

ФГБОУ ВО “Казанский государственный аграрный университет”

Институт механизации и технического сервиса

Направление: “Агроинженерия”

Профиль: ”Технический сервис в АПК”.

Кафедра: “ Тракторы, автомобили и энергетические установки ”

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) “бакалавр”

Тема: Проектирование участка по модернизации тракторов с разработкой стенда для расстыковки остова колесных тракторов типа МТЗ.

Шифр ВКР.35.03.06.611.18.00.00.00.ПЗ

Студент

Акмалов М.Г.

подпись

Ф.И.О.

Руководитель

доцент

Синицкий С.А.

ученое звание

подпись

Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите

(Протокол №____ от _____ 2018 г.)

Зав. кафедрой

д.т.н., профессор

Хафизов К.А

ученое звание

подпись

Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО “Казанский государственный аграрный университет”

Институт механизации и технического сервиса

Направление: Агроинженерия

Профиль: Технический сервис в АПК.

Утверждаю

Зав. кафедрой

_____/Хафизов К.А./

11 декабря 2018 г.

ЗАДАНИЕ НА ВЫПУСКНУЮ КВАЛИФИКАЦИОННУЮ РАБОТУ

Студенту: Акмалову М.Г.

Тема ВКР: Проектирование участка по модернизации тракторов с разработкой стенда для расстыковки остова колесных тракторов типа МТЗ.

Утверждена приказом по университету от ____ **№** ____

Срок сдачи студентом законченной ВКР 2 февраля 2018

Исходные данные к проекту: Количественный состав техники, годовая наработка, (пробег), технические характеристики тракторов.

Перечень подлежащих разработке вопросов:

1. Состояние вопроса (обзор литературы).
2. Проектирование участка по модернизации тракторов.
3. Разработка стенда для расстыковки остова колесных тракторов типа МТЗ.
4. Разработка мероприятий по технике безопасности.
5. Экономическое обоснование проектируемых мероприятий.

Перечень графического материала (с указанием обязательных чертежей).

1. Функциональная схема модернизации тракторов.
2. Основные виды работ по модернизации тракторов и их трудоемкость.
3. План участка по модернизации тракторов.
4. Сборочный чертеж конструкции, сборочные единицы и деталировка (2 листа).
5. Техничко-экономические показатели конструкции.

Консультанты по ВКР с указанием соответствующих разделов проекта

Раздел	Консультант
Охрана труда и техника безопасности	
Экономическое обоснование разрабатываемой конструкции	

Дата выдачи задания 11.12.2018

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов дипломного проектирования	Срок выполнения	Примечание
1	Состояние вопроса (обзор литературы)	26.12.2018	
2.	Проектирование участка по модернизации тракторов	22.01.2018	
3	Разработка стенда для расстыковки остова колесных тракторов типа МТЗ	29.01.2018	

Студент-дипломник _____ (Акмалов М.Г.)

Руководитель ВКР к.т.н. доцент _____ (Синицкий С.А.)

АННОТАЦИЯ

На выпускную квалификационную работу Акмалова М.Г., выполнившего выпускную квалификационную работу на тему: “Проектирование участка по модернизации тракторов с разработкой стенда для расстыковки остова колесных тракторов типа МТЗ”.

Выпускная квалификационная работа содержит пояснительную записку на 58 листах машинописного текста, включающая 8 таблиц, 7 рисунков. Библиографический список содержит 18 наименований. Графическая часть ВКР выполнена на 6 листах формата А1.

Первая часть ВКР характеризует состояние вопроса (литературный и патентный обзор).

Во второй рассматривается проектирование участка по модернизации тракторов.

В третьей части приведена конструкторская разработка стенда для расстыковки остова колесных тракторов типа МТЗ.

Пояснительная записка завершается выводами и списком литературы.

ABSTRACT

For final qualifying work Akmalova M. G., who completed the final qualifying work on the topic: "Design of the site for the modernization of tractors with the development of a stand for undocking the core of wheeled tractors of the MTZ type." Final qualifying work contains an explanatory note on 58 sheets of typewritten text, including 8 tables, 7 figures. The bibliographic list contains 18 titles. The graphic part of the WRC is made on 6 sheets of A1 format. The first part of the WRC describes the condition of the subject (literature and patent review). The second considers the design of the site for the modernization of tractors. In the third part the design development of a stand for undocking of a core of wheeled tractors of MTZ type is resulted. The explanatory note concludes with conclusions and a list of references.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	8
1.1 Обзор конструкций стендов.....	8
1.2 Обзор патентов	11
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ТРАКТОРОВ	14
2.1. Особенности модернизации тракторов.....	18
2.1.1. Модернизация двигателей тракторов	18
2.1.2 Модернизация тракторов МТЗ-80/82	20
2.2. Определение трудоемкости работ.....	21
2.3 Определение численности рабочих.....	22
2.4. Подбор оборудования и расчет производственных площадей участка по модернизации тракторов.	22
3. РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ РАССТЫКОВКИ ОСТОВА КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ ТИПА МТЗ.....	24
3.1 Конструкция и принцип действия разрабатываемого приспособления.....	24
3.2 Расчет винтовой передачи.....	26
3.2.1 Расчет на износ	26
3.3. Расчет на устойчивость.	29
3.4. Определение КПД домкрата.	29
3.5. Определение усилия рабочего при подъеме груза.	30
3.6. Расчет гидропривода.....	31

3.6.1. Предварительный расчет гидропривода.	31
3.6.2. Проверочный расчет.	35
3.7 Правовые и организационные вопросы охраны труда.....	43
3.7.1. Организационные и законодательные основы охраны труда.	43
3.7.2. Охрана труда на разборочно-сборочном участке.	43
3.7.3. Мероприятия по улучшению условий труда на разборочно- сборочном участке.	45
3.8 Физическая культура на производстве	46
3.9 Расчет технико-экономических показателей стенда	46
3.9.1 Расчеты массы и балансовой стоимости проектируемой конструкции стенда.....	46
ВЫВОДЫ	55
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	56
Спецификации	58

ВВЕДЕНИЕ

Пополнение парка предприятий новой техникой предъявляет высокие требования к ее надежности, повышению степени готовности к выполнению работ в оптимальные сроки. Наряду с этим стоит задача значительного увеличения отдачи от уже созданного производственного потенциала. Эти проблемы еще больше обострятся по мере перехода к рыночным отношениям.

В сельском хозяйстве наблюдается интенсивный процесс сокращения парка трактора - списание техники превышает предложение в 2-4 раза. На нынешнем уровне производства сельскохозяйственной техники и оборудования в год он может быть заменен новый всего на 4%, даже если потребность в сельскохозяйственных предприятиях в новом оборудовании гораздо больше.

Положительная тенденция последних лет - создание крупных организаций, которые производят сельскохозяйственную технику, которая способствует модернизации и развития производства новых машин.

Развитию технологии мешает сложной финансово-экономической ситуации предприятий и организаций сельского хозяйства, отсутствие средств на приобретение машин и оборудования, на снижение лизингового фонда.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Обзор конструкций стендов

Одной из наиболее часто повторяющихся операций текущего ремонта тракторов МТЗ-80/82 является разъединение их остова при устранении неисправностей муфты сцепления, коробки передач, заднего моста. Необходимость точно центрировать при сборке посадочные пояски корпусных деталей и шлицевые валы вынуждает механизаторов из-за отсутствия специальных приспособлений применять различные (подручные средства: грузоподъемную таль, самодельные подставки. Работа по разъединению остова трактора довольно трудоемка и небезопасна.

Для сокращения объема ручных работ, повышения качества и безопасности разборки и сборки тракторов МТЗ-80/82 при текущем ремонте предназначен стенд ОР-Ш46-ГОСНИИШ. На нем выполняют следующие основные операции: расстыковку остова трактора и откатку передней полурамы с двигателем (или без двигателя) и передней осью или передним ведущим мостом; расстыковку и откатку передней полурамы вместе с коробкой передач; вывешивание и откатку передней оси или переднего ведущего моста.

Стенд состоит из рамы, трех регулируемых по высоте подставок и комплекта технологических клиньев. Две подставки — подвижные и одна — неподвижная. Рама представляет собой сварную конструкцию из швеллеров, которые служат опорой неподвижной подставки и направляющими для перемещения подвижных подставок. Она состоит из двух половин, соединяющихся между собой двумя болтовыми соединениями. Для облегчения ее перемещения служат катки и рукоятка. Каждая подставка выполнена в виде двух вертикальных направляющих 1 и 12 (рисунок 1), в которых перемещается П-образная рамка 5. Снаружи направляющих крепится подвижная опора 3. Для ее фиксации по высоте предназначены пальцы 10, которые вставляются в выемки 13 направляющих. Пальцы 10 поворачиваются рукоятками. Они имеют лыску, фре-

зерованную пошлине на половину диаметра пальца. При совпадении лысок обоих пальцев с выемками 13 опору 3 можно передвигать вверх или вниз по направляющим.

Опора 3 шарнирно соединена пальцем 7 с верхней траверсой 6 рамки 5 винтом 8, который выполняет функции домкрата и служит для перемещения рамки 5. Направление перемещения рамки изменяют храповиком 9 и рукояткой с собачкой. Для ограничения хода рамки по высоте служат фиксаторы 2 и 11, штоки которых в крайнем верхнем положении западают в отверстия 4, а для установки ее в определенном положении по высоте — зажимы. На траверсе 6 с двух сторон надеты свободно перемещающиеся по ней ползуны с подхватами и винтами с рукояткой крепления. Для предупреждения случайного соскакивания подставок с рамы при их перемещении служат упоры.

Остов трактора разъединяют следующим образом. Помещают трактор на ровный участок поверхности и подкладывают под его колеса клинья. Затем размещают под ним стенд. Неподвижную подставку устанавливают под картером коробки передач. Если остов разъединяют в месте сочленения корпуса муфты сцепления с двигателем, то используют одну подвижную подставку; если необходимо выкатить переднюю ось или передний ведущий мост — две. Подробно о применении стенда изложено в разделе 9. Затем поднимают последовательно подвижную опору 3 и рамку 5 до упора её в лонжероны ИЛИ картер трактора. После этого вращают рукоятку и создают легкий натяг в месте соприкосновения подхватов с трактором.

Выполнив на тракторе необходимые для разъединения его остова демонтажные работы, добиваются такого взаимного положения его составных частей, при котором посадочные пояски корпусных деталей и валы перемещаются относительно друг друга без заеданий. При необходимости проводят регулировку, вращая рукоятку храповика 9. Поскольку у трактора передняя опора двигателя закреплена шарнирно и при раската передняя полурама может накрениться вбок, спереди между двигателем и полурамой подкладывают специальные де-

ревянные клинья, которые входят в комплект стенда. Раскатывают остов трактора таким образом, чтобы задняя часть трактора оставалась на месте, а передняя на подвижных подставках перемещалась на расстояние, необходимое для выполнения ремонтных работ. При работе необходимо следить за тем, чтобы не нарушать без необходимости высоту упоров, так как в противном случае при соединении составных частей трактора нужно будет затрачивать дополнительное время на восстановление высот опорных поверхностей.

Стенд можно использовать также для устранения аварийной неисправности трактора в полевых условиях. В этом случае его доставляют к месту работы трактора с помощью передвижной ремонтной мастерской. Перед использованием стенда выравнивают площадку под трактор и под раму, а чтобы она не вдавливалась в грунт, подкладывают широкие, толстые доски.

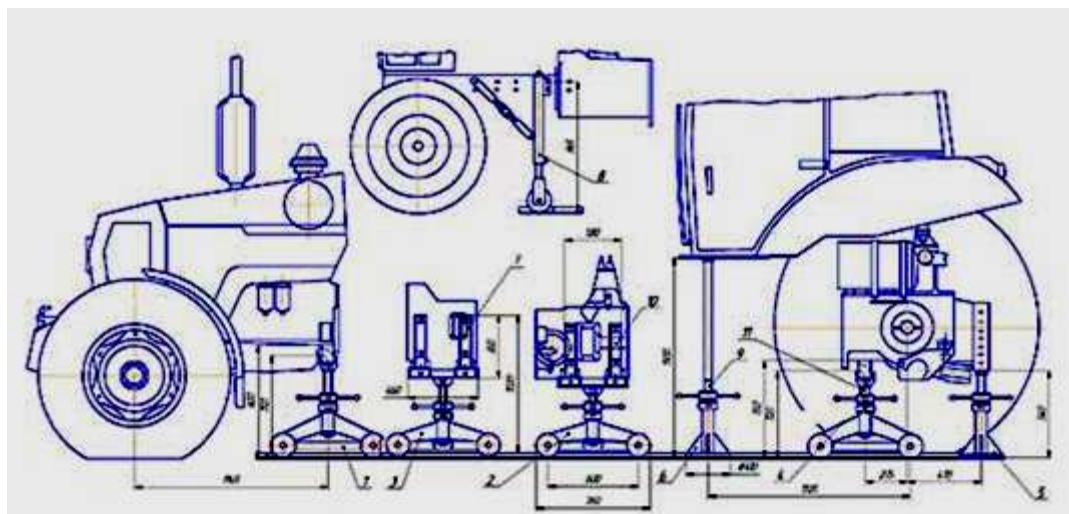


Рисунок 1.1 – Схема стенда ОР-Ш46-ГОСНИШ.

