

ФГБОУ ВО КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин
и комплексов»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема: Проектирование технического сервиса машинного парка
с разработкой стенда для обкатки турбокомпрессоров

ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00

Выпускник студент

Руководитель профессор
ученое звание


подпись

подпись

Файзрахманов Н.Д.
Ф.И.О.
И.Г.Галиев
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 20 от 08. 06 . 2020 года)

Зав. кафедрой профессор
ученое звание


подпись

Н.Р.Адигамов
Ф.И.О.

Казань – 2020 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

Направление «Эксплуатация транспортно-технологических машин
и комплексов»

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

/Адигамов Н.Р./

« 11 » 05 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студенту Файзрахманову Н.Д.

Тема выпускной квалификационной работы Проектирование технического сервиса машинного парка с разработкой стенда для обкатки турбокомпрессоров
утверждена приказом по вузу от « _____ » _____ 2020 г. № _____

2. Срок сдачи студентом законченного проекта 17.06.2020

3. Исходные данные к выпускной работе Использовать статистические данные и годовые отчеты производственной и финансовой деятельности предприятия за последние 3 года; справочные данные из библиотечного фонда Казанский ГАУ

4. Перечень подлежащих разработке вопросов _____

1. Необходимость обкатки турбокомпрессоров. Анализ существующих конструкций для обкатки турбокомпрессоров

2. Проектирование технического сервиса машинного парка

3. Конструктивная часть

4. Разработка мероприятий по безопасности жизнедеятельности и по охране окружающей среды

5. Экономическое обоснование конструкции

АННОТАЦИЯ

к выпускной работе Файзрахманова Н.Д. на тему: «Проектирование технического сервиса машинного парка с разработкой стенда для обкатки турбокомпрессоров».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 70 листах машинописного текста и графической части на 6 листах.

Записка состоит из введения, трех разделов, выводов и включает 5 рисунков, 5 таблиц. Список использованной литературы содержит 17 наименования использованной литературы.

В первой части выпускной квалификационной работе дан анализ необходимости обкатки турбокомпрессоров и обзор существующих конструкций.

Во второй части рассмотрены мероприятия для проектирования технического сервиса и технической эксплуатации тракторов.

В третьей части дано описание конструкции и приведены расчеты конструктивных параметров разрабатываемой установки для обкатки турбокомпрессора. Разработаны мероприятия по охране труда при использовании установки в производстве. Разработаны мероприятия по охране окружающей среды. Дано экономическое обоснование конструкции для обкатки турбокомпрессора.

Записка завершена выводами.

ANNOTATION

for the final work of Faezrahmanov N.D. the topic: "Designing technical service of the machine Park with the development of a stand for running in turbochargers".

The final qualifying work consists of an explanatory note on 70 sheets of typewritten text and a graphic part on 6 pages.

The note consists of an introduction, three sections, and conclusions, and includes 5 columns and 5 tables. The list of references contains 17 references.

In the first part of the final qualifying work, an analysis of the need for running in turbochargers and an overview of existing structures is given.

In the second part, activities for the design of technical service and technical operation of tractors are considered.

In the third part, a description of the design is given and calculations of the design parameters of the developed installation for running in a turbo compressor are given. Measures have been developed for labor protection when using the plant in production. Environmental protection measures have been developed. The economic justification of the design for running the turbocharger is given.

The note concludes with conclusions.

Оглавление

1. НЕОБХОДИМОСТЬ ОБКАТКИ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ОБКАТКИ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ	8
1.1. Необходимость обкатки турбокомпрессоров	8
1.2. Анализ существующих конструкций для обкатки турбокомпрессоров	11
2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИНО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА	21
2.1. Предпосылки организации технического обслуживания машин	21
2.1.1. Основные задачи техобслуживания машин	21
2.1.2. Краткая характеристика обслуживаемого парка машин	22
2.1.3. Возрастание роли техобслуживания современных машин	22
2.1.4. Виды и периодичность техобслуживаний	23
2.2. Организационно-технические основы тех обслуживания машин	26
2.2.1. Основные принципы в организации техобслуживаний	26
2.2.2. Выбор и обоснование метода обслуживания машин	27
2.2.3. Планирование тех обслуживания	28
2.2.4. Контроль своевременности техобслуживания	30
2.3. Проектирование технологии техобслуживания	32
2.3.1. Расчет потребности в средствах технического обслуживания и персонала	37
2.4. Физическая культура на производстве	39
3. Конструкторская часть	42
3.1. Обоснование схемы и конструкции стенда для обкатки турбокомпрессора	42
3.2. Конструктивный расчёт	49
3.2.1. Расчет турбокомпрессора	49

3.3. Инструкция по охране труда и при работе на стенде для обкатки турбокомпрессора	53
3.3.1 Расчет вентиляции	54
3.4. Мероприятия по охране окружающей среды в хозяйстве	56
3.5. Техничко-экономические показатели стенда для испытания турбокомпрессора ТКР	59
3.5.1. Расчет массы и стоимости конструкции	59
3.5.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности стенда и их сравнение	60
Список использованной литературы	69

ВВЕДЕНИЕ

Решая стратегические задачи, такие как надежность обеспечения населения продовольствием, а промышленность - сырьем сельскохозяйственного производства должно успешно выполнять намеченные планы в соответствии с принятыми законами и постановлениями правительства Российской Федерации, а так же органов местного самоуправления.

Наряду с реформированием сельскохозяйственных предприятий предусматривается значительное обновление машино - тракторного парка предприятия, для поддержания которого в работоспособном состоянии необходима ремонтная база. Решение задач своевременного и качественного ремонта приобретает все большее значение, поскольку как машинотракторный парк, так и его содержание требует значительных материальных и трудовых затрат.

Износы и нарушения регулировок приводят к снижению мощности двигателей, производительности машин и агрегатов, повышают удельный расход топлива, что влечет за собой удорожание работ, увеличение срока их выполнения и, в конечном счете, недобор продукции. В связи с нарастанием износов трущихся поверхностей деталей, нарушением правил эксплуатации и технического обслуживания, повышение качества технической эксплуатации тракторов способствует увеличению, производительности, увеличению показателя надежности и повышению экономических показателей.

Опыт повышения качества технической эксплуатации тракторов, накопленный за последние годы, показывает, что система ТО машин в сельском хозяйстве нуждается в совершенствовании. Основными причинами этого являются снижение эксплуатационной надежности машин, увеличение среднего возраста парка с 5,2 до 10...15 лет при остаточной годности 30...40%, отсутствие у 50...70% сельскохозяйственных товаропроизводителей матери-

ально-технической базы. В результате большинство рабочих параметров машин имеют существенные отклонения от нормы.

Рациональная система качества технической эксплуатации тракторов призвана обеспечить бесперебойную работу техники с высокими технико-экономическими показателями, продление срока службы машин и повышение их эксплуатационной надежности. В этой связи необходимо:

- повысить роль и масштабы применения профилактических мероприятий по обеспечению технической и технологической исправности машин силами товаропроизводителей или сервисных служб с более полным использованием имеющихся и создаваемых средств ТО и диагностики;

- создать условия для полного соблюдения технических требований к хранению и обеспечения сохранности неработающих машин, ужесточить государственный надзор за качеством хранения машин в хозяйствах, считая их не только частной, но и национальной собственностью.

ГОСНИТИ и другими научными учреждениями страны разработан комплекс первоочередных и долгосрочных мер для поддержания и восстановления потребительских свойств машин, реализация которых обеспечит повышения качества технической эксплуатации тракторов, технологическое обеспечение производства и повышение качества сельскохозяйственной продукции с минимальными затратами труда и денежных средств.

1. НЕОБХОДИМОСТЬ ОБКАТКИ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ОБКАТКИ ТУР- БОКОМПРЕССОРОВ.

1.1.Необходимость обкатки турбокомпрессоров

Работа двигателей внутреннего сгорания в условиях эксплуатации характеризуется частыми и резкими (в достаточно широких пределах) сменами режимов. В наибольшей степени это относится к двигателям автомобилей, тракторов, строительно-дорожных и других мобильных машин. Следовательно, одним из важных факторов, характеризующих работу двигателя внутреннего сгорания, является преимущественно неустановившийся характер режима его работы. Для турбокомпрессора, работающего совместно с двигателем, это проявляется в постоянном изменении давления газов перед турбиной и соответствующем изменении частоты вращения ротора.

В результате многолетнего опыта и экспериментальных исследований, проводимых на моторостроительных заводах, ремонтных предприятиях, разработаны режимы обкатки тракторных ТКР.

Режимы обкатки и приемо-сдаточных испытаний турбокомпрессоров

Обозначение турбокомпрессора	Частота вращения ротора, мин-1	Избыточное давление воздуха на выходе из компрессора, кПа (кгс/см ²), не менее	Избыточное давление на входе в турбину, кПа (кгс/см ²), не более		Температура рабочего тела на входе в турбину, °С		Продолжительность, мин.
			газа	сжатого воздуха	газа	сжатого воздуха	
ТКР-11 ЯМЗ	30000±300	18,6 (0,19)	17,6 (0,18)		500±25		7
	40000±400	34,3 (0,35)	30,4 (0,31)		600±25		5
	50000±500	55,9 (0,57)	47,1 (0,48)		700±25		5
	60000±600	79,5 (0,81)	68,7 (0,7)		700±25		5
	Контрольный режим						
	60000±600	79,5 (0,81)	68,7 (0,7)		700±25		8
ТКР-9 ЯМЗ	35000±300	27,4 (0,28)		29,4 (0,30)			2
	45000±400	49 (0,50)		51,9 (0,53)			2
	55000±600	75,5 (0,77)		84,3 (0,86)			2

Обозначение турбокомпрессора	Частота вращения ротора, мин-1	Избыточное давление воздуха на выходе из компрессора, кПа (кгс/см2), не менее	Избыточное давление на входе в турбину, кПа (кгс/см2), не более		Температура рабочего тела на входе в турбину, °С		Продолжительность, мин.
			газа	сжатого воздуха	газа	сжатого воздуха	
Контрольный режим							
	90000±600	79,5 (2,15)	68,7 (1,56)		700±25		6
ТКР-11Н-1 СМД, ТКР-11С-1 СМД	20000--25000	-	-	14,7-19,6 (0,15-0,20)	-		2
	35000±350	-	-	-	400±25		3
	40000±400	-	-	-	500±25		4
	45000±450	-	-	-	600±25		4
					650±25		
				ТКР-11Н-1 ТКР-11С-1			
	Контрольный режим						
	45000±450	53-57 (0,54-0,58)	51-55 (0,52-0,56)	64-69 (0,65-0,7)	600±10 ТКР-11Н-1 650±10 ТКР-11С-1	60±10	5

Выводы

1. Обкатка ТКР является важным технологическим процессом, от которого зависит качество отремонтированных двигателей
2. На маловязких маслах поверхности деталей ТКР прирабатываются быстрее, чем на маслах повышенной вязкости.
3. Стенд для обкатки устроен проще и стоит дешевле.
4. Во время обкатки использовать масло, которое используется при эксплуатации.

1.2. Анализ существующих конструкций для обкатки турбокомпрессоров.

На сегодняшний день применяются газотурбинированные конструкции турбокомпрессора, которые отличаются разнообразием профилирования проточной части турбины или компрессора и конструктивного изменения подшипникового узла. Непрерывное изменение элементов турбины и компрессора, достижение в области конструирования подшипниковых узлов и уплотнительных элементов, накопление опыта переработки и эксплуатации механизмов с турбонаддувом позволяет в значительной мере усовершенствовать конструкцию малоразмерных ТК. Следствием этого является определение унификации компоновочной узлов и некоторых технических задач, которые реализуются в конструкции.

В нашей стране большое производство ТК для наддува автомобильных механизмов впервые было применено на Ярославском моторном заводе (ЯМЗ). Для типового наддува тракторного механизма мощностью 160 кВт был применен ТК типового размера не более ТКР 13, который имеет одинаковый наружный объем колеса компрессора или турбины, который равен 132

мм. Для успешного выпуска турбокомпрессора были освоены новые технологические системы: литье колес турбины проводилось по выплавляемым конструкциям, сварка методом трения колес турбины и вала ротора, способ «аплазменного выплаживания» опорных полей вала, отдельная балансировка колеса компрессора или турбины и др.

В 1970 г. на ЯМЗ начался серийный выпуск новых турбокомпрессоров типового размера ТКР 11 для наддува автотракторных механизмов, на которые ранее устанавливали турбокомпрессоры ТКР 13.

Качественные характеристики компрессора и турбины типового размера ТКР 11 были сохранены на уровне качественных характеристик турбокомпрессора ТКР 13.

