

ФГБОУ ВО КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА

Направление «Агроинженерия»

Кафедра «Эксплуатация и ремонт машин»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

Тема Проектирование пункта технического обслуживания и диагностирования в предприятии аграрного производства РТ с разработкой стенда для обкатки турбокомпрессоров

Шифр ВКР.35.03.06.553.18.00.00.00

Выпускник	<u>студент</u>	_____	<u>Киясов М.В.</u>
		подпись	Ф.И.О.
Руководитель	<u>ст. препод.</u>	_____	<u>А.А.Мухаметшин</u>
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(протокол № _____ от ____ февраля 2018 года)

Зав. кафедрой	<u>профессор</u>	_____	<u>Адигамов Н.Р.</u>
	ученое звание	подпись	Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

Аннотация

к выпускной работе Киясова М.В. на тему «Проектирование пункта технического обслуживания и диагностирования в предприятии аграрного производства РТ с разработкой стенда для обкатки турбокомпрессоров».

Выпускная работа состоит из пояснительной записки на 62 листах печатного текста и 6 листов графической части на формате А1.

Пояснительная записка состоит из введения, трех разделов, выводов и предложений, включает в себя четыре рисунка и 28 таблиц.

В первом разделе дан анализ необходимости обкатки турбокомпрессоров и анализ существующих конструкций для обкатки турбокомпрессоров, во втором разделе разработана технология ТО, в третьем разделе разработана конструкция обкаточного стенда для обкатки турбокомпрессоров тракторных и автомобильных двигателей; разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности рабочих МТП; даны рекомендации по охране окружающей среды; приведено экономическое обоснование конструкции.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	7
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 МАШИННО- ТРАКТОРНОГО ПАРКА.....	16
2.1.Предпосылки организации технического обслуживания машин.	16
2.1.1.Основные задачи техобслуживания машин.....	16
2.1.2.Краткая характеристика обслуживаемого парка машин.	17
2.1.3.Возрастание роли техобслуживания современных машин.....	17
2.1.4.Виды и периодичность техобслуживаний.	18
2.2.Организационно-технические основы техобслуживания машин.	21
2.2.1.Основные принципы в организации техобслуживаний.	21
2.2.2.Выбор и обоснование метода обслуживания машин.....	22
2.2.3.Планирование техобслуживания.....	24
2.2.4.Контроль своевременности техобслуживания.....	25
2.3.Проектирование технологии техобслуживания.	27
2.3.1. Расчет потребности в средствах технического обслуживания и персонала.....	31
3.КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ.....	34
3.1. Разработка стенда для обкатки турбокомпрессоров.	34
3.2.Расчеты конструкций обкаточного стенда.	36
3.2.1.Выбор электродвигателя.	36
3.2.2.Подбор муфты	37
3.2.3.Расчет шпоночных соединений	38
3.3.Технология обслуживания и обкатки ТКР.	39

3.4. Виды и периодичность технического обслуживания турбокомпрессоров.	40
3.5. Обслуживание и меры безопасности при использовании турбокомпрессоров.	42
3.5.1. Обеспечение безопасности в конструкции стенда.	43
3.5.2. Инструкция по охране труда при эксплуатации стенда.	43
3.5.3. Расчет вентиляции, освещения и заземления.	45
3.6. Современное экологическое состояние технологии техобслуживания.	47
3.7. Техничко-экономическая оценка конструкции.	48
3.7.1. Расчет массы и стоимости конструкции.	48
3.7.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции.	50
Выводы и предложения.	58
Список использованной литературы.	59

ВВЕДЕНИЕ

Неотъемлемой частью сельскохозяйственного производства является использование машинно-тракторного парка, в связи с этим повышение урожайности культур сводится к повышению производительности, снижению затрат на эксплуатацию.

Современный этап развития сельского хозяйства связан с переходным периодом на рыночные отношения, которые диктуют новые требования к эксплуатации машинно-тракторного парка. Прежде всего это относится к полной механизации процессов возделывания сельскохозяйственных культур, основанных на энергосберегающих технологиях, экономии средств, повышение урожайности.

Высокопроизводительное и эффективное использование современных тракторов и сельскохозяйственных машин возможно только при условии поддержания техники в работоспособном состоянии, то есть при современном техническом обслуживании. За последние годы совместными усилиями научных работников, конструкторов, инженерно-технических работников и механизаторов в сельском хозяйстве проделана большая работа по дальнейшему повышению уровня технического обслуживания сельскохозяйственной техники.

Практика сельскохозяйственной техники, с одной стороны, подтверждает достаточно высокую эффективность полного соблюдения правил технического обслуживания машин, а с другой стороны – позволило выявить резервы и пути дальнейшего повышения уровня технической готовности машин в напряженный период полевых работ при экономически целесообразных затратах трудовых, материальных и финансовых ресурсов.

1. НЕОБХОДИМОСТЬ ОБКАТКИ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ОБКАТКИ ТУРБОКОМПРЕССОРОВ.

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
	Контрольный режим						
	90000±600	79,5 (2,15)	68,7		700±25		6

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, °C		Продолжительность, мин.
			газа	сжатого воздуха	газа	сжатого воздуха	
			(1,56)				
TKP-11H-1 СМД, TKP-11C-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
				TKP-11H-1 TKP-11C-1	650±25		
	Контрольный режим						
	45000±450	53-57 (0,54-0,58)	51-55 (0,52-0,56)	64-69 (0,65-0,7)	600±10 TKP-11H-1 650±10 TKP-11C-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.

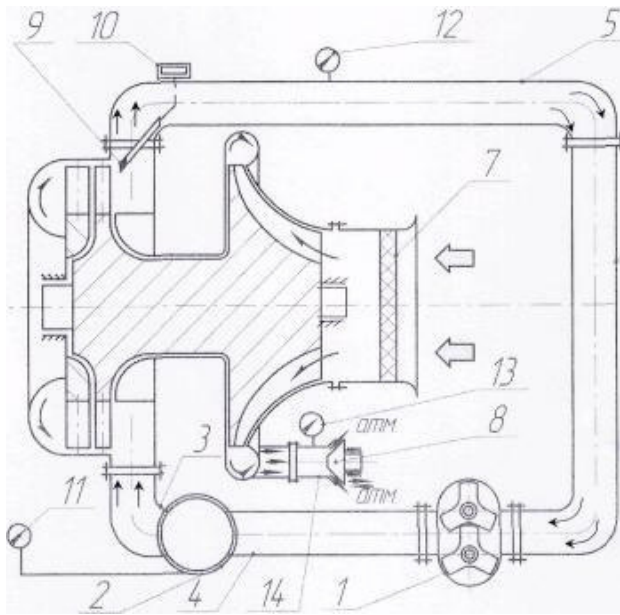
1.2. Анализ существующих конструкций для обкатки турбокомпрессоров.

После ремонта турбокомпрессоров тепловозных дизелей производят их «холодную» обкатку на стенде типа А1130 и при этом: спрессовывают водяную полость давлением 5 кгс/см^2 , приводят во вращение воздухом ротор турбокомпрессора при давлении $5\text{-}6 \text{ кгс/см}^2$ и проверяют систему смазки подшипниковых узлов при давлении $4,5 \text{ кгс/см}^2$.