Также в настоящее время широкое распространение нашла конструкция представленная на рисунке 1.2, [17].



Рисунок 1.2 – Приспособление для расстыковки остова трактора МТЗ-82.

1.2 Обзор патентов

Описание к патенту № 897612, Устройство для расстыковки полурамы и заднего моста полурамных колесных тракторов, [18].

Устройства для расстыковки полурамы и заднего моста полурамных колесных тракторов, необходимые, в частности, для ремонта их трансмиссий, известны.

В ремонтных мастерских для этой цели служат специальные тележки, а в полевых условиях кран-балки и ручные тали или козловые краны.

Недостатком этих устройств является то, что при расстыковке нарушается центрация разъединенных полурамы и заднего моста, вследствие чего соединение их при сборке сопряжено с большими трудностями.

Другой недостаток их это громоздкость, что создает трудности при транспортировке в случаях, когда необходимо заменить какую-либо деталь трансмиссии в полевых условиях.

Предлагаемое устройство устраняет эти недостатки благодаря тому, что оно выполнено разборным и снабжено прикрепляемыми на кронштейнах к корпусу заднего моста продольными параллельными балками для перемещения в ручьях роликов соответственно двух домкратов, жестко связываемых с лонжеронами полурамы, скрепляемыми между собой поперечной балкой, и поперечным кронштейном с гнездами для продольных балок и опорами для корпуса заднего моста.

На рисунке 1.3 изображено предлагаемое устройство (вид сбоку), собранное на тракторе и виды по стрелкам Л, Б, В, и Г.

Основными частями устройства являются две продольные балки 1, выполненные, например, из труб, кронштейн 2, поперечный кронштейн 8 с двумя угольниками 4, два домкрата 5, снабженные роликами 6 с ручьями, соответствующими профилю балок 1, и скобой 7 в верхней части.

Расстыковка полурамы и заднего моста трактора производится следующим образом.

Домкраты 5 крепятся к лонжеронам полурамы, скрепляемым между собой поперечной балкой 8, которая служит для поддержки двигателя и связи лонжеронов полурамы при разборке креплений. Затем устанавливают продольные балки 1, присоединив их к кронштейну 2, прикрепленному к корпусу заднего моста, так, чтобы балки 1 вошли в ручьи роликов 6. После этого устанавливают на корпусе заднего моста поперечный кронштейн 8, зафиксировав в его съемных направляющих 9.

Вместе с разборным устройством трактор поддомкрачивают, фиксируют болтами корпус трактора в поперечном кронштейне 8, угольниках 4 и балке 8, отворачивают болты креплений по плоскости разъема частей трактора и откатывают задний мост от полурамы, поворачивая руками ведущие колеса трактора в 30 заднем направлении. При этом вследствие размещения балки 1 по роликам 6 (случайные ее смещения с роликов ограничиваются скобами 7) задняя часть трактора откатывается от передней без нарушения центрации деталей стыка.

Операцию соединения после ремонтных работ производят в обратной последовательности, после чего устройство разбирают.

Разборное устройство для расстыковки полурамы и заднего моста полупрамных колесных тракторов, содержащее домкраты, отличающееся тем, что, с целью повышения качества и производительности сборки и разборки, оно снабжено прикрепляемыми на кронштейнах к корпусу заднего моста продольными параллельными балками для перемещения в ручьях роликов соответственно двух домкратов, жестко связываемых с лонжеронами полурамы, скрепляемыми между собой поперечной балкой, и поперечным кронштейном с гнездами для продольных балок и опорами для корпуса заднего моста.

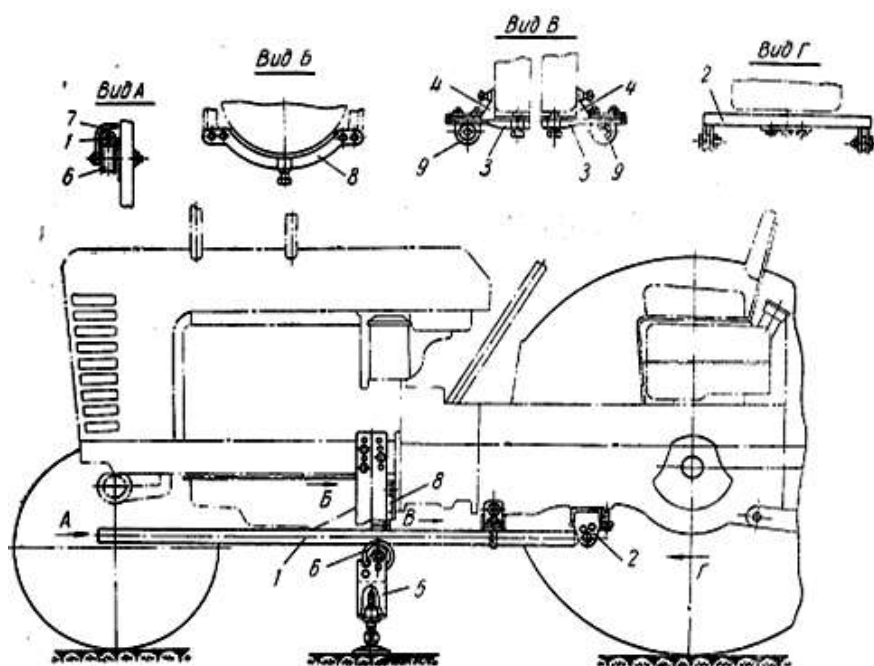


Рисунок 1.3- Схема к патенту № 897612.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ПО МОДЕРНИЗАЦИИ ТРАКТОРОВ

Модернизация - это эффективный способ повышения ресурса техники с помощью производства. Это позволяет поддерживать уровень механизации и временно отложить возобновление машин для стабилизации отечественного машиностроения и экономики.

Необходимость решения проблемы воспроизводства определило выбор модернизации технологий как области исследования, которые бы определить свою роль и значение в системе воспроизводства технических средств сельского хозяйства.

Рассматривая возможность объединения модернизации с технологией ремонта в целях повышения эффективности и модернизации качества ремонтных работ. Этот период интеграции из-за совпадения с необходимостью капитального ремонта и модернизации машин. Характеристика основных направлений модернизации, методика оценки его экономической эффективности. Оптимальный срок службы основных марок тракторов, проходящих модернизацию под производство ремонт.

Объекты сельскохозяйственной техники, главным образом тракторы и комбайны в эксплуатации у потребителя подвергаются частичному восстановлению на предприятиях технического сервиса.

Модернизация машин и оборудования осуществляется для повышения производительности, качества и технического уровня.

Есть два типа модернизации машин: в процессе серийного производства и обслуживания в области производства.

Модернизация имеющихся в продаже машин на заводе, как правило, делается путем внесения изменений в действующей технической документации и продукция, произведенная компоненты при сохранении значения основных характеристик и взаимозаменяемости с ранее выпущенных продуктов. Чаще всего это технология меняет производство деталей и компонентов, некоторые из их

параметров. Производитель получать информацию о модернизации серийно выпускаемых машин в их производстве технических услуг компании, дилеров и потребителей. Это требует четкой организации обратной связи машиностроитель - потребитель - машиностроитель. Конструктивные изменения в компонентах информации, сообщенной изготовителем продукции дилерам, ремонтных мастерских и потребителей техники.

Модернизация машин в производстве осуществляется по общим правилам разработки продукта: это маркетинг, исследования и разработки проектной документации, или части продукта осуществляется для того, чтобы замедлить старения машин, выпущенных машины с улучшенными основных показателей качества и эффективности путем частичного изменения структуры.

Модернизация машины на содержании и результатах похожи на работы по созданию продуктов. Это может быть для трактора, например, замена двигателя, более экономичным, замена механической коробкой передач для гидромеханическую, вала отбора мощности; и т.д. Для комбайн может быть заменен вариатор, молотилку, и т.д.

Модернизация машин в ремонтном производстве - комплекс работ по повышению качества и эффективности его технического исполнения путем замены отдельных компонентов на более производительные (надежного, экономически эффективного, имеющихся в продаже, и т.д.).

Изменения в строительные машины, а ремонт осуществляется в основном по совету и разработчик документации, производитель, испытания в установленном порядке с требованиями безопасности, здоровья и окружающей среды, качество работы и т.д. мастерской или владелец автомобиля, эксплуатации машины модернизация должна иметь инжиниринг и проектная документация для устройства замены (узел), необходимые средства и оборудование для выполнения работ на блоке замены (единица).

Дилер или другой исполнитель модернизации должен иметь необходимые сертификаты для обслуживания и бизнес-лицензию.

В общей схеме построения алгоритма, производства, эксплуатации и модернизации машины с пометкой источников и направлении информации путешествия по модернизации машины на всех этапах его развития, подготовки производства, производства, продвижения и эксплуатации потребителей.

ГОСТы и другие нормативные акты, например, ремонт машины, записи на модернизацию машин и их частей довольно осторожным. Например, ГОСТ 18524-85 "Сельскохозяйственные тракторы. Доставка тракторов ремонта и производства капитального ремонта. Технические характеристики" пункт 1.1.3. "Тракторы будут переданы на ремонт и ремонт изготовлены, должны быть оборудованы с частями, которые предоставляются" дизайн "исключает возможность изменения дизайна машины для ремонта без рекомендации разработчика. Другие ГОСТы " Дизель трактор и объединить. Сдача ремонт и производство капитального ремонта. Технические характеристики "(№ 18523-79) в ст. 1.3. Допуск полноты дизельных двигателей в диапазоне от структурных изменений в организации развития в дизайне этой модели.

Об этом говорится в дополнение к ТУ 10.473518-041-00860808-96 для комбайнов.

Модернизация сельскохозяйственной техники происходит спонтанно, остаются нерешенными ряд организационных, технологических, технических и юридических проблем.

Одним из важных задач, решение которых зависит от организации масштабной модернизации достаточной сельскохозяйственной техники, является оценка остаточной стоимости техники, купленных и проданных участниками рынка, и определение цены модернизированного оборудования. Необходимость оценки технологии происходит в продаже, передаче в аренду автомобиля или аренды, договаривающиеся, обмена и бартерные сделки с машинами, переоценку основных фондов предприятий с машиной в том числе основных средств, операции с машинами, принадлежащих государству, списание и утилизация транспортных средств, страхование и так далее. п.

Актуальной задачей является определение порядка и последовательности процесса работы в модернизации станков в серийном производстве и обслуживании в области производства, изучить возможность продления срока службы полных модернизированных машин.