Предварительный расчет и последующие эксперименты по данному исследованию позволили выявить основной фактор о том, что есть возможность применить различные турбокомпрессоры с диаметром не более 95 мм для небольшого наддува используемых дизелей. Исходя из этого, можно сказать о том, что изменение характеристик турбированных компрессоров, которые были достигнуты до этого, позволит применять наддув двигательных аппаратов с механизмами с наименьшими параметрами рабочего органа турбины и компрессора. На сегодняшний день один механизм турбированного компрессора ТКР11 может обеспечить необходимые режимы работы для механизмов с мощностью 540-550 кВт, ТКР модели 9 – до 355 кВт, ТКР модели 7,5 – до 225 кВт, ТКР модели 6,5 – до 155кВт, ТКР модели 5,5 – до 110 кВт, ТКР модели 4,5 – до 70 кВт. Исходя из этого происходит уменьшение инерционного момента на корпусе ротора и изменения сбалансированных масс компрессора, который используется как надувочный элемент.

Для надувочного процесса современных автомобилей с бензиновыми двигателями характерно использовать турбированный компрессор следующих параметров:

турбированный компрессор модели 4,5 – используется для легковых агрегатов у которых мощность составляет от 35...60 кВт (ВАЗы и МемЗы);

турбированный компрессор модели 5,5 – используется для механизмов с мощностью не более 100 кВт (ВАЗы, АЗЛК, УМЗы, ЗМЗы);

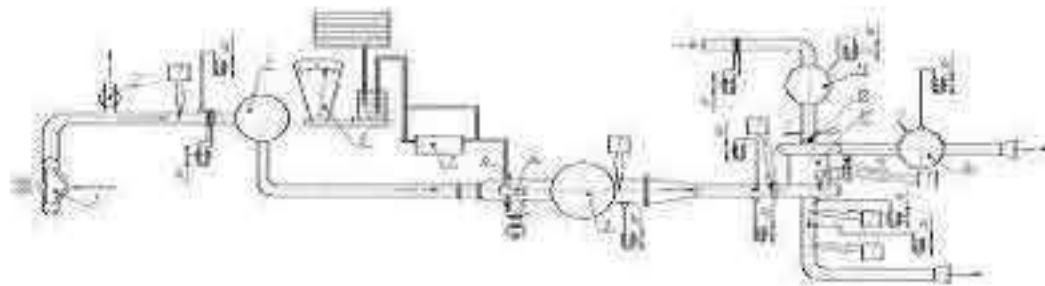
турбированный компрессор марки 6,5 и 7,5 – используется для грузовых машин с мощностью не более 300 кВт (КАМАЗы, КАЗы, ЗИЛ, ГАЗы);

турбированный компрессор марки 9 – для агрегатов ЯМЗ с мощностью не более 550 кВт (в основном МАЗы, БелАЗы, КраЗы и трактора «Кировец».

Конструктивные параметры существующих турбированных компрессоров способны удовлетворять необходимые характеристики, предъявляемых к ней. К этим параметрам входит надёжность оборудования при резких перепадах характеристик газа при движении через турбину, небольших пусках и остановках аппарата, аэродинамических свойств и необходимого КПД подшипникового узла, точные габаритные размеры, низкая частота инерции ротора, технология, небольшая себестоимость и низкие эксплуатационные затраты. Для аппаратов с предварительной мощностью не более 660 кВт эти требования соблюдаются при использовании турбированного компрессора с компрессией центробежного характера и турбиной радиально-осевого направления, вращающийся механизм, которого расположен в виде консоли по обе стороны подшипникового узла.

Мощностная характеристика турбины при этом поглощается системой компрессора турбокомпрессора, который используется в роли тормоза.

Процесс работы компрессора турбокомпрессора выполняется в следующем порядке. Воздушная смесь поступает атмосферно по патрубкам через ресиверный механизм 13 и далее выводится при помощи ресиверного механизма в окружающую среду из компрессора. При этом расхода воздушной смеси меняется дроссельной заслонкой.



1 – приводной центробежный компрессор, 2 – перепускной кран, 3 – воздушный ресивер, 4 – камера сгорания, 5 – свеча зажигания, 6 – форсунка, 7 – топливный насос, 8 – весы для замера расхода топлива, 9 – камера сгорания, 10 – турбокомпрессор, 11 – кран перепуска воздуха из компрессора в турбину, 12 – датчик числа оборотов ротора ТК, 13 – ресивер на входе в систему компрессора, 14 – ресивер на выходе из системы компрессора.

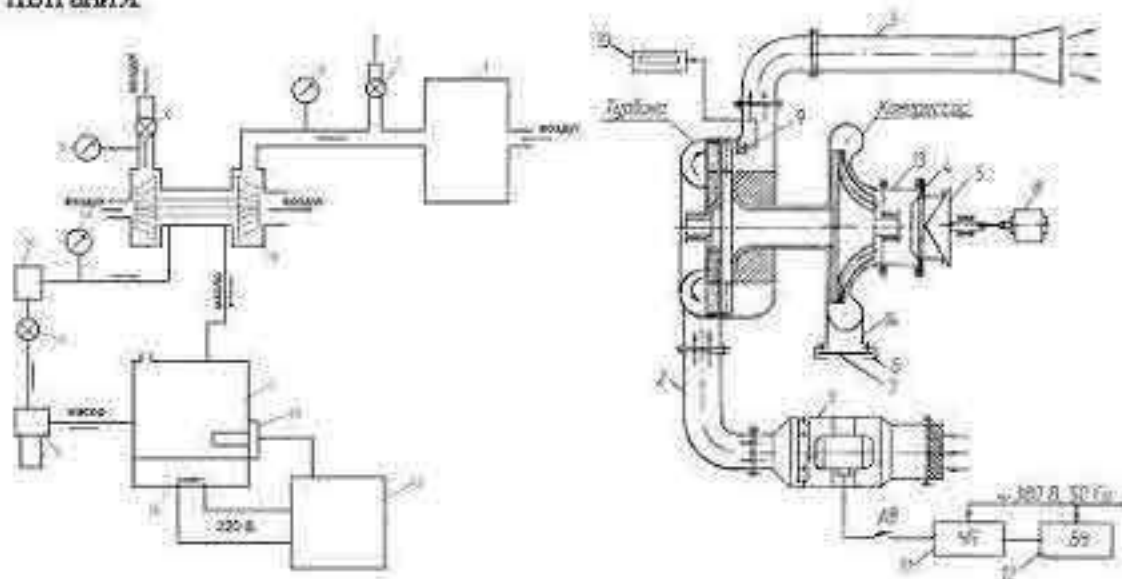
Рисунок 1.1 – Стенд безмоторной установки для обкатки турбокомпрессора.

Стенд для обкатки турбокомпрессоров комбинированных двигателей по патенту №81-038-01.

Стенд по конструктивным параметрам состоит из следующих узлов и аппаратов, которые указаны на рисунке 1.2. Воздушный нагнетатель (1), который приводится в колебательное состояние через электродвигатель, подаёт воздушную смесь под определённым напором на маховик турбины, происходит вращательное движение. Полученная воздушная смесь выходит в атмосферу через турбину. При этом рабочий элемент компрессора приводится в движение при помощи вала, который нагнетает воздушную смесь, поступающую из атмосферы. В результате этого создаётся необходимое наддувочное давление на выходе. Режимы нагрузки при обкаточном методе можно регулировать при помощи вентилей (2 и 6). Нагнетательное давление в системе, которое отвечает за режим нагрузки, контролируют при помощи манометров (3 и 5). Температура воздушной смеси, которая поступает из нагнетающего механизма на маховик турбокомпрессора, из-за высокого давления высоких показателей скоростей изменяется в высшую сторону на 25 - 30°С.

Масляная смесь к трущимся механизмам аппарата подводится с оптимальными техническими параметрами, т.е. соблюдается высокое давление и температура. Для этого в смазочной системе установлен плунжерный насос с электрическим механизмом и клапаном редукционного типа 8. Масляное давление в системе турбокомпрессора можно регулировать при помощи дроссельной заслонки 9, которая контролируется при помощи манометра 11. Масляную температуру в оптимальном режиме поддерживают при помощи терморегулятора с автоматическим пуском 12 и термометром сопротивления 13, нагревательного устройства 14, которые встроены в масляный бак 7. Слив масляной смеси из системы турбокомпрессора осуществляется самотёком. Число режимов работы и необходимое время обкатки находится в индивидуальном порядке, поэтому она зависит от параметров конструкции и характера нагрузки турбокомпрессора при эксплуатации.

В стенд для обкатки ТК также могут оборудовать теплообменное устройство, которое регулирует температуру образованной сжатой воздушной смеси в турбине, которая соответствует температуре образованных газов на выходе из системы. Такие изменения позволят использовать в реальных условиях работы ТК и проводить все необходимые экспериментальные испытания.



1 - нагнетатель воздуха; 2, 6 - воздушные вентили; 3, 5, 11 - манометры; 4 - турбокомпрессор; 7 - масляный бак; 8 - насос; 9 - дроссель; 10 - фильтр; 12 - регулятор температуры; 13 - термометр сопротивления; 14 - нагревательный элемент.

Рисунок 1.2 - Схема стенда для обкатки турбокомпрессоров комбинированных двигателей. Стенд для «холодной» обкатки турбокомпрессоров транспортных дизелей. 1-осевой вентилятор; 2-напорный воздуховод; 3-выпускной воздуховод; 4,6-герметичные крышки; 5-перепускной клапан; 7-обратный клапан; 8-привод; 9-датчик частоты вращения; 10-цифровой указатель оборотов; 11-частотный преобразователь; 12-блок управления; 13-всасывающий патрубок; 14-отводящий патрубок.

Стенд для «холодной» обкатки турбокомпрессоров транспортных дизелей.

Стенд необходим для «холодной» обкатки и экспериментальных испытания ТК типа ТК модели 28, ТК модели 34 и ТК модели 36 при различной частоте вращения элемента. Схема стенда для «холодной» обкатки турбокомпрессора, схематически представленная на рисунке 1.3, 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.

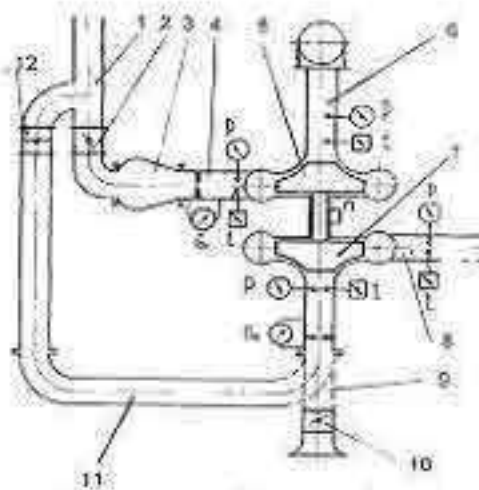
Процесс обкатки на стенде осуществляется в следующем порядке. После установки герметичных крышек 4, 6 на всасывающий 13 и отводящий 14 па-

трубки 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 воздухопровод 2 - рабочая полость турбины - выпускной воздухопровод 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.

Стенд для обкатки турбокомпрессора.

Данный стенд содержит входной трубопровод 1 с заслонкой 2, камеру сгорания 3 с посторонним источником воздуха (на схеме не показан). Камера сгорания 3 соединена посредством трубопровода 4 с турбиной 5 испытуемого турбокомпрессора.

Турбина 5 турбокомпрессора сообщена с атмосферой через выходной трубопровод 6. Трубопроводы 4 и 6 снабжены устройствами для замера давления, температуры, расхода газа. Компрессор 7 турбокомпрессора, его выходной трубопровод 8, соединяющий с атмосферой, также сообщен с атмосферой через входной трубопровод 9 компрессора 7 с регулируемой заслонкой 10, трубопровод 11 для подачи сжатого воздуха к компрессору, регулируемая задвижка 12 на трубопроводе подачи сжатого воздуха. Трубопроводы 9 и 11 снабжены устройствами для замера давление, температуры, расхода воздуха. Ротор турбокомпрессора оснащен датчиком частоты вращения.



1-трубопровод; 2-заслонка; 3-камера сгорания; 4-трубопровод; 5-турбина; 6-выходной трубопровод; 7-компрессор; 8-выходной трубопровод; 9-входной трубопровод; 10-заслонка; 11-трубопровод; 12-заслонка.