Такая методика испытания турбокомпрессоров не обеспечивает объективный контроль качества их ремонта. Это связано с тем, что воздушный привод ротора от магистральной сети депо, даже при давлении $4,5\text{-}10 \text{ Па}$, обеспечивает вращение ротора только до $3000\text{-}3500 \text{ мин}^{-1}$. При такой частоте вращения исключается эффективный контроль динамических параметров, зависящих от качества балансировки ротора и качества ремонта подшипников скольжения, а также полностью исключается контроль производительности компрессора, зависящей от качества ремонта соплового аппарата ротора и других узлов компрессора.

Для устранения указанных недостатков рекомендуется использовать стенд обкатки и испытания турбокомпрессоров с замкнутой воздухопроводной системой рис. 7.1.

Стенд состоит из опорной рамы, воздушного компрессора роторного типа, нагнетательных и перепускных воздухопроводов, воздушного ресивера, системы смазки подшипниковых узлов, системы водяного охлаждения, пуль-



та и схемы управления в ручном и автоматическом режимах обкатки и испытания турбокомпрессора.

Для привода воздушного компрессора предусматривается асинхронный электродвигатель переменного тока мощностью 20-30 кВт, а для привода шестеренчатого масляного насоса - электродвигатель мощностью 1,6 кВт.

Рисунок 1.1. - Схема стенда обкатки и испытания турбокомпрессоров тепловозных дизелей:

1—компрессор роторного типа; 2—воздушный ресивер; 3, 4—нагнетательный трубопровод; 5, 6—перепускной трубопровод; 7—сетчатый фильтр; 8—конусный клапан; 9—датчик частоты вращения ротора; 10—цифровой указатель оборотов; 12, 13—манометры; 14—воздухоотводящий патрубок

Перед обкаткой турбокомпрессора производят опрессовку водяной полости и прокачку масляной системы, прогретой до температуры 65-70 °С. Затем, при полностью открытом конусном клапане 8, включают роторный компрессор 1 и доводят частоту вращения ротора турбокомпрессора до 12-14 тыс. мин⁻¹. При холостом режиме работы турбокомпрессора производится обкатка в течении 40-60 мин. В процессе обкатки контролируют функционирование системы смазки подшипниковых узлов, вибродатчиками фиксируют вибрацию с правой и левой сторон корпуса в зоне расположения подшипниковых крышек, а также производится регистрация частоты вращения ротора и время его выбега после отключения системы воздушного привода. По времени выбега контролируют качество ремонта лабиринтных

уплотнений и подшипниковых узлов, а уровень вибрации корпуса свидетельствует о качестве динамической балансировки ротора.

После обкаточных испытаний контролируют качество ремонта соплового аппарата и качество сборки рабочего колеса компрессора. Для этого посредством конусного клапана 8 создают определенный подпор сброса воздуха в атмосферу, и производят раскрутку ротора до 12 тыс. мин⁻¹. При такой, частичной нагрузке турбокомпрессора, фиксируют по образцовому манометру 13 статический напор воздуха в воздухоотводящем патрубке 14 и потребляемую мощность электродвигателя для привода роторного компрессора 1. Окончательно качество ремонта соплового аппарата и качество сборки рабочего колеса, при прочих равных условиях, характеризуют по разности потребления мощности электродвигателем роторного компрессора в режиме свободного сброса воздуха в атмосферу и в режиме его подпора конусным клапаном.

Для более полной оценки качества ремонта турбокомпрессора рекомендуется, наряду с перечисленными параметрами, фиксировать производительность компрессора путем изменения статического и динамического напора воздуха в воздухоотводящем патрубке 14.



При этом следует иметь в виду, что такие параметры, как частота вращения ротора и статический напор воздуха зависят от производительности выбранного роторного компрессора. Поэтому допустимые параметры рекомендуется устанавливать опытным путем при различных неисправностях соответствующего типа турбокомпрессора.

Рисунок 1.2. - Автоматизированный стенд для обкатки турбокомпрессоров тепловозных дизелей СТ.441199.578.

Стенд предназначен для обкатки турбокомпрессоров тепловозных дизелей, определение времени выбега ротора турбокомпрессора, давление масла в системе смазки, промывка масляной системы.

<i>Наименование</i>	<i>Кол-во</i>
<i>Потребляемая мощность стенда, не более, кВт</i>	<i>30</i>
<i>Напряжение питающей сети, В</i>	<i>380</i>
<i>Частота питающей сети, Гц</i>	<i>50</i>
<i>Привод компрессора</i>	<i>Электромеханический</i>
<i>Мощность потребляемая электродвигателем привода компрессора, кВт</i>	<i>22</i>
<i>Прокачка масла</i>	<i>Маслостанция</i>
<i>Мощность двигателя привода насоса для прокачки масла, кВт</i>	<i>1,5</i>
<i>Диапазон измерения температуры масла, °С</i>	<i>0-150</i>
<i>Максимальное давление масла, кг/см²</i>	<i>6</i>
<i>Емкость бака для масла, л, не менее</i>	<i>100</i>
<i>Габаритные размеры позиции испытания, Длина x Ширина x Высота мм, не более</i>	<i>2300 x 1300 x 2500</i>
<i>Габаритные размеры пульта управления, Длина x Ширина x Высота мм, не более</i>	<i>680 x 500 x 1300</i>
<i>Общая масса, кг, не более</i>	<i>950</i>

Рисунок 1.3. - Стенд обкатки турбокомпрессоров. СОТ-01.



Стенд предназначен для холодной обкатки турбокомпрессоров ТК-30, ТК-32, ТК-34, ТК-41, 6ТК после их ремонта. В качестве вентилятора высокого давления в стенде используется нагнетатель 2 ступе-

ни дизеля 10Д100.

№ п\п	Основные параметры	Значения
1	Мощность привода воздухоудвки, кВт	110
2	Давление в системе смазки воздухоудвки, кгс/см ²	2,5..4
3	Температура масла в системе смазки воздухоудвки, °С	40...70
4	Мощность привода масляного насоса системы смазки воздухоудвки, кВт	0,55
5	Объем бака станции смазки воздухоудвки, л	85
6	Мощность электронагревателя станции смазки воздухоудвки, кВт	3,15
7	Давление в системе смазки турбокомпрессора, кгс/см ²	2,5...4
8	Температура масла в системе смазки турбокомпрессора, °С	60..90
9	Мощность привода масляного насоса системы смазки турбокомпрессора, кВт	1,5
10	Объем бака станции смазки турбокомпрессора, л	50
11	Мощность электронагревателя станции смазки турбокомпрессора, кВт	1,25
12	Масла, разрешенные к применению в системах смазки воздухоудвки и турбокомпрессора	М14Г2ЦС М14Д2 М14В2 М14Г2
13	Электропитание – сеть переменного тока: - напряжение питания, В - частота, Гц	380 50
14	Габаритные размеры, мм	3500/2100/1900
15	Масса, кг	4000

2.ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА.

