

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К. И. Сатпаева

Институт металлургии и промышленной инженерии

Кафедра: «Технологические машины и оборудование»

Сулейманов Яхьяр Мухаметұлы

Модернизация погрузчика с разработки конструкции стрелы

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

специальность 5В071300 – транспорт, транспортная техника и технологии

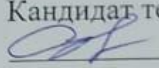
Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К. И. Сатпаева

Институт металлургии и промышленной инженерии
Кафедра: «Технологические машины и оборудование»



ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой
«Технологические машины и транспорт»
Кандидат технических наук
 Бортеебаев С.А.
«___» _____ 2022 г

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

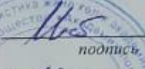
На тему: «Модернизация погрузчика с разработки конструкции стрелы»
по специальности 5В071300 – Транспорт, транспортная техника и технологии

Выполнил

Сулейманов Я. М.

Рецензент
ассоц. Профессор
(ученая степень, звание)



 Есенгалиев М.Н.
Ф.И.О.

«19» 05 2022 г.

Научный руководитель
ассоц. профессор
(ученая степень, звание)

Шалбаев К.К.
Ф.И.О.

«20» 05 2022 г.

Алматы 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
им. К. И. Сатпаева

Институт энергетики и машиностроения

Кафедра: «Технологические машины и транспорт»

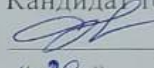
специальность 5В071300 – транспорт, транспортная техника и технологии

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

«Технологические машины и транспорт»

Кандидат технических наук

 Бортеебаев С.А.

«20» 05 2022 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающемуся *Сулейманову Яхьяру Мухаметұлы*

Тема: «Модернизация погрузчика с разработки конструкции стрелы»

Утверждена приказом Ректора Университета №489-П/Ө от 24 декабря 2021 г.

Срок сдачи законченной работы

Исходные данные к дипломной работе:

Краткое содержание дипломной работы:

а) общие сведения;

б) графический материал;

в) мероприятия по комплексной механизации погрузочных работ на складе

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

Рекомендуемая основная литература:

1. Векснер В.М., Муха Т.И. Проектирование и расчет перегрузочных машин. Погрузчики и вибропогрузчики. – Л., «Машиностроение» (Ленинградское отделение), 1971. – 319с.

2. Голутвин В.А. Вилочные погрузчики: Учебное пособие. Тула, 1974.-90с.

ГРАФИК
подготовки дипломной работы (проекта)

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки предоставления научному руководителю	Примечание
Введение		
Теоретическая часть		
Расчетная часть		

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу (проект)
с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта)

Наименование раздела	Консультанты, Ф.И.О. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Основная часть	Шалбаев К. К. ассоциированный профессор	20.05.2022	
Нормоконтролер	Камзанов Н.С. сениор-лектор	20.05.2022	

Научный руководитель




Шалбаев К. К.

Задание принял к исполнению обучающийся

Сулейманов Я. М.

Дата

«20» мая 2022 г.

АННОТАЦИЯ

В данной работе разработана на основе базовых вариантов, учитывая их достоинства и недостатки, был разработан электропогрузчик грузоподъемностью 1,25т, а также основная часть разработок проекта направлена на определение усилий и параметров грузоподъемного оборудования. В проекте предложено снижение металлоемкости металлоконструкции за счет использования рационального распределения металла в сечениях грузоподъемника.

Использование проектной конструкции, обладающей рядом преимуществ перед рассмотренными вариантами, позволяет снизить себестоимость работ по производству и обслуживанию электропогрузчика и получить значительный экономический эффект, величина которого обоснована в экономической части.

АНДАТПА

Осы жұмыста Базалық вариант негізінде барлық артықшылықтар мен кемшіліктерді есепке ала отырып, жүк көтергіштігі 1,25 т болатын элеткрлік тиегіш құрастырылған, сонымен қоса жұмыстың негізгі бөлігі жүк көтеретін жабдықтың күші мен өлшемдерін анықтауға бағытталған. Жобада жүк көтергіш қимасындағы металлды рационалды қолдануға орай металл құрылымдағы металл сыйымдылықты төмендету ұсынылған.

Қарастырылып отырған варианттар алдында бірнеше артықшылықтарға ие жобалық құрылымдарды қолдану арқылы элеткрлік тиегіш қызметі мен өндірістегі жұмыстың өзінді құны төмендеп, экономикалық тиімділік алынып, өлшемдері экономикалық бөлімдерде негізделген.

ABSTRACT

In this work, based on the basic options, taking into account their advantages and disadvantages, an electric loader with a payload capacity of 1.25 tons was developed, and the main part of the project development is aimed at determining the efforts and parameters of the lifting equipment. The draft proposed to reduce the metal consumption of metal structures due to the use of rational distribution of metal in the sections of the forklift.

The use of a design design that has a number of advantages over the options considered makes it possible to reduce the cost of production and maintenance of an electric loader and to obtain a significant economic effect, the value of which is justified in the economic part.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	10
1. Литературно-патентный анализ.....	12
1.1. Выбор рациональной схемы транспорта.....	12
1.2. Поиск патента	13
1.2.1. Характер обрабатываемого объекта.....	13
1.2.2. Регламент поиска при периодическом исследовании патента	14
1.2.3. Отчет о поиске патента.....	14
1.2.4. Концепция	14
1.2.5. Аннотация, полученная в процессе поиска информации	15
1.3. Технические характеристики электрического погрузчика	15
1.4. Характер исследуемой конструкции электрического погрузчика	15
2. Проектно-конструкторская часть	18
2.1. Расчет гидравлической системы	18
2.1.1. Общие сведения.....	18
2.1.2. Выбор места подъемного цилиндра	21
2.1.3. Выбор типа насоса	21
2.1.4. Определение скорости подъема каретки	22
2.1.5. Расчет емкости масляного бака	23
2.2. Расчет тягового усилия электрического погрузчика	24
2.2.1. Расчет тягового усилия.....	25
2.2.2. Расчет крутящего момента на ведущем колесном валу	25
2.2.3. Определение мощности двигателя	25
2.3. Расчет движения грузоподъемного механизма	26
2.3.1. Расчет силы, действующей на несущую раму.	28
2.3.2. Расчет внешнего каркаса	30
2.3.3. Расчет внутренней рамы.....	36
2.3.4. Расчет напряжения на изгиб полки.	40
2.4. Расчет металлоконструкций внешней рамы и АПМ в среде автоматизированного проектирования.	42
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	49
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	50

Приложение 1-2

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня современные склады, заводские цехи, строительные площадки, горнодобывающие компании и другие объекты оснащаются специальными погрузчиками. Их применение обеспечивает значительное повышение производительности, позволяет уменьшить трудовые и временные затраты и сэкономить денежные средства.