Рисунок 1.4 — Стенд для обкатки турбокомпрессора

Принцип работы. От постороннего источника сжатого воздуха (не показан) по трубопроводу 1 сжатый воздух подают в камеру сгорания 3. В камере сгорания 3 сжигают топливо и образовавшиеся газы по трубопроводу 4 подают на вход в турбину 5 турбокомпрессора. Отработавшие газы отводят от турбины 5 по трубопроводу 6. Контроль и регистрация параметров газа с помощью специальных устройств (давления P , температуры t , расхода G_r), расположенных на трубопроводах 4 и 6. Расход газа регулируют заслонкой 2. Газ раскручивает турбину 5 и закрепленную на одном валу с ней колесо компрессора 7. Окружающий воздух по трубопроводу 9 поступает в компрессор 7, сжимается в нем и отводится по трубопроводу 8, подача окружающего воздуха регулируется заслонкой 10. Контроль параметров воздуха осуществляется специальными устройствами (давления P , температуры t , расхода G_v), расположенными на трубопроводах 8 и 9. Задают периодический закон изменения подачи газа на вход в турбину с помощью заслонки 2, подачи окружающего воздуха - заслонка 10 или сжатого воздуха - заслонка 12. Измеряют расход газа и воздуха, давления на входе и выходе турбины и входе и выходе компрессора, а также 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 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 компрессор, 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.

Анализ существующих стендов для обкатки турбокомпрессоров показывает, что они характеризуются большим разнообразием и отличаются по конструктивному исполнению.

После проведенного анализа, можно сказать, что увеличение эффективности обкатки турбокомпрессора, возможно за счет создания усовершенствованного стенда, который работает с высокой производительностью при обкатке турбокомпрессора.

Краткие выводы. Поставленные цели и задачи.

Выше приведенный анализ технических средств и способов для обкатки турбокомпрессоров позволяет сделать следующие выводы:

1. Одним из важнейших направлений совершенствования технических средств для обкатки турбокомпрессоров является создание более эффективных стендов позволяющих увеличивать производительность, получать высокую степень очистки воздуха и чистоту выхлопных газов.

2. Качество обкатки турбокомпрессора зависит как от физико-механических, технологических, так и от конструкции устройства для обкатки, технологических режимов работы и регулировок.

3. Приведенный анализ конструкции стендов для обкатки турбокомпрессоров и их рабочих органов показал существование перспективных различных направлений их развития.

4. Одной из самых эффективных является использование стенда для обкатки турбокомпрессоров. Данная установка может работать в помещениях, где находится система со сжатым воздухом (давление в системе должно быть примерно 145-150 кПа).

Таким образом, целью настоящего дипломного проекта является повышение эффективности процесса обкатки турбокомпрессора в результате совершенствования стенда для его обкатки, усовершенствования конструкции турбокомпрессора, обосновании его параметров и режимов работы.

В связи с этим, перед настоящим проектом были поставлена задача, разработать конструктивно-технологическую схему стенда для обкатки турбокомпрессора.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИННОГО ПАРКА.

2.1 Предпосылки организации технического обслуживания машин.

2.1.1 Основные задачи техобслуживания машин.

Улучшение использования машинного парка сельского хозяйства осуществляется на базе научно-обоснованной системы техобслуживания, позволяющей обеспечивать достаточную работоспособность и исправность машин в сельском хозяйстве достигаются как известно рациональной эксплуатацией, которая включает совокупность работ по техническому обслуживанию (ТО).

Система ТО и ремонта машин является систематизирующим документом, содержащим основные концепции, положения и нормативы инженерного обеспечения работоспособности сельхозтехники и повышения уровня эффективности использования.

Техническое обслуживание машин – это комплекс работ для поддержания исправности только работоспособности при подготовке и использовании машины по назначению, а также при ее хранении и транспортировке.

Техническое обслуживание включает уборочно-моечные, заправочные, контрольно-диагностические, смазочные, крепежные и другие работы, выполняемые как правило без разборки и снятия составных частей машин.

Работы носят планово-предупредительный характер и выполняются в обязательном порядке на протяжении всего периода эксплуатации машины в соответствии с требованиями эксплуатационной документации. Задачами ТО являются повышение производительности труда в сельском хозяйстве и увеличения производства продукции на основе обеспечения надлежащей технической готовности машин при минимальных трудовых и денежных затратах;

улучшение организации и повышение качества работ по ТО, обеспечение их надлежащей сохранности и продления сроков службы.

2.1.2 Краткая характеристика обслуживаемого парка машин.

В соответствии с производственными процессами возделывания и уборки сельскохозяйственных культур сформирован машинно-тракторный парк. Для поддержания техники в работоспособном состоянии предусмотрен пункт технического обслуживания, оборудованный современными контрольно-измерительными приборами, диагностическими аппаратами. Предусмотрена моечная площадка, а также площадка хранения машин. Для эксплуатации в зимнее время предусмотрен зимний бокс. Созданы условия труда: столовая, место для курения, для отдыха.

2.1.3 Возрастание роли техобслуживания современных машин.

При использовании современных машин возрастает еще в большей степени роль техобслуживания. ТО предусматривает выполнение главным образом предупредительных (профилактических) работ, повышающих надежность современных машин путем предотвращения отказов, предусматривает также восстановление работоспособности при внезапных отказах, избежать которых в ряде случаев пока не удастся. Система ТО основывается на использовании наиболее эффективного использования способа управления техническим состоянием машин, предусматривающего применение средств диагностирования. При этом контроль за техническим состоянием машин проводится регламентировано в соответствии с установленной периодичностью, и содержание операций ТО определяется результатами оценки их технического состояния.

2.1.4 Виды и периодичность техобслуживаний.

Виды техобслуживаний, периодичность и условия их проведения устанавливает разработчик изготовитель машины в соответствии с действующими стандартами и согласовывает с заказчиком и потребителем. При использовании машин предусматриваются следующие виды:

ТО (ГОСТ 20793-86)

- ежемесячное (ЕТО)
- номерные (ТО-1,ТО-2)
- сезонные (СТО)

а также ТО при обкатке, транспортировке и хранении машин. ТО-3 предусматривается только для тракторов.

Таблица 2.1- Распределение видов ТО по техникам

Вид ТО и рем.	Тракторы и самходное шасси	Самходные и сложные машины	Сеноуборочные машины, жат- ки, прицепы, сцепки	Плуги, сеп- ки, культиват- торы и др. СХМ
1	2	3	4	5
ЕТО	+	+	+	+
ТО-1	+	+	+	-
ТО-2	+	+	-	-
ТО-3	+	-	-	-
СТО	+	-	-	-
ТР	+	+	+	+
КР	+	+	-	-

Примечание: «+» - ТО выполняется

«-» - ТО не выполняется

ТО машин при использовании их по назначению имеет целью систематический контроль технического состояния машин и выполнения плановых работ для уменьшения скорости изнашивания элементов, предупреждающих отказов и неисправностей.

Как своевременный вид ТО в сельскохозяйственных предприятиях проводят контроль соответствия фактического состояния машины, требованиям установленными техническими документациями. Этот процесс называют техническим осмотром машины и выполняют при помощи средств диагностирования технического состояния машин перед началом и по окончании сезона полевых работ, а также по мере необходимости и при решении вопросов, связанных с постановкой машины в ремонт и прогнозированием ее ресурса.

Виды ТО, их периодичность и содержание устанавливается единым для новых и капитально отремонтированных машин. Сведения о проведении каждого ТО (кроме ежеменного) заносят в формуляр машины. Тракторы всех марок при их использовании по назначению (ГОСТ 20793-81) и хранении (ГОСТ 7751-79) подвергаются техническому обслуживанию следующих видов.

Таблица 2.2- Периодичность ТО

Виды техобслуживаний	Периодичность или условие проведения техобслуживаний	
При обкатке (ТО-0)	Перед началом, входе и по окончании обкатки	
Ежемесячное (ЕТО)	8-10 моточасов	
Первое (ТО-1)	60 моточасов	125 моточасов

Виды техобслуживаний	Периодичность или условие проведения техобслуживаний
Второе (ТО-2)	240 моточасов 500 моточасов
Третье (ТО-3)	960 моточасов 1000 моточасов
Сезонное при переходе к весенне-летнему периоду эксплуатации (СТО-ВЛ)	При установившейся среднесуточной $t^{\circ}\text{C}$ воздуха выше $+5^{\circ}\text{C}$
Сезонное при переходе к осенне-зимнему периоду эксплуатации (СТО-ОЗ)	При установившейся среднесуточной $t^{\circ}\text{C}$ воздуха ниже $+5^{\circ}\text{C}$. При эксплуатации трактора: - в условиях пустыни и песчаных почв
В основных условиях эксплуатации	- на комплексных почвах; - в условиях высокогорья,
При подготовке к длительному хранению	Не позднее 10 дней с момента окончания периода эксплуатации
В процессе длительного хранения	Один раз в месяц при хранении на открытых площадях и под навесом; один раз в два месяца при хранении в закрытых помещениях.
При снятии с длительного хранения	За 15 дней до начала использования

Периодичность номерных ТО тракторов установлено в моточасах. Допускается регламентация периодичности номерных ТО и по количеству израсходованного топлива или в условных эталонных гектарах. Перечень работ по каждому виду ТО трактора конкретной марки указан в «Техническом описании и инструкции по эксплуатации».

2.2 Организационно-технические основы техобслуживания машин.

2.2.1 Основные принципы в организации техобслуживаний.

Общие принципы организации техобслуживаний МТП колхозов и совхозов и других держателей техники заключается в следующем:

- эксплуатация машин без проведения ТО не должны допускаться;
- ТО должно быть организовано в строгом соответствии с требованиями ГОСТ-20793-86;
- ТО должно быть плановым в соответствии с периодичностью, ГОСТом 20793-86, допускается отклонение периодичности (опережение или запоздание) ТО-1; ТО-2;ТО-3; в пределах до +или – 5% от установленной;
- с целью соблюдения периодичности необходимо вести строгий учет наработки (кг., у.э.т.га);
- проведение сезонных ТО тракторов следует совмещать с проведением очередного тех обслуживания;
- соблюдение правил техники безопасности, охрана труда, санитарно-гигиенических правил;
- при ТО-3, предшествующим плановому текущему ремонту и капитальному ремонту, трактор должен быть подвергнут ресурсному диагностированию с целью определения возможности его дальнейшего использования или постановки на ремонт.

Важнейшим принципом организации ТО является соблюдение технологической дисциплины. Это не только соблюдение технологической дисциплины. Это не только соблюдение сроков проведения ТО, но и полное выполнение операций техобслуживаний согласно технологии техобслуживания; разработанной заводом-изготовителем или научно-исследовательскими учреждениями (ГОСНИТИ). В организации ТО это пожалуй самый важный

принцип, соблюдение которого в конечном итоге определяют исправность техники. К сожалению, довольно часто нарушение технологической дисциплины. Анкетный опрос механизаторов показал, что: (7).

ЕТО проводят в полном объеме только 33,5% механизаторов; проводят не полно и не систематически – 43,6%, практически не проводят – 20,9%.

Причем это касается почти всех механизаторов независимо от их квалификации, хотя механизаторы 1 кл. качественно проводят ТО. Так отмечаю, что в полном объеме ЕТО проводят:

- 48,5% - механизаторы 1 класса;
- 42,3% - механизаторы 2 класса;
- 21,9% - механизаторы 3 класса;

Еще больше неблагоприятные результаты получены при анализе полноты выполнения операций плановых ТО-1, ТО-2, ТО-3, СТО как показывает опрос

- в полной мере проводят только- 13,7%
- не полно и не систематически – 49,1%
- практически не проводят – 37%

2.2.2 Выбор и обоснование метода обслуживания машин.

Условия использования МТП характеризуется следующими основными показателями количества и качества машин в хозяйствах и объединениях, обеспеченность кадрами механизаторов, наличие материально-технической базы в хозяйствах, совершенство инженерно-технической службы, производственные мощности районных технических предприятий.

Основными формами организации техобслуживания МТП является обслуживание силами и средствами хозяйства; обслуживание хозяйств объединениями механизации, где создается своя база обслуживания и ремонта;

обслуживание с участием районных технических предприятий, комплексное ТО машинно-тракторных парков хозяйств районными ремонтно-техническими предприятиями (РТП), при этом средства ТО хозяйств сдаются в аренду районными РТП, которые полностью своими силами выполняют обслуживание и ремонт; производственное техобслуживание хозяйств РТП, МТП и средством его обслуживания передаются в аренду РТП, которая по договору с колхозами и совхозами не только выполняет ТО и ремонт МТП, но и занимается эксплуатацией.

Для нормального функционирования каждая из этих пяти форм организации техобслуживания машинно-тракторного парка необходимы соответствующие средства обслуживания машин.

Для предприятия предложим основной и наиболее прогрессивный метод техобслуживания сельхозмашин — специализированный метод, основанный на том, что тракторист-машинист выполняет наиболее простые операции по обслуживанию машины без применения сложного оборудования, а остальные операции выполняют специализированные рабочие.

