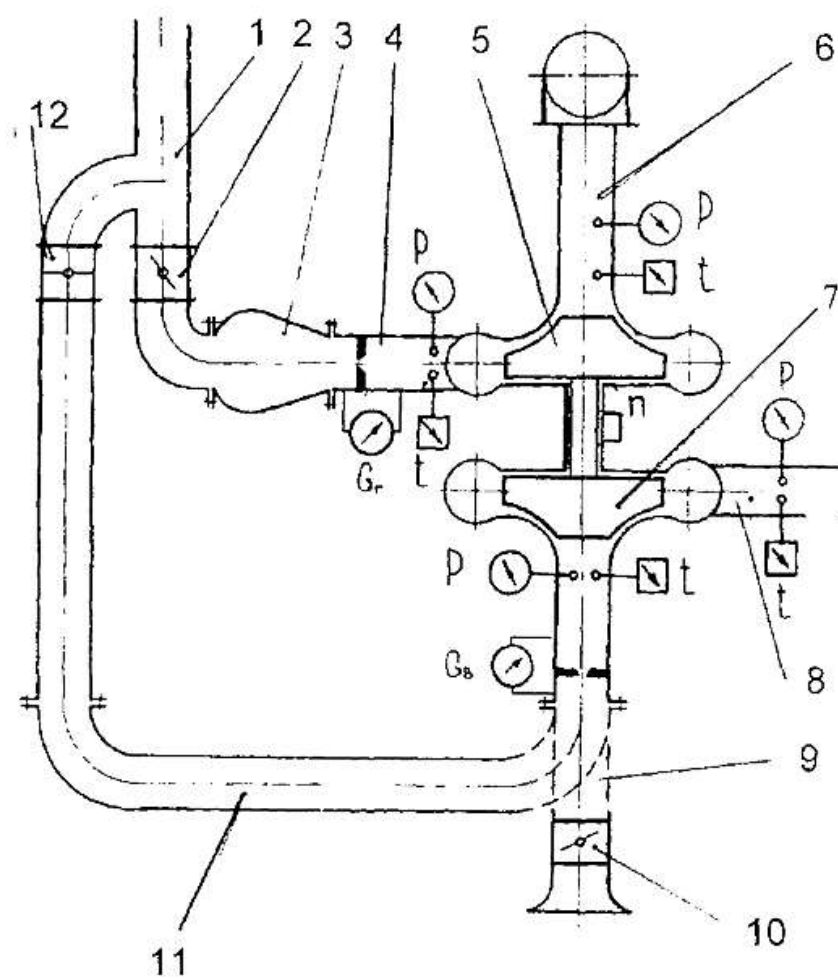


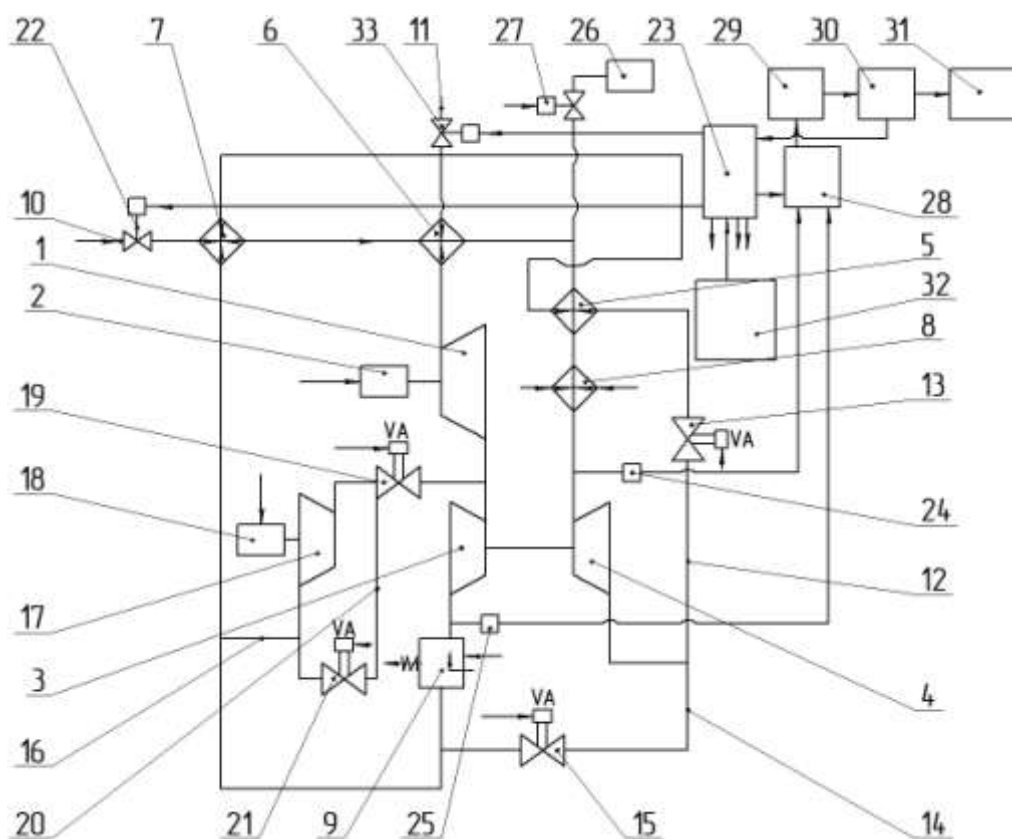
Рисунок 1.2 – Способ испытания турбокомпрессора. Патент №2348910

Применение данного способа испытания турбокомпрессоров позволяет повысить достоверность диагностики их технического состояния и уменьшить число unplanned ремонтов на 20-30%, а также повысить эффективность работы турбокомпрессора на 5-10%, расширив запас устойчивости работы по помпажу.

Рассмотрим стенд для испытания электрооборудования и турбокомпрессора, модель 132555 (см.рис. 1.3).

Полезная модель относится к испытанию машин, в частности турбокомпрессоров наддува двигателей внутреннего сгорания, и может найти применение при испытании турбин и компрессоров в общем и энергетическом машиностроении. Техническим результатом является расширения функциональных возможностей за счет предпомпажных и помпажных режимов, которые уменьшают расход воздуха через компрессор

испытываемого турбокомпрессора и снижение энергозатрат на испытание турбокомпрессора, а также уменьшают подачу дополнительного воздуха.



1 – технологический компрессор; 2 – регулируемый привод; 3 – испытываемый турбокомпрессор с компрессором; 4 – турбина; 5 – первый рекуперативный теплообменник; 6 – второй рекуперативный теплообменник; 7 – третий рекуперативный теплообменник; 8 – регулируемый нагреватель; 9 – регулируемый интерцептор; 10 – входная магистраль; 11 – выходная магистраль; 12 – соединительная магистраль; 13 – первая управляемая задвижка; 14 – первая байпасная магистраль; 15 – вторая управляемая задвижка; 16 – вторая байпасная магистраль; 17 – второй технологический компрессор; 18 – второй регулируемый привод; 19 – третья управляемая задвижка; 20 – третья байпасная магистраль; 21 – четвертая управляемая задвижка; 22 – пятая управляемая задвижка; 23 – блок управления; 24 – датчик температуры; 25 – датчик давления; 26 – источник сжатого воздуха; 27 – шестая управляемая задвижка; 28 – блок индикации; 29 – блок

расшифровки; 30 – блок анализа и принятия решений; 31 – выходное устройство; 32 – задающее устройство; 33 – седьмая управляемая задвижка.

Рисунок 1.3 - Стенд для испытания электрооборудования и турбокомпрессора, модель 132555.

Введение дополнительных датчиков, управляемых задвижек, источника сжатого воздуха, блоков индикации, расшифровки, анализа и принятия решения, задающего и выходного устройства позволяет повысить энергообеспеченность стенда, достоверность результатов испытаний, расширить диапазон режимов испытаний.

Стенд для испытания турбокомпрессора содержит технологический компрессор 1 с регулируемым приводом 2, испытуемый турбокомпрессор с компрессором 3 и турбиной 4, первый рекуперативный теплообменник 5, второй рекуперативный теплообменник 6, третий рекуперативный теплообменник 7, регулируемый нагреватель 8, регулируемый интерцептор 9, входную 10 и выходную 11 магистрали стенда, соединительную магистраль 12 с установленной в ней первой управляемой задвижкой 13, первую байпасную магистраль 14 с установленной в ней второй управляемой задвижкой 15. Вход регулируемого интерцептора соединен посредством второй байпасной магистрали 16 с установленным в ней вторым технологическим компрессором 17 с регулируемым приводом 18 и установленной третьей управляемой задвижкой 19, третью байпасную магистраль 20 с установленной в ней четвертой управляемой задвижкой 21. Также стенд содержит пятую управляемую задвижку 22, открывающую входную магистраль для пуска воздуха из атмосферы, блок управления 23, датчики температуры 24 и давления 25, источник сжатого воздуха 26 и шестую управляемую задвижку 27, блок индикации 28, блок расшифровки 29, блок анализа и принятия решения 30, выходное устройство 31, задающее устройство 32, седьмую управляемую задвижку 33.

Стенд работает следующим образом. При запуске стенда включают регулируемый привод 2 на малую частоту вращения и приводят во вращение

технологический компрессор 1. При этом воздух из атмосферы по входной магистрали 10 через управляемую задвижку 22, приводимую в действие блоком управления 23, вторые контуры третьего 7 и второго 6 рекуперативных теплообменников поступает на второй контур первого 5 рекуперативного теплообменника, где смешивается с воздухом, поступающим от источника сжатого воздуха 26 через управляемую задвижку 27, повышая тем самым расход воздуха поступающего на вход турбины 4 испытуемого турбокомпрессора. Далее через регулируемый нагреватель 8, турбину 4 испытуемого турбокомпрессора, соединительную магистраль 12, открытую первую управляемую задвижку 13 (вторая управляемая задвижка 15 при этом закрыта), первый контур первого 5 и третьего 7 рекуперативных теплообменников, регулируемый интерцептор 9 и компрессор 3 испытуемого турбокомпрессора поступает на вход технологического компрессора 1.

Для имитации и воспроизведения предпомпажных и помпажных режимов, связанных с уменьшением расхода воздуха через компрессор испытуемого турбокомпрессора открывают четвертую управляемую задвижку 21 в третьей байпасной магистрали 20, включают регулируемый привод 18 второго технологического компрессора 17 и плавно открывают третью управляемую задвижку 19 во второй байпасной магистрали 16 и, прикрывая четвертую управляемую задвижку 21, перепускают воздух с входа компрессора 3 на выход и устанавливают необходимый режим.

Для имитации и воспроизведения предпомпажных и помпажных режимов, связанных с уменьшением расхода воздуха через компрессор испытуемого турбокомпрессора открывают четвертую управляемую задвижку 21 в третьей байпасной магистрали 20, включают регулируемый привод 18 второго технологического компрессора 17 и плавно открывают третью управляемую задвижку 19 во второй байпасной магистрали 16 и, прикрывая четвертую управляемую задвижку 21, перепускают воздух с входа компрессора 3 на выход и устанавливают необходимый режим. Необходимый температурный режим на входе в компрессор испытуемого

турбокомпрессора устанавливается с помощью первой и второй управляемых задвижек 13 и 15.

Для изменения режима работы испытуемого турбокомпрессора изменяют частоту вращения регулируемого привода 2, количество теплоты, подводимое к воздуху в регулируемом нагревателе 8, количество воздуха, подаваемого от источника сжатого воздуха 26 через шестую управляемую задвижку 27 и из атмосферы через пятую управляемую задвижку 22, а также регулируя давление воздуха в выходной магистрали 11 седьмой управляемой задвижкой 33.

При подаче воздуха по входной магистрали 10 через пятую регулируемую задвижку 22 прикрываем седьмую регулируемую задвижку 33 на выходной магистрали 11. В результате повышается давление на выходе технологического компрессора 1 и его входе, а также на выходах компрессора 3 и турбины 4. За счет этого снижается перепад давления на турбине 4, снижается мощность турбины 4 и частота вращения компрессора 3, что дает возможность испытания турбокомпрессора во всем диапазоне эксплуатационных режимов, в т.ч. и на холостом ходу.