Раньше все трудоемкие работы осуществлялись только посредством рук и физических сил человека. Сегодня на различных объектах присутствует специальная техника, которая оптимизирует рабочие процессы, чем и сохраняется затраты на человеческий труд. Самой востребованной техникой являются погрузчики.

Погрузчик представляет собой подъемно-транспортную машину, выполняющую операции захвата, вертикального и горизонтального перемещения груза и укладки его в штабель или на транспортную машину.

При хорошей организации работ, правильном использовании приспособлениями почти все операции с различным грузом могут выполняться погрузчиком без участия рабочего; в тех случаях, когда участие рабочего необходимо, это не связано с большим физическим напряжением.

Использование погрузчиков дает возможность:

- 1) Механизировать подъемно-транспортные операции, освободить большое число грузчиков от тяжелого физического труда и перевести их на более квалифицированные работы;
- 2) Ускорить погрузку, выгрузку, перемещение и штабелирование различных видов грузов;
- 3) Значительно снизить стоимость погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ;
- 4) Сократить в несколько раз простои автомобильного транспорта и уменьшить простои железнодорожных вагонов под погрузкой и выгрузкой, особенно тяжеловесных грузов;
- 5) Увеличить эффективность использования объема хранилищ и складов за счет увеличения высоты штабелирования;
- 6) Создать условия для лучшей сохранности груза и уменьшить потери от порчи его при выполнении различных погрузочно-разгрузочных и подъемно-транспортных операций;
- 7) Улучшить условия хранения грузов путем применения наиболее рационального способа укладки их в штабель;
- 8) Повысить безопасность выполнения операции погрузки, выгрузки и штабелирования грузов большого веса.

При рациональной организации погрузочных работ не требуется дополнительной погрузочной силы, поэтому выполняется 100% - комплексная механизация транспортных и погрузочно-разгрузочных работ. Сейчас во всех отраслях промышленности применяется внедрение отдельных транспортных средств, технологические процессы, применяемые в высокоэффективных

системах производственного и массового применения, дублируются программы быстрого развития погрузочного транспорта.

Электрический погрузчик в передней части имеет грузоподъемный механизм, а значит состоит из наружной неподвижной рамы и шарнирно крепится к нижней части шасси погрузчика, а через внутреннюю подвижную раму гидроцилиндр поднимается и опускается, а на внутренней раме установлена грузоподъемная каретка с вилами.

Работы и управление выполняется с помощью гидравлической системы. Наиболее актуальной становится сборка электрического погрузчика грузоподъемностью 1,25 т.

Целью работы является модернизация электрического погрузчика грузоподъемность. 1,25 т.

Научную новизну работы определяет следующие результаты:

- 1) Выполнены расчеты, уточняющие рабочую мощность и эффективность данного электрического погрузчика.

- 2) Практическая ценность работы заключается в структуре электрического погрузчика, а эффективность работы доказаны расчетами.

Теоретические и методические основы дипломной работы базируются на литературных источниках и сайтах интернета.

1 Литературно-патентный анализ

1.1 Выбор рациональной схемы транспорта

Единообразное выполнение мероприятия является важным фактором, повышающим производительность погрузочных работ, а потому это зависит от квалификации водителя, маневренности транспорта.

В отличие от безрельсовых, пневмоколесных, гусеничных погрузочных кранов груз транспортируется на определенные расстояния и транспортируются на склады или производственные территории. Благодаря высокой мобильности возможность широкого применения быстросменных приспособлений, автоматичность привода, универсальность конструкции машин напольного безрельсового транспорта.

В зависимости от типа силовой установки транспортные средства подразделяются на автопогрузчики и электропогрузчики. Тип силовых установок во многом определяется техническим характером транспорта и областью применения из-за ограниченной электрической емкости аккумуляторных батарей, скорость подъема и перемещения не высока, поэтому предназначена для работ на дорогах с ровным асфальтом или бетонным покрытием.

Скорость подъема автопогрузчика по сравнению с электрическим погрузчиком в 2-2,5 раза выше, а скорость перемещения в 2-5 раз. Автопогрузчики предназначены для работы в тяжелых дорожных условиях и ограничены по проходимости. Область применения автопогрузчиков ограничена воздействием вредных веществ, выделяемых газом, а значит эти погрузчики нельзя использовать в закрытом непрветриваемом комплексе. Потому что выхлопные газы токсичны и опасны.

Для устранения этих недостатков проведены исследовательские и конструктивные работы по нейтрализации отработавших газов, таким образом, снижено содержание вредных примесей в отработавших газах и предусмотрено применение двигателей газового сгорания. Для работы автопогрузчика требуется высококвалифицированный водитель и сотрудник, так как нужно чинить двигатель чаще, чем электрический.

Электрические погрузчики предназначены для погрузочно-разгрузочных работ в железнодорожных вагонах, контейнерах, автофургонах, морских и речных судах, также применяются для перевозки грузов на склады, внутрицеховой перевозки, станковой и сборочной линии, складирования. Электропогрузчики могут работать в закрытом комплексе или на открытых территориях, на высоте 1200 м над уровнем моря, при температуре -40 до +40°C. Грузоподъемный механизм электрических погрузчиков общего назначения предназначен для размещения груза в вертикальной плоскости, располагаясь рядом с опорными контурами в передней части автомобиля. В зависимости от удобства удержания, транспортировки, сборки груза наклонное движение вперед на 3°, назад на 10°.