Трудоемкость обслуживания снижается при этом на 27-30% за счет использования механизированного оборудования, применение которого позволило внедрить новые технологические процессы, повышающие качество обслуживания. Такое обслуживание позволяет механизатору больше внимание уделять основной работе и высокопроизводительно использовать машину. Резко сокращаются простои машины на обслуживании и по причине технических неисправностей.

2.2.3 Планирование техобслуживания.

Расчет количества техобслуживаний и ремонтов можно провести различными методами: аналитическим, графическим, графоаналитическим.

Количество ТО и ремонтов для каждого трактора определяется по формулам [7].

Примечание: Операцию вычитания выполняют после округления цифр в меньшую сторону.

Определение количества техобслуживаний и ремонту по каждому трактору весьма трудоемка, было подсчитано, что для составления плана ТО и ремонтов для парка в 150 единиц требуется около 36 человеко-дней. Этот метод довольно точный.

В случае большого числа тракторов аналитический метод используют для определения числа ТО и ремонтов по отдельным маркам тракторов.

В этом случае:

$$n_{вр}^{\cdot} = Q_{от} / W_{вр} \quad (2.6)$$

$$n_{вр}^{\cdot\cdot} = Q_{от}^{\cdot\cdot} / W_{вр} \quad (2.7)$$

$$n_{вр} = n_{вр}^{\cdot} + n_{вр}^{\cdot\cdot} \quad (2.8)$$

где: $Q_{от}$ - плановый расход топлива тракторов не подвергавшихся капитальному ремонту.

$Q_{от}^{\cdot\cdot}$ - плановый расход топлива тракторов после капитального ремонта.

$$n_{тр} = Q_{от} / W_{тр} - n_{вр} \quad (2.9)$$

$$n_{то-1} = Q_{от} / W_{то-1} - n_{вр} - n_{тр} \quad (2.10)$$

$$n_{то-1} = Q_{от} / W_{то-1} - n_{вр} - n_{тр} - n_{то-1} \quad (2.11)$$

$$n_{т.л} = Q_{ог} / W_{т.л} - n_{вп} - n_{р} - n_{т.л} - n_{т.л} \quad (2.12)$$

Графический метод расчета техобслуживаний и ремонтов основан на построение интегральных (суммарных) кривых расхода топлива. Основанием для построения служат данные о месячном расходе топлива.

Преимущества метода:

- позволяет определить вид и количество ТО по месяцам;
- пригоден для планирования как по маркам так и по отдельным тракторам.

Недостатки:

- весьма трудоемкий процесс;
- нельзя контролировать ход выполнения ТО.

Для предприятий предложено следующее годовое количество техобслуживаний и ремонтов определяем из нормативного расхода горючего. При расчетах используем нормативную периодичность проведения техобслуживаний и ремонтов, и при известном расходе топлива трактором определяем количество ТО и ремонтов по видам для каждой марки тракторов на планируемый год. Этот метод очень прост, поэтому и предложено для хозяйств.

2.2.4 Контроль своевременности техобслуживания.

Управление постановки техники на все виды техобслуживания, кроме ежедневного, осуществляется с целью соблюдения периодичности или сроков их проведения и обеспечение рациональной загрузки мастеров-наладчиков. Основным преимуществом управления постановкой машин на техобслуживание является возможность очередного обслуживания машин,

еще не имеющей установленной нормативной наработки. Особенно это эффективно перед периодами интенсивных сельскохозяйственных работ.

Управление постановкой машин на техобслуживание состоит из трех взаимосвязанных этапов: планирование оперативного управления постановкой на очередной обслуживании и контроль соблюдения своевременного техобслуживания.

Техобслуживание планируют исходя из месячных планов-графиков, рекомендованных ГОСТ 20793-86. Исходными данными для составления месячного плана-графика служат суммарная наработка машин с начала ее эксплуатации или после планового, текущего или капитального ремонтов, структура цикла ТО и ремонта машины, периодичность техобслуживаний и ремонтов, прогнозируемая наработка машины в планируемом месяце.

Оперативное управление постановкой машины на очередное ТО для обязательного и своевременного обслуживания наиболее эффективно осуществляет на практике методом ограничения выдачи топлива по талонам, жетонам или лимитно-заборным книжкам.

Управление по талонам на каждую машину в зависимости от марки выдают книжку в виде набора талонов достоинством 100,50,20,10,5 литров. Общая сумма достоинств талонов соответствует периодичности ТО-1 машин в литрах израсходованного дизельного топлива. При каждой заправке заправщик погашает своей росписью талоны общим достоинством, равным количеству заправленного топлива. После погашения всех талонов лимит топлива до ТО-1 исчерпан и топливо не отпускают до очередного обслуживания, после которого трактористу выдают новую книжку талонов.

Управление по жетонам: тракторист получает набор жетонов различного достоинства, общая сумма которого равна периодичности ТО-1 машин в литрах израсходованного топлива. При заправке машины тракторист сдает

заправщику жетоны на количество заправленного дизельного топлива. Новый набор жетонов тракторист получает после очередного техобслуживания.

При ограничении выдачи топлива по талонам и жетонам заправщик ведет заправочную ведомость, в которой тракторист расписывается при каждой заправке, подтверждая количество заправленного дизельного топлива.

Управление по лимитно-учетной книжке: книжка состоит из 16 комплектов заправочной ведомости и нарядов на техобслуживание трактора с периодичностью обслуживания 60...240...960 моточасов. Для тракторов, обслуживаемых 125...500...1000 моточасов, книжка имеет восемь комплектов. На каждом комплекте заправочной ведомости указывают установленный для каждой марки лимит топлива, равный периодичности техобслуживаний №1. При каждой заправке трактора в заправочной ведомости тракторист расписывается за полученное количество топлива, а заправщик подводит итог расхода топлива по данной заправочной ведомости. Наряд на очередное ТО, после выполнения которого начинается заполнение новой заправочной ведомости лимитно-учетной книжки.

Но ни какой метод управления не исключает составление планов-графиков обслуживания тракторов. Только при их наличии можно правильно организовать работу мастеров-наладчиков, также получить наглядную и достоверную информацию о своевременности обслуживания тракторов.

2.3 Проектирование технологии техобслуживания.

Высокий уровень работоспособного состояния машинно-тракторного парка и сокращения расходов запасных частей может быть достигнут лишь при условии качественного обслуживания машин в соответствии с требованиями ГОСТ 20793-86.

Практика сельскохозяйственного производства с одной стороны подтверждает достаточно высокую эффективность полного соблюдения правил техобслуживания машин (в 2-3 раза сокращаются простои машин из-за технических неисправностей), а с другой стороны позволила выявить резерв и пути дальнейшего повышения уровня техобслуживаний.

Осуществляемый в настоящее время перевод тракторов на новую увеличенную периодичность ТО-1, ТО-2, ТО-3, (125...500...1000 моточасов) по сравнению с прежней (60...240...960 моточасов) сокращает вдвое число остановок тракторов на сложные виды ТО и снижает их общую трудоемкость на 18...33%. Но внедрение новой периодичности техобслуживания приведет к повышению их безотказности лишь при условии соблюдения технических требований на обслуживание машин.

Техническое обслуживание тракторов и машин проводят в соответствии с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации и технической документации на обслуживание. Содержание видов техобслуживания тракторов разрабатывается на основании примерных перечней операций с учетом конструктивных особенностей конкретной машины, применяемых масел и смазок, а также условий эксплуатации. Перечень операций каждого вида ТО тракторов конкретных марок должен содержать очистку, моечные, контрольные, диагностические, регулировочные, смазочные, заправочные, крепежные, монтажные и демонтажные работы (без ссылок на предыдущий вид), а также таблицу смазки.

Кроме того, «Техническое описание и инструкции по эксплуатации» прикладываются к машине в единственном экземпляре. В то же время такой документ необходим механизатору, мастеру-наладчику, инженерно-технической службе. Поэтому ГОСНИТИ разрабатывает согласовав с заводом-изготовителем и издает массовым тиражом технологию техобслуживания тракторов, которые содержат следующие разделы: указание по содержа-

нию работ, организации, меры безопасности, краткую техническую характеристику машины, данные по регулированию, правила ТО, нормативы периодичности, трудоемкости и продолжительность каждого вида техобслуживания, комплект технологических карт, график последовательности работ, схемы.

Основным различием технологии по сравнению с «Технологическим описанием и инструкцией по эксплуатации» является подробное изложение порядка проведения каждой операции ТО в виде отдельной технокарты с необходимой нормативной документацией. Для обеспечения обученного мастера-наладчика непосредственно на рабочем месте необходимой технологической картой информацией в ГОСНИТИ разработана принципиально новая технология техобслуживания, технологический график с использованием символов, схем и необходимых надписей.

На графике линиями со стрелками показана последовательность проведения техобслуживаний для каждого работника звена отдельно. Например, верхняя (сплошная) линия – для мастера-наладчика, нижняя (пунктирная) – для тракториста-машиниста. Линии соединяют в прямоугольнике, каждый из которых обозначает определенную операцию техобслуживания.

Опыт применения технологических графиков техобслуживаний, разработанных ГОСНИТИ показал, что мастера-наладчики быстро и безошибочно «читают» приведенную на них профессиональную информацию.

Установив число ТО и ремонтов тракторов и узнав трудоемкость одного обслуживания можно определить общую трудоемкость для техобслуживания тракторов.

Она определяется по формуле:

$$T_{\text{то}} = N_{\text{то,1}} \cdot H_{\text{то,1}} + N_{\text{то,2}} \cdot H_{\text{то,2}} + N_{\text{то,3}} \cdot H_{\text{то,3}} + T_{\text{тв}} + T_{\text{сез}} + T_{\text{тр}} \quad (2.13)$$

где $N_{тo.1}, N_{тo.2}, N_{тo.3}$ - число техобслуживаний №1, №2, №3

$H_{тo.1}, H_{тo.2}, H_{тo.3}$ - нормативная трудоемкость ТО №1, №2, №3

$T_{тв}$ - трудоемкость по устранению технических неисправностей, чел.ч.

$$T_{тв} = 0,5 (T_{тo.1} + T_{тo.2} + T_{тo.3}) \quad (2.14)$$

$T_{сез}$ - трудоемкость сезонного ТО, чел.ч.

$T_{хр}$ - трудоемкость на хранение, чел.ч.

Общая трудоемкость для ТО тракторов,

$$\Sigma T = T_{тo}^{мт.1} + T_{тo}^{т.200} + \dots + T_{тo}^{к.701} \quad (2.15)$$

Зная состав и количество комбайнов и СХМ хозяйства, а также годовую трудоемкость одного комбайна и СХМ определяем трудоемкость:

$$T_{схм} = n \cdot H_{схм}, \quad (2.16)$$

где n - количество СХМ данной марки

$H_{схм}$ - годовая нормативная трудоемкость.

Для каждой марки рассчитываем трудоемкость на ТО и на хранение и результат заносим в таблицу.

Таблица 2.3-Расчет трудоемкости

Марки СХМ	Трудоемкость при ТО, чел.ч	Трудоемкость при хранении, чел.ч	Трудоемкость всего, чел.час
Плуги:			
ПЛН-43,5		34	34
Культиватор:			
КПС-4,2		81,6	81,6
КРН-4,2		9	9
Бороны:		132	132
Жатки ЗККШ-6		7	7
Сейлки СЗ-3,6		71,5	71,5
СУПН-8		81	81
Жатки ЖВН-6	23,4	90	113,4
Зерноуборочные комбайны	22	584,1	606,1
Кукурузоуборочные комбайны	6,6	23	29,6
Косилки			56
Грабли ГП-11			9,6
Волокуша ВТУ-10			2
Пресс-подборщик ПС-1,6			12
Свеклоуборочные машины			
БМ-6-КС-6	8,86 27,3	29,4 36	38,3 63,3
Погрузчик КУН-10		2	2
Итого по СХМ			1348,3

Находим трудоемкость ТО всего МТП

$$T_{\text{мтп}} = T_{\text{тр.св}} + T_{\text{сгп}} \quad (2.17)$$

$$T_{\text{мтп}} = 8264,66 + 1348,3 = 9972,96 \text{ чел.час}$$

2.3.1 Расчет потребности в средствах технического обслуживания и персонала.

Количество мастеров-наладчиков рассчитывают по напряженному периоду года, который определяют по наибольшему суммарному расходу топлива за месяц из годового плана — графика ТО и ремонтов в хозяйстве по формулам:

$$N_p = Z_{\text{св}} / D_p T_{\text{см}} \tau_{\text{см}} \delta_p \quad (2.18)$$

где $Z_{\text{св}}$ — суммарная трудоемкость ТО за СХМ, тракторами для напряженного периода;

δ_p — коэффициент учитывающий долевое участие мастера-наладчика в ТО;

D_p — число рабочих дней мастера-наладчика;

$T_{\text{см}}$ — продолжительность времени смены мастера-наладчика

$\tau_{\text{см}}$ — коэффициент использования времени слесарем-наладчиком на пункте;

$n_{\text{ма}}$ — рассчитываем на компьютере.