2.1.Предпосылки организации технического обслуживания машин.

2.1.1.Основные задачи техобслуживания машин.

Улучшение использования машинно-тракторного парка (МТП) 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 использование 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 тех-

нической 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;ТО-3)*
- *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

<i>Вид ТО и рем.</i>	<i>Тракторы и самоходное шасси</i>	<i>Самоходные и сложные машины</i>	<i>Сеноуборочные машины, жатки, прицепы, сцепки</i>	<i>Плуги, сеялки, культиваторы и др.СХМ</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>ЕТО</i>	+	+	+	+
<i>ТО-1</i>	+	+	+	-
<i>ТО-2</i>	+	+	-	-
<i>ТО-3</i>	+	-	-	-
<i>СТО</i>	+	-	-	-
<i>ТР</i>	+	+	+	+
<i>КР</i>	+	+	-	-

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 колхозах и совхозах и на других сельскохозяйственных предприятиях проводят контроль соответствия фактического состояния машины, требованиям установленными техническими документами. 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 ежесменного) 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

<i>Виды техобслуживаний</i>	<i>Периодичность или условие проведения техобслуживаний</i>	
<i>При обкатке (ТО-0)</i>	<i>Перед началом, входе и по окончании обкатки</i>	
<i>Ежемесячное (ЕТО)</i>	<i>8-10 моточасов</i>	
<i>Первое (ТО-1)</i>	<i>60 моточасов</i>	<i>125 моточасов</i>
<i>Второе (ТО-2)</i>	<i>240 моточасов</i>	<i>500 моточасов</i>

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

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, ГОСТ-Том 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.эт.га);*
- *проведение сезонных ТО тракторов следует совмещать с проведением очередного техобслуживания;*
- *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 дисципли-

ны. 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 отмечая, что в полном объеме ЕТО проводят:

48,5% - механизаторы 1 класса;

42,3% - механизаторы 2 класса;

21,9% - механизаторы 3 класса;

Еще большие 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:

$$n_{кр}^{\cdot} = Q_{пл}^{\cdot} / W_{кр} \quad (2.6.)$$

$$n_{кр}^{\cdot\cdot} = Q_{пл}^{\cdot\cdot} / W_{кр} \quad (2.7.)$$

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

где: $Q_{пл}^{\cdot}$ - плановый расход топлива тракторов не подвергавшихся капитальному ремонту.

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

$$n_{тр} = Q_{пл} / W_{тр} - n_{кр} \quad (2.9)$$

$$n_{mo-3} = Q_{nl}/W_{mo3} - n_{кр} - n_{тр} \quad (2.10)$$

$$n_{mo-2} = Q_{nl}/W_{mo-2} - n_{кр} - n_{тр} - n_{mo-3} \quad (2.11)$$

$$n_{mo-1} = Q_{nl}/W_{mo-2} - n_{кр} - n_{тр} - n_{mo-3} - n_{mo-2} \quad (2.12)$$

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 ежесменного, 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 обслуживание 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 осуществляется 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 тракто-

рист 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 содержанию 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:

$$T_{то} = N_{то-1} H_{то-1} + N_{то-2} H_{то-2} + N_{то-3} H_{то-3} + T_{мн} + T_{сез} + T_{хр} \quad (2.13)$$

где $N_{то-1}; N_{то-2}; N_{то-3}$ - число техобслуживаний №1, №2, №3

$H_{то-1}; H_{то-2}; H_{то-3}$ - нормативная трудоемкость ТО №1, №2, №3

$T_{тн}$ – трудоемкость по устранению технических неисправностей, чел.ч.

$$T_{тн} = 0,5 (T_{то-1} + T_{то-2} + T_{то-3}) \quad (2.14)$$

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

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

Общая трудоемкость для ТО тракторов,

$$\Sigma T = T_{то}^{мтз} + T_{то}^{т-700} + \dots T_{то}^{к-701} \quad (2.15)$$

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
1	2	3	4
Плуги: ПЛН-4-3,5		34	34
Культиватор:			

<i>КПС-4,2</i>		<i>81,6</i>	<i>81,6</i>
<i>КРН-4,2</i>		<i>9</i>	<i>9</i>
<i>Бороны:</i>		<i>132</i>	<i>132</i>
<i>Жатки ЗККШ-6</i>		<i>7</i>	<i>7</i>
<i>Сеялки СЗ-3,6</i>		<i>71,5</i>	<i>71,5</i>
<i>СУПН-8</i>		<i>81</i>	<i>81</i>
<i>Жатки ЖВН-6</i>	<i>23,4</i>	<i>90</i>	<i>113,4</i>
<i>Зерноуборочные комбайны</i>	<i>22</i>	<i>584,1</i>	<i>606,1</i>
<i>Кукурузоуборочные комбайны</i>	<i>6,6</i>	<i>23</i>	<i>29,6</i>
<i>Косилки</i>			<i>56</i>
<i>Грабли: ГП-11</i>			<i>9,6</i>
<i>Волокуша ВТУ-10</i>			<i>2</i>
<i>Пресс-подборщик ПС-1,6</i>			<i>12</i>
<i>Свеклоуборочные машины</i>			
<i>БМ-6-КС-6</i>	<i>8,86 27,3</i>	<i>29,4 36</i>	<i>38,3 63,3</i>
<i>Погрузчик КУН-10</i>		<i>2</i>	<i>2</i>
<i>Итого по СХМ</i>			<i>1348,3</i>

Находим трудоемкость ТО всего МТП

$$T_{\text{мтп}} = T_{\text{тр-ов}} + T_{\text{схп}} \quad (2.17)$$

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

2.3.1. Расчет потребности в средствах технического обслуживания и персонала.

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

$$N_p = Z_{об} / D_p T_{д} \tau_{см} \delta_p, \quad (2.18)$$

где $Z_{об}$ - суммарная трудоемкость ТО за СХМ, тракторами для напряженного периода;

δ_i - коэффициент учитывающий доленое участие мастера-наладчика в ТО;

D_p – число рабочих дней мастера-наладчика;

$T_{см}$ – продолжительность времени смены мастера-наладчика

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

$n_{мн}$ - рассчитываем на компьютере.

Необходимое число мастеров-наладчиков – 1

Потребное число передвижных средств.

$$N_{АТО} = \frac{T_{ТО} + T_{П}}{T_{АТО}} \text{ шт.} \quad (2.19)$$

где: 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.

$$T_n = S_n / V_{max} \quad (2.20)$$

где: S_n - расстояние между пунктами ТО и тракторами, км.

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

$$\Sigma T_n = T_s \cdot n_{mo} \quad (2.21)$$

где: n_{mo} - 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.

Требуется один передвижной АТО

ГАЗ-53-АТО 4822-ГОСНИТИ

Определяем количество механизированных заправщиков по формуле:

$$N_{M3} = \frac{G_r}{V_{M3} \cdot \rho_{дт} \cdot \lambda_{M3} \cdot n_p} \quad (2.24)$$

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

V_{M3} - емкость резервуара автоцистерны, м³;

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

n_p - количество рейсов, шт.