Блок управления 23 воздействует на все управляемые задвижки 13, 15, 19, 21, 22, 27 и 33, управляемые приводы 2 и 18, регулируемый интерцептор 9, регулируемый нагреватель 8. Рабочие параметры поступают на блок управления 23 с задающего устройства 32.

Для получения достоверной информации на стенде для испытания турбокомпрессора на входах и выходах рекуперативных теплообменников 5, 6 и 7 установлены датчики температуры 24, на входе и выходах технологического и испытуемых компрессоров установлены датчики давления 25, а датчики частоты вращения (на фиг. не показаны) установлены на технологическом и испытуемом компрессорах и на регулируемых приводах. Информация со всех датчиков температуры 24, давления 25 и частоты вращения поступает на блок индикации 28, а далее на блок расшифровки 29, который обрабатывает полученную информацию и передает

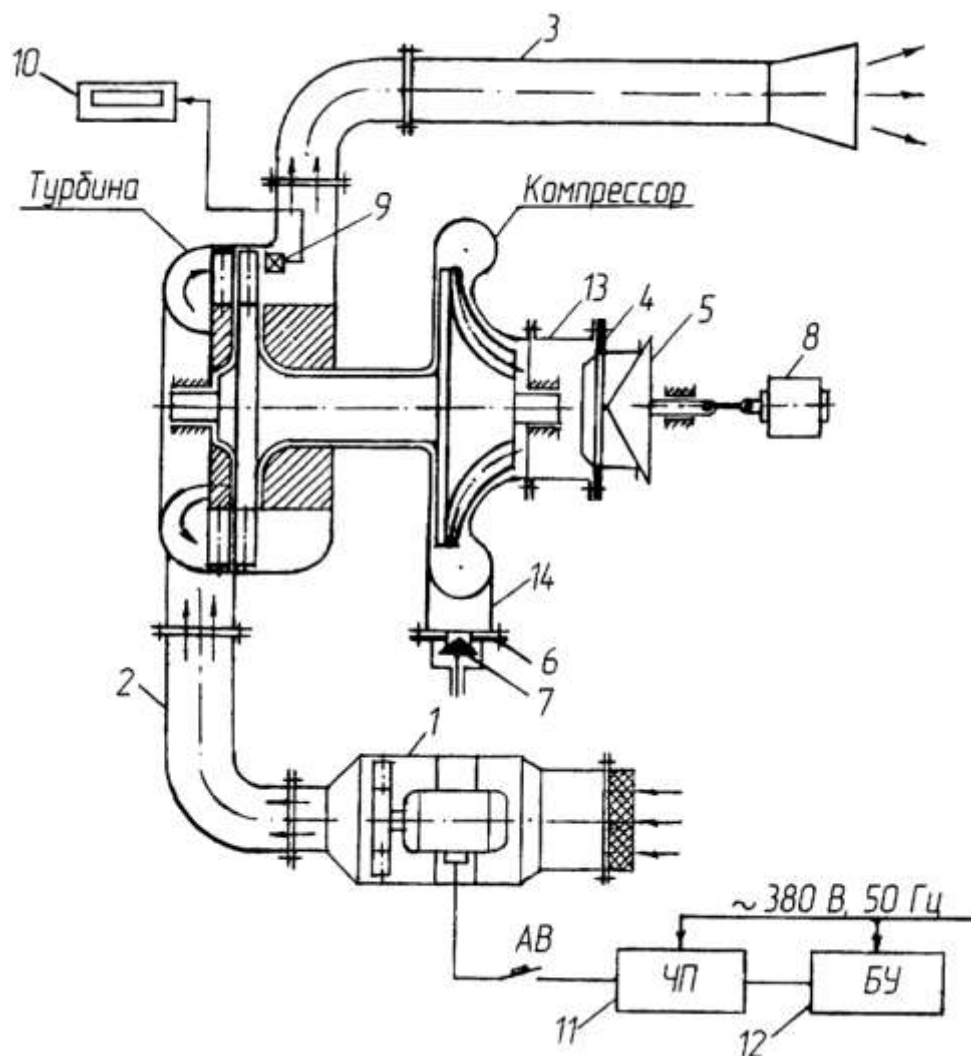
ее на блок анализа и принятия решения 30 и далее на выходное устройство 31 и блок управления 23.

Такое выполнение стенда повышает энергообеспеченность стенда, достоверность результатов испытаний, расширяет диапазон режимов испытаний.

Предлагаемый стенд позволяет снизить затраты электроэнергии до 30 процентов, повысить мощность на 10-15 процентов, благодаря дополнительному источнику воздуха и приблизить условия испытания турбокомпрессора по проверке основных параметров к реальным, благодаря дополнительным блокам измерения. Одновременно улучшаются условия труда на стенде, а также уменьшается загрязнение окружающей среды в 1,5-2 раза из-за рекуперации теплоты отработавших газов.

Рассмотрим стенд для "холодной" обкатки турбокомпрессоров энергетических установок, Патент РФ 2362137 (см. рис. 1.4).

Изобретение относится к стендам для «холодной» обкатки турбокомпрессоров энергетических установок и, в частности, для обкатки турбокомпрессоров двигателей внутреннего сгорания и обеспечивает режим «холодной» обкатки при номинальной частоте вращения ротора. Указанный технический результат достигается на стенде для «холодной» обкатки турбокомпрессоров энергетических установок, включающем источник подачи воздуха в виде осевого вентилятора, напорный и выпускной воздухопроводы, соединенные с рабочей камерой турбины, причем на всасывающий и выпускной патрубки рабочей камеры компрессора установлены герметичные крышки, которые оборудованы перепускным и обратным клапаном соответственно, и перепускной клапан, установленный на герметичную крышку всасывающего патрубка компрессора, кинематически связан с электромеханическим приводом, осуществляющим перевод клапана в закрытое или открытое состояние.



1 - осевой вентилятор; 2 - напорный воздухопровод; 3 - выпускной воздухопровод; 4, 6 - герметичная крышка; 5 - перепускной клапан; 7 - обратный клапан; 8 - электромеханический привод; 9 - датчик частоты вращения; 10 - цифровой указатель оборотов; 11 - частотный преобразователь; 12 - блок управления; 13 - всасывающий патрубок; 14 - отводящий патрубок; 15 - компрессор; 16 - турбина.

Рисунок 1.4 - Стенд для "холодной" обкатки турбокомпрессоров энергетических установок, Патент РФ 2362137.

Цель изобретения заключается в снижении энергозатрат и обеспечении режима «холодной» обкатки при номинальной частоте вращения ротора турбокомпрессора.

Схема стенда для «холодной» обкатки турбокомпрессора, схематически представленная на чертеже, состоит из: осевого вентилятора типа «Проходка» 1, напорного воздуховода 2, выпускного воздуховода 3, герметичной крышки 4 с перепускным клапаном 5, герметичной крышки 6, оборудованной обратным клапаном 7 диафрагменного типа и электромеханического привода 8, кинематически связанного с перепускным клапаном 5. За счет электромеханического привода 8 осуществляется перевод клапана 5 в закрытое или открытое состояние.

Для контроля частоты вращения ротора турбокомпрессора и для управления режимом работы осевого вентилятора установлены индуктивный датчик частоты вращения 9 и цифровой указатель оборотов 10, а также предусмотрено подключение электродвигателя осевого вентилятора, оборудованного блоком управления 12, к сети переменного тока через частотный преобразователь 11.

Процесс обкатки на стенде осуществляется в следующем порядке. После установки герметичных крышек 4, 6 на всасывающий 13 и отводящий 14 патрубки рабочей камеры воздушного компрессора и монтажа воздухопроводов 2, 3 посредством автомата АВ подключают электродвигатель осевого вентилятора 1 к частотному преобразователю 11. Затем блоком управления плавно повышают частоту вращения электродвигателя до номинального значения. При таком режиме «холодной» обкатки поток воздуха будет циркулировать по контуру: осевой вентилятор 1 - напорный воздуховод 2 - рабочая полость турбины - выпускной воздуховод 3. При этом за счет герметичных крышек 4 и 6 в рабочей камере компрессора будет создаваться разрежение воздушной среды, благодаря которому отбор мощности на привод рабочего колеса компрессора существенно уменьшается.

Испытание турбокомпрессоров на стенде возможно не только в режиме его обкатки, но и в режиме частичной нагрузки. Для этого посредством

электрохимического привода 8 перепускной клапан 5 переводят в открытое состояние.

В заключение следует отметить, что за счет разрежения воздуха в рабочей камере компрессора в целом снижается отбор мощности на привод турбокомпрессора и тем самым достигается, без повышения мощности электродвигателя осевого вентилятора, раскрутка ротора турбокомпрессора до номинальной частоты его вращения.

Рассмотрим стенд для испытания турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания, патент РФ 2436060 (см.рис. 1.5).

Изобретение относится к области общего и энергетического машиностроения, в частности для испытания лопаточных машин.

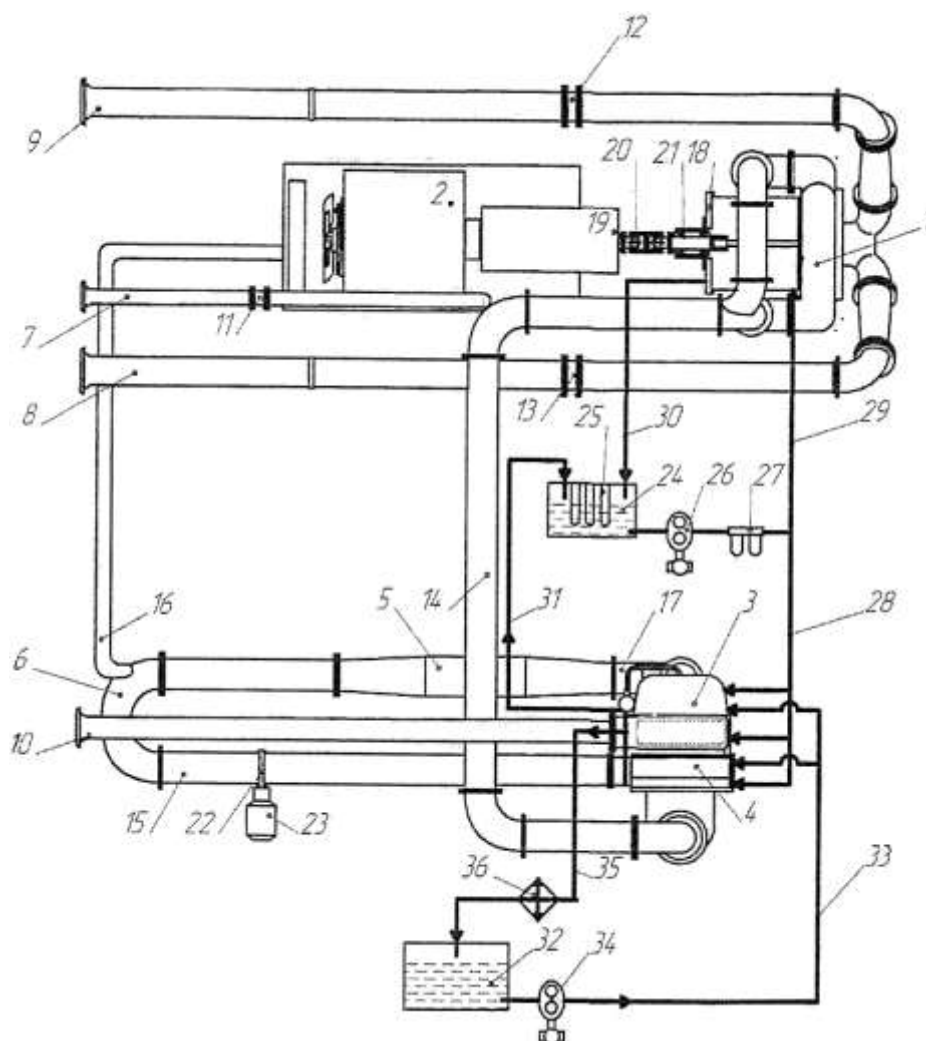


Рисунок 1.5 - Стенд для испытания турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания, патент РФ 2436060.