Необходимое число мастеров-наладчиков — 1

Потребное число передвижных средств

$$N_{\text{авто}} = \frac{T_{\text{го}} + T_{\text{п.шт.}}}{T_{\text{авто}}} \quad (2.19)$$

где: $T_{то}$ - время для проведения необходимых обслуживаний при участии АТО;

$T_{п}$ - время затрачиваемое АТО на объезд объектов обслуживания;

$T_{АТО}$ - время работы АТО за расчетный период.

$$T_{то} = S_{*} / V_{max} \quad (2.20)$$

где: S_{*} - расстояние между пунктами ТО и тракторами, км.

V_{max} - среднетехническая скорость АТО, км/ч

$$\Sigma T_{то} = T_{*} n_{то} \quad (2.21)$$

где: $n_{то}$ - количество ТО

Фонд времени АТО за расчетный период определяется

$$T_{АТО} = D_p \cdot T_p, \text{ ч} \quad (2.22)$$

где: D_p - число рабочих за расчетный период;

T_p - время работ агрегата в сутки, ч.

Определяем количество механизированных заправщиков по формуле:

$$N_{мз} = \frac{G_r}{V_{*} \cdot \rho_{*} \cdot \lambda_{*} \cdot n_p} \quad (2.24)$$

где G_r - потребность в топливе в планируемый период, кг;

V_{*} - емкость резервуара автоцистерны, м³;

$\rho_{\text{дт}}$ - плотность дизельного топлива, кг/м³;

n_r - количество рейсов, шт.

Требуется один механизированный заправщик агрегата ЗИЛ-131-МЗ-3904

В хозяйствах имеется мастерские общего назначения, которые полностью не удовлетворяет требованиям и не имеет современного оборудования, инструментов, разработана и проведена реконструкция здания, которое оснащено современными диагностическим оборудованием, приборами.

2.4 Физическая культура на производстве

Переутомление -- это патологическое состояние, развивающееся у человека вследствие хронического физического или психологического перенапряжения, клиническую картину которого определяют функциональные нарушения в центральной нервной системе.

В основе заболевания лежит перенапряжение возбудительного или тормозного процессов, нарушение их соотношения в коре больших полушарий головного мозга. Это позволяет считать патогенез переутомления аналогичным патогенезу неврозов. Существенное значение в патогенезе заболевания имеет эндокринная система и в первую очередь гипофиз и кора надпочечников.

Обычно в клинике заболевания выделяют нечетко отграниченные друг от друга три стадии.

I стадия. Для нее характерно отсутствие жалоб или изредка человек жалуется на нарушение сна, выражающееся в плохом засыпании и частых пробуждениях. Весьма часто отмечается отсутствие чувства отдыха после сна, снижение аппетита, концентрации внимания и реже -- снижение работоспо-

способности. Объективными признаками заболевания являются ухудшение приспособляемости организма к психологическим нагрузкам и нарушение тончайших двигательных координаций.

II стадия. Для нее характерны многочисленные жалобы, функциональные нарушения во многих органах и системах организма и снижение физической работоспособности. Так, люди предъявляют жалобы на апатию, вялость, сонливость, повышенную раздражительность, на снижение аппетита. Многие люди жалуются на легкую утомляемость, неприятные ощущения и боли в области сердца, на замедленное втягивание в любую работу. В ряде случаев такой человек жалуется на потерю остроты мышечного чувства, на появление неадекватных реакций на физическую нагрузку. Прогрессирует расстройство сна, удлиняется время засыпания, сон становится поверхностным, беспокойным с частыми сновидениями нередко кошмарного характера. Сон, как правило, не дает необходимого отдыха и восстановления сил. Часто эти люди имеют характерный внешний вид, выражающийся в бледном цвете лица, впавших глазах, синеватом цвете губ и синеве под глазами.

В состоянии переутомления у человека повышается основной обмен и часто нарушается углеводный обмен. Нарушение углеводного обмена проявляется в ухудшении всасывания и утилизации глюкозы. Количество сахара в крови в покое уменьшается. Нарушается также течение окислительных процессов в организме. На это может указывать резкое понижение в тканях содержания аскорбиновой кислоты. Масса тела у человека в состоянии переутомления падает. Это связано с усиленным распадом белков организма.

В состоянии переутомления у человека могут выявляться признаки угнетения адrenокортикотропной функции передней доли гипофиза и недостаточность деятельности коры надпочечников. Так, в состоянии переутомления в крови человека определяется уменьшение гормонов коры надпочечников и эозинофилия.

У человека в состоянии переутомления часто имеет место повышенная потливость. У женщин отмечаются нарушения менструального цикла, а у мужчин в ряде случаев может быть понижение или повышение половой потенции. В основе этих изменений лежат нервные и гормональные расстройства.

III стадия. Для нее характерно развитие неврастении гиперстенической или гипостенической формы и резкое ухудшение общего состояния. Первая форма является следствием ослабления тормозного процесса, а вторая -- перенапряжения возбудительного процесса в коре головного мозга. Клиника гиперстенической формы неврастении характеризуется повышенной нервной возбудимостью, чувством усталости, утомления, общей слабостью и бессонницей. Клиника гипостенической формы неврастении характеризуется общей слабостью, истощаемостью, быстрой утомляемостью, апатией и сонливостью днем.

3. Конструкторская часть.

3.1 Обоснование схемы и конструкции стенда для обкатки турбокомпрессора.

Стенд для обкаточной работы турбокомпрессора, который представлен в графической части, предназначен для проведения обкатки турбокомпрессоров различных марок (ТКР-5,5 ; ТКР-11). Данная установка может работать в помещениях, где находится система с сжатым воздухом (давление в системе должно быть примерно 145-150 кПа), а также необходимо установить выпускную трубу, которая выходит за пределы склада.

Обкаточный стенд состоит из следующих основных оборудования и сетей: кожух оборудования, на котором установлены все механизмы и приборы; турбокомпрессор; основная система стенда; камера сгорания топлива; топливное оборудование; система внутреннего зажигания; масляная магистраль; вторичные измерительные системы; пульт управления.

Кожух оборудования состоит из нескольких металлов в виде плит 2 и 4, которые соединены между собой балками 3 с помощью гайки 1. Нижняя станина 1 устанавливается на стойках 25 на столе над необходимым уровнем пола.

Во избежание аварийных ситуаций, которые связаны с проблемой сборки на стенде различных турбокомпрессоров, а точнее с разным расположением сборочных конструктивных механизмов, в используемом стенде отсутствует непосредственное крепление оборудования к раме. Соединение турбокомпрессора с рамой может осуществляться через переходные устройства 40 на входе в механизм компрессора и 39 на выходе из турбоагнетате-

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Стенд для обкатки турбокомпрессоров двигателей	Стр	Лист	Листов
Разработ.	Федорюжников						1	27
Провер.	Галеев И.Г.					каф. ЭРМ		
Реценз.								
Н. Контр.	Галеев И.Г.							
Утверд.	Абдуллин Н.Р.							

ля. Эти механизмы могут быть представлены в нескольких образцах, исходя из конструктивных параметров используемого турбокомпрессора. В данном случае переходное устройство 40 соединено с входным отверстием компрессора через резьбовое сопло, а 39 с выходным отверстием турбины с помощью шпильки и гайки. Переходные устройства 40 и 39 установлены на балках 45 и 34 соответственно, и могут быть прижаты к нему с помощью скобы 44 и 35. Балки 45 и 34 соединены с основанием 4 с помощью болтового механизма 46.

Основная система стенда состоит из полугибких дюринированных и стальных патрубков, которые соединяют выходные отверстия компрессора с входной системой фланца на турбине. На выходе из системы компрессора

шланг 6 при помощи ленточного хомута 7 соединен с термо-анемометрическим датчиком для контроля расхода воздуха 8. Дюрированный шланг 9 при помощи таких же хомутов соединяет датчик контроля воздуха 8 с механизмом дросселя для патрубков 13.

Данный механизм представляет собой сварной трубопровод, в котором происходит распределение воздуха по количеству, так и по направлению движения течения жидкости, замеривание составляющих газовой смеси на выходе из компрессорного аппарата, кроме этого, через шланг 26 происходит подача сжатого воздуха из системы в камеру сгорания. Механизм 13 закрепляется к плите 4 с помощью фланцевого механизма 55, который сварен на подводящий шланг 26, который вставлен в отверстие в раме 4. Регулирование количества воздушной смеси осуществляется при помощи шиберных заслонок 10, 14, 15 и 17, которые переключаются при помощи двигателей шагового типа 25 и 18. Эти шаговые механизмы установлены на основании 19 и соединены с рамой 4 двумя болтами 16. Ось заслонок 14 и 17 находятся в основном на валах шагового двигателя, а направленное вращение шиберов 10 и 15 передается через шестеренчатые системы, чтобы изменить механизм вращения данного шибера. После механизма 13 находится еще один датчик

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

термоанемометрического типа, который контролирует количественный расход воздушной смеси 20, который через жёсткий шланг 22 соединен с стальным шлангом 21 на входе в систему камеры сгорания.

Система камеры сгорания 66 представляет собой оборудование, в котором подводится тепло к рабочему оборудованию. Исходя из того, что в камере системы сгорания очень высокая температура, поэтому патрубок 21 в входной системе и патрубки после неё, могут быть изготовлены из стали высокого качества. При этом, система камеры сгорания, соединена с металлической плитой 4 при помощи платин 57 и 67 в виде гибких форм, которые охватывают весь корпус цилиндра и устанавливаются в специальные подставка 52.

Переходным элементов между системой сгорания 66 и фланцем на входе в турбину является гофрированный патрубок 27 и переходной элемент 29. Гофрированный патрубок 27 при этом имеет различную форму при различной конструкции ТК. В переходном элементе 29 находится начальные измерительные механизмы для отмеривания составляющих газа во входном патрубке турбины.

Переходной элемент 39 в выходной системе турбины соединён с выпускной системой патрубка 33, которая необходима для вывода отработанного газа в атмосферу. Данный механизм крепится к металлической плите 4 при помощи скобы 32.

В состав системы зажигания входят такие механизмы, как: свеча зажигания 58, которая закручена в корпус системы сгорания, провод 59 высоковольтного характера и модуль зажигания 56.

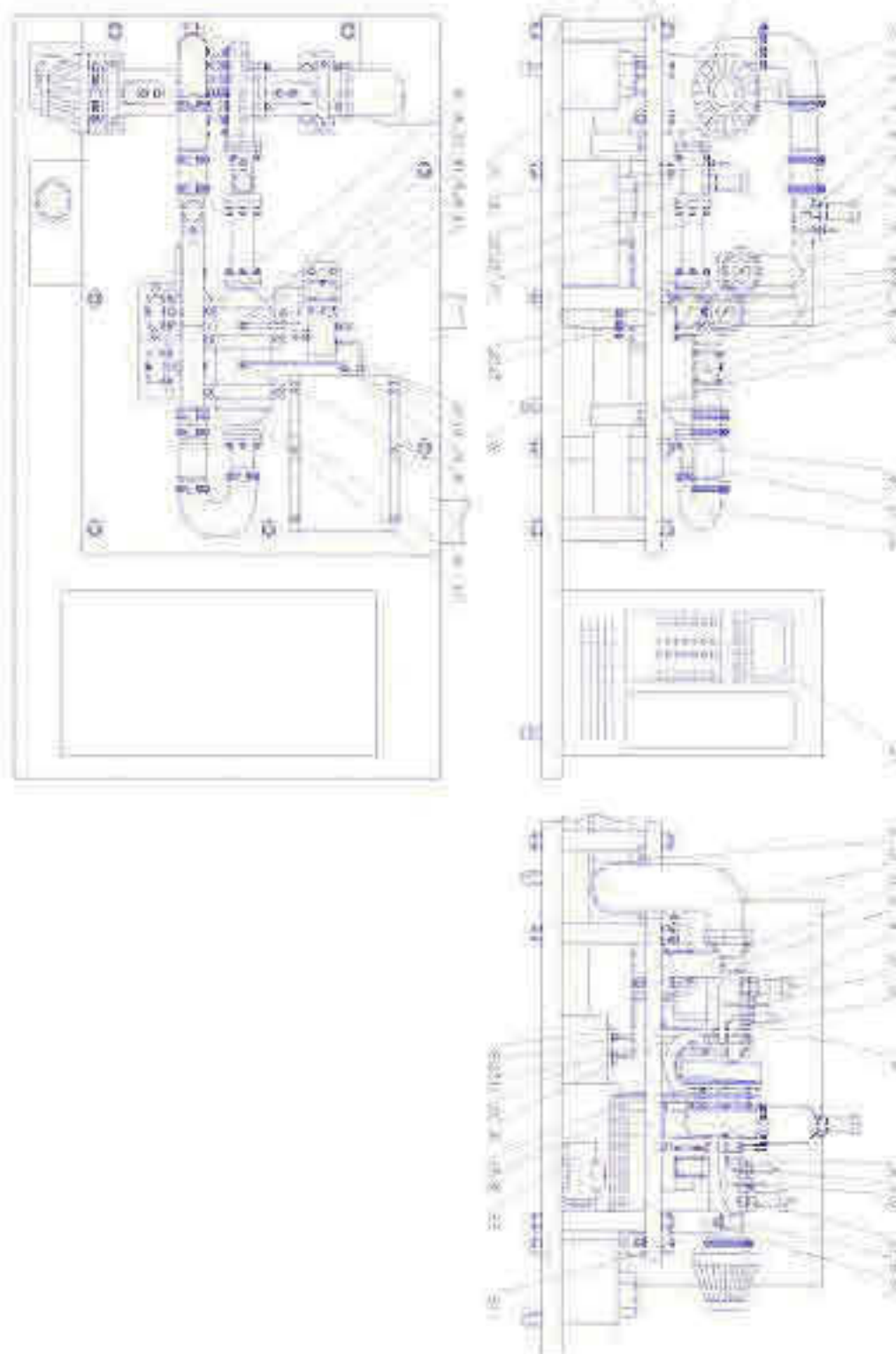
Масляная магистраль обкаточного стенда состоит из следующих механизмов: резервуар масляной 31, куда встроен насос масляного типа, электродвигатель насоса масляного 47; входная 48 и выходная 49 труба масляной системы. Масляной резервуар прикреплен к металлической плите 2, а масляная система проложена через систему к металлической плите 4.