По каркасной конструкции лебедка подразделяется на простую (однорамную), телескопическую (двухрамную), двойную телескопическую (двухрамную), двойную телескопическую (трехмерную).

С помощью грузоподъемной конструкции на ней можно разместить грузозахватные агрегаты, а также расширять и сделать универсальными область применения электрических погрузчиков снижаются при снятии тяжестей груза. Для обеспечения поперечной устойчивости на задней части погрузчика размещен противовес.

Маневренность электрических погрузчиков определяется область применения и варьируется в зависимости от нескольких факторов. Среди них наиболее важными являются габариты автомобиля и минимальный радиус поворота.

На качество маневрирования влияют сборочные схемы узлов погрузчика и принципиальные схемы в сборке, особенно важную роль играет ходовая часть конструкции. По многим структурным решениям можно выделить следующие схемы:

- Трехопорные-ходовые части опираются на грунт в трех точках. Заднее колесо является ведущим, управляемым, поэтому во многих случаях ведущий выполняет функцию колеса, с отдельным приводом;
- Четырехопорная-ходовая часть опирается на грунт четырьмя точками. Переднее колесо является ведущим, а заднее – управляемым.
- Каждая из этих схем имеет свои достоинства и недостатки. С помощью трехопорных чертежей создается достаточное сцепление с дорожным покрытием, выполняется высокая маневренность, что многократно снижает поперечную устойчивость транспорта по сравнению с четырьмя опорами
- Трехопорные электрические погрузчики имеют высокую маневренность и малый удельные вес. Таким образом, мы можем использовать их в железнодорожных вагонах, контейнерах, на узкой территории складов, в цехах промышленных предприятий.

Импульсные схемы управления тяговыми двигателями улучшают ходовые качества электродвигателей, увеличивают длину и размеры откосов, улучшают электрическую емкость аккумуляторных батарей.

1 2 Поиск патента

1 2 1 Характер обрабатываемого объекта

Обрабатываемый объект – грузоподъемный механизм, используемый в электрических и автопогрузчиках. Грузоподъемный механизм предназначен для комплектации электрических и автопогрузчиков грузоподъемность 1,25 т, поэтому применяется на промышленных предприятиях, складах, базах, где необходимо выполнять погрузочно-разгрузочные работы в узких условиях.

Подъемный механизм состоит из внутренней и наружной рамы, цилиндра наклона грузоподъемника, каретки, вилки.

Через подъемный механизм груз поднимается на определенную высоту.

1 2 2 Регламент поиска при периодическом исследовании патента

Регламент поиска патента по Российской Федерации при исследовании механизма подъема груза с частотой.

Таблица 1.1 – Регламент поиска.

Предмет поиска	Ретроспектива	Источник информации		Страны и классификационный индекс дисциплины	
		Наименование	Место источника информации		
Электропогрузчик	1997-2016 г.	Новостной бюллетень	Библиотека	РФ	МПК B66F9/08- B66F9/22

1 2 3 Отчет о поиске патента

Изыскания проводились по следующим материалам:

Таблица 1.2 – Поисковые материалы.

Страна	Наименование источника	Классификационный индекс дисциплины	№ Авторского свидетельства
РФ	Новостной бюллетень	МПК B66F9/08	А.с. 2297300- 2297400
РФ	Новостной бюллетень	МПК B66F9/22	А.с. 2005000- 92006000

1 2 4 Концепция

А.С. №2297383 поставки относятся к погрузочно-разгрузочной технике, поэтому применяются на электро- и автопогрузчиках.

Изобретение включает в себя грузоподъемность и высоту подъема. К недостаткам можно отнести отсутствие достаточной надежности и сложность изготовления.

Подъемная установка №92005055 относится к подъемно-транспортному оборудованию, поэтому применяется на авто- и электрических погрузчиках, штабелерах и т.д., что уменьшает электрическую емкость подъемного механизма.

Конструкция механизма сложна, к тому же не может включать в себя некоторую надежность при освоении.

1 2 5 Аннотация, полученная в процессе поиска информации

А. С. №2297383 применение: рекомендации относятся к погрузочно-разгрузочной технике, поэтому применяются в авто- и электропогрузчиках. Грузоподъемный механизм состоит из подвижной и неподвижной секции (далее НС и ПС), каретки с грузом, гибочного тягового элемента (например цепи), гидроцилиндра подъема, ограничителя перемещения колена. ПС по возможности соединяется с НС, а каретка соединяется с ПС, соединяется с первым, вторым, третьим шкивами и располагается на поршнях гидроцилиндров, а ПС и НС соответственно, значит один конец цепи соединяется с грузовой кареткой и далее изгибается сверху вниз второй, снизу третий, сверху первые шкивы соединяются с цепной ПС. Ограничительная блокировка гибкого тягового элемента установлена в некоторых местах. Изобретение включает в себя высоту подъема каретки в комплексе.

А. С. №92005055 подъемная установка относится к подъемно-транспортному оборудованию, поэтому применяется на погрузчиках, штабелерах и т.д., что снижает энергоемкость подъемного механизма, подъемная установка имеет подвижные и неподвижные рамы, а также предусмотрены гидроцилиндры, грузозахватная часть, противовес. Противовес более подвижен, чем погрузчики, и поэтому соединен с подвижной рамой, с грузозахватными отсеками.

1 3 Технические характеристики электрического погрузчика

Грузоподъемность 1,25 т;
Высота подъема груза 2 м.
Скорость подъема вилки:
0,18 м/с с грузом,
0,24 м/с без груза.
Скорость опускание вилки:
0,4 м/с с грузом,
0,16 м/с без груза.
Средняя скорость в движении:
10 км/ч с грузом,
12 км/ч без груза.
Дорожный просвет 100 мм.
Наружный радиус поворота 1340 мм.
Ширина малых пролетных проходов в угле 1750 мм.