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

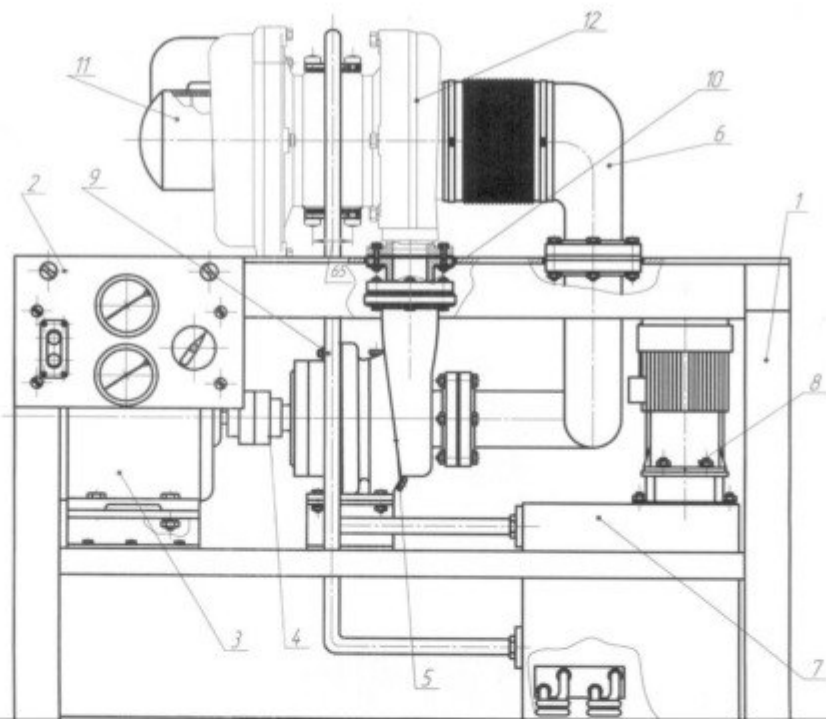
В хозяйствах имеется мастерские общего назначения, которые полностью не удовлетворяет требованиям и не имеет современного оборудования,

инструментов, разработана и проведена реконструкция здания, которое оснащено современными диагностическим оборудованием, приборами.

3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ.

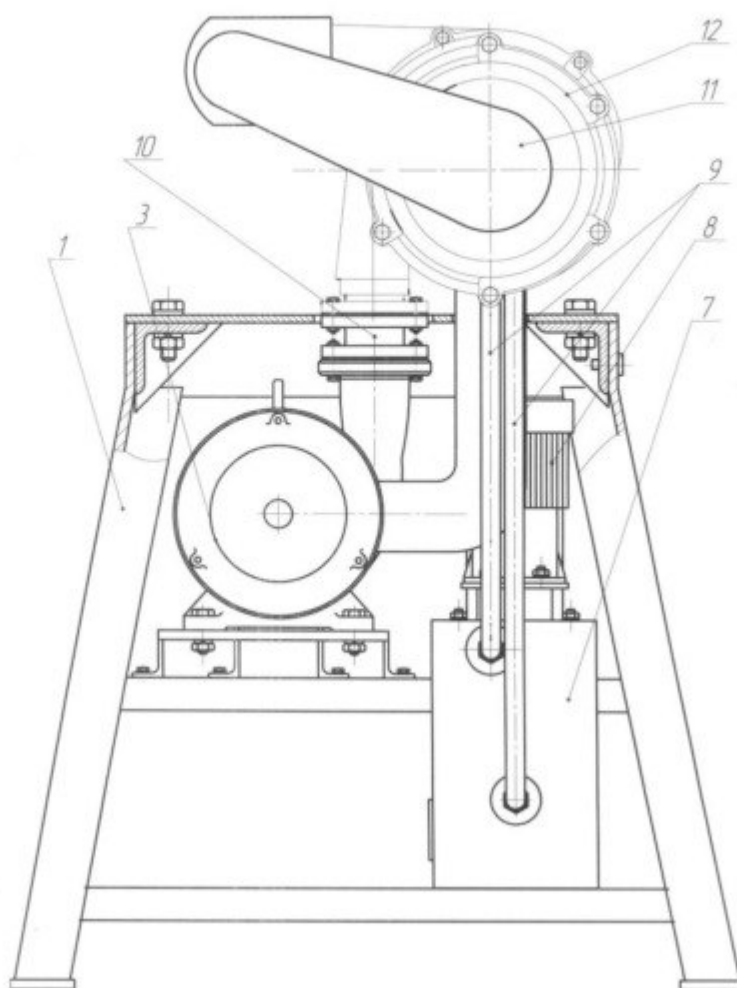
3.1. Разработка стенда для обкатки турбокомпрессоров.

Стенд предназначен для обкатки турбокомпрессоров тракторных и автомобильных двигателей. Стенд состоит из: рамы; пульта управления; двигателя; механизма натяжки; масляного бака; двигателя привода масляного насоса; системы трубопроводов.



ВКР.35.03.06.553.18.00.00.ПЗ

					ВКР.35.03.06.553.18.00.00.00.ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Установка для обкатки турбокомпрессоров (вид)			Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Рис.	Исполн.								
Провер.	Мухаметшин									
Т. Контр.										
Реценз.										
Н. Контр.	Марданов Р.Х.							Лис	1	Листов 12
Утверд.	Адигамов Н.Р.							каф ЭРМ		



1-Рама; 2- пульт управления; 3- двигатель с рамой в сборе; 4- муфта; 5- компрессор; 6- отвод воздуха в компрессор; 7- емкость для масла; 8- двигатель для привода масла; 9- трубопроводы; 10-переходник; 11- отвод воздуха из нагнетательного тракта; 12- ТКР.

Рисунок 3.2. Стенд для обкатки ТКР (вид).

Обкаточный стенд работает следующим образом. Мастер- наладчик подбирает переходник 10 под данный ТКР и закрепляет его на стенде. При этом в нагнетательный тракт ставит отвод 11, а с другой стороны отвод 6. Далее оператор включает тены для прогрева масла до 80°C , после включают двигатель 8 привода масляного насоса и двигатель 3 привода компрессора 5. Обкатка проводится в соответствии с режимами представленными в таблице 3.2.

					ВКР.35.03.06.553.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

3.2. Расчеты конструкций обкаточного стенда.

3.2.1. Выбор электродвигателя.

Выбор типа электродвигателя должен основываться в первую очередь по возможности выполнение обкатки двигателей рациональным режимом.

Для этого электродвигатель выбирается по номинальной мощности и по частоте вращения необходимой для обкатки ТКР.