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

Топливная аппаратура состоит из топливного резервуара 51, в котором установлен электрический насос загруженного типа 54; входная 50 и выходная 53 топливная магистраль; регулирующего механизма для топлива в виде плунжера 61; электродвигателя шагового типа 60 для механизма, который расходует топливо; механического датчика по расходу топлива 64, который соединён с регулирующим механизмом 61, форсункой 65 и патрубками для движения топлива 62 и 63. Топливный резервуар прикреплен к металлической плите 2, а другие механизмы топливной системы установлены на плите 4. Их соединение с резервуаром осуществляется при помощи магистральной системы, которая направлена к резервуару при помощи отверстий в плите 4.

Первоначальные измерительные приборы представляют собой механические датчики, которые замеряют физические параметры и преобразуют эти значения в универсальную систему в виде сигнала, т.е. напряжение, силу тока и длительность (частота). На представленном обкаточном стенде применяются такие механические датчики: датчик максимального давления в входной системе компрессора 43 и выходной системе 11; термопреобразовательные элементы 42 и 12 применяются как датчики для замера температуры в входной и выходной системе компрессора; датчики в виде оптических волокон 41 и 39 применяются для замера крутящего момента вала в момент скручивания; датчик максимального давления 36 и 28 применяется для вычисления значения характеристик отработанного газа в входной и выходной системе турбины; при этом также можно использовать термопары 37 и 30 из хрома и алюминия; датчик термоанемометрического типа 8 и 20 используется для контроля расхода воздушной смеси и газа в компрессоре и турбине.

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4



1 - нижняя плита; 2 - металлическая плита; 3 - стойка; 4 - металлическая плита; 5 - компрессор; 6 - патрубок; 7 - когут; 8 - термоанемометрический датчик расхода воздуха;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ

Лист

5

9 -дюритовый патрубок; 10- заслонка; 11-датчик абсолютного давления на выходе из компрессора; 12- термопреобразователи сопротивления на выходе в компрессор; 13- дроссель; 14- заслонка; 15- заслонка; 16-винт; 17- заслонка; 18- шаговый двигатель; 19-платформа; 20- термоанометрический датчик расхода воздуха; 21- металлический патрубок; 22- гибкий патрубок; 23- ЭВМ; 24-опора; 25- шаговыми двигателями; 26- патрубок; 27 – патрубок; 28- датчики давления; 29- переходник; 30- термопары; 31-масляной бак; 32- скоба; 33- выпускной патрубок; 34- стойка; 35-скоба; 36- датчики давления; 37- термопара; 38- термопара; 39- переходник; 40- переходник; 41- оптоволоконные датчики; 42- термопреобразователи сопротивления на входе в компрессор; 43-датчик абсолютного давления на входе в компрессор; 44-скоба; 45- стойка; 46- Болтовое соединение; 47-двигатель масляного насоса; 48-подводящая труба масла; 49-отводящая труба масла; 50-подводящая магистраль топлива; 51-топливный бак; 52- подставка; 53-сливная магистраль топлива; 54- электрический насос; 56-катушка зажигания; 57-пластина; 58-свеча зажигания; 59-проход; 60-шаговый двигатель; 61-регулятор расхода топлива; 62-топливные трубки; 63-топливные трубки; 64-датчик расхода топлива; 65-форсунка; 66- камера сгорания; 67- пластина.

Рисунок 3.1 – Схема обкаточного стенда для исследования турбокомпрессора

Процесс обкатки турбокомпрессора происходит по следующей системе. ЭВМ система направляет сигнал на вход механизма электродвигателя 47, при этом в масляной системе создается определенное давление. Далее электродвигатель шагового типа 25 автоматически устанавливает заслонки в нужном направлении: заслонки 14 и 10 открываются, а заслонка 15 закрывается. При помощи этого происходит выход воздушной смеси из компрессора в атмосферу, а в систему сгорания топлива входит воздушная смесь из приёмной сети. Электродвигатель шагового типа 18 устанавливает необходимую дозу внесения газа через систему турбины. После этого происходит подача сигнала для включения электрического бензонасоса 54 и топливная смесь направляется в систему камеры сгорания. Необходимый расход топливной смеси для образования нужного состава в системе камеры сгорания и температур-

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

ного режима газа можно регулировать при помощи металлического элемента 61. Регулирующий механизм количества топлива имеет плунжерную систему, которая при изменении положения вала электродвигателя шагового типа 60 пропускает необходимый объём топливной смеси в топливный патрубок 62, а оставшая топливная смесь вытравляется в бак через сливную магистраль 62.

Разжигание топливной и воздушной смеси в системе камеры сгорания происходит при помощи свечи зажигания 58, при этом сюда подаётся определённое напряжение через провод 59 высоковольтного характера при помощи модуля зажигания 56.

После этого газовая смесь из системы камеры сгорания попадает в входную часть турбины при помощи патрубка 27 и переходного элемента 29, где происходит расширение смеси, в результате этого создаётся крутящий момент на валу ТК. После прохода через турбину отработанные газы выходят в окружающую среду через выходной патрубок 33.

Как только вал ТК достигает необходимой частоты вращения, электродвигатель шагового типа 25 автоматически устанавливает заслонки в нужном направлении: заслонки 14 и 10 закрываются, а заслонка 15 открывается. Это даёт возможность перекрывать подачу сжатой воздушной смеси из сети питания, а воздушная смесь, засасываемая из атмосферы при помощи фильтра 5, в выходной части компрессора переходит не в атмосферу, а движется в систему камеры сгорания, после неё в турбину.

При обкатке ТК регулирующими характеристиками являются температура газовой смеси в входной части турбины, которая регулируется с помощью механизма 61 и расход газовой смеси, которая регулируется заслонкой 17, приводимая в движение от электродвигателя 18.

При раздельном обкатке турбины и компрессора, данный обкаточный стенд нуждается в некотором перепрофилировании, т.е. не используется зуб-

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

чатый механизм между шибберными заслонками. В этом случае из схемы исключается зубчатая передача между заслонками, направление заслонок 15 фиксируется только в закрытом состоянии, а заслонки 14 – только в открытом. При данном режиме обкатки параметры компрессора и турбины устанавливаются при помощи изменения количества воздушной смеси через систему компрессора и турбины, а также возможно регулирование температуры газа в выходной системе камеры сгорания. Существующие характеристики регулируются при помощи ЭВМ и двигателей шагового типа 18,25 и 60.

3.2. Конструктивный расчёт

3.2.1 Расчет турбокомпрессора

Адиабатический напор в турбокомпрессоре [1, с. 16]:

$$H_{1, \infty} = \frac{k}{k-1} \cdot R_2 \cdot T_2 \left(\pi_2^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right) \quad (3.1)$$

где k – характеристика адиабат для воздушной смеси, $k = 1.41$.

$$H_{1, \infty} = \frac{1.41}{1.41-1} \cdot 287 \cdot 288 \left(1.7883^{\frac{1.41-1}{1.41}} - 1 \right), H_{1, \infty} = 52342.45 \text{ Аэ}$$

Наружный параметр (диаметр) ведущего колеса [1, с. 16]:

$$D_1 = \bar{D}_1 \cdot D_2 \quad (3.2)$$

где $\bar{D}_1$ – необходимый наружный параметр (диаметр) колеса турбокомпрессора в входной части, $\bar{D}_1 = 0.57 \dots 0.75$.

Принимаем $\bar{D}_1 = 0.62$.

$$D_1 = 0.62 \cdot 110; D_1 = 68.2 \text{ мм}$$

Диаметр втулки колеса турбокомпрессора [1, с. 16]:

$$D_2 = \bar{D}_2 \cdot D_1 \quad (3.3)$$

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Всего
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

где $\bar{D}_k$ - относительный диаметр втулки, $\bar{D}_k = 0.23 \dots 0.27$.

Принимаем $\bar{D}_k = 0.25$,

$$D_k = 0.25 \cdot 110; D_k = 27.5 \text{ мм}$$

Средний диаметр колеса на входе [1, с. 16]:

$$D_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{D_1^2 - D_k^2}{2}} \quad (3.4)$$

$$D_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{68.2^2 - 27.5^2}{2}}; D_{\text{ср}} = 44.1 \text{ мм}$$

Тогда:

$$\bar{D}_{\text{ср}} = \frac{D_{\text{ср}}}{D_1}$$

$$\bar{D}_{\text{ср}} = \frac{44.1}{110}; \bar{D}_{\text{ср}} = 0.401$$

Коэффициент мощности [1, с. 17]:

$$\mu_v = \frac{1}{1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{\pi}{z_k} \cdot \frac{1}{1 - \bar{D}_{\text{ср}}^2}} \quad (3.5)$$

где $\pi = 3.14$;

z_k - число лопаток колеса турбокомпрессора, из таблицы принимаем

$$z_k = 12.$$

$$\mu_v = \frac{1}{1 + \frac{2}{3} \cdot \frac{3.14}{12} \cdot \frac{1}{1 - 0.401^2}}; \mu_v = 0.828$$

Величина μ_v лежит в пределах $0.802 \dots 0.851$, что входит в рекомендуемые пределы.

Коэффициент напора [1, с. 17]:

$$\bar{H}_k = 2 \cdot \left(\mu_v + \frac{\alpha_c}{2} \right) \cdot \eta_{\text{ср}} \quad (3.6)$$

где α_c - коэффициент существенных потерь при трении колеса о воздушную смесь, $\alpha_c = 0.04 \dots 0.08$;

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

$\eta_{i,ad}$ - адиабатный КПД для турбокомпрессора, $\eta_{i,ad} = 0.65 \dots 0.85$.

Принимаем $\alpha_s = 0.06$ и $\eta_{i,ad} = 0.72$.

$$\bar{H}_k = 2 \cdot \left(0.828 + \frac{0.06}{2} \right) \cdot 0.72; \bar{H}_k = 1.24$$

Окружная скорость колеса [1, с. 17]:

$$u_k = \sqrt{2 \cdot \frac{H_{i,ad}}{\bar{H}_k}} \quad (3.7)$$

$$u_k = \sqrt{2 \cdot \frac{52342.45}{1.24}}; u_k = 291.1 \frac{m}{s}$$

Величина u_k лежит в пределах $200 \dots 400 \frac{m}{s}$, что допустимо.

Частота вращения ротора [1, с. 17]:

$$n_{r,1} = 60 \cdot 10^3 \cdot \frac{u_k}{\pi \cdot D_1} \quad (3.8)$$

$$n_{r,1} = 60 \cdot 10^3 \cdot \frac{291.1}{3.14 \cdot 110}; n_{r,1} = 50568 \text{ об/с}$$

Частота вращения ротора лежит в пределах $40000 \dots 100000 \text{ об/с}$, что допустимо.