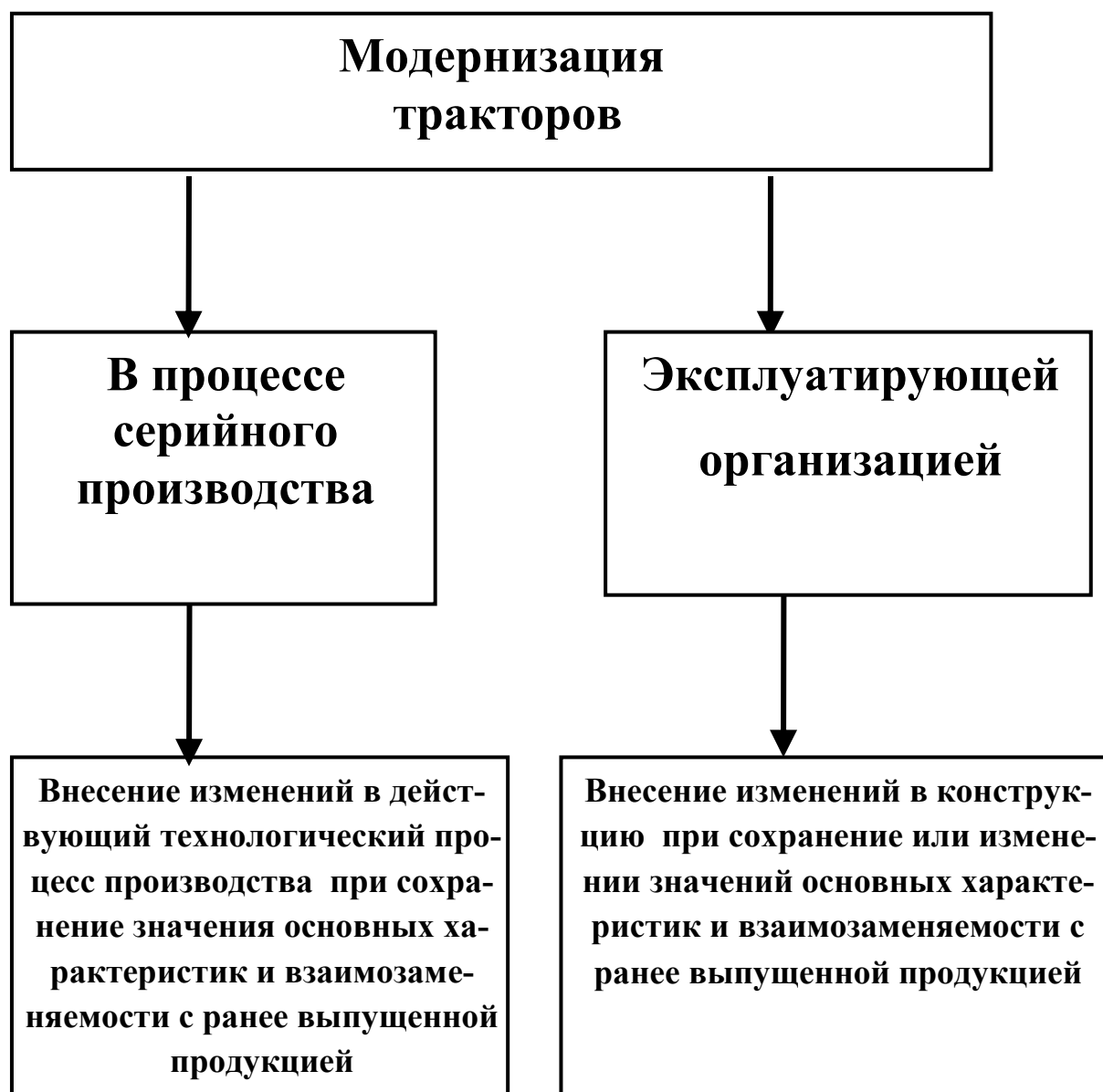


Рисунок 2.1- Функциональная схема модернизации тракторов.

2.1. Особенности модернизации тракторов

2.1.1. Модернизация двигателей тракторов

Характерно, что модернизация и создание новых тракторов также не всегда проводятся с учетом этих требований, вследствие чего в ряде случаев более поздние модели тракторов уступают по динамическим качествам предшествующим моделям.

В последнее время в литературе появились сведения о двигателях постоянной мощности. Это двигатели, обладающие повышенным запасом крутящего момента (30% и выше).

Столь высокое значение k может быть достигнуто двумя путями- дефорсированием двигателя по номинальному режиму, либо форсированием по максимальному режиму, например применением турбонаддува. Второй способ получения желаемой характеристики предпочтителен, так как при этом не снижается энергонасыщенность двигателя, а его форсирование получается "щадящим", потому что повышение предельного значения происходит при малых частотах вращения.

Основным режимом двигателя постоянной мощности является работа на корректорном участке, потому что корректирующее устройство регулятора подбирается так, чтобы на участке характеристики мощность двигателя сохранялась примерно постоянной (однако такая настройка двигателя повышает амплитуду колебаний скорости поступательного движения трактора от неравномерной нагрузки).

При соблюдении этих условий корректорный участок регуляторной характеристики обеспечивает пологую зависимость крюковой мощности от тягового усилия, что позволяет при небольшом количестве передач в трансмиссии перекрыть весь диапазон тяговых усилий.

Передача IV является транспортной. Разница в крюковой мощности на тяговой характеристике объясняется разной мощностью двигателя с постоянной мощностью и двигателя с общепринятой регулировкой. Сочетание двига-

теля постоянной мощности с автоматически переключаемой без остановки трактора коробкой передач позволяет получить близкую к потенциальной характеристику трактора, не прибегая к использованию бесступенчатых трансмиссий, которые, как правило, являются более сложными и обладают более низкими к. п. д.

Переключение передач должно осуществляться в точках пересечения кривых. Эксплуатационные и тягово-динамические показатели тракторов с двигателями постоянной мощности пока недостаточно изучены, однако перспектива получить характеристику трактора, близкую к потенциальной при ступенчатой трансмиссии, представляется заманчивой.

Техническую осуществимость этой перспективы на данном этапе развития тракторостроения следует признать вполне реальной, так как современные модели тракторов оснащают коробками передач с переключением без остановки трактора и двигателями, у которых практически не ограничивается продолжительность работы на корректорном участке характеристики. Эти две конструктивные особенности и составляют основу решения вопроса. Разработка и установка автомата переключения передач является простой задачей.

Исследование влияния характеристики корректирующего устройства регулятора на тягово-динамические свойства трактора при работе с установившейся нагрузкой проводилось на электронной модели для семи вариантов корректирующих устройств, охватывающих диапазон изменения угла наклона корректорной ветви.

Коэффициент соответствует варианту, когда корректорная ветвь характеристики продолжает без излома регуляторную ветвь, т. е. корректирующее устройство отсутствует. Такую регулировку двигателя называют иногда регулировкой по запасу мощности в отличие от принятой регулировки по запасу момента.

Во всех вариантах ограничение хода рейки, определяющее запас крутящего момента, постоянно ($y = 1,8$ мм). Исследования проводились для двигате-

лей с газотурбинным наддувом и со свободным впуском. Исследование разгона проводилось только для двигателя со свободным впуском. Кривая для двигателя с турбонаддувом расположена ниже кривой для двигателя со свободным впуском.

Увеличение крутизны характеристики означает, что одному и тому же приращению хода муфты регулятора (изменению угловой скорости коленчатого вала) соответствует большее приращение хода рейки топливного насоса, а следовательно, и цикловой подачи топлива. Таким образом, более крутая характеристика корректора означает более глубокую обратную связь и более устойчивую работу двигателя при всех прочих равных условиях, [5].

2.1.2 Модернизация тракторов МТЗ-80/82

В модернизации тракторов МТЗ-80/82 сохранены характеристики, которые Вы всегда цените:

- Надежные неприхотливые отечественные двигатели;
- Испытанная надежная трансмиссия;
- Универсальная задняя навеска;

Основательная модернизация позволила сохранить высочайшие показатели производительности и эффективности, а также добавить целый спектр новых функций.

Новые характеристики, которых Вам не хватало:

Меньше деталей гидравлической системы, меньше гидравлических соединений, новое всесезонное масло – выше надежность и возможность работы при сверхнизких температурах до -40°C .

Воздухоочиститель новой конструкции с циклоном – проще в обслуживание, надежнее работа двигателя.

В базовой комплектации тракторов проведена подготовка под установку систем ГЛОНАСС-мониторинга, обеспечивающих сбор и хранение параметров работы трактора сразу по более чем 15 параметрам.

Изменена внешняя облицовка трактора, которая подчеркивает изменения в тракторах, сохраняет яркость и насыщенность окраски на весь срок эксплуатации, а также не подвержена коррозии.

2.2. Определение трудоемкости работ.

Основные виды работ и их трудоемкость по модернизации тракторного парка хозяйства представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Основные виды работ и их трудоемкость.

Марка трактора	Количество тракторов	Вид работ	Трудоемкость, ч	Суммарная трудоемкость, ч
К - 701	2	Модернизация гидро-системы	300	600
Т-150К	1	Модернизация гидро-системы	260	260
ДТ-75М	5	Модернизация ходовой части	270	1350
МТЗ-80/82	8	Модернизация ДВС	180	1440
Т-40/40А	1	Модернизация ДВС	150	150
МТЗ-1221	2	Модернизация трансмиссии	300	600
Всего				4400

Суммарная трудоемкость выполняемых работ по модернизации тракторов определяется по формуле:

$$T = \sum K_i * T_{Ti}, \quad (2.1)$$

где K_i – коэффициент учитывающий потери рабочего времени, принимаем $K_i = 1,1$, [1].

$$T = 4400 * 1,1 = 4840 \text{ чел. час.}$$

2.3 Определение численности рабочих

Численность рабочих определяется по формуле:

$$N_P = \frac{\eta_{PЗ} * T_{ТО}}{(K_P - K_O) * T_{СМ} * \eta_P}, \quad (2.2)$$

где $\eta_{НЗ}$ – неравномерность загрузки пункта ТО, $\eta_{НЗ} = 1,3$, [9]

K_P – число рабочих дней в году, $K_P = 251$ [1] ;

$T_{СМ}$ – продолжительность смены, ч.; $T_{СМ} = 8$ ч. , [9];

K_O – общее число рабочих дней отпуска, $K_O = 24$ дня, [9];

η_P – коэффициент потерь рабочего времени, $\eta_P = 0,88$ [9].

$$N_P = 4840 / ((250 - 24) * 8 * 0,88) = 3,04$$

Принимаем $N_P = 3$ человек.

2.4. Подбор оборудования и расчет производственных площадей участка по модернизации тракторов.

Подбор оборудования для участка по модернизации тракторов осуществляется с учетом технологического процесса и объема выполняемых работ.

Ведомость оборудования представлена в таблице 2.2.

Площадь участка по модернизации тракторов определяется с учетом площади производственного оборудования и техники расположенной на участке.

$$F_{ТО} = (F_{об} + F_M) * \sigma, \quad (2.3)$$

где $F_{уч}$ – расчетная производственная площадь участка ТО, m^2 ;

$F_{об}$ – площадь, занимаемая оборудованием, m^2 ;

F_M – площадь, занимаемая машинами, $F_M = 25 m^2$, [5];

σ – коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы , [10].

$$F_{ТО} = (33,61 + 25) * 2,4 = 140,66 m^2.$$

Принимаем площадь участка по модернизации тракторов с учетом конструктивных параметров ремонтной мастерской 144 м², (12х12 м).

Таблица 2.2 - Ведомость оборудования.

№ поз. на плане	Наименование оборудования	Шифр или марка	Количество	Габаритные размеры, мм.	Занимаемая площадь		Мощность, кВт.
					Ед. оборуд. м ² .	Всего. м ² .	
1	Комплект оснастки рабочего места мастера-наладчика	ОРГ-4999А ГОСНИТИ	1		2	2	
2	Установка для мойки	ОМ-5362 ГОСНИТИ	1	900X600X560	0,6	0,6	0,5
3	Подставка под оборудование		1	1000X825X830	0,9	0,9	2,5
4	Установка для растыковки остова трактора		1	2770X1250X855	2,9	2,9	2,5
5	Станок точильно-шлифовальный	ЗБ634	1	1000X665X1230	0,7	0,7	4,5
6	Пресс гидравлический	ОКС-1671М ГОСНИТИ	1	1500X640X940	0,96	0,96	4,5
7	Подъемник		1		10	10	13,5
8	Осмотровая яма		1	800x7000x1400	6	6	
9	Верстак	ОРГ1468-01-060А ГОСНИТИ	2	1200X800X805	1	2	
10	Стол монтажный	ОРГ-1468-01-080А ГОСНИТИ	2	1200X800X600	1	2	
11	Подставка под оборудование	5152.000 ГОСНИТИ	1	1500X600X600	0,9	0,9	
12	Шкаф для инструмента	5126.000 ГОСНИТИ	2	1600X430X1900	0,7	1,4	
13	Шкаф	5126.000 ГОСНИТИ	1	1600X430X1900	0,7	0,7	
14	Ларь для обтирочного материала	5133.000 ГОСНИТИ	1	1000X500X850	0,5	0,5	
15	Секция стеллажа	5152.000 ГОСНИТИ	6	1500X600X600	0,9	1,8	
16	Ящик для песка	5139.000 ГОСНИТИ	1	500X500X1000	0,25	0,25	
Всего:						33,61	28

3. РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ РАССТЫКОВКИ ОСТОВА КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ ТИПА МТЗ.