1 4 Характер исследуемой конструкции электрического погрузчика

Электрические погрузчики с высокой маневренностью (Рис. 1.1) имеют привод колеса. Узлы каждого ведущего колеса состоят из электрического двигателя 13, двухступенчатого цилиндрического редуктора 11 и массивных

бандажных шин 9. Корпус редуктора закреплен на винтах перемычках на корпусе погрузчика. Заднее управляемое колесо состоит из 3-х собственных колес, массивной шины, шарнирно соединенных с осью шарикоподшипников. Они могут поворачиваться в обе стороны под углом 90° , поэтому радиус поворота минимален из-за площади пересечения переднего колеса с горизонтальной осью на погрузчике.

Рулевое управление состоит из шарнирного вала 6, одноступенчатого цилиндрического редуктора 22, цепных передач. Погрузчики оснащены механическим ножным тормозом. Тормозные шкивы 12 установлены на передних валах подвижного редуктора 11, для торможения погрузчиков служат постоянные тормоза 5.

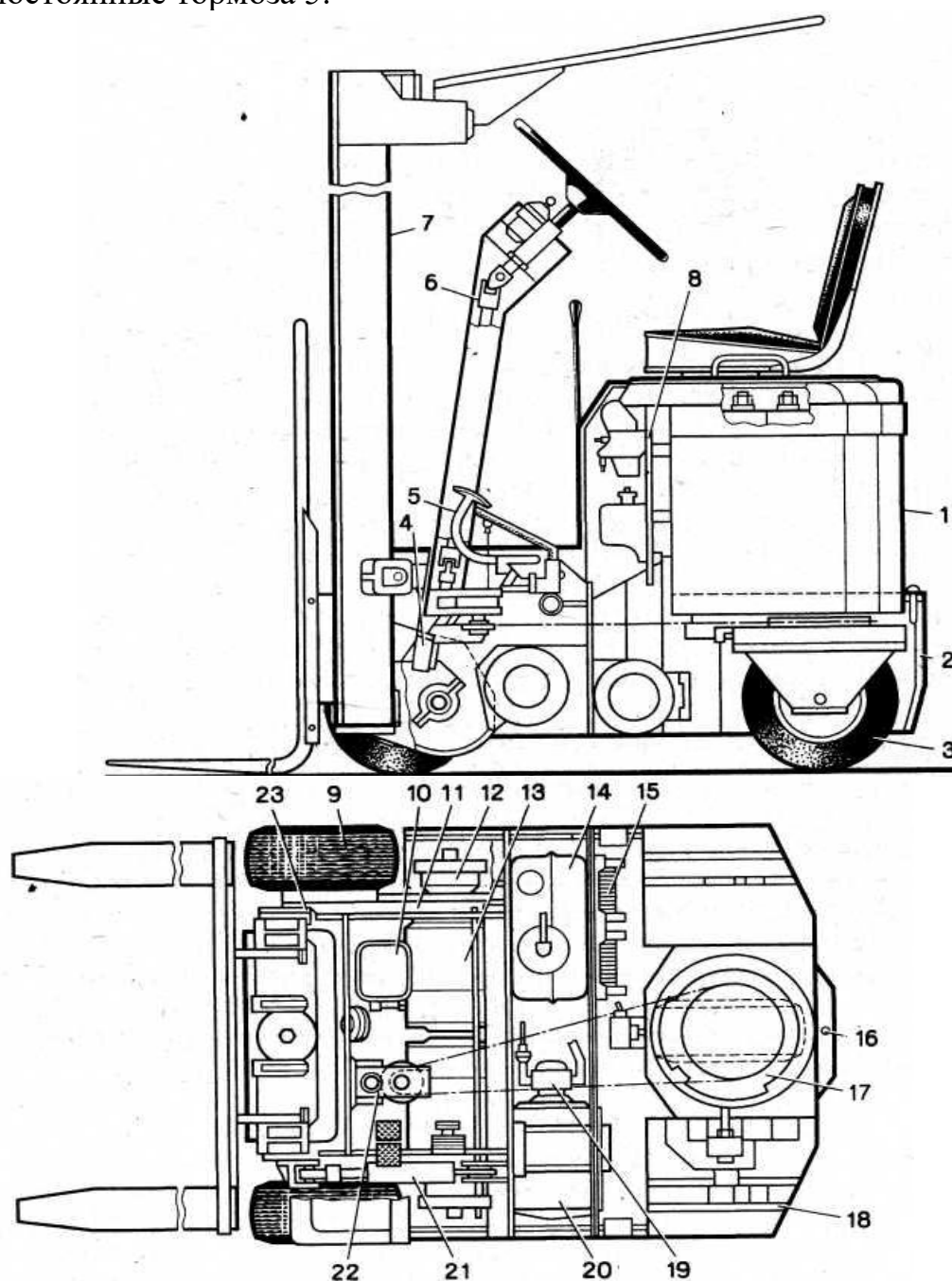


Рис. 1.1 – Общий вид электропогрузчика.

1 – аккумуляторная батарея; 2 – корпус; 3 – колесо управления; 4 – звуковой сигнал; 5 – тормозной привод; 6 – ширнирный вал; 7 – грузоподъемный механизм; 8 – соединительная панель; 9 – массивная шина; 10 – контроллер; 11 – редуктор; 12 – тормозной шкив; 13 – передвижной электродвигатель; 14 – масляной бак; 15 – сопротивление соединениям; 16 – кованое железо; 17 – крышка; 18 – противовес; 19 – насос; 20 – электродвигатель насоса; 21 – цилиндр наклона; 22 – одноступенчатый цилиндрический редуктор; 23 – масляный указатель.