Осевая характеристика скорости движения в входной части колеса турбокомпрессора [1, с. 17]:

$$c_{1ev} = 1.274 \cdot 10^4 \cdot \frac{G_k}{\tau_1 \cdot \rho_1 \cdot (\bar{D}_1^3 - \bar{D}_2^3) \cdot D_1^2} \quad (3.9)$$

где τ_1 - коэффициент стеснения на входе в колесо, $\tau_1 = 0.94 \dots 0.97$.

Принимаем $\tau_1 = 0.95$.

$$c_{1ev} = 1.274 \cdot 10^4 \cdot \frac{0.262}{0.95 \cdot 1.186 \cdot (0.62^3 - 0.25^3) \cdot 110^2}; c_{1ev} = 76 \frac{m}{s}$$

Окружная скорость на диаметре D_{1w} [1, с. 17]:

$$u_{k,D_{1w}} = u_k \cdot \bar{D}_{1w} \quad (3.10)$$

$$u_{\kappa 0, \omega} = 291.1 \cdot 0.401; u_{\kappa 0, \omega} = 116.8 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Угол потока на входе в колесо [1, с. 17]:

$$\beta_1 = \arctg \left(\frac{c_{1\text{ев}}}{u_{\kappa 0, \omega}} \right) \quad (3.11)$$

$$\beta_1 = \arctg \left(\frac{76}{116.8} \right); \beta_1 = 33^\circ$$

Величина β_1 лежит в пределах $20^\circ \dots 35^\circ$, что в пределах допустимого.

Угол лопатки на входе в колесо [1, с. 17]:

$$\beta_{1, \text{л}} = \beta_1 + i \quad (3.12)$$

где i – угол атаки, $i = 8^\circ \dots 10^\circ$.

Принимаем $i = 8^\circ$.

$$\beta_{1, \text{л}} = 33 + 8; \beta_{1, \text{л}} = 41^\circ$$

Температура воздуха на входе в колесо [1, с. 17]:

$$T_1 = T_0 - \frac{c_{1\text{ев}}^2 - c_0^2}{2010} \quad (3.13)$$

где c_0 – скорость потока в подводящем патрубке, $c_0 = 60 \dots 150 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

Принимаем $c_0 = 140 \frac{\text{м}}{\text{с}}$.

$$T_1 = 288 - \frac{76^2 - 140^2}{2010}; T_1 = 295 \text{ K}$$

Давление воздуха на входе в колесо [1, с. 18]:

$$P_1 = P_0 \cdot \left(\frac{T_1}{T_0} \right)^{\frac{\kappa}{\kappa-1}} \quad (3.14)$$

где κ – показатель политропы, $\kappa = 1.38$.

$$P_1 = 0.1 \cdot \left(\frac{295}{288} \right)^{\frac{1.38}{1.38-1}}; P_1 = 0.1089 \text{ Па}$$

3.3. Инструкция по охране труда и при работе на стенде для обкатки турбокомпрессора.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ.

1. Для работы на обкаточном стенде при испытании отремонтированной техники, новой машины после досборки могут допустить лица, достигшие 18 лет, которые имеют удостоверение тракториста-машиниста, после того как прошли медицинский осмотр, имеют квалификационную группу по электробезопасности, проверили знания, прошли инструктаж как вводный, так и на рабочем месте.

2. Рабочие, которые связаны с обслуживанием объектов повышенной опасности, таких как установки, оборудование или выполнением работ, и также объектов, подконтрольного органа федерального надзора, обязаны раз в год пройти курсовые обучения и проверять знания по безопасности труда. Рабочему, который успешно прошел проверку знаний, выдают удостоверение, оно дает право на самостоятельную работу.

2. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕД НАЧАЛОМ РАБОТЫ.

1. Надо надеть специальную одежду и другие средства индивидуальной защиты, которые установлены для этого вида работ. Одежду должны застегнуть на все пуговицы и заправить в брюки, которые обязательно должны находиться поверх обуви, застегнуты оба лага рукавов, убрать волосы под головной убор, который плотно облегал.

2. Проверить, чтобы примененные при работе инструменты и приспособление находились в исправности, были неизношенны, могли отвечать безопасному условию труда.

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ В АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЯХ

1. Если нарушится режим работы стенда обкатки турбокомпрессора или аварии мастер - наладчик должен принимать меры для вывода оборудования из рабочего состояния выключая стенд и перекрывая подачу воздуха.

2. Если вдруг произошел случай, когда возник пожар, необходимо сообщить о произошедшем в пожарную часть и немедленно надо приступить тушению средствами, которые имеются.

3. При несчастном случае с людьми необходимо оказать им первую медицинскую помощь, незамедлительно поставить в известность руководство, сохраняя обстановку, произошедшего несчастного случая, при этом, если не имеет угрозы для жизни и здоровья рабочих и не может нарушать технологический процесс, до того как прибыли лица, ведущие расследование причины несчастного случая.

4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПО ОКОНЧАНИИ РАБОТ

1. По окончании обкатки на стенде турбокомпрессора выключите электропитание аппаратуры стенда, перекройте воздушные и масляные краны.

2. Надо снять специальную одежду и другое средство индивидуальной защиты, убрать их в шкафы закрывающегося типа, но если специальной одежде требуется стирка или ремонт, сдавайте ее в кладовую.

3. Нужно поставить в известность руководство, доложив каково состояние обкаточного стенда.

3.3.1 Расчет вентиляции

Вентиляционную систему мы понимаем как совокупность различной по своим назначениям вентиляционную установку, способную обслуживать отдельные помещения или корпуса.

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист 13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Во всех производственных участках мастерских необходимо иметь как искусственные, так и естественные виды вентиляции.

Производительность вентиляторов для вентиляции участка можно определить из выражения:

$$W = V_z \cdot K \quad (\text{м}^3/\text{ч}) \quad (3.15)$$

где W - объем помещения участка;

K - коэффициент кратности обмена воздуха в помещении за один час ($K = 2 \dots 3$).

Объем участка определим из выражения:

$$V_z = F_z \cdot h \quad (\text{м}^3), \quad (3.16)$$

где h - высота помещения участка $h = 4,2$ м

$$V_z = 76,5 \cdot 4,2 = 321,3 \quad (\text{м}^3).$$

$$W = V_z \cdot K = 321,3 \cdot 2 = 642,6 \quad (\text{м}^3/\text{ч}).$$

Для искусственной вентиляции участка подбираем центробежный вентилятор ЭВР. Характеристика вентилятора приведена в таблице 3.1:

Таблица 3.1 - Характеристика вентилятора.

№	Частота вращения	Производительность	Набор кг/м ²	КПД Вентилятора
1	1500	200...800	23...25	0,45...0,56

Площадь форточек для естественной вентиляции участка определим из выражения

$$F_z = F_1 (0,02 \dots 0,04) \quad (\text{м}^2) \quad (3.17)$$

$$F_z = 76,5 \cdot 0,02 = 1,53 \quad (\text{м}^2)$$

Согласно расчетам, площадь форточек должна быть не менее 1,53 м².

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист 14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расчет количества воздуха для вентиляции помещений.

Нужное количество воздуха можно определить разными методами в зависимости от назначения помещений и вида вредного выделения.

1. Методом который применяется для определения необходимого количества воздуха по кратности воздухообмена применяют для приблизительных расчетов, когда не известно количество выделяющегося вредного вещества. Кратностью воздухообмена K называется отношение воздухообмена создаваемого в помещении, к внутреннему объему помещения $K = L/V$.

Данная величина может показать, на сколько раз в течение одного часа общий объем помещения заполнится приточным воздухом, который вводится в помещение. Количество приточного воздуха должно быть не меньше 30 м³/ч на одного человека при объеме помещения, приходящегося на него, менее 20 м³. Если естественное проветривание невозможно, то в такие помещения нужно подавать не менее 60 м³/ч воздуха на одного человека.

2. Для определения воздухообмена из условия удаления из помещения углекислоты CO_2 используют формулу

$$L = \frac{G}{(x_2 - x_1)} \quad (3.18)$$

где L – воздухообмен, м³/ч;

G – количество углекислоты, выделяющейся в помещении, г/ч или л/ч;

x_1 – концентрация CO_2 в наружном (приточном) воздухе;

x_2 – допустимая концентрация CO_2 в воздухе помещения.

3.4. Мероприятия по охране окружающей среды в хозяйстве.

Для предупреждения отрицательного воздействия деятельности агрофирмы необходимо комплекс мер по охране окружающей среды в хозяйстве. А именно, для охраны главных природных составляющих окружающей

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

среды: земля, вода, воздух, на которые воздействует негативным отношением агрофирма, своими техногенными выбросами и отходами. Такие выбросы и отходы приводят к разрушению озонового слоя Земли и окислению воды и почвы, а это в свою очередь, провоцирует климатические изменения. Государственный аппарат РФ разрабатывает долгосрочную экологическую политику по охране окружающей среды на предприятии и внутригосударственный контроль за ПДВ.

Охрана окружающей среды в хозяйстве – это не только экологическая безопасность объекта, но и безопасность жизнедеятельности (БЖД). Безопасность жизнедеятельности это целый комплекс мер для предотвращения отрицательного воздействия производственных факторов на сотрудников предприятия. Все работники сельхозпредприятия должны пройти полный курс по технике безопасности, а также в последующем соблюдать правила и нормативы предприятия, поддерживать микроклимата на рабочих местах и санитарно-гигиенических норм.

Весь перечень норм и правил по рабочей и экологической безопасности должны быть зафиксированы в экологическом паспорте предприятия.

Мастерская должна строиться, и располагаться в таком месте, где нет рядом пруда и реки, тогда большое количество отходов ТСМ не сможет попасть в воду. Из – за этого строят много очистных сооружений или специальную сточную яму для отходов производственного назначения.

Нельзя мыть сельскохозяйственную технику и слив топливосмазочного материала в водоем. Строго на строго, запрещено разливать ТСМ на почву, когда заправляется трактор, так и когда сливается отработанные. Поэтому трактора нужно заправлять только на специальной заправочной станции и при помощи заправочного пистолета. Сливать отработанное масло нужно только в подготовленном для этого месте.

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

При технической эксплуатации тракторов в землю и реки возможно попадание нефтепродуктов: дизельного топлива, разных масел, бензина.

Попав в водоем, эти нефтепродукты не только покрываются на поверхности рек пленкой, также распространяют отходы во всю толщину воды, они остаются на дне с илом. В 1 л воды 0,1 мг разных нефтепродуктов, которые придадут рыбам невозможный устранить вкус нефти, специфические запахи. При огромном количестве нефтепродукта в водоеме рыба погибает. Если в земле присутствуют разные нефтепродукты, то это губит растения.

Для предупреждения загрязнения окружающей среды остатками нефтепродуктов, обязаны соблюдаться ниже перечисленные меры предосторожности. Не разрешено для мотыля сельскохозяйственной техники использовать дизельное топливо. Сливание отстоя остатков топлива из топливного бака и фильтра необходимо в заранее подготовленную тару. Когда прокачивают топливо в то время, когда удаляют воздух из системы питания, обязаны выполнять сливание топлива в какой-либо сосуд. Шлангу гидросистемы прицепного орудия в месте, где они присоединяется должно быть оборудовано разрывными муфтами, если случайно произойдет расцепление орудия с трактором, чтобы предотвращать утечку масла на землю.

На нефтескладе, в ремонтной мастерской, в машинном дворе, в пункте технической эксплуатации тракторов необходимо организовать сборы отработанного нефтепродукта. Поэтому в специально отведенном месте с соответствующим указателем устанавливаются резервуар

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

3.5. Техничко-экономические показатели стенда для испытания турбокомпрессора ТКР.

3.5.1. Расчет массы и стоимости конструкции.

При технико-экономической оценки за базу для сравнения принимаются показатели стенда ТКР-11.

Масса предлагаемой конструкции обкаточного стенда определяется по формуле:

$$G = (G_k + G_r) \cdot K, \quad (3.19)$$

где G_k - масса сконструированной детали, узла и агрегата, кг,

G_r - масса готовой детали, узла и агрегата, кг,

K - коэффициент, который учитывает массу расходуемых на изготовление обкаточного стенда материалов (для расчета принимается $K = 1,05 \dots 1,15$).

Таблица 3.2 – Масса сконструированных и готовых деталей

Наименование	Масса деталей, кг	Количество деталей, шт	Общая масса, кг
1. Шаговый двигатель	5	3	15
2. Камера сгорания	30	1	50
3. Топливный бак	20	1	20
4. Топливный насос	14	1	14
5. Масляной насос	16	1	16
Всего			115

$$G = (115 + 700) \cdot 1,05 = 835 \text{ кг.}$$

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист 18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Балансовую стоимость предлагаемой конструкции можно определить по формуле:

$$C_{61} = \frac{C_{60} \cdot G_1 \cdot \sigma}{G_0}, \quad (3.20)$$

где $C_{\text{ср}}$ - балансовая стоимость прототипа, руб;

G_1 - масса предлагаемой конструкции, кг;

$G_{\text{пр}}$ — масса конструкции прототипа, кг;

С-коэффициент удешевления конструкции (обкаточного станда),
(0,9...0,95).

$$C_{61} = \frac{350000 \cdot 855 \cdot 0,9}{700} = 384750 \text{ руб.}$$

3.5.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности стенда и их сравнение.