3.1 Конструкция и принцип действия разрабатываемого приспособления

Приспособление для расстыковки остова тракторов типа МТЗ содержит раму 1, на которой имеются направляющие для перемещения тележки 2, подъемные механизмы 3 и 4. Подъемный механизм 3 на раме закреплен жестко, а механизм 4 установлен на тележке 2 на плите механизма перемещения 5, который предназначен для перемещения подъемного механизма 4 в горизонтальной плоскости. Оба подъемные механизма снабжены удерживающими элементами. Удерживающие элементы 6 и 7 выполнены в виде траверс с выдвижными упорами. На концах выдвижных упоров имеются прижимные винты, для фиксации разделяемых частей трактора.

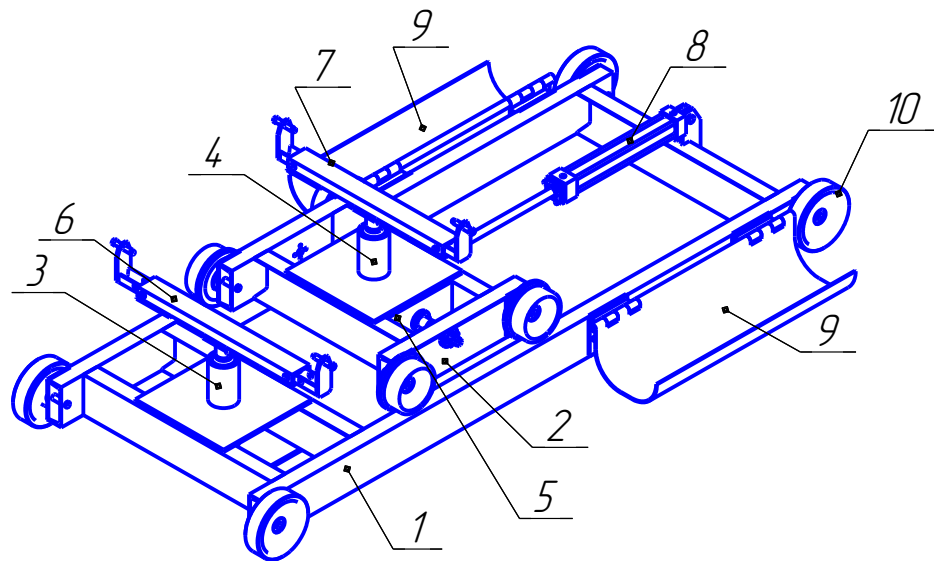


Рисунок 3.1- Стенд для расстыковки остова колесных тракторов типа МТЗ.

Перемещение тележки 2 по направляющим и передних колес трактора осуществляется с помощью гидроцилиндра 8 двойного действия. В передней части к раме шарнирно прикреплены направляющие – полукруглые ручки 9, которые служат направляющими для передних колес трактора. Для перемещения приспособления имеются четыре колеса 10.

Приспособление работает следующим образом.

Трактор на приспособление устанавливают так, чтобы передние колеса находились в начале ручьев 9 со стороны расположения тележки 2. Заезд на приспособление с обеих сторон. Передним ходом трактор наезжает на приспособление со стороны подъемного механизма 3, а задним ходом – с противоположной стороны приспособления.

При заезде трактором на приспособление задним ходом ручки 9 укладываются на раму 1, а когда пройдут задние колеса трактора, ручки 9 устанавливают в прежнее положение.

После установки трактора на приспособление к картеру коробки перемен закрепляют удерживающий элемент 6. Удерживающий элемент 7 крепят к лонжеронам рамы трактора там, где навешиваются боковые навесные орудия и сельхозмашины. Затем, отвинтив все болты на картере маховика, лонжеронах и отсоединив соответствующие коммуникации, нагнетают жидкость в штоковую полость гидроцилиндра 8. При этом начинается одновременное движение тележки 2 и передних колес трактора, то есть начинается расстыковка трактора. При нагнетании жидкости в поршневую полость гидроцилиндра 8 происходит стыковка трактора.

Устранение несносности соединяемых частей трактора во время стыковки производят с помощью подъемного механизма 4 в вертикальной плоскости, а в горизонтальной – с помощью механизма перемещения 5.

3.2 Расчет винтовой передачи

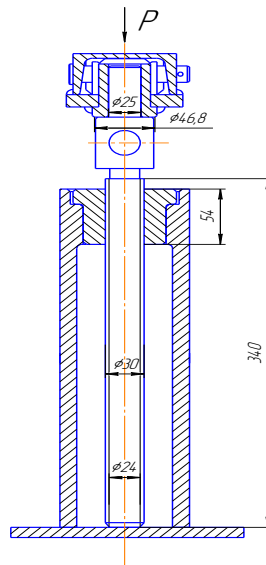


Рисунок 3.2. Схема к расчету винтовой передачи.

3.2.1 Расчет на износ

Расчет на износ является основным определяющим диаметр винта и высоту гайки [6]. Он производится путем проверки среднего удельного давления p в резьбе по формуле:

$$p = \frac{P}{\pi d_2 t_2 \frac{Hz}{s}} \leq [p] \quad (3.1)$$

где P – усилие, действующее вдоль винта, H ;

d_2 – средний диаметр резьбы, $мм$;

s – шаг резьбы, $мм$;

t_2 – рабочая высота профиля резьбы, $мм$;

H – высота гайки, $мм$;

z – число заходов резьбы.

Вводя обозначение $\psi = \frac{H}{d_2}$ – относительная длина гайки, получим

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{Ps}{\pi \psi t_2 z [p]}} \quad (3.2)$$

Для стандартной трапецеидальной резьбы $t_2 = 0,5 \frac{s}{z}$, следовательно

$$d_2 = \sqrt{\frac{2P}{\pi\psi[p]}} \quad (3.3)$$

Относительную длину гайки ψ выбираем конструктивно для цельных, постоянных гаек в пределах от 1,2 до 2,5. Среднее удельное давление $[p]$ по опыту работы винтовых передач принимаем равным $[p]=120 \text{ Н/мм}^2$ [7]. Материал винта - Сталь 45, гайки – бронза ОЦС 6-6-3.

$$d_2 = \sqrt{\frac{2 \cdot 2500}{3,14 \cdot 2 \cdot 12}} = \sqrt{\frac{50000}{75,36}} = 26 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 9484-73 наиболее близкой к требуемой ($d_2 = 26 \text{ мм}$; $s = 6,0 \text{ мм}$, $z = 1$) является резьба с наружным диаметром $d = 30 \text{ мм}$. Ее основные параметры: средний диаметр резьбы $d_2 = 27 \text{ мм}$, внутренний диаметр резьбы винта $d_1 = 23 \text{ мм}$, наружный диаметр резьбы в гайке $d' = 31 \text{ мм}$, высота витка $h = 3,5 \text{ мм}$ [2].

Угол подъема винтовой нитки:

$$\beta = \arctg \frac{s}{\pi d_2}, \quad (3.4)$$

где β – угол подъема винтовой линии, град.

$$\beta = \arctg \frac{6}{3,14 \cdot 27} = \arctg 0,0408 \approx 4^\circ 03'$$

Угол β значительно меньше угла трения ($\varsigma = 6...8^\circ$), следовательно, самостопорение винта, даже без учета трения в опоре, обеспечено.

4.3.2. Расчет на прочность.

Так как винт работает одновременно на сжатие и на кручение, то приведенное напряжение в материале винта:

$$\sigma_{np} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2}, \quad (3.5)$$

где σ – сжимающее напряжение, $H / мм^2$;

τ – напряжение сдвига, $H / мм^2$.

Сжимающее напряжение, обусловленное осевым усилием:

$$\sigma = \frac{P}{\frac{\pi}{4} d_1^2} \quad (3.6)$$

$$\sigma = \frac{4 \cdot 25000}{3,14 \cdot 23^2} = 60,2 \text{ } H / мм^2$$

Крутящий момент, передаваемый винтом:

$$M_k = P \frac{d_2}{2} \operatorname{tg}(\beta + \varsigma), \quad (3.7)$$

где M_k – крутящий момент, $H \cdot мм$;

ς – угол трения, *град.*

$$M_k = 25000 \cdot \frac{27}{2} \cdot \operatorname{tg}(4^\circ 03' + 7^\circ) = 2500 \cdot 1,35 \cdot 0,19529 = 65910 \text{ } H \cdot мм.$$

Напряжение сдвига, вызываемое действием крутящего момента:

$$\tau = \frac{M_k}{0,2 d_1^3} \quad (3.8)$$

$$\tau = \frac{65910}{0,2 \cdot 23^3} = 27,09 \text{ } H / мм^2.$$

Приведенное напряжение в материале винта:

$$\sigma_{np} = \sqrt{60,2^2 + 4 \cdot 27,09^2} = 81 \text{ } H / мм^2.$$

Предел текучести Стали 45 улучшенной $\sigma_T \geq 550 \text{ } H / мм^2$ [15]. При этом запас прочности:

$$n = \frac{\sigma_T}{\sigma_{np}} = \frac{550}{81} \approx 7$$

Это значительно больше требуемого ($n = 3 \dots 5$).

Проверяем высоту гайки:

$$H = \psi d_2$$

$$H = 2 \cdot 27 = 54 \text{ } мм.$$

На срез витков по формуле:

$$\tau = \frac{P}{\pi d' \frac{Hz}{s} h} \quad (3.9)$$

$$\tau = \frac{25000}{3,14 \cdot 31 \cdot \frac{54 \cdot 1}{6} \cdot 3,5} = 8,15 \text{ Н / мм}^2.$$

что также меньше допустимого значения для бронзы $[\tau]_{cp} \leq 25...35 \text{ Н / мм}^2$ [15].

3.3. Расчет на устойчивость.

На устойчивость винт проверяют по формуле Эйлера. Критическая величина сжимающей силы $P_{\text{э}}$ будет равна:

$$P_{\text{э}} = \frac{\pi^2 EJ_{\min}}{l^2}, \quad (3.10)$$

где $P_{\text{э}}$ – критическая сила, Н;

E - модуль продольной упругости, Н/мм²;

$J_{\min}$ - момент инерции поперечного сечения винта, мм⁴,

l – длина винта, мм.

$$J_{\min} = \frac{\pi d_1^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 23^4}{64} = 14000 \text{ мм}^4.$$

$$P_{\text{э}} = \frac{3,14^2 \cdot 0,21 \cdot 10^6 \cdot 14000}{(1 \cdot 345)^2} \approx 243540 \text{ Н}.$$

Запас устойчивости:

$$n_y = \frac{P_{\text{э}}}{P_{\text{сж}}} = \frac{243540}{25000} = 9,8$$

Запас устойчивости n_y значительно выше допустимого $[n_y] > 4$.

3.4. Определение КПД домкрата.

Работа за один оборот винта, необходимое для подъема груза и преодоления силы трения в резьбе [14]:

$$A_p = P\pi d_2 \operatorname{tg}(\beta + \varphi) \quad (3.11)$$

$$A_p = 25000 \cdot 3,14 \cdot 27 \operatorname{tg}(4^\circ 03' + 7^\circ) = 25000 \cdot 3,14 \cdot 27 \cdot 0,19529 = 413920 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Работа за один оборот винта, необходимая для преодоления трения на торцевой части винта при коэффициенте трения $f = 0,14$:

$$A_T = \frac{2}{3} \cdot \frac{Pf(d_3^3 + d_4^3)}{d_3^2 + d_4^2} \pi, \quad (3.12)$$

где d_3 – наружный диаметр опоры, мм;

d_4 - внутренний диаметр опоры, мм.

$$A_T = \frac{2 \cdot 25000 \cdot 0,14 \cdot (46,8^3 - 25^3) \cdot 3,14}{3 \cdot (46,8^2 - 25^2)} = 406660 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Полезная работа подъема груза:

$$A_{\Pi} = P \cdot s \quad (3.13)$$

$$A_{\Pi} = 25000 \cdot 6 = 150000 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

КПД домкрата:

$$\eta = \frac{A_{\Pi}}{A_p + A_T}$$

$$\eta = \frac{1500}{4139,2 + 4066,6} \cdot 100 = \frac{1500}{8205,8} \cdot 100 = 18,3\%$$

3.5. Определение усилия рабочего при подъеме груза.

При длине рукоятки 70 см работа за один оборот:

$$A_3 = P_p \cdot 2\pi L = P_p \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 700 = 4396 P_p \quad (3.14)$$

где P_p - усилия рабочего при подъеме груза.