Техническим результатом является расширение функциональных возможностей стенда за счет проведения испытания на различных режимах приводного центробежного нагнетателя и турбокомпрессора и упрощение системы смазки и охлаждения.

Стенд содержит приводной центробежный нагнетатель 1 с приводом от малоразмерного двигателя 2, испытуемый турбокомпрессор с турбиной 3 и компрессором 4, камеру сгорания 5, смеситель 6, входную магистраль, связанную с дизелем 7 и связанную с приводным центробежным нагнетателем 8, 9, расходомеры 11, 12, 13, установленные на входных магистралях, выходную магистраль 10, соединяющую выход из турбины испытуемого турбокомпрессора с атмосферой, промежуточную магистраль 14, соединяющую выходные патрубки приводного центробежного нагнетателя со входом в компрессор испытуемого турбокомпрессора. Магистраль 15 соединяет выход из компрессора с камерой сгорания, в свою очередь магистрали 16 соединяет выпускной коллектор дизеля со смесителем 6. Магистрали 17 соединяет камера сгорания со входом в турбину. Приводной центробежный нагнетатель установлен на установочной плите 18 и приводится во вращение от вала дизеля через коробку передач 19 карданный вал 20 и промежуточную опору 21, установленную в плите. На магистрали 15 установлен регулируемый дроссель 22 с механизмом управления 23. Масляный бак 24 с электрическими нагревателями 25 соединен через масляный насос 26 с электродвигателем и фильтр 27 с помощью подводящей магистрали 29 с приводным центробежным нагнетателем, а с помощью подводящей магистрали 28 - с турбокомпрессором. Отводящая магистраль 30 соединяет приводной центробежный нагнетатель с масляным баком, а отводящая магистраль 31 соединяет турбокомпрессор с масляным баком. Водяной бак 32 соединен с помощью подводящей магистрали 33 с турбокомпрессором. На магистрали установлен водяной насос 34. На отводящей магистрали 35 установлен теплообменник-охладитель 36.

Стенд работает следующим образом. Запускают малоразмерный двигатель 2 и прогревают его. При этом воздух из атмосферы по входной магистрали 7, проходя через расходомерный участок 11, поступает в воздушный ресивер дизеля. После прогрева включают первую передачу коробки 19, причем крутящий момент с вала дизеля передается через коробку передач 19, карданный вал 20, промежуточную опору 21 и редуктор на вал приводного центробежного нагнетателя 1, установленный на установочной плите 18. При этом воздух из атмосферы по входным магистралям 8, 9 через расходомерные участки 12, 13 поступает на вход в приводной центробежный нагнетатель 1. В приводном центробежном нагнетателе 1 воздух сжимается, в результате чего давление и температура воздуха на выходе из компрессора увеличивается. Воздух с повышенными давлением и температурой по переходной магистрали 14 поступает на вход в компрессор 4 испытуемого турбокомпрессора, в результате давление и температура воздуха повышается. Из компрессора воздух по магистрали 15 поступает в смеситель 6, при этом с помощью механизма управления 23 регулируемый дроссель 22 прикрывается до получения заданных оборотов турбокомпрессора. В смесителе воздух перемешивается с отработавшими газами, поступившими из выхлопного коллектора дизеля 2, по вспомогательной магистрали 16. Из смесителя рабочая смесь поступает в камеру сгорания 5, где сжигается и доводится до температуры, которая соответствует реальным условиям работы испытуемого турбокомпрессора. Рабочие газы из камеры сгорания 5 по магистрали 17 поступают на турбину 3 испытуемого турбокомпрессора, где совершают работу на лопатках турбины 3 и через магистраль 10 выбрасываются в атмосферу. Масло для смазки приводного центробежного нагнетателя из масляного бака 24 нагнетается насосом 26 в подводящую магистраль 29 и поступает к узлам приводного центробежного нагнетателя, при этом очищается в фильтре 27 и по отводящей магистрали 30 стекает обратно в бак 24. Масло для смазки турбокомпрессора поступает из масляного бака 24 по подводящей магистрали 28, а по отводящей магистрали

31 отводится обратно в бак. В баке масло подогревается до нужной температуры с помощью электрических нагревателей 25. Вода для охлаждения испытуемого турбокомпрессора нагнетается из водяного бака 32 насосом 34 в подводящую магистраль 33 и поступает в водяную систему турбокомпрессора и по отводящей магистрали 35 стекает обратно в бак. Для охлаждения воды на отводящей магистрали 35 установлен теплообменник охладитель 36. С помощью системы управления стендом устанавливаем необходимый режим работы приводного центробежного нагнетателя 1 путем формирования управляющего воздействия на дизель 2, изменяя подачу топлива в цилиндры дизеля, и коробку передач 19, выбирая необходимую позицию, а также устанавливаем необходимые режимы работы турбокомпрессора путем изменения температуры газов перед турбиной, регулируя подачу топлива в камеру сгорания. Расход воздуха стендом контролируется датчиками, установленными на расходомерных участках стенда.

Предлагаемое изобретение стенда для испытания турбокомпрессоров позволяет воспроизводить различные режимы работы турбокомпрессора и приводного центробежного нагнетателя, определить запас устойчивости по помпажу, испытывать турбокомпрессоры других тепловозных дизелей, вследствие чего уменьшить число неплановых ремонтов на 15-20% и повысить эффективность работы турбокомпрессора на 5-10%.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ существующей технологии ТО на предприятии

На предприятии принята планово-предупредительная система технического обслуживания и ремонта тракторов и автомобилей, которая представляет собой совокупность средств, нормативно-технической документации и исполнителей, необходимых для обеспечения работоспособного состояния подвижного состава. Данной системой предусматривается обеспечение работоспособного состояния п/состава путем проведения планово-предупредительных работ по его техническому обслуживанию и ремонту.

Тракторный парк подвергается следующим видам воздействия: ежедневное техническое обслуживание (ЕТО), номерные виды технического обслуживания (ТО-1, ТО-2, ТО-3), текущий ремонт (ТР). Кроме того, ежегодно проводятся два сезонных технических обслуживания (СТО).

ТО являет собой комплекс мероприятий по: поддержанию машины в работоспособном состоянии и надлежащем виде; обеспечению надежности, экономичности работы, безопасности движения, защите окружающей среды; уменьшению интенсивности ухудшения параметров технического состояния, отказов и неисправностей, а также выявлению их с целью своевременного устранения.

Так как на предприятии пункт технического обслуживания не используется, то все виды технического обслуживания проводят в мастерских бригад и в автогараже. К услугам ремонтной мастерской прибегают при проведении капитального ремонта, используя как свой потенциал, так и потенциал ремонтной мастерской (токарные, кузнечные, слесарные работы).

Количество ТО ежемесячно планируется для автомобилей по пробегу, а для тракторов по расходу топлива.

Выполнение текущего ремонта проводится в ремонтной мастерской, согласно заявок. Работа ремонтной мастерской осуществляется в одну смену.

2.2 Определение факторов влияющих на качество проведения ТО

Существует множество факторов влияющих на качество технического обслуживания тракторов, но в данном дипломном проекте мы остановимся лишь на самых значимых факторах и дадим им обоснование.

1. Социальные:

- Социальный статус:

Социальный статус работников имеет большое значение при проведении технического обслуживания в виду отличия уровня качества проводимых работ.

Социальный статус — это совокупность ролей, которые вынужден выполнять человек, занимая определенное положение в обществе, как представитель большой социальной группы (профессии, класса, национальности и т.д.). Один и тот же человек может обладать несколькими статусами, так как он участвует во множестве групп и организаций: трудовых, спортивных, религиозных, политических и т.д.

- Отношение начальства:

В последние годы психологи обращают всё больше внимания на поведение начальства, которое напрямую влияет на работоспособность коллектива. Для того чтобы лучше определить уровни поведенческой самоорганизации в крупных компаниях, специалисты Университета Флориды /США/ рассмотрели отношения боссов и подчинённых. В исследовании приняли участие свыше тысячи человек.

Как оказалось, одним из главных факторов, "убивающим" корпоративный дух и негативно сказывающемся на качестве работы, служит чрезмерное самолюбие шефа. В ходе опроса 31% сотрудников сообщили, что их начальник часто преувеличивает свои достижения, чтобы удачно смотреться перед клиентами; 27% заявили, что их босс хвастается и настойчиво добивается похвалы от подчинённых; 25% отметили заикленность начальника на своей личности; 24% сказали, что их босс является эгоистом и

склонен к нарциссизму, а 20% добавили, что начальник делает одолжение только в том случае, если есть гарантия получить что-то взамен.

По словам экспертов, самовлюбленный шеф создаёт вокруг себя недружелюбную и вредную для работоспособности атмосферу, которая затрагивает каждого, кто вынужден контактировать с таким боссом. В перспективе с большой вероятностью рабочая команда начальника-эгоиста распадается, в лучшем случае – условия работы в офисе станут всё более стрессовыми, а продуктивность коллектива упадёт. Люди, работающие с шефом-нарциссом, испытывали меньше желания ходить на работу и добиваться успехов и были более склонны к разочарованию от рабочей деятельности.

Психологи отмечают, что во многих компаниях самолюбие начальства воспринимается как положительное качество, поскольку считается, что такой босс будет более целеустремлённым, обладает лучшими управленческими качествами и быстрее добьётся успеха для коллектива. Однако, подчеркивают исследователи, существует известная тонкая грань между уверенностью в своих силах и, соответственно, своих возможностях вести за собой коллег, и обыкновенным эгоизмом, который может просто уничтожить все достижения и остановить любой прогресс развития в компании.

Психологический прессинг на работе, жёсткое обращение с сотрудником негативно сказываются не только на его психическом здоровье, но и значительно снижают эффективность его работы, внося разлад и в семейные отношения. К такому выводу пришли испанские психологи High Court of Justice в Мадриде и Complutense University.

Давление со стороны начальства или других сотрудников - явление достаточно распространенное. Среди притеснений на рабочем месте наиболее распространенными являются:

- сокрытие важной информации, влияющей на работоспособность
- сексуальные домогательства
- физическое насилие

Любовь к работе

Пятая ценность в Пространстве Любви – творческая реализация человека в социуме, проще говоря, – его деятельность, работа.

На пятом месте не по времени, отдаваемому работе, а по месту в душе, по значимости в сознании. А что мы видим в реальности? Большинство людей этой сфере жизни отдают значительно больше не только времени и сил, но и любви. Довольно часто работа выходит на первый план. В таком случае человек может добиться больших результатов, но при этом может потерять здоровье, семью, детей и даже жизнь. Есть даже такое выражение: «Сгорел на работе» – это как раз о таких людях.

Ответственность

Защита здоровья

2. Технические:

Качество запасных частей

Качество расходных материалов

Соответствие оборудования уровню техники

Оснащенность

Возможности измерительных комплексов

Точность оборудования и измерительных инструментов

3. Экономические:

Средства на обучение

Средства на материалы

Средства на мотивацию

Средства на техническую модернизацию

4. Организационные:

Проведение обучения

Планирование

Организация рабочего пространства

Внедрение новейших методов проведения ТО и диагностирования

2.3 Мероприятия способствующие повышению качества проведения ТО.

Для повышения качества ремонта и повышения производительности труда рабочих, я в своем проекте предлагаю следующие мероприятия:

1. Повсеместное внедрение соответствующих видов диагностики; это позволяет резко сократить время на обслуживание конкретных неисправностей и выявить возможные ресурсы ходимости без ремонта.
2. Внедрение передовых методов организации производства прогрессивной технологии.
3. С целью повышения производительности труда, качества работ и общей культуры производства в цехе, внедрить разработанную СКБ АМТ направленную маршрутную технологию (при этом до минимума снижаются нерациональные переходы рабочих, технологический процесс происходит с учетом самых современных требований).
4. Предлагаю периодически, силами сотрудников ПТО, проводить хронометраж на рабочих местах с целью сравнения затрачиваемого времени с общепринятыми нормами для выявления неучтенных резервов и причин повышения этих норм.
5. С целью улучшения условий труда рабочих, предлагаю провести ряд санитарно-гигиенических мероприятий (чистота помещений, исправная вентиляция, хорошее освещение, установка звукоизоляционных перегородок, поддержание искусственного климата).