Номинальная требуемая мощность определяется по формуле [14]

$$N_{ном} > 1/3 \cdot Ne \quad (3.1.)$$

где: $N_{ном}$ - номинальная мощность электродвигателя, кВт;

Ne – эффективная мощность обкатываемого, кВт; [17]

$Ne (AM-4I) = 66,0 \text{ кВт}$

AM-4I – это самый большой по мощности двигатель, который можно поставить на конструируемый стенд.

$$N_{ном} = 66/3 = 22 \text{ кВт}$$

Потребная частота вращения 1500 мин^{-1} . Выбираем электродвигатель – трехфазный асинхронный, короткозамкнутый двигатель серии 4А общего назначения.

Мощность $N = 1,5 \text{ кВт}$

4A180S2Y3 – синхронная частота вращения $n = 1500 \text{ мин}^{-1}$ [15]

					ВКР.35.03.06.553.18.00.00.00.ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№	П	Дат		

3.2.2. Подбор муфты

Основным параметром для выбора муфты служат номинальные диаметры соединительных валов, расчетный вращающийся момент, частота вращения и условия эксплуатации.

Расчетный вращающийся момент:

$$M = k \cdot M_{эл} \text{ Нм} \quad [15] \quad (3.4)$$

где: $M_{эл}$ – крутящийся момент выходного вала электродвигателя, Нм;

k – коэффициент запаса, $k=1,7$;

$$M_{эл} = 1000 \cdot N / \omega \text{ , Нм} \quad (3.5)$$

где: N – мощность электродвигателя, кВт;

ω – угловая скорость вращения вала электродвигателя, рад/мин.

$$\omega = \pi \cdot n / 30 \text{ , рад/сек} \quad (3.6)$$

где: n – обороты электродвигателя, мин^{-1} .

$$M_{эл} = 1000 \cdot 22 / 157 = 140 \text{ Нм}$$

$$\omega = 3,14 \cdot 1500 / 30 = 157 \text{ рад/сек.}$$

$$M = 1,7 \cdot 140 = 238 \text{ Нм}$$

Выбираем упругую втулочно-пальцевую муфту по ГОСТ 21424-75 [15]

					ВКР.35.03.06.553.18.00.00.00.ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№	Под	Дата		

$$M = 250 \text{ Н·м} \quad d_2 = 32 \text{ мм}, \quad d_1 = 45 \text{ мм}$$

3.2.3. Расчет шпоночных соединений

Выбираем шпонку для вала $d = 45 \text{ мм}$.

Сечение шпонки $b \times h = 14 \times 9$

Длина $l_p = 40 \text{ мм}$.

Глубина паза втулки $t = 3,8 \text{ мм}$.

Условное обозначение: Шпонка 14 x 9 x 40 ГОСТ 23360-78

для вала $\alpha = 32$.

Сечение шпонки $b \times h = 10 \times 8$

Длина $l_p = 40 \text{ мм}$

Глубина паза втулки $t = 3,3 \text{ мм}$.

Условное обозначение: Шпонка 10 x 8 x 40 ГОСТ 23360-78

Выбранную шпонку проверяем на смятие:

$$\sigma_{\text{см}} = 2 \cdot M / d \cdot (h - t) \cdot l_p \leq [\sigma]_{\text{см}} [15] \quad (3.7.)$$

M – передаваемый момент, Н·мм;

d – диаметр вала, м ;

$h - l_p$ – рабочая длина шпонки в мм;

$t - [\sigma]_{\text{см}}$ – допускаемое напряжение смятия; при стальной ступице;

$[\sigma]_{\text{см}} = 100 \text{ Н/мм}^2$ при ударных нагрузках 25-40% меньше.

$$\sigma_{\text{см}} = 2 \cdot 238000 / 45 (9 - 3,8) \cdot 40 = 44,8 \text{ Н/мм}^2$$

$$[\sigma]_{\text{см}} = 60 \text{ Н/мм}^2$$

$30 < 60$ Условие удовлетворяет.

$$\sigma_{\text{см}} = 2 \cdot 250000 / 32 (8 - 3,3) \cdot 40 = 57 \text{ Н/мм}^2$$

					ВКР.35.03.06.553.18.00.00.00.ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$57 < 60$ условие удовлетворяет.

3.3. Технология обслуживания и обкатки ТКР.

Для исправной и длительной работы турбокомпрессора нужно обслуживание турбокомпрессора. Необходимость периодических контрольных осмотров турбокомпрессора определяется тем, что в процессе длительной эксплуатации может иметь место:

- загрязнение проточных частей компрессора и турбины;
- отложение нагара в лабиринтном уплотнении ротора турбокомпрессора;
- отложение нагара на деталях уплотнений ротора турбокомпрессора;
- загрязнение дренажных каналов и каналов подвода воздуха к уплотнениям ротора турбокомпрессора.
- увеличение зазоров в уплотнениях ротора и подшипниках вследствие постепенного износа трущихся поверхностей турбокомпрессора;
- повреждение лопаток колеса компрессора и диффузора посторонними предметами, занесенными потоком воздуха;
- повреждение лопаток соплового венца и турбины посторонними предметами, занесенными потоком газов турбокомпрессора.

При обслуживании турбокомпрессора и контрольных осмотрах необходимо беречь турбокомпрессор от попадания грязи металлической пыли и стружки в подшипники и каналы для подвода смазки, соблюдать чистоту.

При разборке и сборке турбокомпрессора не следует применять больших усилий и ударов.

					ВКР.35.03.06.553.18.00.00.00.ПЗ	Лист
						9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3.4. Виды и периодичность технического обслуживания турбокомпрессоров.

При обслуживании турбокомпрессоров должны выполняться два вида плановых контрольных осмотров.

- *контрольный осмотр № 1. Проводится без разборки и демонтажа турбокомпрессора с двигателя.*
- *при непрерывной эксплуатации двигателя рекомендуемая периодичность, первый - через месяц после начала эксплуатации, последующие - раз в три месяца при соответствующем плановом обслуживании двигателя;*
- *контрольный осмотр № 2. Проводится с полной разборкой турбокомпрессора при плановых ремонтах двигателя.*
- *Главная цель этого осмотра при обслуживании турбокомпрессора - очистка проточной части турбины и компрессора, а также дренажа и уплотнений от загрязнения, оценка состояния изнашивающихся деталей и выявление повреждений.*

Первый контрольный осмотр № 2 при обслуживании турбокомпрессора должен проводиться после истечения гарантийного срока на турбокомпрессор.

При интенсивных загрязнениях проточных частей и уплотнений турбокомпрессора снижающих давление наддува, требуется производить очистку турбокомпрессора с разборкой в объеме контрольного осмотра № 2. В процессе обслуживания турбокомпрессора рекомендуемая периодичность очистки проточных частей и уплотнений - 3000-4000 часов.

Очистку проточных частей от загрязнений производят промывкой загрязненных поверхностей моющим средством, используемым для промывки деталей двигателя.

					ВКР.35.03.06.553.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

При обслуживании турбокомпрессора следует производить очистку от нагара и кокса лабиринтного уплотнения и втулок уплотнения со стороны турбины. Очистку производят металлической щеткой или другим инструментом, позволяющим удалить нагар и кокс с рабочих поверхностей с последующей промывкой этих поверхностей.

При обкатке турбокомпрессора одним из важных моментов является соблюдение режимов.