Эта работа A_3 должна быть равна $A_p + A_T$, то есть $4396 P_p = 820580 \text{ Н} \cdot \text{мм}$, откуда

$$P_p = \frac{820580}{4396} = 187 \text{ Н}.$$

Для работы с этим домкратом достаточно одного человека, так как на одного рабочего принимают усилие $P_p = 150 \dots 300 \text{ Н}$ [7].

3.6. Расчет гидропривода.

3.6.1. Предварительный расчет гидропривода.

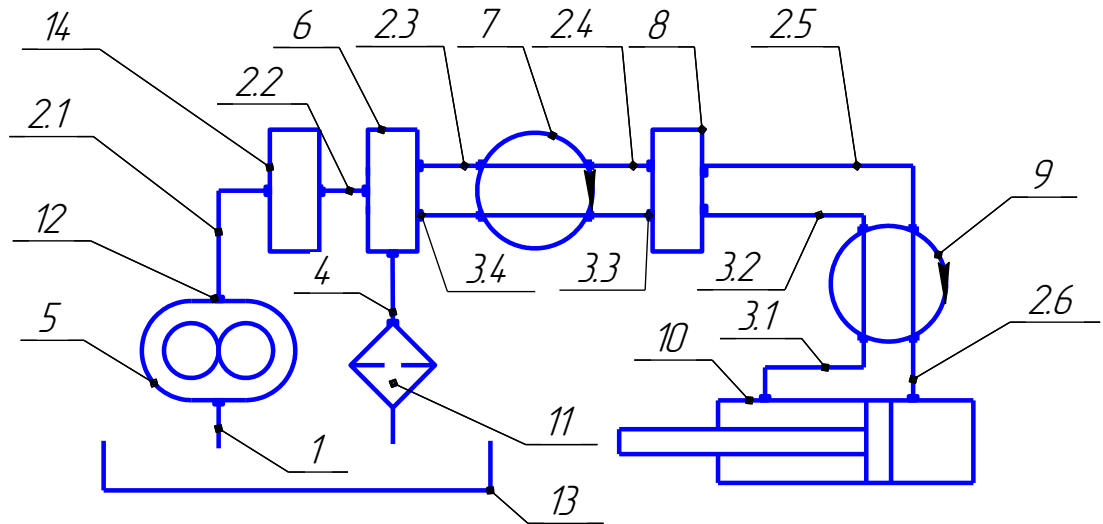


Рисунок. 3.3. Принципиальная схема гидропривода станка: 1 – всасывающий трубопровод; 2.1 – 2.6 участки нагнетательного трубопровода; 3.1 – 3.4 – участки сливного трубопровода; 4 – сливной трубопровод; 5 – насос; 6 – распределитель ; 7 – муфта распределительная; 8 – регулятор скорости; 9 – муфта соединительная; 10 – гидроцилиндр; 11 – фильтр; 12 – штуцер; 13 – бак; 14 – регулятор потока.

Выходная мощность гидропривода [12]:

$$N_{\Gamma} = F_{ш} v_{ш}, \quad (3.15)$$

где N_{Γ} – выходная мощность гидропривода, Вт;

$F_{ш}$ – усилие на штоке гидроцилиндра, Н;

$v_{ш}$ – скорость перемещения, м/с.

$$v_{ш} = l / t_{оп}, \quad (3.16)$$

где l – ход поршня, м;

t_{on} - время операции, с.

$$v_{III} = 0,5 / 40 = 0,0125 \text{ м/с.}$$

$$N_{\Gamma} = 15000 \cdot 0,0125 = 187,5 \text{ Вт.}$$

Расчетная мощность гидропривода:

$$N_{\Gamma.P} = k_{3,y} k_{3,c} N_{\Gamma}, \quad (3.17)$$

где $k_{3,y}$ - коэффициент запаса по усилию, $k_{3,y} = 1,15 \dots 1,25$;

$k_{3,c}$ - коэффициент запаса по скорости, $k_{3,c} = 1,20 \dots 1,40$.

$$N_{\Gamma.P} = 1,20 \cdot 1,3 \cdot 187,5 = 292,5 \text{ Вт.}$$

Выбираем номинальное давление $p_{ном} = 1,0 \text{ МПа}$ [12]. Максимальное рабочее давление принимаем $p_{max} = 1,15 p_{ном} = 1,15 \text{ МПа}$.

Определяем расход рабочей жидкости, потребляемой гидродвигателем:

$$Q = N_{\Gamma.P} / p_{ном} \quad (3.18)$$

$$Q = 292,5 / (1,0 \cdot 10^6) = 2,9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 / \text{с}$$

Выбираем насос НШ-10-Е-2 [10] с параметрами:

- рабочий объем $q_n = 10 \text{ см}^3 = 0,01 \text{ дм}^3 = 0,01 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$;
- номинальная подача $Q_{ном} = 0,29 \text{ дм}^3/\text{с} = 0,29 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$;
- номинальное давление нагнетания $p_{ном} = 14 \text{ МПа}$;
- номинальная частота вращения вала $n_{ном} = 32 \text{ с}^{-1}$;
- максимальная частота вращения вала $n_{max} = 50 \text{ с}^{-1}$;
- объемный КПД $\eta_{об.н} = 0,92$.

Примерная полезная площадь гидроцилиндра:

$$F = k_{3,y} F_{ш} / p_{ном} \quad (3.19)$$

$$F = 1,2 \cdot 15000 / (14 \cdot 10^6) = 0,002 \text{ м}^2.$$

откуда диаметр цилиндра:

$$D = \sqrt{4F / \pi} \quad (3.20)$$

$$D = \sqrt{4 \cdot 0,002 / 3,14} \approx 0,05 \text{ м.}$$

округляем диаметр по ГОСТ 6540-68 $D = 0,05 \text{ м}$ [13], диаметр штока:

$$d_{ш} = 0,28D = 0,28 \cdot 0,05 = 0,014 \text{ м}$$

Отношение $l/D = 0,5 / 0,05 = 10 < 15$ выполняется.

Внутренний диаметр нагнетательного трубопровода:

$$d_{BH} = \sqrt{4Q_{ном} / (\pi v_{ж})}, \quad (3.21)$$

где $v_{ж}$ – скорость потока жидкости в трубопроводе, м/с ($v_{ж} = 2,0$ м/с [8]).

$$d_{BH} = \sqrt{4 \cdot 0,29 \cdot 10^{-3} / (3,14 \cdot 2,0)} = 0,0135 \text{ м.}$$

принимаем $d_{BH} = 0,016$ м. Выбираем стальную бесшовную холодно-деформированную трубу из Стали 20 [10]. Толщина стенки трубы:

$$s_T = p_{\max} d_{BH} / (2[\sigma]_p), \quad (3.22)$$

где $[\sigma]_p$ – допускаемое напряжение на разрыв, МПа (для стали 20 $[\sigma]_p = 80$ МПа [14])

$$s_T = 17,5 \cdot 10^6 \cdot 0,016 / (2 \cdot 80 \cdot 10^6) = 0,00175 \text{ м.}$$

Принимаем $s_m = 1,8 \text{ мм} = 0,0018 \text{ м}$ [10].

Наружный диаметр нагнетательного трубопровода:

$$\begin{aligned} d_H &= d_{BH} + 2s_m \\ d_H &= 0,016 + 2 \cdot 0,0018 = 0,0196 \text{ м.} \end{aligned}$$

Внутренний диаметр сливного трубопровода:

$$d_{BH} = \sqrt{4Q_{ном} / (\pi v_{ж})}, \quad (3.23)$$

где $v_{ж} = 2$ м/с [8].

$$d_{BH} = \sqrt{4 \cdot 0,29 \cdot 10^{-3} / (3,14 \cdot 2)} = 0,0135 \text{ м.}$$

принимаем $d_{BH} = 0,016$ м. Выбираем стальную бесшовную холодно-деформированную трубу из Стали 20 [14]. Толщина стенки трубы:

$$s_T = p_c d_{BH} / (2[\sigma]_p), \quad (3.24)$$

где $p_c = 0,8 \text{ МПа}$.

$$s_T = 0,8 \cdot 10^6 \cdot 0,016 / (2 \cdot 80 \cdot 10^6) = 0,00008 \text{ м.}$$

учитывая внешние нагрузки на трубопровод, принимаем $s_m = 0,0005 \text{ м}$ [8].

Наружный диаметр сливного трубопровода:

$$d_H = d_{BH} + 2s_m$$

$$d_n = 0,016 + 2 \cdot 0,0005 = 0,017 \text{ м.}$$

Внутренний диаметр всасывающего трубопровода:

$$d_{BH} = \sqrt{4Q_{ном}/(\pi v_{ж})}, \quad (3.25)$$

где $v_{ж} = 0,8 \text{ м/с}$ [8].

$$d_{BH} = \sqrt{4 \cdot 0,29 \cdot 10^{-3} / (3,14 \cdot 0,8)} = 0,021 \text{ м,}$$

выбираем рукав резиновый с $d_{вн} = 0,022 \text{ м}$ [10].

По номинальному давлению и расходу выбираем трехзолотиковый, трехпозиционный моноблочный распределитель типа ГР [11]:

- номинальное давление на входе $p_{ном} = 14 \text{ МПа}$;
- номинальный расход рабочей жидкости $Q_{ном} = 1,5 \text{ дм}^3/\text{с}$;
- максимальный расход рабочей жидкости $Q_{max} = 2,0 \text{ дм}^3/\text{с}$.

Площадь фильтрующей сетки при вязкости масла, соответствующей средней температуре окружающей среды 20°C :

$$S_\phi = 60Q_\phi \mu / (k \Delta p_\phi), \quad (3.26)$$

где Q_ϕ – величина потока рабочей жидкости, проходящего через фильтр, $\text{дм}^3/\text{с}$;

μ – коэффициент динамической вязкости фильтруемой жидкости, $\text{Н} \cdot \text{с}/\text{м}^2$;

k – коэффициент пропорциональности, $\text{дм}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2$, принимаем металлическую сетку № 0045; $k = 2,27 \text{ дм}^3/\text{с} \cdot \text{м}^2$ [10];

Δp_ϕ – перепад давления на фильтре, МПа, принимаем $\Delta p_\phi = 0,1 \text{ МПа}$.

$$\mu = \nu \rho, \quad (3.27)$$

где ν – коэффициент кинематической вязкости, $\text{м}^2/\text{с}$;

ρ – плотность, $\text{кг}/\text{м}^3$.

В качестве рабочей жидкости принимаем масло МГ-20 для которого $\nu_{МГ-20} = 90 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$; $\rho_{МГ-20} = 885 \text{ кг}/\text{м}^3$ [10];

$$\mu = 90 \cdot 10^{-6} \cdot 885 = 0,08 \text{ Н} \cdot \text{с}/\text{м}^2.$$

$$S_{\phi} = 60 \cdot 0,29 \cdot 0,08 / (2,27 \cdot 0,1) = 6,1 \text{ см}^2.$$

принимаем $S_{\phi} = 10 \text{ см}^2$.

Вместимость масляного бака:

$$V = 120 \cdot Q_{ном}$$

$$V = 160 \cdot 0,29 \cdot 10^{-3} = 46,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3,$$

принимаем вместимость бака 63 дм³ по ГОСТу 12448-80 [11].

3.6.2. Проверочный расчет.

Путевые потери давления на прямолинейных участках нагнетательного трубопровода 2.1-2.6 (рис. 3.2) вычисляем при оптимальной температуре гидросистемы 50°C.

Число Рейнольда:

$$Re = v_{жс} d_{вн} / \nu, \quad (3.28)$$

где $v_{жс} = 4Q_{ном} / (\pi d_{вн}^2) = 4 \cdot 0,29 \cdot 10^{-3} / (3,14 \cdot 0,016^2) = 2 \text{ м/с}$; $\nu_{МГ-20} = 20 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}$ [8].

$$Re = 2 \cdot 0,016 / (20 \cdot 10^{-6}) = 1600$$

Полученное $Re = 1600 < Re_{кр} = 2300$ [10], следовательно, режим ламинарный, и коэффициент гидравлического сопротивления определяется как:

$$\lambda = 75 / Re$$

$$\lambda = 75 / Re = 75 / 1600 = 0,047$$

Длина нагнетательного трубопровода принимается в соответствии с конструкцией машины: $L_n = L_{2.1} + L_{2.2} + L_{2.3} + L_{2.4} + L_{2.5} + L_{2.6} = 0,5 + 0,1 + 0,2 + 0,2 + 0,3 + 0,2 = 1,5 \text{ м}$, тогда потери давления составят:

$$\Delta p_{п.н} = \lambda L_n v_{жс}^2 \rho / (2 d_{вн}) \quad (3.29)$$

$$\Delta p_{п.н} = 0,047 \cdot 1,5 \cdot 2^2 \cdot 885 / (2 \cdot 0,016) = 7799 \text{ Па} = 0,008 \text{ МПа}$$

Местные потери давления в нагнетательном трубопроводе на участках 2.1...2.6 (рис. 3.2):

$$\Delta p_{м.н} = v_{жс}^2 \rho \sum \zeta_n / 2, \quad (3.30)$$

где ξ_n – коэффициент местного сопротивления нагнетательной магистрали.