На погрузчиках установлены двухрамные грузоподъемные конструкции высотой 2-3 м. Отличительная высота у последних 200-1300 мм, габаритные высоты не увеличены. Основные узлы подъемника 7 – телескопическая рама, каретка, цилиндр подъема и наклона. На грузоподъемной каретке установлены сменные грузозахватные устройства.

Гидропривод погрузчика состоит из электродвигателя 19 с шестеренчатым насосом 20, масляного бака 14, гидротрансформатора, арматуры. Гидротрансформаторы управляются подъемными, наклонными, подвесными грузодержателями. Электрическое оборудование крепится к панели 8, соединяется с аккумуляторной батареей со штепсельными разъединителями. Инструменты для сборки расположены на панели под рулевым колесом. Для управления скоростями перемещения используются контроллер 10 с ножным педальным приводом. Устойчивость погрузчика выполняет аккумуляторная батарея 1, расположенная в задней части корпуса, напротив противовеса 18.

Корпус погрузчика выполнен в виде соединительной рамы с двумя рамами, подошвой, поперечным сечением и предназначен для крепления деталей и узлов.

Сидения расположены на поверхности крышки аккумуляторного ящика, в горизонтальном направлении через конструкции сидений можно регулировать наклоны спинок сидений. Оператор и вышеприведенные механизмы предусматривают, чтобы груз не падал при штабелировании.

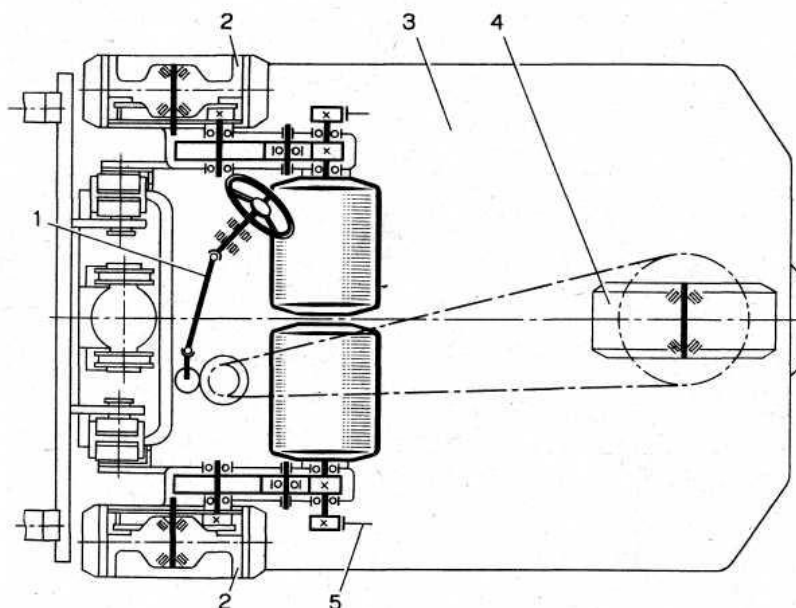


Рис. 1.2 – Кинематическая схема электрического погрузчика.

Электроинструмент устанавливается в заднюю часть автомобиля и неразрывно связан с силовыми батареями вилочных разъединителей.

Электрооборудование погрузчика соединено со связующим или импульсным вариантом. С помощью импульсного варианта можно бесступенчато регулировать скорость электродвигателя от нуля до максимальной скорости движения.

Кинематическая схема всех погрузчиков однородна (Рис. 1.2), следовательно, включает следующие группы механизмов: корпус 3, два ведущих колеса 2, управляемые колеса 4, рулевое управление 1, тормозная установка 5.

2 Проектно-конструкторская часть

2 1 Расчет гидравлической системы

2 1 1 Общие сведения

С помощью гидравлической системы вилка поднимается, подъемник наклоняется, а также на рабочие движения приходят навесные грузозахватные приспособления. Гидравлическая система должна удовлетворять следующим требованиям:

- Формирование рабочего давления, достаточного для выполнения всех рабочих мероприятий с заданной скоростью;
- Создание упорядоченной передачи с распределением потоков рабочей жидкости;
- Очищает рабочую жидкость от загрязнений, обеспечивая защиту рабочих частей от поломок и повреждений.

Показана общая принципиальная схема гидравлической системы в напольных транспортных средствах (Рис 2.1).

Гидравлическая схема включает масляной бак 1, насос 2, золотник 3, подъемный и наклонный цилиндр 4, трубопроводы. Для регулирования расхода и давления рабочей жидкости в гидросистему вводят предохранительный клапан 8 и дроссель 5.

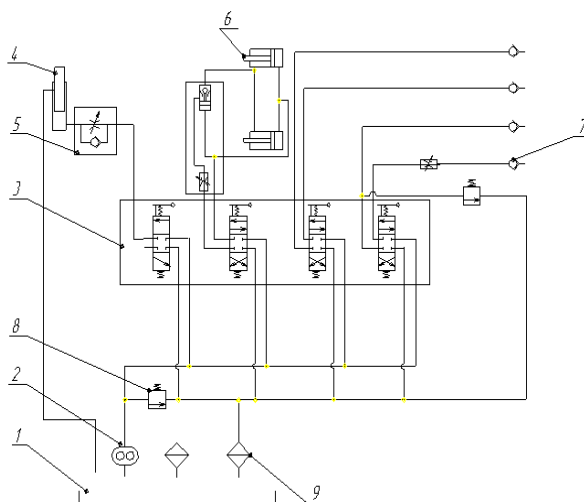


Рис 2.1 – Гидравлическая схема.

Гидросистема приводится в движение рычагами гидротрансформаторов, следовательно, здесь электромоторные подъемники электроосвещаются и блокируются. При включении гидросистем для подъема и откоса одновременно запускается электрический двигатель подъёмного механизма, приводя в движение, и через насос 2 в магистрали создается высокое давление рабочей жидкости. Гидротрансформаторы 3 регулируются редукционным покрытием, с покрытием и давлением 10+1 МПа. Колпаки с покрытием опломбированы. Клапан соединен с помощью крюка, установленного на передней стенке корпуса электропогрузчика.