2.4Проектирование пункта ТО

2.4.1 Расчет годового объема работ ремонтной мастерской

Ремонтно-обслуживающая базах включает в себя предприятия, цехи, мастерские, пункты технического обслуживания, автогаражи, склады, которые предназначены для ремонта технического обслуживания и хранения машин.

Таблица 2.1-Количество ремонтируемой техники в год

Марка	К
Фендт	5
Ропа	2
Маус	3
Клаас	1
НьюХо	5

Таблица 2.2-Годовая загрузка и периодичность капитальных, текущих ремонтов и технических обслуживаний и их трудоемкость

Марк	Q	q	q	q
Фенд	1	4	1	6
Ропа	1	1	7	3
Маус	2	1	7	3
Клаас	4	1	4	1
НьюХ	5	1	4	1

2.4.2 Расчет количества ремонтов и технических обслуживаний

Определение количества ремонтов и технических обслуживаний (ТО) на каждый объект отдельно производится на основе планируемой наработки на расчетный период с учетом имеющей наработки от предыдущего проведенного капитального ремонта объекта (полнокомплектной машины, агрегата) и межремонтной наработки или по приближенным формулам, когда наработка от предыдущего ремонта неизвестна.

В большинстве случаев наработка от последнего (предыдущего) ремонта неизвестна.

В этом случае количество ремонтов и ТО определяют по упрощенным формулам:

$$\begin{aligned}n_{KP} &= \frac{Q_{II} \times N_M}{q_{KP}}; \\n_{TP} &= \frac{Q_{II} \times N_M}{q_{TP}} - n_{KP}; \\n_{TO-3} &= \frac{Q_{II} \times N_M}{q_{TO-3}} - n_{KP} - n_{TP};\end{aligned}\tag{2.1, 2.2, 2.3}$$

где Q_{II} – планируемая (ожидаемая) среднегодовая наработка на один трактор, у.э.га;

q_{KP} , q_{TP} , q_{TO-3} – соответственно периодичность проведения капитального, текущего ремонта и технического обслуживания трактора (комбайна, автомобиля), у.э.га (га, км);

N_M – ожидаемое число машин, шт.

Число капитальных ремонтов технических обслуживаний и годовая трудоемкость приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3-Годовой объем работ

Годовой объем работ			
Марка машины	Кол-во	Трудоемкость, чел.ч	Общая трудоемкость, чел.ч

	Ка	Т		Ка	Т		К	Т	
	п.Рем.	ек. Р.	О	п.Рем.	ек. Р.	О	ап.Рем.	ек. Р.	О
Фендт	18	3		27	2		4	7	
		6	6	0	10	3	860	560	848
Ропа	22	2		74	3		1	7	
		3	1	0	20	9	6280	360	479
Маус	5	4		53	2		2	8	
			1	0	20	2	650	80	32
Клаас	36	6		38	2		1	1	
		0	91	0	20	3	3680	3200	393
НьюХол	24	4		38	2		9	8	
ланд		0	27	0	20	7	120	800	429
ИТОГО:							4	3	
							6590	7800	1281

2.4.3 Определение объемов ремонтных работ в ремонтной мастерской

Объем основных работ в ЦРМ выражается трудоемкостью:

$$T_{осн} = T_{тр} + T_{ком}, \quad (2.4)$$

где $T_{тр}$ $T_{ком}$ – годовая трудоемкость ремонта и ТО соответственно тракторов, автомобилей, комбайнов, сельхозмашин, чел·ч.

$$\sum T_{кр} = 46590 \text{ чел·ч};$$

$$\sum T_{тр} = 37800 \text{ чел·ч};$$

$$\sum T_{то} = 11281 \text{ чел·ч}.$$

2.4.4 Определение трудоемкости ремонтных работ

Трудоемкость ремонтных работ определяется как сумма суммарных трудоемкостей по всем видам работ и ТО:

$$\Sigma \text{ Трем. раб.} = \Sigma \text{ Ткр} + \Sigma \text{ Ттр} + \Sigma \text{ Тто}, \quad (2.5)$$

$$\Sigma \text{ Трем. раб.} = 46590 + 37800 + 11281 = 95671 \text{ чел.}\cdot\text{ч.}$$

2.4.5 Определение объема дополнительных работ

Объем дополнительных работ определяется как процент от общего объема ремонтных работ $\Sigma \text{ Трем. раб.}$.

Таблица 2.4-Объем дополнительных работ ремонтной мастерской.

Вспомогательные работы		
Наименование	% от $\Sigma \text{ Трем. раб}$	Тр-ть, чел.ч
Изготовление запасных частей	8	7654
Ремонт собственного оборудования	10	9567
Изготовление инструментов и приспособлений	3	2870
ИТОГО:		11576
		2

2.4.6 Определение общей годовой трудоемкости ремонтной мастерской

$$\text{Тобщ} = \Sigma \text{ Трем. раб} + \Sigma \text{ Тдоп. раб.}, \text{ чел.}\cdot\text{ч} \quad (2.6)$$

$$\text{Тобщ} = 95671 + 115762 = 85147 \text{ чел.}\cdot\text{ч.}$$

2.4.7 Планирование загрузки мастерской

Планирование загрузки мастерской производится табличным и графическим способами.

При табличном способе заготавливается специальная форма, в которой производится годовое распределение ремонтов и сложных технических обслуживаний тракторов, автомобилей, комбайнов и других

сельскохозяйственных машин, а также дополнительных работ по месяцам года.

По каждому месяцу проводится итог трудоемкости по отделениям и в целом по мастерской, что дает возможность судить о степени неравномерности загрузки мастерской и ее отделений (участков) в течение года.

Изготовление запасных частей желательно производить равномерно в периоды ремонта тракторов, автомобилей, комбайнов и сельскохозяйственных машин.

Планирование ремонтов и технических обслуживаний тракторов, автомобилей и других сельскохозяйственных машин необходимо производить с учетом календарных сроков выполнения полевых работ. График загрузки наглядно отображает общее состояние планирования загрузки мастерской. Для построения графика загрузки мастерской необходимо наметить оси координат.

По оси абсцисс в масштабе откладывается номинальный годовой фонд времени в часах с разбивкой по месяцам.

По оси ординат откладывается явочное количество производственных рабочих, которое определяется как частное от деления планируемой трудоемкости в данном месяце на номинальный фонд времени этого месяца:

$$P = \frac{T_M}{\Phi_M}, \quad (2.7)$$

где T_M – трудоемкость за конкретный месяц, чел·ч;

Φ_M – номинальный фонд времени мастерской за этот же месяц, ч.

Числовые значения явочного количества производственных рабочих приведены в приложении 1.

Данные для построения графика загрузки берутся из расчетных таблиц трудоемкостей по видам работ. При построении графика загрузки

необходимо обеспечить максимально возможную равномерность загрузки разборочно-сборочного или других отделений и участков мастерской.

Среднегодовое количество рабочих по отдельным видам работ и в целом по мастерской определяется по формуле:

$$P_{CP} = \frac{T_{ГОД}}{\Phi_{ГОД}}, \quad (2.8)$$

где $T_{ГОД}$ – трудоемкость годовая по отдельным видам работ или в целом по мастерской, чел·ч;

$\Phi_{ГОД}$ – годовой фонд времени мастерской, ч.

$$P_{cp} = \frac{115762}{2000} = 56,75 \text{ чел.}$$

Степень неравномерности загрузки мастерской по отдельным видам работ оценивают по формуле:

$$\Delta P = \frac{P_{MAX} - P_{MIN}}{P_{CP}} \times 100\%, \quad (2.9)$$

где ΔP - показатель неравномерности загрузки, %;

P_{MAX} , P_{MIN} , P_{CP} - соответственно максимальное, минимальное и среднее количество рабочих, определяемое из графика загрузки мастерской.

$$\Delta P = \frac{56,76 - 56,74}{56,75} * 100\% = 0,035\%.$$

2.4.8 Выбор и расчет организационных режимов

Режим работы ремонтных предприятий, как правило, планируют в одну смену, общая продолжительность которой 40 ч.

Расчет фондов времени

Номинальный фонд времени определяется по формуле:

$$\Phi Н = ДР \cdot t_{CM}, \quad (2.10)$$

где $\Phi Н$ – номинальный годовой фонд времени работы, ч;

ДР – количество рабочих дней в году (при пятидневной неделе 250 дня);

tCM – продолжительность смены, ч (при пятидневной неделе tCM=8 ч).

$$\Phi_n = 250 \cdot 8 = 2000 \text{ ч.}$$

Действительный годовой фонд времени рабочего определяют по формуле:

$$\Phi_{др} = (\Phi_n - K_o \cdot t_{CM}) \cdot \eta_r, \quad (2.11)$$

где K_o – общее число рабочих дней отпуска;

η_r – коэффициент потерь рабочего времени.

Значения K_o и η_r приведены в таблице 2.4

Таблица 2.6-Значения K_o и η_r

Категория специальности	Специальность рабочего	K_o , дней	η_r р	$\Phi_{др}$ д.р., ч
I	Кузнец, медник, электрогазосварщик, аккумуляторщик, маляр	24	0,88	1591
II	Мойщик, вулканизаторщик, гальваник, испытатель	24	0,89	1609
III	Слесарь, токарь, плотник	24	0,9	1627

Действительный годовой фонд времени оборудования определяется по формуле:

$$\Phi_{ДО} = \Phi_n \cdot \eta_O \cdot n_C, \quad (2.12)$$

где n_C – число смен;

η_O – коэффициент использования оборудования (при односменной работе $\eta_O = 0,97 \dots 0,98$).

$$\Phi_{ДО} = 2000 \cdot 0,98 \cdot 1 = 1960 \text{ ч.}$$

Такт ремонта

Одним из основных параметров производственного процесса ремонта машин является такт ремонта, под которым понимается средний интервал

времени между выпуском двух последовательно отремонтированных однотипных объектов.

Общий такт ремонта определяют по формуле:

$$\tau = \frac{\Phi_H}{N_{\text{ПР}}}, \quad (2.13)$$

где Φ_H – годовой фонд времени мастерской, ч;

$N_{\text{ПР}}$ – программа мастерской в приведенных ремонтах.

Поскольку в ремонтных мастерских общего назначения ремонтируются машины разных марок, следует привести весь объем ремонтных работ к одной марке, преобладающей в программе:

$$N_{\text{ПР}} = \frac{T_{\text{ОБЩ}}}{T_{\text{КЛААС}}}, \quad (2.14)$$

где $T_{\text{ОБЩ}}$ – общая трудоемкость по мастерской, чел.·ч;

$T_{\text{КЛААС}}$ – трудоемкость ремонта той марки машины, к которой приводит вся программа, чел.·ч.

$$N_{\text{ПР}} = \frac{115762}{380} = 305 \text{ чел.·ч}$$

Отсюда,

$$\tau = \frac{2000}{305} = 6,5 \text{ ч.}$$

Ведомость оборудования приведена в Таблице 2.7

2.4.9 Компоновка мастерской и планировка ее участков и отделений

При разработке компоновочного плана нужно учитывать, что строительные плиты имеют длину 6 метров.

Проверяют пропускную способность мастерской по формуле:

$$П = \frac{\Phi_H \cdot z}{t}, \quad (2.15)$$

где $П$ – пропускная способность мастерской, шт.;

Φ_H – годовой фонд времени мастерской, ч;

z – количество одновременно находящихся в мастерской машин, шт.;

t – продолжительность ремонтного цикла ремонта, ч.

$$П = \frac{2000 \cdot 10}{60} = 333.$$

Пропускная способность должна перекрывать приведенную программу $N_{пр}$, то есть должно выполняться неравенство

$$П \geq N_{пр}. \quad (2.16)$$

$$П = 333 \geq N_{пр} = 305.$$

2.5 Охрана труда

Каждое предприятие вынуждено вести большую работу по обеспечению своей безопасности. Возможные угрозы исходят из самых разных сфер, поэтому в понятие комплексной защиты непременно должны входить решения, обеспечивающие безопасность физическую, противопожарную, внутреннюю, экономическую, финансовую, технологическую, правовую и др. Независимая работа по каждому отдельному направлению сегодня признаётся неэффективной. Это объясняется высоким уровнем современных систем безопасности и их возможностью интегрироваться и объединяться.