Суммарную величину коэффициентов местных сопротивлений определяем [10] исходя из конструкции и размеров машины. Для штуцеров (10 шт.) $\xi=0,1$; выхода из трубопровода в гидроцилиндр (1 шт.) $\xi=2$; плавных изгибов трубопровода с $\alpha=90^\circ$ и $R=80$ мм (6 шт.) $\xi=0,23$.

$$\sum \xi_n = 0,1 + 0,23 + 0,1 + 0,23 + 0,1 + 0,1 + 0,23 + 0,1 + 0,1 + 0,23 + 0,1 + 0,1 + 0,23 + 0,1 + 0,23 + 0,1 + 0,23 + 0,1 + 0,23 = 4,78$$

$$\Delta p_{м.н} = 2^2 \cdot 885 \cdot 4,78 / 2 = 8460,6 \text{ Па} \approx 0,0085 \text{ МПа}$$

Потери давления в гидроагрегатах нагнетательного трубопровода на участке 2.1...2.6 (рис. 4.2):

$$\Delta p_{э.а} = v_{ж}^2 \rho (\xi_{р.н} + \xi_{р.з.} + \xi_{р.с} + \xi_{р.м} + \xi_{с.м.}) / 2 \quad (3.31)$$

Принимаем: для регулятора потока $\xi_{р.п.} = 4$; распределителя золотникового $\xi_{р.з.} = 4$; регулятора скорости $\xi_{р.с.} = 5$; распределительной муфты $\xi_{р.м.} = 4$; соединительной муфты $\xi_{с.м.} = 2,5$ [10].

$$\Delta p_{э.а} = 2^2 \cdot 885 \cdot (5 + 4 + 5 + 4 + 2,5) / 2 = 36285 \text{ Па} = 0,036 \text{ МПа}$$

Аналогично определяются потери давления на остальных участках гидропривода. Результаты определения потерь давления приведены в таблицах 3.1, 3.2, 3.3.

Таблица 3.1.

Определение потерь давления по длине гидрролинии.

Наименование участка гидрролинии	$d_{вн}, \text{ м}$	$L, \text{ м}$	$v_{ж}, \text{ м/с}$	$Q_{ном}, \text{ м}^3/\text{с}$	Re	Режим	Расчетная формула для λ	λ	$\Delta p_{лн}, \text{ МПа}$
Нагнетательный трубопровод 2.1...2.6	0,016	1,5	2	$0,29 \cdot 10^{-3}$	1600	ламинарный	$\lambda = 75/Re$	0,047	0,008
Сливной трубопровод 3.1...3.4	0,016	0,8	2	$0,29 \cdot 10^{-3}$	1600	ламинарный	$\lambda = 75/Re$	0,047	0,004
Сливной трубопровод 4	0,02	0,2	2	$0,29 \cdot 10^{-3}$	2000	ламинарный	$\lambda = 75/Re$	0,038	0,0007
Всасывающий рукав 1	0,022	0,2	0,8	$0,29 \cdot 10^{-3}$	880	ламинарный	$\lambda = 80/Re$	0,091	0,0002

Таблица 3.2.

Определение потерь давления в гидроагрегатах.

Наименование участка гидро- линии	Тип местного сопротивления	Кол- во	ξ	$Q_{\text{ном}}, \text{ м}^3/\text{с}$	$v_{\text{ж}}, \text{ м/с}$	$\Delta p_{\text{э.а}}, \text{ МПа}$
Нагнетатель- ный трубопро- вод 2.1...2.6	Регулятор потока	1	5	$0,29 \cdot 10^{-3}$	2	0,036
	Распред. золотниковый	1	4			
	Муфта распределительная	1	4			
	Регулятор скорости	1	5			
	Муфта соединительная	1	2,5			
Сливной тру- бопровод 3.1...3.4	Муфта соединительная	1	2,5	$0,29 \cdot 10^{-3}$	2	0,027
	Регулятор скорости	1	5			
	Муфта распределительная	1	4			
	Распред. золотниковый	1	4			
Сливной тру- бопровод 4	Фильтр	1	3	$0,29 \cdot 10^{-3}$	2	0,005

Таблица 3.3.

Определение потерь давления в местных сопротивлениях.

Наименование участка гидро- линии	Тип местного сопро- тивления	Кол- во	ξ	$Q_{\text{ном}}, \text{ м}^3/\text{с}$	$v_{\text{ж}}, \text{ м/с}$	$d_{\text{вн}}, \text{ м}$	$\Delta p_{\text{м}}, \text{ МПа}$
Нагнетательный трубопровод 2.1...2.6	Штуцер	12	0,10	$0,29 \cdot 10^{-3}$	2	0,016	0,0085
	Плавный поворот на 90° с R = 80 мм	7	0,23				
	Выход из трубопрово- да в гидроцилиндр	1	2,00				
Сливной трубо- провод 3.1...3.4	Штуцер	10	0,10	$0,29 \cdot 10^{-3}$	2	0,016	0,0052
	Плавный поворот на 90° с R = 80 мм	6	0,23				
	Вход в трубопровод из гидроцилиндра	1	0,54				
Сливной трубо- провод 4	Штуцер	2	0,1	$0,29 \cdot 10^{-3}$	2	0,02	0,0047
	Плавный поворот на 90° с R = 80 мм	2	0,23				
	Выход из трубопрово- да в фильтр	1	2				
Всасывающий рукав 1	Штуцер	1	0,1	$0,29 \cdot 10^{-3}$	0,8	0,022	0,0002
	Вход в трубопровод из бака	1	0,6				

Суммарные потери давления в гидросистеме:

$$\Delta p = \sum \Delta p_n + \sum \Delta p_m + \sum \Delta p_{z.a} \quad (3.32)$$

$$\Delta p = 0,0129 + 0,0186 + 0,068 = 0,1 \text{ МПа}$$

Что составляет 1% $p_{ном}$ и находится в допустимых пределах.

Объемный КПД:

$$\eta_o = \eta_{o.n} \eta_{o.p.n} \eta_{o.z.p} \eta_{o.p.c} \eta_{o.z.ц} \eta_{o.p.m.} \eta_{o.c.m.}, \quad (3.33)$$

где $\eta_{o.n}$ - объемный КПД насоса, $\eta_{o.n} = 0,94$;

$\eta_{o.p.n}$ - объемный КПД регулятора потока, $\eta_{o.p.n} = 1$;

$\eta_{o.z.p}$ - объемный КПД распределителя, $\eta_{o.z.p} = 0,98$;

$\eta_{o.p.c}$ - объемный КПД регулятора скорости, $\eta_{o.p.c} = 1$;

$\eta_{o.z.ц}$ - объемный КПД гидроцилиндра, $\eta_{o.z.ц} = 0,99$;

$\eta_{o.p.m.}$ - объемный КПД распределительной муфты, $\eta_{o.p.m.} = 0,96$;

$\eta_{o.c.m.}$ - объемный КПД соединительной муфты, $\eta_{o.c.m.} = 0,98$.

$$\eta_o = 0,94 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 1 \cdot 0,99 \cdot 0,96 \cdot 0,98 = 0,86$$

Гидравлический КПД:

$$\eta_z = (p_{ном} - \Delta p) / p_{ном} \quad (3.34)$$

$$\eta_z = (14 - 0,1) / 14 = 0,99$$

Механический КПД:

$$\eta_m = \eta_{m.n} \eta_{m.p.n} \eta_{m.z.p} \eta_{m.p.c} \eta_{m.z.ц}, \quad (3.35)$$

где $\eta_{m.n}$ - механический КПД насоса, $\eta_{m.n} = 0,94$;

$\eta_{m.p.n}$ - механический КПД регулятора потока, $\eta_{m.p.n} = 1$;

$\eta_{m.z.p}$ - механический КПД распределителя, $\eta_{m.z.p} = 0,96$;

$\eta_{m.p.c}$ - механический КПД регулятора скорости, $\eta_{m.p.c} = 1$;

$\eta_{m.z.ц}$ - механический КПД гидроцилиндра, $\eta_{m.z.ц} = 1$;

$\eta_{m.p.m.}$ - механический КПД распределительной муфты, $\eta_{m.p.m.} = 0,95$;

$\eta_{m.c.m.}$ - механический КПД соединительной муфты, $\eta_{m.c.m.} = 0,96$.

$$\eta_m = 0,94 \cdot 1 \cdot 0,96 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 0,96 = 0,82$$

Общий КПД привода:

$$\eta_{общ} = \eta_o \eta_z \eta_m \quad (3.36)$$

$$\eta_{общ} = \eta_o \eta_z \eta_m = 0,86 \cdot 0,99 \cdot 0,82 = 0,7$$

Диаметр гидроцилиндра с учетом потерь давления в напорной линии:

$$D = 1,13 \sqrt{F_{из} / [z(p_{н.м} - \Delta p) \eta_u \eta_n^2]}, \quad (3.37)$$

где Δp – потери давления на участке 2.1...2.6, $\Delta p = 0,0525$ МПа.

$$D = 1,13 \sqrt{15000 / [1 \cdot (14 - 0,0825) \cdot 10^6 \cdot 1 \cdot 0,98]} = 0,038 \text{ м.}$$

Принимаем $D = 0,05 \text{ м}$ по ГОСТ 6540-68 [10], что соответствует значению полученному ранее.

Толщина стенок гидроцилиндра:

$$s_u = \frac{D}{2} \left(\sqrt{\frac{[\sigma]_p + p_{\max}(1 - 2\mu)}{[\sigma]_p - p_{\max}(1 + \mu)}} - 1 \right), \quad (3.38)$$

где $[\sigma]_p$ – допускаемое напряжение на разрыв, для углеродистой стали $[\sigma]_p = 120$ МПа [10];

μ – коэффициент Пуассона, для стали $\mu = 0,3$ [10].

$$s_u = \frac{0,05}{2} \left(\sqrt{\frac{120 + 17,5(1 - 2 \cdot 0,3)}{120 - 17,5(1 + 0,3)}} - 1 \right) = 0,0036 \text{ м}$$

Принимаем $s_u = 0,004 \text{ м}$ [10].

Толщина плоского дна цилиндра:

$$\delta = 0,405 D \sqrt{p_{\max} / \sigma}, \quad (3.39)$$

где σ – напряжение в стенке цилиндра, МПа.

$$\sigma = p_{\max} (D_n^2 + D^2) / (D_n^2 - D^2), \quad (3.40)$$

где D_n – наружный диаметр цилиндра, м.

$$D_n = D + 2s_u \quad (3.41)$$

$$D_n = 0,05 + 2 \cdot 0,004 = 0,058 \text{ м.}$$

$$\sigma = 17,5(0,058^2 + 0,05^2) / (0,058^2 - 0,05^2) = 118,8 \text{ МПа.}$$

$$\delta = 0,405 \cdot 0,05 \sqrt{17,5 / 118,8} = 0,0078 \text{ м.}$$

Принимаем $\delta = 0,008 \text{ м}$.

Так как длина цилиндра с выдвинутым штоком меньше $10D_n$, то расчет штока на продольный изгиб не проводим.