Подъемник разгружается только вместе с перемещением груза или вилочной кареткой без включения подъёмного электродвигателя. Рабочая жидкость в цилиндре поступает через трубопроводы в полости гидротрансформатора низкого давления, после чего по шлангу через масляный фильтр сливается в бак 9. Уровень масла в баке проверяется сапуном, на щупах которого представлены два риска, а значит, нижний и верхний уровень жидкости в выгруженном вилке и грузоподъемнике. Поясничный щуп является эластичным, поэтому из бака можно извлечь сетчатый фильтр.

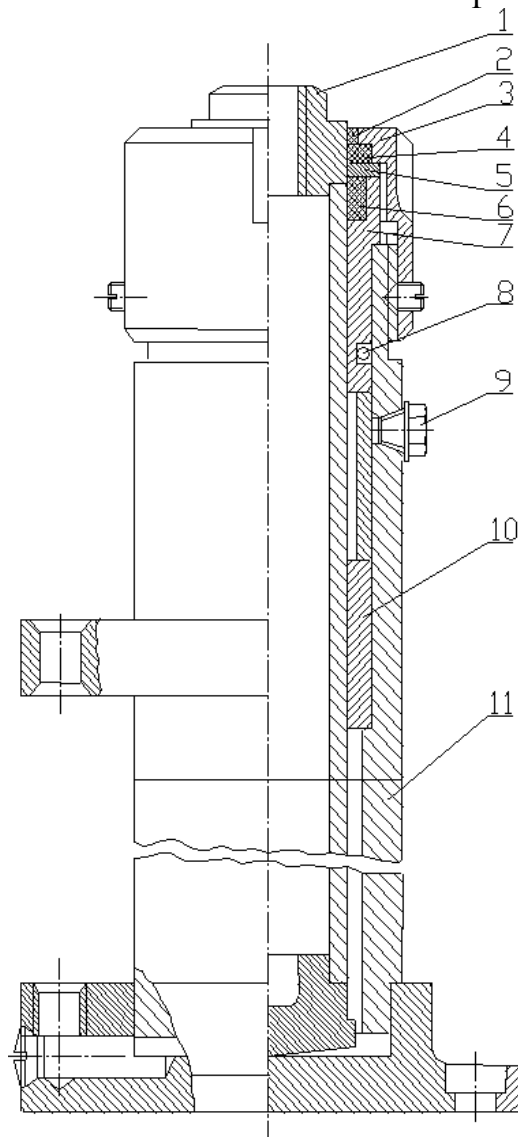


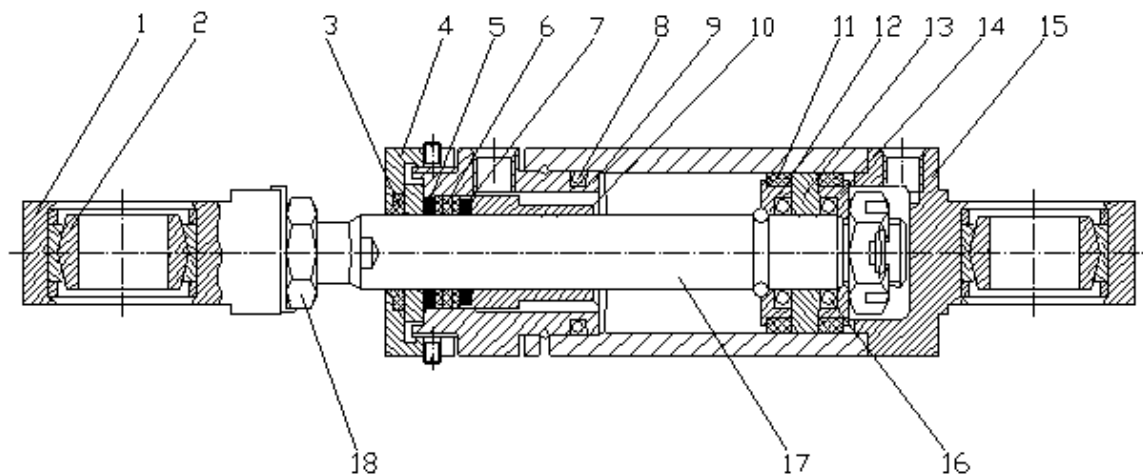
Рис. 2.2 – Цилиндр подъема

1 – плунжер; 2 – разрушитель грязи; 3 – гайка; 4 – кольцо; 5 – уплотнительное кольцо; 6 – манжета; 7 – укупорочный корпус; 8 – укупорочное кольцо; 9 – пробка; 10 – втулка; 11 – цилиндр.

В подъемный цилиндр рабочая жидкость подается через дроссель с постоянным расходом 5. Последние включают спуск вилок электропогрузчика со средней отклоняющей скоростью. Постоянный расход сбрасывается через дроссель движением, близким к скоростям ручного отключения в аварийной ситуации, так что рабочая жидкость подается в цилиндр подъема.

На трубопроводах с уклоном к цилиндру расположена дроссельная установка, снижающая скорость уклона и формирующая медленную работу. Цилиндр одностороннего плунжерного подъема (Рис. 2.2) состоит из цилиндра 11, плунжера 1 и корпуса направляющей – пробки 7 и втулки 10. Плунжер укупорен шевронной манжетой 6. Для удаления воздуха из гидросистемы в цилиндр проделаны отверстия, покрытые пробкой 9. Снабжен грязеуловителями для предотвращения попадания загрязняющих веществ 2. Рабочая жидкость поступает в цилиндр через отверстия, расположенные на дне. В собранном грузозахвате подъемный цилиндр опирается на шаровую подошву и размещает грузчики в необходимом положении.