На защиту предприятия специалисты предлагают выставить самые современные технологии, которые будут реализованы в виде комплексной системы безопасности, включающей:

- системы контроля и управления доступом (СКУД),
- видеонаблюдение,
- охранную и пожарную сигнализации,
- системы оповещения,
- охрану периметра.

При использовании самых передовых и масштабных комплексов предприятие может получить полноценную систему управления всеми имеющимися инженерными коммуникациями, что позволит

автоматизировать контроль и добиться максимально высокого уровня безопасности на объекте.

Современный охранный комплекс представляет собой совокупность ряда систем и отдельных технических средств охраны, объединенных единым программным комплексом. Общая информационная среда, общая база данных, единый пульт контроля и управления работой системы – всё это в перспективе заметно снижает издержки на содержание большого штата сотрудников специальных служб, контролирующих безопасность отдельно по каждому направлению.

Набор необходимых средств защиты и элементов комплекса заказчик вправе выбирать самостоятельно. Сегодняшние возможности несколько не ограничивают проектировщиков таких систем в функциональности и масштабы комплексов, поэтому уровень защиты предприятия может быть сколь угодно высоким.

Первая ступень этого вида контроля осуществляется благодаря соответствующей деятельности непосредственного руководителя сотрудников в функциональном подразделении. В это же время за осуществление второй ступени отвечает начальник функционального подразделения. Третья ступень контроля по охране труда находится в сфере деятельности специальных комиссий.

Руководство трёхступенчатым контролем по охране труда на предприятии находится в руках руководителя предприятия, а также органов охраны труда.

Как отмечалось ранее, за первой ступенью контроля по охране труда должен следить непосредственный начальник определённого числа сотрудников в функциональном отделении. При этом он отвечает за контроль деятельности только тех лиц, которые находятся у него в подчинении. На этом этапе проверяется достаточно большое количество моментов:

Являются ли проезды, проходы и переходы достаточно свободными;

Определение в полной ли мере были выполнены те требования и рекомендации, которые были даны в результате предыдущего контроля;

Контроль за наличием, а также расположением инструментов, материалов, а также аппаратуры;

Определение того, насколько безопасно то оборудование, которое используются на предприятии;

Проверка исправности вентиляции. Кроме этого желательно проверить достигает ли уровень вентиляции необходимо в соответствии с нормами показателя;

Контроль за соблюдением сотрудниками правил электробезопасности;

Наличие на предприятии инструкций по охране труда последнего образца, а также соблюдение находящихся в них предписаний;

Соблюдение правил противопожарной безопасности. В частности знание персоналом правил работы с пожароопасными материалами, аппаратурой и инструментами;

Контроль за работой сотрудников с вредными и взрывоопасными веществами;

Наличие необходимого количества средств индивидуальной защиты, их исправность, а также умение персонала им пользоваться;

Контроль за наличием у сотрудников предприятий необходимых документов (удостоверений) по охране труда, выдачей нарядов для тех работников, которые отправляются на выполнение действий, сопровождающихся дополнительными опасностями.

В соответствии с проведённой проверкой оформляется журнал, где указывается сам факт проверки и её результаты. Данный документ должен храниться у руководителя предприятия или же начальника одного из функциональных подразделений.

Вторая ступень контроля осуществляется под руководством начальника структурного подразделения. Контроль должен проводиться еженедельно в соответствии с графиком, который утверждается начальником структурного

подразделения вместе со специалистами по охране труда. В процессе такого контроля проверяются следующие моменты:

Непосредственно выполнение мероприятий, прописанных в первой и второй ступенях контроля;

Исправность той аппаратуры, которая используется сотрудниками в процессе их профессиональной деятельности на предприятии. Также оборудование должно полностью соответствовать нормативной документации;

Выполнение всех правил, касающихся сроков ремонта оборудования предприятия, а также вентиляции установок;

Соблюдение сотрудниками всех правил пожарной безопасности и электробезопасности;

Выполнение всех тех предписаний, которые указаны в распорядительной документации по охране труда;

Наличие в полном объёме средств используемых для индивидуальной и групповой защиты сотрудников, а также тех средств, которые применяются для предотвращения чрезвычайных ситуаций, а также подавления последствий разного рода аварий. Помимо этого в процессе проведения второй ступени контроля следует проверять исправность всех этих защитных средств;

Наличие на предприятии всех необходимых плакатов и стендов по охране труда, а также их состояние. Помимо этого в обязательном порядке на нужных местах должны иметься специальные цветные наклейки, а также стикеры со знаками безопасности;

Контроль за работой сотрудников с пожаровзрывоопасными и вредными материалами и веществами;

Правильность использования сотрудниками средств индивидуальной защиты, а также спецодежды;

Своевременность проведения инструктажей по безопасности труда с каждым из работников предприятия, обязанным его пройти;

Состояние санитарно-бытового оборудования и помещений;

Полноценность обеспечения сотрудников лечебно-профилактическим питанием, молоком, а также прочими средствами, применяемыми для профилактики возникновения профессиональных заболеваний;

Правильность следования рациональному режиму труда и отдыха.

Данные, полученные во время проведения второй ступени контроля необходимо заносить в соответствующий журнал.

Третья ступень должна проводиться 1 раз каждый месяц. Ответственность за неё несёт комиссия по охране труда. В процессе данной проверки необходимо установить следующее:

Полноту выполнения мероприятий в соответствии с первой и второй ступенями контроля;

Точность и полноту выполнения всех мероприятий по улучшению условий труда на предприятии. Реализация всех пунктов коллективных договоров, а также документов, регламентирующих охрану труда;

Точность исполнения всех предписаний, которые внесены в распорядительную документацию по охране труда;

Техническое состояние каждого функционального подразделения, входящего в состав предприятия;

Выполнение предписаний, установленных после произошедших ранее групповых и тяжёлых несчастных случаев;

Степень эффективности функционирования вентиляционных установок на предприятии;

Соответствие каждой единицы оборудования всем техническим параметрам, регламентируемым нормативной документацией по охране труда;

Наличие на предприятии количества средств индивидуальной защиты, достаточного обеспечить ими каждого сотрудника. Также проверяется правильность их ремонта, хранения, чистки, стирки и выдачи;

Полнота организации лечебно-профилактического обслуживания всех сотрудников предприятия;

Наличие достаточного количества санитарно-бытовых помещений, а также приспособлений;

Наличие и состояние стендов, касающихся охраны труда. Своевременность их замены, а также их состояние;

Состояние тех помещений, которые отведены для организации в них кабинетов охраны труда;

Полноту подготовленности каждого сотрудника предприятия к рациональным действиям, регламентируемым в нормативных документах, во время аварийных ситуаций;

Качественность и своевременность проведения с сотрудниками предприятия инструктажей и курсов обучения по безопасности труда;

Полноту соблюдения трудовой дисциплины. Следование рациональному режиму труда и отдыха работниками предприятия.

После проведения проверки комиссией составляется соответствующий акт. В том случае, если в процессе проведения проверки были выявлены какого-либо рода нарушения, то составляется предписание.

2.6 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда.

Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;

- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

3. КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА

3.1 Обоснование темы дипломного проекта

Турбокомпрессор (далее по тексту – ТКР) предназначен для повышения массы воздушного заряда, поступающего в цилиндры двигателя. Это позволяет повысить максимальный крутящий момент и номинальную мощность двигателя за счет увеличения цикловой подачи топлива при одновременном снижении удельного эффективного расхода топлива и улучшении экологических показателей двигателя.

Турбокомпрессор, как правило, состоит из корпуса (картриджа), корпуса турбины, корпуса компрессора и механизма регулирования расхода отработавших газов через турбину. Картридж ТКР включает ротор, корпус подшипников, подшипники скольжения. Уплотнения колеса компрессора и колеса турбины - лабиринтовые, предназначены для предотвращения попадания сжатого воздуха и отработавших газов в корпус подшипников. Ротор включает колесо турбины, приваренное к торцу вала, на противоположном конце которого с помощью гайки закреплено колесо компрессора. Ротор свободно вращается на двух радиальных подшипниках скольжения, расположенных на валу. Для компенсации осевой нагрузки, действующей на ротор на переходных режимах работы двигателя, установлен упорный подшипник скольжения со стороны колеса компрессора.

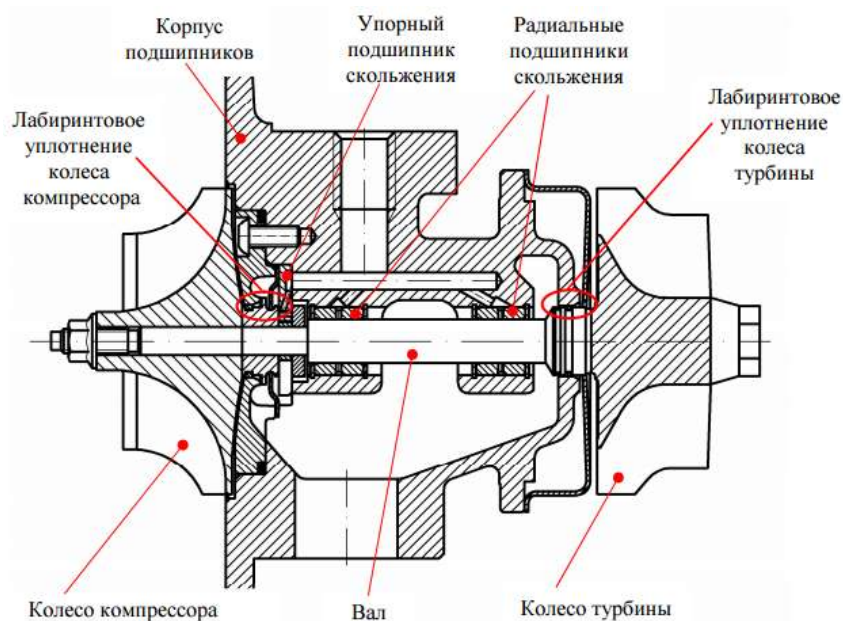


Рисунок 3.1 – Устройство картриджа ТКР.

Корпус подшипников выполнен в виде оребренной детали из чугуна. К корпусу подшипников с помощью пластин крепятся корпус турбины. Корпус компрессора и турбины чаще выполнены из алюминиевого сплава, хотя, иногда, корпус турбины изготавливают из чугуна.

Механизм регулирования включает пневмокамеру в сборе со штоком (актуатор), резиновую трубку и стопорное кольцо. Пневмокамера соединена резиновой трубкой со штуцером, установленном в улитке компрессора. Пневмокамера закреплена на кронштейне, который установлен на корпусе компрессора. Шток пневмокамеры зафиксирован с помощью стопорного кольца на рычаге перепускного клапана, расположенного в корпусе турбины. При работе двигателя без нагрузки на минимальных оборотах холостого хода воздух в двигатель поступает за счет разрежения, создаваемого цилиндро-поршневой группой, при этом колесо и корпус компрессора оказывают дополнительное сопротивление воздушному потоку. При работе двигателя под нагрузкой отработавшие газы из выпускного коллектора поступают в улитку корпуса турбины. В каналах между лопатками колеса турбины отработавшие газы расширяются, затрачивая часть энергии на вращение ротора и нагрев ТКР, при этом их скорость увеличивается, а температура и давление падают. Из корпуса турбины отработавшие газы поступают в

систему выхлопа автомобиля. За счет вращения колеса компрессора в осевом патрубке корпуса компрессора создается разрежение, и окружающий воздух под действием атмосферного давления через воздушный фильтр поступает в каналы между лопатками колеса компрессора и, далее, в улитку корпуса компрессора, в которых происходит процесс сжатия воздуха, при этом его скорость уменьшается, а температура и давление увеличиваются. Сжатый воздух нагнетается в систему воздухообеспечения двигателя. При увеличении избыточного давления в ресивере топливный насос высокого давления с помощью компенсатора давления наддува обеспечивает увеличение подачи топлива. С помощью механизма регулирования поддерживается требуемое давление наддува, путем перепуска части отработавших газов, минуя колесо турбины ТКР. На работающем двигателе смазочное масло под давлением из блока цилиндров по трубке нагнетательной поступает в корпус подшипников ТКР для смазки подшипников скольжения. Из корпуса подшипников масло стекает по шлангу в масляный картер двигателя.