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, °C		Продолжительность, мин.
			газа	сжатого воздуха	газа	сжатого воздуха	
TKP-11H-1 СМД, TKP-11C-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±25 650±25		4
				TKP-11H-1 TKP-			

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР.35.03.06.553.18.00.00.00.ПЗ

Лист

11

				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 TKP-11H-1 650±10 TKP-11С-1	60±10	5

3.5.Обслуживание и меры безопасности при использовании турбокомпрессоров.

Нельзя допускать к обслуживанию двигателя турбокомпрессора лиц, не сдавших техминимума по эксплуатации и обслуживанию турбокомпрессора и не прошедших инструктаж по технике безопасности. При монтаже и демонтаже турбокомпрессора обязательно следует пользоваться только исправными тросами соответствующей грузоподъемности и в обязательном порядке применяйте приспособление для транспортировки турбокомпрессора из комплекта инструмента и принадлежностей установки приспособления дана. При этом должны соблюдаться все требования безопасной работы при подъеме и перемещении грузов.

При обслуживании турбокомпрессора - разборке, ремонте, очистке, сборке и установке турбокомпрессора необходимо выполнять рекомендации по соблюдению мер безопасности, изложенные в правилах и технике безопасности и производственной санитарии при ремонтах двигателей, а также типовых инструкциях по технике безопасности по профессиям.

3.5.1. Обеспечение безопасности в конструкции стенда.

1. Конструкция стенда должна быть надежной, обеспечивать при эксплуатации безопасность, стенд должен быть оснащен предохранительными устройствами (муфта, предохранитель напряжения).

2. Электрооборудование стенда и заземление должны отвечать правилам устройства электроустановок.

3. Для уменьшения вибрации применять установки с резиновыми подошвами, а фундамент делать с виброизоляцией.

4. С целью шумоизоляции обкатка должна проводиться в отдельных боксах площадью не менее 3 м², от стенда до стенда расстояние должно быть не менее 1,5 м.

5. В помещение где проводится обкатка должна быть установлена вентиляция.

6. Вращающиеся детали должны быть закрыты.

3.5.2. Инструкция по охране труда при эксплуатации стенда.

Утверждаю
директор предприятия

Инструкция по охране труда при эксплуатации стенда.

Общие требования безопасности.

					ВКР.35.03.06.553.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

К работе с проектируемой конструкцией допускаются лица достигшие 18 летнего возраста, мужского пола, прошедшие медицинское освидетельствование и инструктаж по технике безопасности на

рабочем месте.

Запрещается курить и распивать спиртные напитки, нарушать правила внутреннего распорядка.

Запрещается работать на неисправном стенде.

Обязательно выполнять требования по обеспечению пожаро и электро-безопасности, так как при работе могут появляться следующие опасные факторы-поражение электротоком, вибрация, шум, опасность попадания во вращающиеся детали.

В случае травмирования и обнаружения неисправностей, уведомить администрацию.

Разрешается применять инструменты и приспособления только по их назначению.

При выполнении работ необходимо пользоваться спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты.

Требования безопасности перед началом работ.

Одеть спецодежду, обувь и подготовить рабочее место.

Подготовить инструменты, установить обкатывающий двигатель на установку с помощью кран-балки.

Присоединить карданный вал к обкатываемому стенду.

Осмотреть стенд, о всех неисправностях доложить главному инженеру.

Убедиться в наличии освещения и вентиляции.

					ВКР.35.03.06.553.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Выполнять все требования производственной санитарии, подлежащие выполнению.

Требования безопасности во время обкатки.

Рабочее место содержать в чистоте.

Не заниматься посторонними делами, быть внимательным и следить за работой станда.

Не допускать присутствия посторонних лиц вблизи рабочего места.

Требования безопасности в аварийных ситуациях.

При возникновении аварийных ситуаций нужно немедленно остановить станок, отключить электрическое питание.

При поражении электрическим током необходимо оказать первую медицинскую помощь.

Требования безопасности по окончании работ.

Остановить станок, выключить рубильник.

Убрать свое рабочее место.

Доложить руководителю по выполнению работ о всех замечаниях, недостатках, которые были выявлены во время работ.

Составил: инженер

Согласовано: ответственный за БЖ

3.5.3. Расчет вентиляции, освещения и заземления.

					ВКР.35.03.06.553.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Ввиду ограничения пояснительной записки приводим лишь результаты расчетов, произведенных по известным формулам.

При проведении обкатки для нормальной работы вентиляция должна соответствовать требованиям СН 245-79:

$$L_v = V_n \cdot K, \quad (3.8)$$

где: V_n – объем помещения, м^3

K – часовая кратность воздуха, для помещения обкатки $K = 2 \dots 3$

$$L_v = 193 \cdot 2 = 386 \text{ м}^3/\text{ч} \quad (3.9)$$

$$V_n = 10,5 \text{ м} \cdot 5,75 \text{ м} \cdot 3,2 \text{ м} = 193 \text{ м}^3$$

Площадь сечения вытяжного вентиляционного отверстия

$$F_v = L_v / 3600 \cdot V \quad (3.10)$$

V – скорость движения воздуха для форточек, $V = 0.8 \dots 1.3 \text{ м/с}$.

$$F_v = 386 / 3600 \cdot 1 = 0,11 \text{ м}^2$$

Количество форточек 1 размером 0,4 x 0,5 м.

Освещение участка производится светильником типа «Универсал» с матовым затемнением.

Освещенная поверхность находится на высоте 1 м от пола, расстояние между светильниками 3,35 м, высота подвеса 3 м. Принимается количество светильников равным 5.

					ВКР.35.03.06.553.18.00.00.00.ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Световой поток (Гл) одной лампы – 2705 лм. Показатель формы помещения 0,89. Лампы типа НГ, световой поток которой равен 2700 лм.

Для заземления помещения требуются 4 заземлителя длиной 2,5 м диаметром стержня 24 мм.

3.6. Современное экологическое состояние технологии техобслуживания.

Увеличение объема производства сельскохозяйственной продукции достигается благодаря внедрению более современной технологии, новой техники, повышению производительности труда. Но вместе с тем возрастает воздействие человека и производства на природу. В результате чего в окружающей среде происходят необратимые изменения, заражается воздух, гибнут животные и птицы, вырубаются леса и загрязняются реки. Это воздействие обостряется тем, что нет у нас бережного отношения к природе, отсутствуют экологически чистые технологии. Поэтому сейчас на производстве при решении производственных задач, каждый человек должен думать о возможных воздействиях на окружающую среду.

В процессе эксплуатации МТП в окружающую среду выбрасываются загрязненные вещества, в частности: в атмосферу отработанные газы: CO_2 , SO_3 и другие, пыль, пары нефтепродуктов.

При техобслуживании машин и обкатки двигателей в окружающую среду выбрасываются отработанные масла, использованные моющие растворы, наблюдается большой шум и вибрация.

Экологическая оценка предлагаемой технологии.