Наклонный цилиндр поршневого типа с двусторонним движением (Рис.2.3). Корпус 15 крепится к корпусу электропогрузчика, а головка СОТа посредством шарнирного подшипника 1 крепится к кронштейну на внешней раме подъемника. Поршень 13 укупорен У-образной заглушкой 11, а сотейник 17 укупорен шевронной резиновой манжетой 6.



1 – Головка; 2 – подшипник; 3 – втулка; 4 – крышка; 5, 6, 7, 11 – манжета; 8, 12, 16 – уплотнительное кольцо; 9, 15 – корпус; 10 – втулка; 13 – поршень; 14 – уплотнительное кольцо; 17 – сотейник; 18 – сом

Рис. 2.3 – наклонный цилиндр.

2 1 2 Выбор места подъемного цилиндра

$$F = \frac{k(Q+G_B+G_K)+G_{вн.р.}+G_{пл}}{P_{ц}*\eta_{гр}*\eta_{ц}} \quad (\text{см}^2) \quad (2.1)$$

Где $Q_{max} = 1250$ кг – вес груза;

$G_{пл} = 44$ кг – масса плунжера;

$G_B = 78$ кг – вес вилки;

$G_K = 73$ кг – вес каретки;

$G_{вн.р.} = 90$ кг – вес внутренней рамы;

$k = 2$ – кратность полиспасты в грузоподъемности;

$P_{ц} = P_H + \Delta p = 15.2$ МПа – предельное давление в подъемном цилиндре;

$P_H = (0.9 \div 0.95)P_{пр.кл.}$ – давление в нагнетательном насосе;

$P_{пр.кл.} = 17.5$ МПа – давление предохранительного клапана в распределителе;

$\Delta p = 0.6$ МПа – расход давления в линии нагнетания;

$\eta_{гр} = 0.85$ – КПД грузоподъемного механизма;

$\eta_{ц} = 0.97$ – учет трения пробок, КПД;

$$F = \frac{2 * (1250 + 78 + 73) + 90 + 44}{15.2 * 0.85 * 0.97} = 23.42 \text{ см}^2$$

Диаметр цилиндра: 60 мм.

2 1 3 Выбор типа насоса

Требуемая относительная передача в насосе:

$$q = \frac{Q*10^3}{n*\eta_v} \left(\frac{\text{см}^3}{\text{об}} \right) \quad (2.2)$$

Где Q – производительность насоса, необходимая для получения скорости подъема, м/мин;

$n = 2500$ об/мин – номинальная скорость вращения вала насоса;

$\eta_v = 0.95$ – Объемный КПД насоса.

$$Q = \frac{\vartheta * F}{10^3 * k * \eta_{пр}}, \quad (2.3)$$

Где $\vartheta = 11$ м/мин – скорость подъема;

$\eta_{пр} = 0.99$ – объемный КПД подъемного привода.

$$Q = \frac{11 * 23.42}{10^3 * 2 * 0.99} = 13 \text{ л/мин}$$

$$q = \frac{13 * 10^3}{2500 * 0.95} = 5.47 \text{ см}^3/\text{об}$$

Берем насос С14Х с относительной передачей $q = 5.3 \text{ см}^3/\text{об}$.

2 1 4 Определение скорости подъема каретки

1) Скорости подъема каретки с грузом

Давление в подъемном цилиндре:

$$P_{\text{ц}} = \frac{k * (Q + G_{\text{в}} + G_{\text{к}}) + G_{\text{вн.р.}} + G_{\text{пл}}}{F * \eta_{\text{гр}} * \eta_{\text{мех,ц}}} \text{ (МПа)}, \quad (2.4)$$

$$P_{\text{ц}} = \frac{2 * (1250 + 78 + 73) + 90 + 44}{23.42 * 0.85 * 0.97} = 14.89 \text{ МПа}$$

Момент вала электродвигателя, соответствующий нагрузке:

$$M = 1.6 * q * P_{\text{ц}} * \frac{1}{\eta_{\partial} * \eta_{\text{мех.нас.}}} \text{ (Н)}, \quad (2.5)$$

Где $\eta_{\partial} = 0.93$ – учитывающий потери давления в сети;

$\eta_{\text{мех.нас.}} = 0.88$ – механическое КПД насоса.

$$M = 1.6 * 5.47 * 14.89 * \frac{1}{0.93 * 0.88} = 15.9 \text{ Н}$$

Где n – ЗДН-32 по характеру электрического двигателя, об/мин.

$$Q = 2500 * 5.47 * 0.95 * 10^{-3} = 12.99 \text{ л/мин}$$

Скорость подъема каретки с грузом:

$$v = \frac{k * Q * 10^3}{F}, \quad (2.6)$$

$$v = \frac{2 * 12.99 * 10^3}{23.42} = 11.09 \text{ м/мин}$$

2) Скорость подъема каретки без груза.

Давление в подъемном цилиндре:

$$P_{\text{ц}} = \frac{k \cdot (G_{\text{в}} + G_{\text{к}}) + G_{\text{вн.р.}} + G_{\text{пл}}}{F \cdot \eta_{\text{гр}} \cdot \eta'_{\text{мех.ц}}} \text{ (МПа)}, \quad (2.7)$$

Где $\eta'_{\text{мех.ц}} = 0.85$ – КПД механического цилиндра в режиме работы без груза.

$$P'_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot (78 + 43) + 90 + 44}{23.42 \cdot 0.85 \cdot 0.85} = 1.94 \text{ МПа}$$

Крутящий момент вала электродвигателя:

$$M = 1.6 \cdot q \cdot P'_{\text{ц}} \cdot \frac{1}{\eta'_{\theta} \cdot \eta'_{\text{мех.нас.}}} \text{ (Н)}, \quad (2.8)$$

Где $\eta'_{\theta} = 0.8$ – учитывающий потери давления в режиме работы без груза;
 $\eta'_{\text{мех.нас.}} = 0.85$ – механическое КПД насоса в режиме работы без груза;

$$M = 1.6 \cdot 5.47 \cdot 1.94 \cdot \frac{1}{0.8 \cdot 0.85} = 0.24 \text{ Н}$$

Скорость вращения вала при крутящем момента $n = 3500$ об/мин (определяется по характеру электрического двигателя).