Прежде чем приступить к расчету технико-экономических показателей, необходимо собрать исходные данные таблицы 3.3.

Таблица 3.3 – Исходные данные для расчета технико-экономических показателей

Наименование	Варианты	
	Исходные (базовые)	Проектируемые
1. Масса конструкции, кг	700	855
2. Балансовая стоимость, руб.	350000	384750
3. Потребляемая (установленная) мощность, кВт.	7,5	5,5
4. Количество обслуживающего персонала, чел.	2	2

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Наименование	Варианты	
	Исходные (базовые)	Проектируемые
5. Разряд работы.	4	4
6. Тарифная ставка, руб/чел. ч.	100	100
7. Норма амортизации, %.	12,5	12,5
8. Норма затрат на ремонт и ТО, %	10	10
9. Годовая нагрузка конструкции, ч.	1152	1152
10. Производительность, т/ч	1,8	2,4

Часовая производительность обкаточного станда определяется по следующей формуле:

$$W_v = \frac{60 \cdot \tau}{T_u}, \quad (3.21)$$

где τ - коэффициент использования рабочего времени смены (0,60...0,95);

T_u - время одного рабочего цикла, мин.

$$W_v^0 = \frac{60 \cdot 0,6}{20} = 1,8 \text{ т/ч}$$

$$W_v^1 = \frac{60 \cdot 0,6}{15} = 2,4 \text{ т/ч}$$

Энергоемкость процесса обкатки определяется по следующей формуле:

$$Э_e = \frac{N_e}{W_v}, \quad (3.22)$$

где N_e - потребляемая конструкцией (прототипом и обкаточным стандом) мощность, кВт.

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

$$\Theta_e^1 = \frac{5,5}{2,4} = 2,29 \text{ кВт}$$

$$\Theta_e^0 = \frac{7,5}{1,8} = 4,1 \text{ кВт}$$

Металлоемкость процесса обкатки определяется по следующей формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_k \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (3.23)$$

где G – масса прототипа предлагаемого обкаточного станда, кг;

$T_{год}$ – соответственно, годовая нагрузка прототипа обкаточного станда, час;

$T_{сл}$ – срок службы прототипа обкаточного станда, лет.

$$M_e^1 = \frac{855}{2,4 \cdot 1152 \cdot 10} = 0,029 \text{ кг/т}$$

$$M_e^0 = \frac{700}{1,8 \cdot 1152 \cdot 10} = 0,033 \text{ кг/т}$$

Фондоемкость процесса обкатки определяется по следующей формуле:

$$F_e = \frac{C_0}{W_k \cdot T_{год} \cdot T_{сл}}, \quad (3.24)$$

где C_0 – балансовая стоимость прототипа и предлагаемого обкаточного станда, руб./т.;

$$F_e^1 = \frac{384750}{2,4 \cdot 1152 \cdot 10} = 13,9 \text{ руб./т}$$

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

$$F_e^0 = \frac{350000}{1,8 \cdot 1152 \cdot 10} = 16,8 \text{ руб./т}$$

Трудоемкость процесса обкатки находится по следующей формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_k}, \quad (3.25)$$

где n_p – количество рабочих чел.

$$T_e^1 = \frac{2}{2,4} = 0,83 \text{ чел.} \cdot \text{час/т}$$

$$T_e^0 = \frac{2}{1,8} = 1,11 \text{ чел.} \cdot \text{час/т}$$

Себестоимость процесса обкатки определяется по следующей формуле:

$$S_{\text{мсл}} = C_{\text{зн}} + C_e + C_{\text{электро}} + A, \quad (3.26)$$

Затраты на заработную плату определяется по следующей формуле:

$$C_{\text{зн}} = Z_k \cdot T_e, \quad (3.27)$$

где Z – часовая тарифная ставка рабочих руб.

$$C_{\text{зн}}^1 = 100 \cdot 0,83 = 83 \text{ руб./т}$$

$$C_{\text{зн}}^0 = 100 \cdot 1,11 = 111 \text{ руб./т}$$

Затраты на электроэнергию при обкатке определяются по следующей формуле:

$$C_e = C_{\text{э}} \cdot E_e, \quad (3.28)$$

где $C_{\text{э}}$ – отпускная цена электроэнергии, руб./кВт час.

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

$$C_3^1 = 2,8 \cdot 2,29 = 6,4 \text{ руб./т}$$

$$C_3^0 = 2,8 \cdot 4,1 = 11,4 \text{ руб./т}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание обкаточного станда определяются по следующей формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_6 \cdot H_{\text{рто}}}{100 \cdot W_k \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.29)$$

где $H_{\text{рто}}$ — норма затрат на ремонт и техническое обслуживание, %.

$$C_{\text{рто}}^1 = \frac{384750 \cdot 10}{100 \cdot 2,4 \cdot 1152} = 13,9 \text{ руб./т}$$

$$C_{\text{рто}}^0 = \frac{350000 \cdot 10}{100 \cdot 1,8 \cdot 1152} = 16,8 \text{ руб./т}$$

Амортизационные отчисления на обкаточный станда определяются по следующей формуле:

$$A = \frac{C_6 \cdot a}{100 \cdot W_k \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.30)$$

где a — норма амортизации, %.

$$A^1 = \frac{384750 \cdot 12,5}{100 \cdot 2,4 \cdot 1152} = 17,3 \text{ руб./т}$$

$$A^0 = \frac{350000 \cdot 12,5}{100 \cdot 1,8 \cdot 1152} = 21 \text{ руб./т}$$

$$S_{\text{жк}}^1 = 83 + 6,4 + 13,9 + 17,3 = 120,6 \text{ руб./т}$$

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

$$S_{\text{злс}}^0 = 111 + 11,4 + 16,8 + 21 = 160,2 \text{ руб./т}$$

Приведенные затраты при обкатке определяется по следующей формуле:

$$C_{\text{прив}} = S_{\text{злс}} + E \cdot k_{\text{уд}}, \quad (3.31)$$

где E – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, равный 0,10;

$k_{\text{уд}}$ – удельные капитальные вложения или фондоемкость процесс, руб./т.

$$C_{\text{прив}}^1 = 120,6 + 0,1 \cdot 17,3 = 122,33 \text{ руб./т}$$

$$C_{\text{прив}}^0 = 160,2 + 0,1 \cdot 21 = 162,3 \text{ руб./т}$$

Годовая экономия при обкатке определяется по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_{\text{злс}}^0 - S_{\text{злс}}^1) \cdot W_1 \cdot T_{\text{год}} \quad (3.32)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (160,2 - 120,6) \cdot 2,4 \cdot 1152 = 109486 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект при обкатке определяется по следующей формуле:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_k \cdot \Delta k, \quad (3.33)$$

где Δk – сумма дополнительных капитальных вложений, руб.

$$E_{\text{год}} = 109486 - 0,15(16800 - 13900) = 109051 \text{ руб}$$

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений определяется по следующей формуле:

$$T_{ок} = \frac{C_6}{\mathcal{E}_{год}}, \quad (3.34)$$

где C_6 – балансовая стоимость предлагаемого обкаточного станда.

$$T_{ок} = \frac{384750}{109486} = 3,5 \text{ года}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по следующей формуле:

$$E_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{год}}{C_6^0} \quad (3.35)$$

$$E_{эф} = \frac{109486}{384750} = 0,28$$

Таблица 3.5 – Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции.

Наименование показателей	Варианты		Проект в % к базовому
	Базовый (исходный)	Проектируемый	
1. Часовая производительность, т/час.	1,8	2,4	133
2. Фондоемкость процесса, руб./т.	16,8	13,9	77
3. Энергоемкость процесса, кВт час/тонн.	4,1	2,29	55
4. Металлоемкость процесса, кг/	0,033	0,029	82

Наименование показателей	Варианты		Проект в % к ба- зовому
	Базовый (ис- ходный)	Проекти- руемый	
тонн			
5. Трудоемкость процесса, чел. час/ т.	1,11	0,83	74
6. Уровень эксплуатационных за- трат, руб./т.	160,2	120,6	75
7. Уровень приведенных затрат, руб./т.	162,3	122,33	75
8. Годовая экономия, тыс. руб.	-	109486	-
9. Годовой экономический эффект, тыс. руб.	-	109031	-
10. Срок окупаемости капитальных вложений, лет	-	3,5	-

По технико-экономическим показателям можно сказать, что проектируемая конструкция экономически эффективна, так как срок окупаемости получился менее 4 лет, а коэффициент эффективности капитальных вложений не более 0,28.

Выводы по выпускной работе

В выпускной работе дан анализ хозяйственной деятельности предприятий АПК. На основании, которого разработаны пути повышения качества технической эксплуатации тракторов, в частности, путем обеспечения работоспособности тракторов, т.е. проектирования технического сервиса.

В ремонтном производстве большое значение имеют различного рода приспособления и оборудование. В конструкторской части разработана

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

установка для обкатки турбокомпрессора. В результате внедрения установки для обкатки ТКР ожидается: годовой экономический эффект составляет 109051 рублей, срок окупаемости – 3,4 года, годовая экономия – 109486, коэффициент эффективности – 0,28.

					ВКР.23.03.03.327.20.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

Список использованной литературы.

1. Савицкая Г.В. Анализ хозяйственной деятельности: учебник. -3-е изд., испр. и доп. - М.: ИНФРА-М, 2010. - 330 с.
2. Гуревич Ю.Е. Инженерные основы расчетов деталей машин: учебник/Ю.Е.Гуревич, Б.Я.Выров, М.Г.Косов, А.П.Кузнецов.- М.: КНОРУС, 2013.-480с.
3. Решетов Д.И. Детали машин. Учебник для студентов Машиностроительных и механических специальностей вузов – 4-е изд. перер. и доп. – М.: Машиностроение, 1999. – 496с.
4. Технология конструкционных материалов: учебник для вузов/ Под ред. Ю.М.Барона. - СПб.: Питер,2012.-512с.
5. Механизация и электрофикация сельскохозяйственного производства [Текст] : учеб и учеб пособия для студентов высш учеб заведений / Под ред. д-ра техн наук проф А. П. Тарасенко. - М.: КолосС, 2009. - 552 с : ил.
6. Гернет М.М. Курс теоретической механики. Учебник для вузов. – 5-е изд. испр. – М.: Высшая школа, 2004 – 344с.
7. Теория механизмов и машин: учеб.пособие для студ. Высш. учеб. заведений/ М.З.Козловский, А.Н.Евграфов, Ю.А.Семенов, А.В.Слоущ.-2-е изд.,испр.-М.: Изд-кий центр Академия,2011.-560с.
8. Кушнер В.С. Технологические процессы в машиностроение: учебник для студ. Высш. учеб. Заведений /В.С.Кушнер, А.С.Верещака, А.Г.Схиртладзе.-М.: Издательскийкий центр Академия,2011.-416с.
9. Шейнблит А.Е. Курсовое проектирование деталей Машин. Учебное пособие для техникумов – М.Высшая школа, 2002.- 432с.
10. Зимин Н.Е., Солонова В.Н. Анализ и диагностика финансово- хозяйственной деятельности предприятия – М.: КолосС, 2004 – 384с.

11. Организация и управление производством на с/х предприятиях. Под ред. В.Т. Водяникова – М.: Изд-во КолосС, Изд-во СтГАУ «АТРУС», 2005. – 506 с. Учебник для вузов (с грифом)
12. Теория управления : учебник / Под общ. ред. А.Л. Гапоненко, А.П. Панкружина. - 3-е изд. доп. и перераб. – М.: Изд-во РАГС, 2010. – 560 с.
13. Ефремова О.С. Охрана труда. Справочник специалиста. - М.: Издательство Альфа-Пресс, 2013. - 82 с.
14. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие / Под ред. А.И. Сидорова. [Текст]. - М.: КНОРУС, 2007. - 496 с.
15. Раздорожный А.А. Безопасность производственной деятельности: учебное пособие / А.А. Раздорожный – М.: ИНФРА-М, 2003. - 208 с.
16. Белов С.В. Безопасность Жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) / С.В. Белов. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во Юрайт, 2013. - 682 с.
17. Сапронов Ю.Г. Безопасность жизнедеятельности. Производственная безопасность и охрана труда на предприятиях автосервиса: учеб. пособие для студ. Высш. учеб. зав. / Ю.Г. Сапронов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 304 с.