С целью уточнения рабочего давления определим:

- силу трения в уплотнениях штока:

$$R_{mp.u} = f\pi d_u b p_k, \quad (3.42)$$

где b – высота уплотнения по оси цилиндра, м, $b = 0,01$ м [10];

f – коэффициент трения, $f = 0,13$ [10];

$p_k \approx p_{ном}$ – давление на контролируемые поверхности, Па.

$$R_{mp.u} = 0,13 \cdot 3,14 \cdot 0,014 \cdot 0,01 \cdot 14 \cdot 10^6 = 800,1 \text{ Н}.$$

- силу трения в уплотнениях поршня:

$$R_{mp.n} = f\pi D b p_k \quad (3.43)$$

$$R_{mp.n} = 0,13 \cdot 3,14 \cdot 0,05 \cdot 0,01 \cdot 14 \cdot 10^6 = 2857,4 \text{ Н}.$$

- силу трения в уплотнениях гидроцилиндра:

$$R_{mp} = R_{mp.u} + R_{mp.n} \quad (3.44)$$

$$R_{mp} = 800,1 + 2857,4 = 3657,5 \text{ Н}.$$

- силу противодействия

$$R_{np} = p_c F_c, \quad (3.45)$$

где p_c – давление в сливной полости, Па, $p_c \approx 8 \cdot 10^5$ Па [10];

F_c – площадь поршня со стороны слива, м².

$$F_c = \pi(D^2 - d_u^2)/4 \quad (3.46)$$

$$F_c = 3,14 \cdot (0,05^2 - 0,014^2)/4 = 0,0018, \text{ м}^2.$$

$$R_{np} = 8 \cdot 10^5 \cdot 0,0018 = 1440 \text{ Н}.$$

- силу инерции движущихся частей:

$$R_{ин} = m\Delta v^2 / (2l_{p(m)}), \quad (3.47)$$

где m – масса металлоконструкции, гидрооборудования и рабочей жидкости, приведенная к оси штока гидроцилиндра подъема, $m = 2000$ кг;

Δv – приращение скорости движения штока в период разгона и торможения, м/с;

$l_{p(m)}$ - величина перемещения поршня за время разгона или торможения, м.

$$\Delta v = v_k - v_o, \quad (3.48)$$

где v_k – скорость перемещения штока в конце переходного процесса, м/с;

v_o – скорость перемещения штока в период установившегося движения, м/с.

$$v_k = l/(t_{on} - t_{p(m)}), \quad (3.49)$$

где $t_{p(m)}$ – время разгона (торможения), с, $t_{p(m)} = 0,4$ с [5].

$$v_k = 0,5/(40 - 0,4) = 0,013 \text{ м/с.}$$

$$v_o = l/t_{on} \quad (3.50)$$

$$v_o = 0,5/40 = 0,0125 \text{ м/с.}$$

$$\Delta v = 0,013 - 0,0125 = 0,0005 \text{ м/с.}$$

$$l_{p(m)} = \Delta v t_{p(m)} \quad (3.51)$$

$$l_{p(m)} = 0,0005 \cdot 0,4 = 0,0002 \text{ м.}$$

$$R_{un} = 2000 \cdot 0,0005^2 \cdot / (2 \cdot 0,0002) = 1,25 \text{ Н.}$$

Тогда расчетное рабочее давление:

$$p = (F_{un} + R_{mp} + R_{np} + R_{un}) / (10^6 F) \quad (3.52)$$

$$p = (15000 + 3657,5 + 1440 + 1,25) / (10^6 \cdot 0,002) = 10 \text{ МПа.}$$

Что не превышает величину давления, принятого за номинальное.

Подача насосной станции:

$$Q_{н.с} = F v_{un} / \eta_o, \quad (3.53)$$

$$Q_{н.с} = 0,002 \cdot 0,0125 / 0,86 = 0,00003 \text{ м}^3/\text{с},$$

что не превышает величину $Q_{н.с}$ полученную ранее и удовлетворяет условию.

Полезная мощность насосной станции:

$$N_{н.с} = 10^3 Q_{н.с} p, \quad (3.54)$$

где p – давление необходимое для работы гидросистемы.

$$N_{н.с} = 10^3 \cdot 0,00003 \cdot 10 = 0,3 \text{ кВт.}$$

Приводная мощность:

$$N_{np} = N_{н.с}/\eta_{общ.н.с} = 0,3/0,7 = 0,4 \text{ кВт.}$$

Скорость перемещения штока:

$$v = N_{np} \eta_{общ.н.с} / (10^3 p F) \quad (3.55)$$

$$v = 0,4 \cdot 0,7 / (10^3 \cdot 10 \cdot 0,002) = 0,014 \text{ м/с.}$$

Потери мощности в гидроприводе, переходящее в тепло:

$$\Delta N = \Phi = N_{np}(1 - \eta_{общ}), \quad (3.56)$$

где Φ – тепловой поток (тепловая мощность), Вт.

$$\Delta N = 400 (1 - 0,7) = 120 \text{ Вт.}$$

Коэффициент, учитывающий непрерывность работы гидропривода:

$$k_g = t_{раб}/t_{см}, \quad (3.57)$$

где $t_{раб}$ – фактическое время работы гидропривода в смену;

$t_{см}$ – полное время смены.

$$k_g = 2 / 7 = 0,3$$

Температурный перепад в установившемся режиме подсчитываем исходя из максимально допустимой температуры для данной рабочей жидкости T_{max} и максимальной температуры окружающей среды $T_{0\ max}$.

$$\Delta T = T_{max} - T_{0\ max} \quad (3.58)$$

$$\Delta T = 323 - 298 = 25 \text{ К.}$$

Необходимая площадь поверхности теплообмена:

$$F_m = \Phi k_{н} / (\alpha \Delta T), \quad (3.59)$$

где α – коэффициент теплообмена, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$, ($\alpha = 15,1 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$ - для свободно обтекаемой поверхности [11]).

$$F_m = 120 \cdot 0,3 / (15,1 \cdot 20) = 0,2 \text{ м}^2.$$

3.7 Правовые и организационные вопросы охраны труда

3.7.1. Организационные и законодательные основы охраны труда.

Охрана труда - это система сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности, включающая в себя правовые, социально-экономические, организационно-технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические, реабилитационные и иные мероприятия (ст.209 ТК РФ в редакции Федерального закона № 90-ФЗ от 30.06.2006 г.).

Важность охраны труда и соблюдение правил техники безопасности не возможно переоценить.

Законодательные основы охраны труда

В основном законе нашего государства Конституции Российской Федерации, принцип охраны труда определён в статье 37: "...Каждый имеет право на труд в условиях, отвечающих требованиям безопасности и гигиены ...".

Основные принципы государственной политики в области охраны труда представлены в федеральном законе РФ "Об основах охраны труда в Российской Федерации", принятом 23 июня 1999 года.

Дополнительные условия охраны труда рассматриваются при составлении коллективного договора и контракта.

Правительством Российской Федерации 12 августа 1994 года принято постановление № 937 "О государственных нормативных требованиях по охране труда в Российской Федерации", которым утверждён перечень видов нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования по охране труда в Российской Федерации, [7].

3.7.2. Охрана труда на разборочно-сборочном участке.

Анализ состояния охраны труда на разборочно-сборочном участке.

Проектируемый разборочно-сборочный участок находится в ЦРМ. Все рабочие места находятся в одном помещении. Необходимые для ремонта материалы находятся в помещении цеха. Рабочие места на участке оборудованы приспособ-

лениями и оснащены необходимым инструментом. Все рабочие места обеспечиваются спецодеждой – х/б костюмами, брезентовыми рукавицами, защитными очками.

Естественное освещение осуществляется за счёт боковых окон. Источником искусственного освещения являются люминесцентные лампы с номинальным напряжением $U=220$ В. Для местного освещения используются лампы напряжением $U=36$ В. Применяемое естественное и искусственное освещение в разборочно-сборочном отделении достаточное для производственной деятельности. Цех отапливается в зимнее время, осуществляя поддержания оптимальной температуры рабочей зоны.

По категории электробезопасности помещение участка можно классифицировать как нормальное, в котором отсутствуют признаки свойственные помещению пожарному, пыльному, сырому. Все электроустановки имеют защитное, заземление, проводка соответствует категории безопасности. Все виды проведённых инструктажей заносятся в регистрационный журнал. В соответствии с приказом №90 министерства здравоохранения РФ на предприятии, в здравпункте проводят обязательные ежегодные медицинские осмотры рабочих предприятия.

По требованиям пожарной безопасности в производственном помещении предусмотренный свободный проезд и эвакуационный выход в соответствии с нормами технологического проектирования и строительными нормами. Участок обеспечен первичными средствами пожаротушения, противопожарный щит укомплектован полностью. Для предотвращения пожара на территории ЦРМ выделены специальные места для курения с урнами и знаком « место для курения ».

На основании проведённого анализа необходимо отметить ряд недостатков:

- система вентиляции нуждается в реконструкции;

- не все рабочие места укомплектованы наглядной агитацией по технике безопасности: отсутствуют плакаты, предупредительные знаки;
- необходимо предусмотреть отвод выхлопных газов непосредственно от работающей техники.

3.7.3. Мероприятия по улучшению условий труда на разборочно-сборочном участке.

Одной из важных задач охраны труда является необходимость улучшения условий труда, широко использовать достижения науки и техники, совершенствовать технологию и оборудование для обеспечения безопасности условий труда.

Для улучшения охраны труда и создания нормальных условий работы на участке необходимо разработать и провести ряд мероприятий:

- очистить стекла для улучшения освещения;
- установить уплотнение ворот для уменьшения теплопотерь;
- установить на рабочих местах плакаты по технике безопасности при работе со специальными инструментами;
- вывесить правила пожарной безопасности и план эвакуации при пожаре
- реконструировать вытяжную вентиляцию
- систематически проверять качество заземления электрооборудования
- предусмотреть отвод выхлопных газов непосредственно от работающей техники
- провести аттестацию рабочих мест
- для защиты здания от молнии на крыше установлены молниеуловители стержневого типа
- заменить огнетушители
- контролировать рабочую дисциплину;

Предлагаемые мероприятия будут способствовать уменьшению травматизма, повышению производительности и улучшению условий труда.

3.8 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения производительности труда.

С учётом преобладания умственного или физического труда и его тяжести специалисты механизаторы подразделяются на 2 группы: водители самоходных агрегатов и машин (шофёры, трактористы) и специалисты стационарных установок (мотористы, слесари, электрики и др.). Поэтому работа одних связана с управлением транспорта, с большой психофизической нагрузкой, а других – со сложной координацией движения и работой в непростых условиях (на высоте, в узких помещениях). Это требует выносливости, силы отдельных мышц, специальной координации движений. Занятия по физической культуре должны включать следующие виды спорта: гиревой спорт, армспорт, борьбу, гимнастику, спортивные игры и другие виды спорта.

3.9 Расчет технико-экономических показателей стенда

3.9.1 Расчеты массы и балансовой стоимости проектируемой конструкции стенда

Балансовая стоимость конструкций определяется по формуле, [4]:

$$C_{\text{б}} = (G_{\text{к}} \cdot (C_{\text{з}} \cdot E + C_{\text{м}}) + C_{\text{пд}}) \cdot K_{\text{нач}}, \quad (3.60)$$

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

$C_{\text{з}}$ – издержки производства приходящиеся на 1 кг. массы конструкции, руб, ($C_{\text{з}} = 0,02 \dots 0,15$), [4];

E – коэффициент изменения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска, руб;

$C_{\text{м}}$ – затраты на материалы приходящиеся на 1 кг массы машины, $C_{\text{м}}=50$ руб/кг, ;

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

$K_{НАЧ}$ – коэффициент учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости, $K_{НАЧ} = 1,15 \dots 1,4$, [4].

Масса конструкции определяется по формуле, [4]:

$$G = (G_K + G_{Г}) \cdot K, \quad (3.61)$$

где G_K – масса конструкции без покупных деталей и узлов.;

$G_{Г}$ – масса готовых деталей, узлов и агрегатов. Принимаем $G_{Г} \approx 100$ кг;

K - коэффициент учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов $K = 1,05 \dots 1,15$, [4] .

Таблица 3.4 - Расчёт массы сконструированных деталей

Наименование детали и материала	Объем детали, см ³	Удельный вес, кг/см ³	Масса детали, кг	Колич. деталей, шт	Общая масса
Опора	769	0,0078	6	1	6
Тележка	1154	0,0078	9	1	9
Траверса	833	0,0078	6,5	1	6,5
Рама	5385	0,0078	42	1	42
Ось	128	0,0078	1	4	4
Ручка	128	0,0078	1	2	2
Колесо	256	0,0078	2	4	8
Гайка	64	0,0078	0,5	1	0,5
Всего					78

$$G = (78+100) \cdot 1,12 = 199,4 \text{ кг.}$$

Принимаем массу проектируемой конструкции $G = 200$ кг.

$$C_B = (78 \cdot (0,11 \cdot 1,2 + 50) + 155382) \cdot 1,13 = 180000 \text{ руб.}$$

Для сравнения выбираем существующий стенд.

В таблице 3.5. представлены технико-экономические показатели проектируемой и существующей конструкций.