Анализ технического состояния турбо компрессоров (ТК) при эксплуатации позволил установить, что до 50 % их отказов вызывается главным образом отложением нагара в сопловых аппаратах, на лопатках турбинных колес, стенках корпусов турбин, в узлах лабиринтных уплотнений, диффузора и др. Нагар является следствием работы дизелей на знакопеременных скоростных режимах и холостом ходу. Большинство неисправностей ТК приводит к снижению давления воздуха в ресивере, что вызывает уменьшение его расхода через дизель и ухудшение рабочих параметров. На рабочие характеристики ТК в эксплуатации оказывают влияние:

- повреждения (износ) рабочих и сопловых лопаток турбины;
- загрязнение газового тракта турбины;
- изменение величины зазора между корпусом компрессора и вставкой;
- изменение суммарного сечения сопел сопловых аппаратов;
- увеличение противодавления на выходе газа из турбины;
- закоксование или поломка лабиринтовых уплотнений;

- повреждение подшипников;
- засорение трубки подвода воздуха к уплотнителям подшипника;
- помпаж турбокомпрессоров, возникающий вследствие уменьшения расхода воздуха через компрессор из-за загрязнения газозвдушного тракта дизеля и отдельных неисправностей ТК или несимметричной работы двух параллельно работающих турбокомпрессоров.

Наиболее характерными для диагностирования технического состояния ТК в эксплуатации при двухступенчатом наддуве являются следующие параметры:

- давление и перепад давления воздуха после первой ступени нагнетания P_{klj} , p_{klj} ;
- давление газов перед ТК $P_{тК}$;
- температура выпускных газов перед T_K , $t_{тК}$;
- отношение давлений наддува P_s и выпускных газов перед T_K , P_t ;
- частота вращения ротора T_K , $n_{тК}$;
- перепад давлений $P_s - P_{тК}$;
- помпаж турбокомпрессоров.

На необходимость проведения диагностирования технического состояния турбо компрессоров указывают следующие параметры, определяемые при диагностировании газозвдушного тракта дизеля:

- снижение давления воздуха в ресивере P_s ;
- изменение против номинального значения отношения давлений $P_s / P_{тК}$;
- уменьшение разности давлений $P_s - P_{тК}$ против номинального значения;
- уменьшение разрежения воздухопрохода ТК против номинального значения;

Номинальное значение отношение давлений $P_s / P_{тК}$ составляет 1,25, в эксплуатации допускается его снижение до 1,1 или увеличение до 1,35.

Номинальное значение разности давлений $P_s - P_{тК} = 0,0047$ МПа.

Минимальная величина разрежения воздуха после фильтра низкого давления не должна быть ниже 2000 Па. Снижение давление выпускных газов перед

ТК, увеличение отношения давлений $P_s / P_{тК}$ против номинальных значений указывает, что неисправность турбокомпрессора относится к группе турбины.

Остальные показатели - уменьшение n_{kl} , снижение $n_{тК}$, снижение P_{kl} , уменьшение P_z (максимальное давление сгорания топлива) могут изменяться как из-за неисправностей компрессора, так и из-за неисправности турбины. Увеличение отношения давлений $P_s / P_{тК}$ при одновременном повышении частоты вращения ротора ТК, давления выпускных газов перед турбиной $P_{тК}$ против номинальных значений и повышенная вибрация ротора указывают на отложение нагара в газовом тракте турбины.

Увеличение отношения давлений $P_s / P_{тК}$ при одновременном снижении частоты вращения ротора ТК, снижение давления выпускных газов перед турбиной $P_{тК}$ по сравнению с номинальными значениями свидетельствуют об увеличении суммарного сечения соплового аппарата компрессора или загрязнении каналов колеса и диффузора компрессора, нарушении осевого зазора между колесом компрессора и вставкой.

Увеличение отношения давлений $P_s / P_{тК}$ при одновременном снижении частоты вращения ротора ТК $n_{тК}$, давления выпускных газов перед турбиной $P_{тК}$ против номинальных значений указывает на закоксование лабиринтных уплотнений вала ротора ТК. Повышение давлений выпускных газов перед турбиной $P_{тК}$ при одновременном снижении частоты вращения ротора ТК против номинальных значений указывает на износ и повреждение лопаток турбинного колеса.

Ввиду выше сказанного, можно сделать вывод, что изготовление стенда для диагностики турбокомпрессоров более чем оправдано.

3.2 Назначение конструкции

Конструкция предназначена для проведения испытаний турбокомпрессора на соответствие ГОСТ 53637-2009.

Технические характеристики конструкции приведены в таблице 3.1.

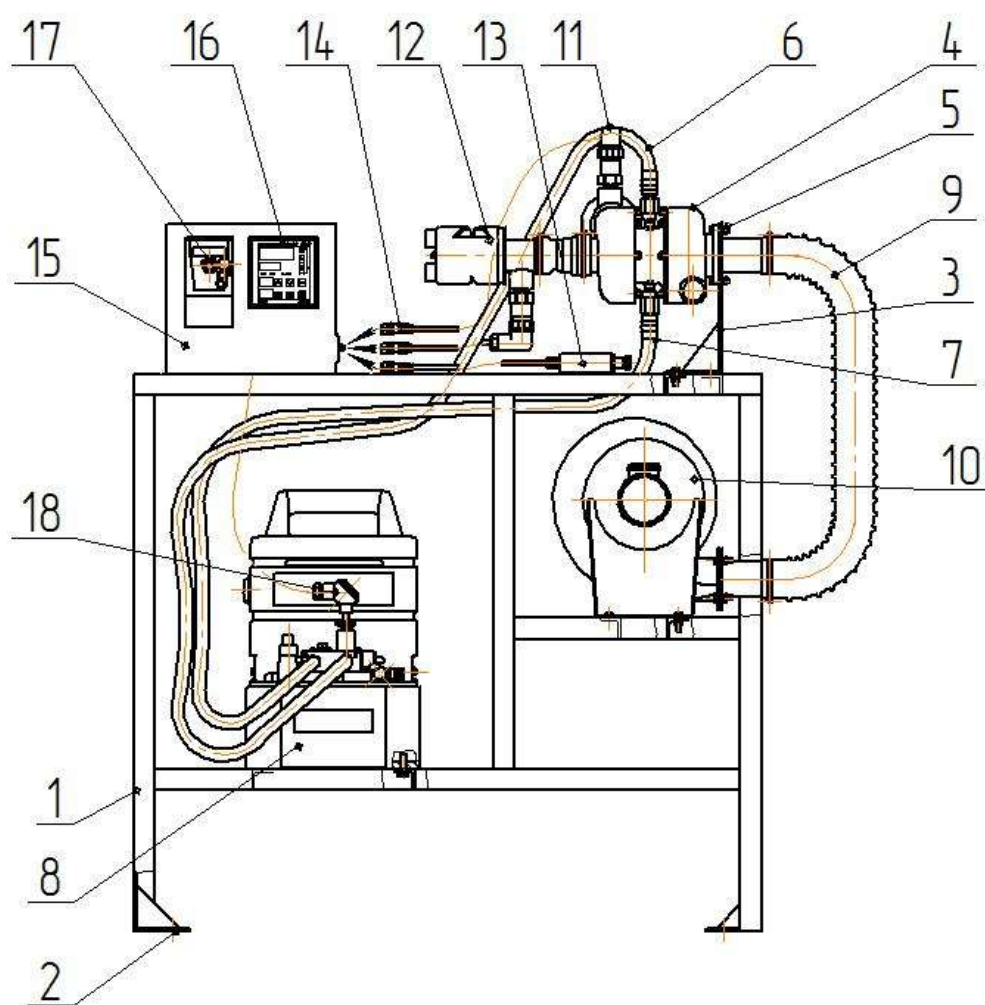
Таблица 3.1 – Технические характеристики конструкции.

Параметр	Значение
Тип установки	Стационарная
Давление в гидросети, мПа	6,3
Потребляемая мощность, кВт	1,2
Температура масла, °С	0...85
Давление в пневмосети, Па	0...150
Расход воздуха, л/мин	0...2500

3.3 Устройство и принцип действия конструкции

Установка устроена следующим образом (см. рис. 3.1). Рама 1 сварена целиком из уголка сечением 30x30x4 мм. Снизу рама 1 имеет стойки 2 с отверстиями, при помощи которых она может быть прикреплена, например, анкерными болтами, к фундаменту. На верхней площадке рамы 1 установлен кронштейн 3, в концентрических прорезях которого при помощи болтов 5, крепится турбокомпрессор 4. При испытаниях турбокомпрессора 4 на него непрерывно подается масло по шлангу 6. Управление подачей осуществляется гидростанцией 8. Привод вращения турбокомпрессора 4 осуществляется потоком воздуха, создаваемым вентилятором 10, который управляется частотным преобразователем 17. В виду того, что крепежный фланец на различных марках турбокомпрессорах может располагаться как на входном, так и на выходном фланцах турбин, вентилятор 10 с помощью преобразователя 17 может изменять направление вращения, при этом

изменяя подачу воздуха на всасывание. К выходным фланцам компрессора турбокомпрессора 4 подсоединяются нагрузочные клапаны со встроенными датчиками давления и вакуума соответственно 11 и 12. Так же для корректной проверки турбокомпрессор 4 установка имеет датчик оборотов 13, который представляет собой фотосчетчик. До начала вращения на поверхность турбины наносится небольшой участок отражающей липкой ленты. Датчик 13 направляют на турбину через выходной фланец, и при вращении он считает количество оборотов. Датчик температуры 18 установлен номинально, так как в расчетах практически не участвует. Он нужен для того, чтобы обнаружить существует ли превышение допустимых значений температуры.

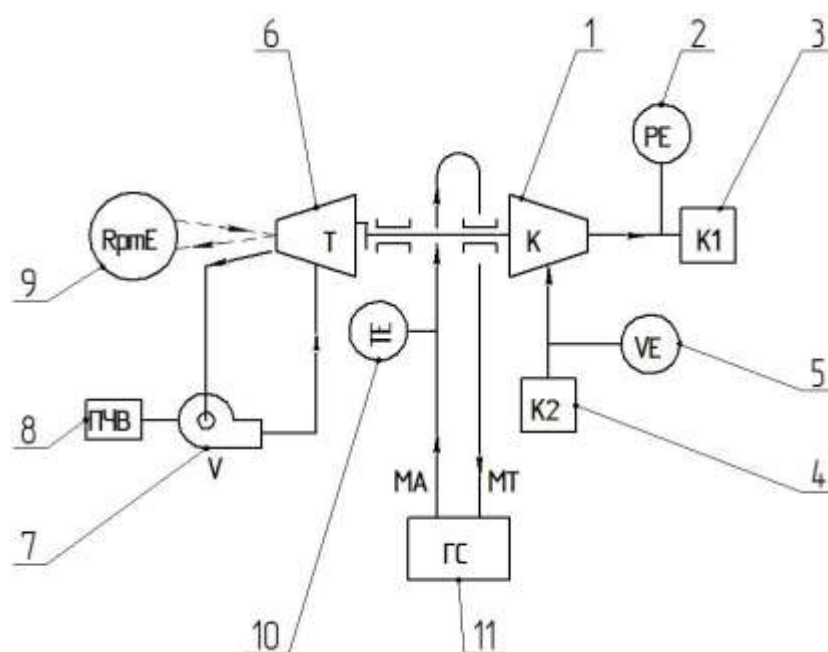


- 1 - рама; 2 - стойка; 3 - кронштейн; 4 - испытуемый турбокомпрессор; 5 - болт; 6, 7 - гидрошланг; 8 - гидростанция; 9 - гибкий воздуховод; 10 - вентилятор; 11, 12 - нагрузочный клапан со встроенным датчиком; 13 - датчик оборотов; 14 - разъем

штырьевой; 15 - блок измерений, контроля и управления; 16 - измерительный цифровой прибор (ТРМ-138); 17 - преобразователь частоты векторный; 18 - датчик температуры.

Рисунок 3.1 – Устройство конструкции.