В моем дипломном проекте разработан универсальный стенд для обкатки тракторных двигателей и СХМ. В этой разработке особых экономи-

					ВКР.35.03.06.553.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

ческих изменений не происходит. Поэтому выходными параметрами для экологической экспертизы является контроль атмосферного воздуха, согласно по ГОСТ 17.1.3-86. «Охрана природы». Атмосферы. Правила установления дополнительных выбросов вредных веществ промышленными предприятиями, и по ГОСТу 17.2.3.01-77 – «Охрана природы. Атмосферы. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов». Сточных вод, согласно по ГОСТ 17.1.3.-86 «Охрана природы. Гидросистемы. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения» и контроль шума и вибрации вблизи мастерских, согласно по ГОСТу 17.1.101-84 «Шум в общественных помещениях».

3.7. Технико-экономическая оценка конструкции.

3.7.1. Расчет массы и стоимости конструкции.

Масса конструкции определяется по формуле

где: G_k – масса конструкционных деталей, узлов, кг;

G_m масса готовых деталей, узлов, кг.

K – коэффициент учитывающий массу расхождения на изготовление конструкции монтажных материалов.

$K = 1,05 \dots 1,15$

$$G = (G_k + G_m) \cdot K \quad (3.11.)$$

Массу деталей рассчитываем в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Расчет массы сконструированных деталей

					ВКР.35.03.06.553.18.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

№	Наименование деталей	Объем, см ³	Удельный вес, кг/см ³	Количество	Масса детали, кг
1	Двигатель с рамой	289	0,0078	1	2,25
2	Рама	1598	0,0078	1	12,46
3	Емкость для масла	295	0,0078	2	4,6
4	Двигатель с переходником	240	0,0078	1	1,87
5	Трубопроводы	89	0,0078	2	1,39
	Итого				22,57

Масса готовых изделий 3,6

Масса конструкции 26,2

Балансовая стоимость новой конструкции определяется по формуле [12]:

$$C_{\text{б}} = \frac{C_{\text{бн}} \cdot G_{\text{п}} \cdot C_{\text{бп}}}{G_{\text{н}}}, \quad (3.12)$$

где $C_{\text{бн}}$, $C_{\text{бп}}$ - балансовые стоимости известной и проектируемой конструкций, руб;

$G_{\text{н}}$, $G_{\text{п}}$ - массы известной и проектируемой конструкций, кг.

Таблица 3.2.- Балансовая стоимость конструкции

Наименование показателей	Исходный	Проект
Масса конструкции, кг	85,6	26,17
Балансовая стоимость, руб	12632	3861,9

Балансовая стоимость проектируемой конструкции вполне приемлема.

3.7.2 Расчет технико- экономических показателей эффективности конструкции

Исходные данные для проведения необходимых расчетов приведены в табл. 3.3.

Таблица 3.3.-Исходные данные для расчетов

№ п/п	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Масса конструкции, кг	85,6	26,17
2	Балансовая стоимость, руб	12632	3861,9
3	Годовая загрузка, час	180	180
4	Срок службы конструкции, год	10	10
5	Количество обслуж. персонала	1	1
6	Потребляемая мощность, кВт	1,5	1,5
7	Часовая производительность	2	2
8	Часовая тарифная ставка р/час	38,9	38,9
9	Норма амортизации, %	14,2	14,2
10	Норма затрат на ТО и ремонт, %	12,2	12,2
11	Цена электроэнергии, руб/кВт.ч	56,6	56,6
12	Коэффициент народ. хох. эффек.	0,15	0,15

Определяем металлоемкость процесса очистки:

$$M_e = \frac{G}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сп}}}$$

где M_e - металлоемкость, $\text{кг}/\text{м}^2$;

$T_{\text{год}}$ - годовая загрузка, ч;

$T_{\text{сл}}$ - срок службы, лет.

Таблица 3.4.- Исходные данные для расчета металлоемкости

№ n/n	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Годовая загрузка, час	180	180
2	Срок службы конструкции, год	10	10
3	Масса конструкции, кг	85,6	26,17
4	Часовая производительность	2	2
Металлоемкость		0,02378	0,00727

Энергоемкость процесса очистки определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_e}, \quad (3.14)$$

где $\mathcal{E}_e$ - энергоемкость, $\text{кВт.ч}/\text{м}^2$;

N_e - потребляемая мощность, кВт.

Таблица 3.5.- Исходные данные для расчета энергоемкости

№ n/n	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Потребляемая мощность, кВт	1,5	1,5
2	Часовая производительность	2	2
Энергоемкость		0,7500	0,7500

Фондоемкость процесса очистки определяется по формуле:

$$F_e = \frac{C_6}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \text{ руб/м}^3 \quad (3.15)$$

Таблица 3.6.- Исходные данные для расчета фондоемкости

№ n/n	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Балансовая стоимость, руб	12632	3861,9
2	Часовая производительность	2	2
3	Годовая загрузка, час	180	180

Фондоемкость

35,089

10,728

Трудоемкость процесса очистки определяется по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W}, \text{ чел.ч/м}^2 \quad (3.16)$$

Таблица 3.7.- Исходные данные для расчета трудоемкости

№ n/n	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Количество обслуж. персонала	1	1
2	Часовая производительность	2	2

Трудоемкость

0,5000

0,5000

Определяем себестоимость работы выполняемый с помощью проектируемой установки по формуле:

$$S = C_{\text{зн}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рмо}} + C_{\text{а}}, \quad (3.17)$$

где $C_{\text{зн}}$ - затраты на зарплату, руб/м²;

$C_{\text{э}}$ - затраты на электроэнергию, руб/м²;

$C_{\text{рмо}}$ - затраты на ремонт и ТО, руб/м²;

C_a - затраты на амортизацию руб/м².

Затраты на зарплату определяется:

$$C_{zn} = z \cdot T_e, \quad (3.18)$$

где z - тарифная ставка, руб/чел.ч.

Таблица 3.8.- Исходные данные для расчета затраты на зарплату

№ n/n	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Часовая тарифная ставка р/час	38,9	38,9
2	Трудоемкость, чел.ч	0,5	0,5
Затраты на зарплату		19,45	19,45

Затраты на ремонт и ТО определяется по формуле:

$$C_{рто} = \frac{C_6 \cdot H_{рто}}{100 \cdot W_q \cdot T_{год}}, \quad (3.19)$$

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

Таблица 3.9.- Исходные данные для расчета затраты на ТО и ремонт

№ n/n	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Норма затрат на ТО и ремонт, %	12,2	12,2
2	Часовая производительность	2	2

3	Годовая загрузка, час	180	180
4	Балансовая стоимость, руб	12632,0	3861,9
Затраты на ТО и ремонт		4,28	1,3

Затраты на электроэнергию:

$$C_3 = C_e \cdot \Delta_e, \quad (3.20)$$

где C_e - цена электроэнергии, руб/кВт.ч;

Δ_e - норма расхода электроэнергии, кВт.ч/м².