При расчетах показатели базового варианта обозначим индексом X_0 , а проектируемого X_1 .

Таблица 3.5 - Техничко-экономические показателей конструкций

Наименование	Варианты	
	Исходный	Проектируемой
Масса, кг	221	200
Балансовая, руб.	160000	180000
Потребляемая мощность, кВт	6,5	6
Количество обслуживающего персонала, чел	1	1
Разряд работы	III	III
Средняя тарифная ставка, руб/чел·ч.	100	100
Норма амортизации, %	11	10
Норма затрат на ремонт и ТО, %	10	10
Годовая загрузка, ч	1700	1700
Срок службы, лет	10	10
Производительность шт./ч	1,8	2

Расчет технико-экономических показателей по обоим вариантам проводим в такой последовательности.

Часовая производительность конструкции определяется по формуле, [4]:

$$W_{\text{ч}} = 60 \frac{t}{T_{\text{ч}}} \quad (3.62)$$

где t – коэффициент использования рабочего времени смены (0,6...0,9)

$T_{ц}$ – время одного рабочего цикла, мин

$$W_{ч1} = 60 \frac{0,8}{20} = 2 \text{ шт./час}$$

$$W_{ч0} = 60 \frac{0,8}{26} = 1,8 \text{ шт./час}$$

Металлоемкость конструкции определяется по формуле, [4]:

$$M_{e1} = \frac{G_1}{W_{ч1} \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} ; \quad (3.63)$$

$$M_{e0} = \frac{G_0}{W_{ч0} \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} ,$$

где M_{e1} , M_{e0} – металлоемкость проектируемой и существующих конструкции, кг/ шт.;

G_1 , G_0 – масса проектируемой и существующей конструкции, кг;

$W_{ч1}$, $W_{ч0}$ – производительность;

$T_{год}$ – годовая загрузка, час;

$T_{сл}$ – срок службы, лет.

$$M_{e1} = 200 / (2 \cdot 1700 \cdot 10) = 0,0049 \text{ кг/ шт.};$$

$$M_{e0} = 221 / (1,8 \cdot 1700 \cdot 10) = 0,0072 \text{ кг/ шт.}$$

Фондоемкость процесса определяется по формуле, [4, стр.16]:

$$F_{e1} = \frac{C_{б1}}{W_{ч1} \cdot T_{год}} ; \quad (3.64)$$

$$F_{e0} = \frac{C_{б0}}{W_{ч1} \cdot T_{год}} ,$$

где $C_{б1}$, $C_{б0}$ – балансовая стоимость проектируемой и существующих конструкции, руб.;

$$F_{e1} = 180000/(2 \cdot 1700) = 52,94 \text{ руб./ шт.};$$

$$F_{e0} = 160000/(1,8 \cdot 1700) = 52,29 \text{ руб./ шт.}$$

Энергоемкость определяется по формуле, [2]:

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{N_{e1}}{W_{\text{ч}1}} ; \quad (3.65)$$

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{N_{e0}}{W_{\text{ч}0}} ,$$

где $\mathcal{E}_{e1}, \mathcal{E}_{e0}$ – энергоемкость проектируемой и существующей конструкции, кВт·ч/ шт.;

N_{e1}, N_{e0} – мощность нагревателя, кВт;

$$\mathcal{E}_{e1} = 6/2 = 3 \text{ кВт·ч/ шт.};$$

$$\mathcal{E}_{e0} = 6,5/1,8 = 3,61 \text{ кВт·ч/ шт..}$$

Трудоемкость процесса, [4].

$$T_{ei} = \frac{n_{pi}}{W_{\text{ч}i}} ; \quad (3.66)$$

где n_p – количество обслуживающего персонала, чел.

$$T_{e1} = \frac{1}{2} = 0,5, \text{ чел·ч/ шт.}$$

$$T_{e0} = \frac{1}{1,8} = 0,56 \text{ чел·ч/ шт.}$$

Себестоимость работы выполняемой с помощью спроектированной конструкции и в исходном варианте находят из выражения, [4]:

$$S_1 = C_{зп1} + C_{э1} + C_{рто1} + A_1; \quad (3.67)$$

$$S_0 = C_{зп0} + C_{э0} + C_{рто0} + A_0$$

где $C_{зп1}, C_{зп0}$ — затраты на оплату труда обслуживающему персоналу, руб./ шт.

$C_{э1}, C_{э0}$ — затраты на электроэнергию, руб./ шт;

$C_{рто1}, C_{рто0}$ — затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб./ шт;

A_1, A_0 — амортизационные отчисления, руб./ шт.

Затраты на оплату труда определяются из выражения, [4]:

$$C_{зп1} = z_1 \cdot T_{e1}; \quad (3.68)$$

$$C_{зп0} = z_0 \cdot T_{e0};$$

где z_1, z_0 — часовая ставка рабочих, начисляемая по среднему разряду, руб./ч.

Согласно данным производства:

$$z_1 = z_0 = 100 \text{ руб./ч.}$$

$$C_{зп1} = 100 \cdot 0,5 = 50 \text{ руб./ шт};$$

$$C_{зп0} = 100 \cdot 0,56 = 55,56 \text{ руб./ шт.}$$

Затраты на топливо определяются по формуле, [4]:

$$C_{э1} = Э_1 \cdot Ц_{э}; \quad (3.69)$$

$$C_{э0} = Э_0 \cdot Ц_{э},$$

где $Ц_{э}$ —цена электроэнергии, $Ц_{э}=3,8$ руб./кВ, .

$$C_{э1} = 3 \cdot 3,8 = 11,4 \text{ руб./ шт};$$

$$C_{э0} = 3,61 \cdot 3,8 = 13,72 \text{ руб./ шт.}$$

Затраты на ремонт и ТО определяют из выражения, [4]:

$$C_{pmo1} = \frac{C_{\delta 1} \cdot H_{pmo1}}{100 \cdot W_{\text{ч1}} \cdot T_{\text{год}}}; \quad (3.70)$$

$$C_{pmo0} = \frac{C_{\delta 0} \cdot H_{pmo0}}{100 \cdot W_{\text{ч0}} \cdot T_{\text{год}}},$$

где H_{pmo1}, H_{pmo0} – норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

$$C_{pmo1} = 180000 \cdot 10 / (100 \cdot 2 \cdot 1700) = 5,29 \text{ руб./ шт};$$

$$C_{pmo0} = 160000 \cdot 12 / (100 \cdot 1,8 \cdot 1700) = 5,23 \text{ руб./ шт.}$$

Затраты на амортизацию определяют из выражения, [4]:

$$A_i = \frac{C_{\delta i} \cdot a_i}{100 \cdot W_{\text{чi}} \cdot T_{\text{годi}}}; \quad (3.71)$$

где a_1, a_0 – норма амортизации, % ,

$$A_1 = 180000 \cdot 10 / (100 \cdot 2 \cdot 1700) = 5,29 \text{ руб./ шт};$$

$$A_0 = 160000 \cdot 10 / (100 \cdot 1,8 \cdot 1700) = 5,23 \text{ руб./ шт.}$$

Отсюда,

$$S_{\text{эксн1}} = 50 + 11,4 + 5,29 + 5,29 = 71,98 \text{ руб./ шт};$$

$$S_{\text{эксн0}} = 55,56 + 13,72 + 5,23 + 5,23 = 79,74 \text{ руб./ шт.}$$

Приведенные затраты определяют из выражения, [4]:

$$C_{np} = S_1 + E_H \cdot F_e \quad (3.72)$$

где E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, $E_H = 0,15$, [4].

$$C_{\text{ПР1}} = 71,98 + (0,15 \cdot 52,94) = 79,92 \text{ руб./ шт.}$$

$$C_{\text{ПР0}} = 79,74 + (0,15 \cdot 52,29) = 87,58 \text{ руб./ шт.}$$

Годовая экономия в рублях определяется по формуле, [4]:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч1}} \cdot T_{\text{год}}, \quad (3.73)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (79,74 - 71,98) \cdot 2 \cdot 1700 = 26384 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяется по формуле, [4]:

$$E_{\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_H \cdot (C_{\text{Б1}} - C_{\text{Б0}}), \quad (3.74)$$

$$E_{\text{год}} = 26384 - 0,15 \cdot (180000 - 160000) = 23384 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяется по формуле, [4]:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{\text{Б1}}}{\mathcal{E}_{\text{год}}}, \quad (3.75)$$

$$T_{\text{ок}} = 180000 / 26384 = 6,8 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяется по формуле, [4]:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_{\text{Б1}}}, \quad (3.76)$$

$$E_{\text{эф}} = 26384 / 180000 = 0,15.$$

Таблица 3.6 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкций

Наименование показателей	Варианты		Проект в %% к ба- зовому
	Исход- ный	Проект	
Производительность шт /ч	1,8	2	111,1
Фондоемкость, руб./ шт	0,0072	0,0049	68,1
Энергоемкость, кВт/ шт	52,29	52,94	101,2
Металлоемкость, кг/ шт	3,61	3,00	83,1
Трудоемкость, чел·ч/ шт	0,56	0,50	89,3
Уровень эксплуатационных затрат, руб./ шт	79,74	71,98	90,3
Приведенные затраты, руб./ шт	87,58	79,92	91,3
Годовая экономия, руб.	—	26384	
Годовой экономический эффект, руб.		23384	—
Срок окупаемости капитальных вложений, лет.	—	6,8	
Коэффициент эффективности дополни- тельных капитальных вложений	—	0,15	

ВЫВОДЫ

В ходе выполнения работы был произведен литературный анализ существующих технологий по модернизации тракторов и были изучены новые направления в этой области.

Разработанный проект участка отвечает последним требованиям в технологии проектирования работ, что существенно позволит повысить производительность, уменьшить себестоимость, улучшить условия труда.

Спроектированный стенд для расстыковки остова колесных тракторов типа МТЗ имеет небольшие габаритные размеры, простое устройство, небольшую массу и высокие технико-экономические показатели по сравнению с существующими конструкциями, что делает ее использование более выгодным. Ожидаемая годовая экономия составит 26384 рублей. Срок окупаемости капитальных вложений равен 6,8 лет при условии, что средний срок службы составляет 10 лет.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аллилуев В.А. и др. Техническая эксплуатация МТП. М.: Агропромиздат, 1991.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т.1 – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.
3. Атлас конструкций гидромашин и гидропередат: Учебн. пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов / Б.М. Бим-Бад, М.Г. Кабаков, В.Н. Прокофьев и др. – М.: Машиностроение, 1990. – 136 с.: ил.
4. Булгариев Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ. Г.Г.Булгариев, Р.К.Абдрахманов, А.Р.Валиев Казань – 2009. – 64 с.
5. Варнаков В.В., Стрельцов В.В. и др. «Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения» М. Колос, 2000.
6. Гузенков П.Г. «Детали машин» Машиностроение. М. 1982.
7. Дементьев А. И., Юдаев Н. В.. «Основы безопасности выполнения подъемно-транспортных работ». ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» Саратов, 2005.
8. Дубинин В.Ф., Гальпер В.В. Гидропривод сельскохозяйственных погрузочно-разгрузочных и транспортных машин. - Саратов, 1985.
9. Иофинов С.А., Лышко Г.П. Эксплуатация машинно-тракторного парка.-2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1984, 352с.
- 10.Ерохин М.Н., Карп А.В. «Проектирование и расчет подъемно-транспортных машин сельскохозяйственного назначения». М. Колос, 1999.
- 11.Зотов Б.И., Курдюмов В.И. «Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности» М. Колос. 1997.

- 12.Красников В.В., В.Ф. Дубинин, В.Ф. Акимов и др. «Подъемно-транспортные машины» 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 272 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособия для высш. учеб. заведений).
- 13.Марутов В.А., Павловский С.А. «Гидроцилиндры – конструкции и расчет» - М.: Машиностроение, 1966. – 169 с.
- 14.Проектирование механических передач: Учебно-справочное пособие для вузов. / С. А. Чернавский, Г. А. Снесарев, Б. С. Козинцов и др. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 560 с.
- 15.Степин П.А. Сопротивление материалов / П.А.Степин – 8-е изд. – М.: Высш. шк., 1988. – 367 с.
- 16.Федоренко В. А. Справочник по машиностроительному черчению./ В. А.Федоренко, А. И.Шошин – 14-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд – ние. 1983. – 416 с.
- 17.<https://odp-ukraina.com>
- 18.<http://www.findpatent.ru>

СПЕЦИФИКАЦИИ