Рассмотрим принципиальную схему установки (см. рис. 3.2). Частота вращения вентилятора 7 настраивается при помощи частотного преобразователя 8, чтобы частота вращения вала турбины соответствовала номинальным значениям. Частота вращения определяется датчиком 9. После настройки частоты вращения клапанами К1 и К2 имитируют работу компрессора в реальных условиях, при этом корректируя частоту вращения. Зная все параметры, зависимости друг от друга давления, вакуума и оборотов, позволяет судить об исправности турбокомпрессор и соответствии его ГОСТу. Методика диагностирования регламентируется ГОСТом.



1 - компрессор; 2 - датчик давления; 3, 4 - нагрузочный клапан; 5 - датчик вакуума; 6 - турбина; 7 - вентилятор; 8 - преобразователь частот; 9 - датчик оборотов; 10 - датчик температур; 11 - гидростанция.

Рисунок 3.2 – Схема работы установки.

3.4 Конструктивные расчёты

3.4.1 Расчёт пневмосети

Сначала рассчитывается проходное сечение трубопровода:

$$S = \pi D^2 / 4, \quad (3.1)$$

где D — внутренний диаметр участка трубопровода (м).

$$S = 3,14 \cdot 0,058^2 / 4 = 0,00264 \text{ м}^2$$

Общие потери давления определяться по формуле:

$$P = R \cdot l + z, \quad (3.2)$$

где R - потери давления на трение в расчете на 1 погонный метр воздухопровода;

l - длина воздухопровода в метрах,;

z - потери давления на местные сопротивления (при переменном сечении).

Потери на трение определяются по формуле:

$$R = (x \cdot l / d) \cdot (v \cdot v \cdot \gamma) / 2, \quad (3.3)$$

где x - коэффициент сопротивления трения ($x = 0,0015 \dots 0,005$),

l - длина воздухопровода в метрах,

d - диаметр воздухопровода в метрах,

v - скорость течения воздуха в м/с,

γ - плотность воздуха в кг/куб.м.,

Потери давления на местные сопротивления считаются по формуле:

$$z = Q \cdot (v \cdot v \cdot \gamma) / 2, \quad (3.4)$$

где Q - сумма коэффициентов местных сопротивлений на участке воздуховода, для которого производят расчет,

v - скорость течения воздуха в м/с;

γ - плотность воздуха в кг/м³, ($\gamma=1,3943$).

Скорость движения воздуха на участке воздуховода определяется по формуле:

$$V = \frac{L}{3600F}, \quad (3.5)$$

где L – расход воздуха, м³/мин;

F – площадь сечения воздуховода, м².

Сумма коэффициентов местных сопротивлений определяется по формуле:

$$Q = Q_{\pi} \cdot n, \quad (3.6)$$

Где Q_{π} - коэффициент местного сопротивления поворота воздуховода (0,0015);

n - количество поворотов (2).

Теперь, имея все необходимые формулы и значения, проведём расчёт:

$$V = \frac{1000}{3600 \cdot 0,00264} = 105 \text{ м/с}$$

$$Q = 0,0015 \cdot 2 = 0,003$$

$$z = 0,003 \cdot (105 \cdot 105 \cdot 1,3943)/2 = 23 \text{ Па}$$

$$R = (0,005 \cdot 1/0,058) \cdot (105 \cdot 105 \cdot 1,3943)/2 = 66,2 \text{ Па}$$

$$P = 66,2 \cdot 1 + 23 = 89,2 \text{ Па}$$

Таким образом мы нашли общее сопротивление $P_{\text{общ}} = 89 \text{ Па}$, которое должен обеспечивать вентилятор. Вентилятор создаёт давление в 240 Па, соответственно давление на выходе равно $P_{\text{вых}} = P_{\text{вент}} - P_{\text{общ}} = 240 - 89 = 151 \text{ Па}$.

3.4.2 Расчёт потребной мощности

Для расчёта электрических параметров имеем исходные данные

$I_{\text{гс}}$ – ток потребления гидростанции, $I_{\text{гс}} = 3,09 \text{ А}$;

$I_{\text{трм}}$ – ток потребления измерителя ТРМ, $I_{\text{трм}} = 0,05 \text{ А}$.

$I_{\text{г}}$ – ток потребления насоса и вентилятора, $I_{\text{г}} = 1,8$;

Суммарное потребление тока:

$$I_{\text{сумм}} = I_{\text{гс}} + I_{\text{трм}} + I_{\text{г}} + 10\% \quad (3.7)$$

$$I_{\text{сумм}} = (3,09 + 0,05 + 1,8) \cdot 10\% = 5,43 \text{ А}$$

Мощность системы определится по формуле:

$$P = I_{\text{сумм}} \cdot U \quad (3.8)$$

$$P = 5,43 \cdot 220 = 1195,48 \text{ Вт} .$$

Расчётная потребная мощность является незначительной и не скажется на электросистеме любого производственного здания.

Для данной установки требуется установить вводной автомат номиналом 6 А категории В (В6).

3.4.3 Расчёт болтового соединения

Турбокомпрессор крепится на кронштейн с помощью четырех болтов выполненных из стали класса точности 3,6 и действующей на болты с силой $F=500\text{Н}$. Требуется определить диаметр болтов. Нагрузка постоянная.

Для болтового соединения с неконтролируемой затяжкой принимаем коэффициент запаса прочности $[S_T]=5$, в предположении, что наружный диаметр резьбы находится в интервале 6...16 мм. Предел текучести болта $\sigma_T=200\text{Н/мм}$

Допускаемое напряжение растяжения

$$[\sigma]_p = \sigma_m / [S_m] \quad (3.9)$$

где $[\sigma]_p$ – допускаемое напряжение растяжения, Н/мм^2 ;

σ_m – предел текучести, Н/мм^2 ;

$[S_m]$ – коэффициент запаса прочности.

$$[\sigma]_p = 200 / 5 = 40 \text{ Н / мм}^2 .$$

Принимаем коэффициент запаса по сдвигу $K=1,6$ и коэффициент трения $f=0,16$.

Необходимая сила затяжения болта

$$F_0 = \frac{F \cdot K}{f \cdot i \cdot z} \quad (3.10)$$

Где K – коэффициент запаса по сдвигу деталей;

F – внешняя сила;

f – коэффициент трения;

i – число стыков;

z – число болтов.

$$F_0 = \frac{11,6}{0,16 \cdot 4} = 2,5 \text{ кН}$$

Расчетная сила затяжения болтов:

$$F_{расч} = 1,3 \cdot F = 1,3 \cdot 2,5 = 3,25 \text{ кН}$$

Расчетный диаметр резьбы:

$$d_p \geq \sqrt{\frac{4F_{расч}}{\pi[\sigma]_p}} \quad (3.11)$$

Где d_p – расчетный диаметр резьбы, мм;

$F_{расч}$ – расчетная сила затяжения болта, кН;

$[\sigma]_p$ – допускаемое напряжение растяжения, Н/мм².

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 3.25 \cdot 10^3}{3.14 \cdot 40}} = 5.56 \text{ мм}.$$

Принимаем резьбу М6 с шагом $p=1$ мм, для которой

$$d_p = d - 0,94p = 6 - 0,94 \cdot 1 = 5,06 \text{ мм} > 5,05.$$

Болт М6 пригоден.

3.4.4 Описание используемых датчиков

Ниже приведены описания и технические характеристики датчиков, использованных в конструкции для снятия показаний.

Таблица 3.2 - Технические характеристики датчика температуры ОВЕН
ДТС054

Характеристики	ОВЕН ДТС
	ДТС054
Номинальная статическая характеристика (НСХ)	100М
Диапазон измеряемых температур, °С *	–50...+550
Класс допуска	А
Условное давление	10 МПа
Показатель тепловой инерции	не более 10...30 с
Сопротивление изоляции	Не менее 100 МОм
Количество чувствительных элементов	1 шт.;
Схема внутренних соединений проводников	3 – трехпроводная
Исполнение сенсора относительно корпуса	изолированный
Диаметр термоэлектрода, мм	10
Исполнение коммутационной головки	металлическая
Тип резьбового штуцера	Метрическая резьба
Материал защитной арматуры	сталь 12Х18Н10Т
Степень защиты	IP54

Таблица 3.3 – Характеристики датчиков ПД200ДИ, ПД-ДИ111

Наименование	Значение
Выходной сигнал постоянного тока	4...20 мА
Пределы основной погрешности измерения	$\pm 0,1$ % ДИ
Напряжение питания	18...42 В
Сопротивление нагрузки	Не менее 250 Ом
Степень защиты корпуса	IP65
Среднее время наработки	500 000 ч
Средний срок службы	12 лет
Межповерочный интервал	2 года
Вес без упаковки / в упаковке	1,5 кг / 2,0 кг
Диапазон рабочих температур окружающего воздуха	-20 (-40*)...570 °С
Диапазон температур измеряемой среды	-40...500 °С

3.4.5 Подбор гидростанции.

Для обеспечения параметров, предиктованных ГОСТом, при испытаниях необходимо выбрать гидростанцию, учитывая параметры диапазона испытываемых турбокомпрессоров.

Выбираем мобильную гидростанцию производства «LUCAS».

Параметры гидропривода:

- подача 2,5 л/мин;
- рабочее давление 63 бар;
- мощность приводного двигателя 0,68 кВт;
- объем маслобака 8 литров.

3.5 Экономическое обоснование конструкции

3.5.1 Расчёт массы и стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_{\kappa} + G_{\Gamma}) \cdot K \quad (3.12)$$

где G_{κ} – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

G_{Γ} – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

K – коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ($K=1,05 \dots 1,15$).

Масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов представлена в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Расчёт массы сконструированных деталей

№ пп	Наименование деталей.	Объём деталей, см ³ .	Удельный вес, кг/дм ³	Масса одной детали, кг.	Количество деталей.	Общая масса деталей, кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Рама	30,61	0,78	24	1	24
2	клапан	1,40	0,78	1,1	1	1,1
3	Клапан вакуумн.	1,40	0,78	1,1	1	1,1
4	Блок управления	3,19	0,78	2,5	1	2,5
5	Кронштейн	1,91	0,78	1,5	1	1,5
6	Датчик оборотов	0,13	0,78	0,1	1	0,1
						30,3

Масса покупных деталей и цены на них представлены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 - Масса покупных деталей и цены

№ пп	Наименование деталей	Количество	Масса, кг		Цены, руб	
			Одной	Всего	Одной	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Вентилятор	1	8,5	8,5	8500	8500
2	Гидростанция	1	9	9	16000	16000
3	Датчик тем/дав/вак	3	0,05	0,15	560	1680
4	Хомуты	4	0,0058	0,0232	20	80
5	Шланги	2	0,8	1,6	850	1700
6	Датчик холла	1	0,01	0,01	350	350
7	ТРМ 138	1	0,2	0,2	7500	7500
8	Болты	16	0,008	0,128	5	80
9	Преобразователь	1	1,5	1,5	8500	8500
Итого:			21,1112		44390	

Определим массу конструкции по формуле 6.35, подставив значения из таблиц 3.4 и 3.5:

$$G = (30,30 + 21,11) \cdot 1,15 = 59,12 \text{ кг}$$

Определение балансовой стоимости новой конструкции производится на основе сопоставления ее отдельных параметров по расчетно-конструктивному способу с использованием среднеотраслевых нормативов затрат на 1 кг. массы:

$$C_{\text{б}} = [G_{\text{к}} \cdot (C_{\text{з}} \cdot E + C_{\text{м}}) + C_{\text{пд}}] \cdot K_{\text{нац}} \quad (3.13)$$

где $G_{\text{к}}$ – масса конструкции без покупных деталей и узлов, кг;

C_3 – издержки производства приходящиеся на 1 кг. массы конструкции, руб. ($C_3=0,02\dots0,15$);

E – коэффициент измерения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска (так как конструкция является штучным производством, принимаем $E=1,5$);

C_m – затраты на материалы, приходящиеся на 1 кг массы машин, руб./кг. ($C_m=0,68\dots0,95$);

$C_{пд}$ – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб.;

$K_{нац}$ – коэффициент, учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости ($K_{нац} = 1,15\dots1,4$).

$$C_{б} = 30,3 \cdot 0,1 \cdot 1,5 \cdot 0,8 \cdot 44390,0 \cdot 1,2 \cdot 53307,0 \text{ руб.} \\ 0 \cdot 5 \cdot 0 + 5 + 0 \cdot 0 = 9 \cdot$$

3.5.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Прежде чем приступить к расчету технико-экономических показателей, приведём исходные данные (см. таблицу 3.6)

Таблица 3.6 - Исходные данные сравниваемых конструкций

Наименование	Проектируемой	Базовой
1	2	3
Масса конструкции, кг	59,12	85
Балансовая стоимость, руб.	53307,09	120000
Потребная мощность, кВт	1,2	1,5
Часовая производительность, ед/ч	4	3
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка, руб./ч.	150	150
Норма амортизации, %	14	14
Норма затрат на ремонт ТО, %	15	15
Годовая загрузка конструкции, ч	300	300

С помощью этих данных рассчитываются технико-экономические показатели эффективности конструкции, и дается их сравнение.