Таблица 3.10.- Исходные данные для расчета затраты на электроэнергию

№ n/n	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Цена электроэнергии, руб/кВт.ч	56,6	56,6
2	Потребляемая мощность, кВт	1,5	1,5
3	Часовая производительность	2	2
Затраты на электроэнергию		42,45	42,45

Затраты на амортизацию:

$$C_a = \frac{C_6 \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}}, \quad (3.21)$$

где a - норма амортизации, %.

Таблица 3.11.- Исходные данные для расчета затраты на амортизацию

№ n/n	Наименование показателей	Исходный	Проект
----------	--------------------------	----------	--------

1	Норма амортизации, %	14,2	14,2
2	Часовая производительность	2	2
3	Годовая загрузка, час	180	180
4	Балансовая стоимость, руб	12632,0	3861,9
Затраты на амортизацию		4,983	1,523

Таблица 3.12.- Исходные данные для расчета эксплуатационных затрат

№ n/n	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Затраты на зарплату	4,4500	4,4500
2	Затраты на ТО и ремонт	4,2808	1,3088
3	Затраты на электроэнергию	0,04500	0,04500
4	Затраты на амортизацию	4,983	1,523
Эксплуатационные затраты		13,7585	7,3271

Определяем приведенные затраты:

$$S_{\text{прив}} = S + E_n \cdot F_e, \quad (3.22)$$

Таблица 3.13.- Исходные данные для расчета приведенных затрат

№ n/n	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Эксплуатационные затраты	13,7585	7,3271
2	Фондоемкость	35,089	10,728
3	Коэффициент народ. хох. эффек.	0,15	0,15
Приведенные затраты		19,022	8,936

Определяем годовую экономию по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_u - S_n) \cdot W_{\text{чп}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.23)$$

Таблица 3.14.- Исходные данные для расчета годовой экономии

№ n/n	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Эксплуатационные затраты	13,7585	7,3271
2	Часовая производительность		2
3	Годовая загрузка, час		180
Годовая экономия			2315,30

Годовой экономический эффект:

$$E_{\text{год}} = (S_{\text{прив у}} - S_{\text{прив н}}) \cdot W_{\text{чп}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.24)$$

Таблица 3.15.- Исходные данные для расчета годового экономического эффекта

№ n/n	Наименование показателей	Исходный	Проект
1	Приведенные затраты	19,0218	8,9362
2	Часовая производительность		2
3	Годовая загрузка, час		180
Годовой экономический эффект			3630,82

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{бп}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (3.25)$$

Таблица 3.16.- Исходные данные для расчета срока окупаемости

№ n/n	Наименование показателей	Исходный	Проект
----------	--------------------------	----------	--------

1	Балансовая стоимость, руб		3861,9
2	Годовая экономия		2315,30
Срок окупаемости			1,67

Коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений:

$$E_{\text{эф}} = \frac{1}{T_{\text{ок}}} \quad , \quad (3.26)$$

Коэффициент эффективности 0,60

Таблица 3.17.- Сводная таблица по экономическому обоснованию конст-
рукции

№	Наименование показателей	Ед. изм.	Исходный	Проект.
1	Фондоемкость	руб/ час	35,1	10,7
2	Металлоемкость	кг/ед	0,0238	0,0073
3	Трудоемкость	чел.ч	0,5000	0,5000
4	Производительность	шт/час	2,0	2,0
5	Уровень эксплуатационных за- трат	руб/ час	13,8	7,327
6	Уровень приведенных затрат	руб/ час	19,0	8,936
7	Годовая экономия	руб	-	2315,3
8	Годовой экономический эффект	руб	-	3630,8
9	Срок окупаемости	лет	-	1,67

10	Коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений	-	-	0,6
----	---	---	---	-----

Выводы и предложения.

В результате производственных нами работ установлено:

- 1. Спроектированный ТО обеспечивает поддержание тракторов и СХМ в исправном состоянии.*
- 2. Разработанный обкаточный стенд позволяет обкатать турбокомпрессоры тракторных и автомобильных двигателей.*
- 3. Экономическая эффективность использования конструкции подтверждает целесообразность проведенных нами работ.*

В результате анализа было установлено, что использование тракторов в хозяйствах на низком уровне. В связи с этим выявлена необходимость повышения уровня этого фактора путем организации ТО в хозяйствах.

Список использованной литературы.

1. Азгасов К.А. и др. Повышение надежности сельскохозяйственных машин в процессе ремонта и эксплуатации: научные труды / МИНСП-2012
2. Акимов Н.И., Ильин В.Г. «Гражданская оборона на объектах сельскохозяйственного производства» М.Колос, 2010г.
3. Алилуев В.А. и др. «Эксплуатация машинно-тракторного парка» М: Агропромиздат, 1991
4. Антонов В.В., Козенко Ю.А. Экономические факторы в оценке надежности сельскохозяйственной техники. // Повышение надежности сельскохозяйственной техники: Сборник научных трудов ВСХИ. - Волгоград, 2007. с.10-12.
5. Астахов А.С., Аронов Э.Л. Организация сервиса сельскохозяйственной техники в развитых капиталистических странах: Обзорная информ. / АгроНИИТЭИИТО. - М., 2011.-41 с.

6. *Безопасность труда на ремонтных предприятиях сельского хозяйства* – М: Колос, 2014
7. *Булгариев Г.Г., Абдрахманов Р.К. Методическое указание по экономическому обоснованию дипломных проектов.* – Казань, 2014
8. *Иванов А.С., Анализатор использования техники. Совершенствование технологии и технических средств механизации сельского хозяйства.* Пенза, 2009, с.65-68.
9. *Иофинов С.А. Охрана труда,* - М: Агропромиздат, 1988
10. *Козлов В.Е. Особенности эксплуатации автотракторных двигателей зимой* – Ленинград: Колос, 2013
11. *Левицкий В.С. Машиностроительное черчение-* М: Высшая школа, 2005
12. *Машины сельскохозяйственные технологические карты на досборку, регулировку и обкатку.* – М: Госнिति, 2005
13. *Погарель И.П. Обкатка и испытание тракторных двигателей и автомобильных двигателей.* – М: Колос, 2008
14. *Путин В.В. Сельское хозяйство у нас пользуется и будет пользоваться поддержкой государства. //Экономика сельского хозяйства России, №1 2012г., с.3. Сельское хозяйство России: Стат.сб./ Госкомстат России.- М., 2012.-414 с.*
15. *Северный А.Э., Буклагин Д.С., Михлин В.М. и др. под руководством Черноиванова В.И. Руководство по техническому диагностированию при техническом обслуживании и ремонте тракторов и с.-х. машин.- М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2011.-250с.*
16. *Северный А.Э., Черепанов С.С., Халфин М.А. Система федеральных базовых технологий технического сервиса сельскохозяйственных машин // Инж.-техн. обеспечение АПК. – 1996. - № 3.- С.8-14.*
17. *Фере Н.Е. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка.* – М: Колос, 1978

18. Черновский С.А., Слесарев Г.А., Козницов Б.С. Проектирование механических передач: учебно-справочное пособие для вузов – М: Машиностроение, 1984

Спецификации