При расчетах показатели базового (существующего) варианта обозначаются как X_0 , а проектируемого как X_1 .

Производительность установки рассчитывается по формуле:

Энергоемкость процесса определяют из выражения:

$$\mathfrak{E}_e = \frac{N_e}{W_q} \quad (3.14)$$

где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

W_q – часовая производительность конструкции; ед./ч.

Подставив значения в формулу (4.3) получим:

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{1,5}{3} = 0,50 \text{ кВт} \cdot \text{ч/ед}$$

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{1,2}{4} = 0,30 \text{ кВт} \cdot \text{ч/ед}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_q \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} \quad (3.15)$$

где G – масса конструкции, кг;

$T_{год}$ – годовая загрузка конструкции, час;

$T_{сл}$ – срок службы конструкции, лет.

$$M_{e0} = \frac{85,00}{3 \cdot 300 \cdot 5} = 0,0189 \text{ кг/ед.}$$

$$M_{e1} = \frac{59,12}{4 \cdot 300 \cdot 5} = 0,0099 \text{ кг/ед.}$$

Фондоёмкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_{\bar{o}}}{W_q \cdot T_{\text{зод}} \cdot T_{\text{сл}}} \quad (3.16)$$

где $C_{\bar{o}}$ – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{e0} = \frac{120000}{3 \cdot 300} = 133,33 \text{ руб/ед.}$$

$$F_{e1} = \frac{53307,09}{4 \cdot 300} = 44,423 \text{ руб/ед.}$$

Трудоёмкость процесса определяют по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_q} \quad (3.17)$$

где n_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{3} = 0,3333 \text{ чел ч/ед}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ чел ч/ед}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зн}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A \quad (3.18)$$

где $C_{\text{зн}}$ – затраты на оплату труда, руб/ед;

$C_{\text{рто}}$ – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб/ед;

$C_{\text{э}}$ – затраты на электроэнергию, руб/ед;

A – амортизационные отчисления, руб/ед.

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{зн}} = Z_{\text{ч}} \cdot T_{\text{е}} \quad (3.19)$$

где Z - часовая тарифная ставка, руб/ч:

$$C_{\text{зн}0} = 150 \cdot 0,3333 = 50,00 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{зн}1} = 150 \cdot 0,25 = 37,50 \text{ руб./ед}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_{\text{э}} = \text{Ц}_{\text{э}} \cdot \text{Э}_{\text{е}} \quad (3.20)$$

где $C_э$ - комплексная цена за электроэнергию, руб/кВт, $C_э=2,88$.

$$C_{э0} = 2,6 \cdot 0,50 = 1,29 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{э0} = 2,6 \cdot 0,30 = 0,77 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{рто} = \frac{C_б \cdot H_{рто}}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}} \quad (3.21)$$

где $H_{рто}$ - суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

Полученные значения подставим в формулу 6.44:

$$C_{рто0} = \frac{120000 \cdot 15}{100 \cdot 3 \cdot 300} = 20 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{рто1} = \frac{53307,09 \cdot 15}{100 \cdot 4 \cdot 300} = 6,66339 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на амортизационные отчисления определяют по формуле:

$$A = \frac{C_б \cdot a}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}} \quad (3.22)$$

где a - норма амортизации, %.

$$A_0 = \frac{120000 \cdot 14}{100 \cdot 3 \cdot 300} = 18,6667 \text{ руб./ед.}$$

$$A_1 = \frac{53307,09 \cdot 14}{100 \cdot 4 \cdot 300} = 6,21916 \text{ руб./ед.}$$

Полученные значения подставим в формулу 3,22:

$$S_0 = 50,00 + 1,29 + 20 + 18,667 = 89,95 \text{ руб./ед.}$$

$$S_1 = 37,50 + 0,77 + 6,6634 + 6,2192 = 51,15 \text{ руб./ед.}$$

Приведённые затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_n \cdot F_e = S + E_n \cdot k \quad (3.23)$$

где E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_n = 0,1$);

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 89,95 + 0,1 \cdot 133,33 = 103,285 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{прив}1} = 51,15 + 0,1 \cdot 44,423 = 55,5958 \text{ руб./ед.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.24)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (89,95 - 51,15) \cdot 4 \cdot 300 = 46557,74 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{\text{год}} = (C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.25)$$

$$E_{\text{год}} = (103,29 - 55,60) \cdot 4 \cdot 300 = 57227,04 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{бл}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \quad (3.26)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{53307,09}{46557,74} = 1,145 \text{ лет}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{б}}} \quad (3.27)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{46557,74}{53307,09} = 0,8734$$

Таблица 3.7 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	2	3	4	5
1	Часовая производительность, ед/ч	3	4	133
2	Фондоёмкость процесса, руб./ед	133,3333	44,4226	33
3	Энергоёмкость процесса, кВт./ед.	0,5000	0,3000	60
4	Металлоёмкость процесса, кг/ед.	0,0189	0,0099	52
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/ед.	0,3333	0,2500	75
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	89,95	51,15	57
7	Уровень приведённых затрат, руб./ед.	103,29	55,60	54
8	Годовая экономия, руб./ед.	46557,74		
9	Годовой экономический эффект, руб.	57227,04		
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	1,14		
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	0,87		

Как видно из таблицы 3.7 спроектированная конструкция является экономически эффективной, так как срок окупаемости равен: 1,14 года, и коэффициент эффективности равен: 0,87.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная в выпускной квалификационной работе установка для диагностики турбокомпрессоров, является новым высокоэффективным и технологичным проектом, превосходящим не только отечественные, но и зарубежные разработки в данной области. Установка может быть использована не только в сельском хозяйстве и, но и в других областях народного хозяйства.

Технологическое перевооружение стало необходимостью в процессе вхождения нашей страны во всемирную торговую организацию и от того как мы сможем противостоять входящим на наш рынок иностранным организациям зависит судьба страны.

Достоинством разработанной установки можно назвать ее мультимарочность, то есть возможность диагностики не только сельскохозяйственной техники, но так же дорожно-строительной и спецтехники. А это в перспективе возможность оказывать услуги по диагностике турбокомпрессоров для сторонних организаций.

Спроектированный пункт технического обслуживания тракторов отвечает современным требованиям по оснащенности необходимым оборудованием и инструментами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя в 3-х томах. Издание 8.- Москва: Машиностроение, 1980. -Т.1-920 с.; Т.2- 912 с.; Т.3- 864 с.
2. Барсуков А.Ф. Краткий справочник по сельскохозяйственной технике.- Москва: Колос, 1978.- 128 с.
3. Бельских В.И. Диагностирование и обслуживание сельскохозяйственной техники.- Москва: Колос, 1980.- 575 с.
4. Бендицкий Э.Я. Техническое обслуживание колесных тракторов.- Москва: Россельхозиздат, 1983.- 124 с.
5. Гуревич А.М. Техническое обслуживание машинно-тракторных агрегатов./ Гуревич А.М., Зайцев Н.В., Акимов А.П.- Москва: Росагропромиздат, 1988.- 238 с.
6. Домников И.Ф. Техническое обслуживание и ремонт машин в колхозах, 2-е издание.- Москва: Россельхозиздат, 1979.- 175 с.
7. Драгайцева В.И. Эффективность технического обслуживания и ремонта машин в сельском хозяйстве.- Москва: Россельхозиздат, 1983.- 151 с.
8. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин.- Москва: Высшая школа, 1991.- 324 с.
9. Иофинов С.А. Эксплуатация машинно-тракторного парка. / Иофинов С.А., Лышко Г.П.- Москва: Колос, 1984.- 341 с.
10. Козлов Ю.С. Техническое обслуживание и ремонт сельскохозяйственной техники, издание 2 (переработанное и дополненное).- Москва: Высшая школа, 1984.- 296 с.
11. Костенко С.И. Каталог средств технического обслуживания тракторов, комбайнов и сельхозмашин - Москва: ГОСНИТИ, 1980.- 47 с.
12. Ленский А.В. Методические указания по выбору оптимального комплекса передвижных и стационарных средств технического

обслуживания машинно-тракторного парка колхозов и совхозов.- Москва: ГОСНИТИ, 1975.- 126 с.

13. Ленский А.В. Специализированное техническое обслуживание машинно-тракторного парка.- Москва: Росагропромиздат, 1982.- 235 с.

14. Ленский А.В. Рекомендации по техническому обслуживанию машинно-тракторного парка на пунктах технического обслуживания в колхозах и совхозах. / Ленский А.В., Засыпкин В.С., Пуховицкий Ф.Н., Копылов Ю.М. – Москва: ГОСНИТИ, 1976.- 104 с.

15. Миронов А.П. Техническое обслуживание машинно-тракторного парка./ Миронов А.П., Сегал Л.Б. – Ленинград: Колос, 1981.- 191 с.

16. Мочалов И.И. Каталог оборудования и инструмента для технического обслуживания и ремонта сельхозтехники./Мочалов И.И., Новиков Е.В., Чеснокова Л.В. - Москва: ГОСНИТИ, 1983.- 303 с.

17. Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие.- Казань: РИЦ Школа, 2004.- 144 с.

18. Мухаметгалиев Ф.Н. Организация и планирование производства на предприятиях АПК (справочно-нормативные материалы), 2-е издание, дополненное и переработанное.- Казань: Изд-во Дом Печати, 2004.- 292 с.

19. Петров Ю.Н. Основы ремонта машин.- Москва: Колос, 1972.- 527 с.

20. Пуховицкий Ф.Н. Механизированные средства для технического обслуживания машинно-тракторного парка.- Москва: Колос, 1978.- 186 с.

21. Пуховицкий Ф.Н. Средства технического обслуживания машинно-тракторного парка /Пуховицкий Ф.Н., Копылов Ю.М., Ленский А.В., Овчинников В.И.- Москва: Высшая школа, 1979.- 255 с.

22. Ракин Я.Ф. Эксплуатация подшипниковых узлов машин, 2-е издание, переработанное и дополненное – Москва: Росагропромиздат, 1990.- 189 с.

23. Рыбаков К.В. Автозаправочные процессы и системы в полевых условиях./ Рыбаков К.В., Дидманидзе О.Н., Карпекина Т.П. – Москва: УМЦ Триада, 2004.- 292 с.

24. Семейкин В.А. Эффективность технического обслуживания машинно-тракторного парка и автомобилей.- Москва: Россельхозиздат, 1987.- 175 с.
25. Солуянов П.В. Практикум по охране труда. - Москва: Колос, 1969.-176 с.
26. Сюткин А.М. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов на факультете механизации сельского хозяйства.- Казань: КГСХА, 1995.- 48 с.
27. Фере Н.Э. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка.- Москва: Колос, 1980.- 256 с.
28. Чернавский С.А. Проектирование механических передач, изд-е 4, переработанное/ Чернавский С.А., Ицкович Г.М., Киселев В.А., Боков К.М.- Москва: Машиностроение, 1976.- 608 с.
29. Шевченко А.И., Софронов П.И. Справочник слесаря по ремонту тракторов.- Ленинград: Машиностроение, 1989.- 512 с.
30. Яруллин Н.Г. Дипломное проектирование./ Яруллин Н.Г., Матяшин Ю.И., Рудаков А.И., Нуруллин Э.Г.- Казань: КГСХА, 2004.- 34 с.