Производительность насоса:

$$Q = n \cdot q \cdot \eta_V, \quad (2.9)$$

Скорость подъема каретки без груза:

$$\vartheta' = \frac{k \cdot Q \cdot 10^3}{F}, \quad (2.10)$$

$$\vartheta = \frac{2 \cdot 18.18 \cdot 10^3}{23.42} = 15.52 \text{ м/мин}$$

2 1 4 Расчет емкости масляного бака

Количество теплоты, выделяемое при нагреве очередной рабочей жидкости:

$$Q = 5.85 \cdot \left[P_1 \cdot q_1 \cdot t_1 \cdot \left(\frac{1}{\eta_{\text{общ}}} - 1 \right) + P_2 \cdot q_2 \cdot t_2 \cdot \left(\frac{1}{\eta_{\text{общ}}} - 1 \right) \right], \quad (2.11)$$

Где $P_1 = 15$ МПа – среднее давление, развиваемое насосом через нагрузку;

$t_1 = 1$ час;

$P_2 = 3.4$ МПа – среднее давление, развиваемое в насосе без нагрузки;
 $t_2 = 1$ час;
 $q_1 = 16$ л/мин – средний расход жидкости при работе под нагрузкой;
 $q_2 = 19$ л/мин – средний расход жидкости при работе без нагрузки;
 $\eta_{\text{общ}} = 0.8$ – общий КПД насоса.

$$Q = 5.85 * \left[15 * 16 * 1 * \left(\frac{1}{0.8} - 1 \right) + 3.4 * 19 * 1 * \left(\frac{1}{0.8} - 1 \right) \right] = 445 \text{ кДж}$$

Среднее количество теплоты, выделяемое от нагретой рабочей жидкости за час:

$$Q = \frac{Q}{8} = \frac{445}{8} = 55.6 \text{ кДж}, \quad (2.12)$$

Содержание рабочей жидкости в баке:

$$V_{\text{раб.ж.}} = \sqrt{\left(\frac{Q}{\Delta T} \right)^3}, \quad (2.13)$$

$\Delta T = 30^\circ$ - разница температур рабочей жидкости и окружающей среды.

$$V_{\text{раб.ж.}} = \sqrt{\left(\frac{55.6}{30} \right)^3} = 11.2 \text{ л}$$

Геометрический объем бака:

$$V_B = \frac{V_{\text{раб.ж.}}}{0.8} = \frac{11.2}{0.8} = 14 \text{ л}, \quad (2.14)$$

Принимаем объем бака 16 л.

2 2 Расчет тягового усилия электрического погрузчика

Тяговое усилие является важной характеристикой электропозрузчика. Показывает, какая сила нужна ведущим колесам при движении по различным покрытиям, движения с различными переменными весами груза, скорости и движения при нажатии на уклон. Чем выше тяговое усилие автомобиля, тем выше его проходимость. Поэтому при освоении электропозрузчиков необходимо тяговое усилие, для чего берется специальный двигатель и рассчитывается крутящий момент ведущего колесного вала и необходимые тяговые усилия.

При грамотном использовании тягового усилия погрузчиков повышается производительность в различных условиях и увеличивается использование в рациональной сфере.

Для определения тягового усилия проектируемого электропогрузчика, кроме массы рассматриваемого транспортного средства, должен быть известен характер двигателя.

2 2 1 Расчет тягового усилия

Требуемое тяговое усилие при вождении погрузчиков на наклонные дорожные подъемы α :

$$W = (G + Q) * \left(f * \cos\alpha + \sin\alpha + \frac{j}{g} \right), \quad (2.15)$$

Где $G = 2385$ кг – вес погрузчика;

$Q = 1250$ кг – вес груза;

$f = 0.016$ – коэффициент сопротивления движению;

$\alpha = 10^\circ$ - угол наклона пути;

$J = 0.3$ м /с².

$$W = (2385 + 1250) * \left(0.016 * 0.984 + 0.173 + \frac{0.3}{9.81} \right) = 797.24 \text{ кг}$$

2 2 2 Расчет крутящего момента на ведущем колесном валу

Крутящий момент на ведущем колесном валу диаметра D_K :

$$M = 0.5 * W * D_K \text{ (Н * м)}, \quad (2.16)$$

Где $D_K = 0.4$ м – ведущие диаметры колес.

$$M = 0.5 * 797.24 * 0.4 = 1594.4 \text{ Н * м}$$

2 2 3 Определение мощности двигателя

Мощность двигателя для перемещения погрузчика определяется по формуле:

$$N = \frac{W * V}{1020 * \eta} \text{ (кВт)}, \quad (2.17)$$

Где $V = 2.8$ м/с – скорость перемещения погрузчика;

$\eta = 0.98$ – КПД привода.

$$N = \frac{797.24 * 2.8}{1020 * 0.98} = 2.2 \text{ кВт}$$

На применяемом погрузчике установлены два двигателя мощностью $N_1 = N_2 = 1.5$ кВт. Этой силы достаточно, чтобы электрический погрузчик двигался.

2.3 Расчет движения грузоподъемного механизма

Общие сведения

Грузоподъемный механизм предназначен для размещения груза в вертикальных местах. Для удобства снятия, укладки, размещения груза, а также при перевозке груза происходит наклон с вертикального места вперед и назад. Механизм подъема груза обеспечивается через:

- Вынужденная остановка вилки в верхнем крайнем положении грузоподъемника, наклон лебедки вперед, назад в крайнем положении;
- Прочность несущего элемента при подъеме груза на максимальную высоту массой $1.33 Q$ (Q – Номинальная грузоподъемность);
- Подъем груза массой $1.2 Q$ на высоту около 0.3-0.35 м;
- Скорость разгрузки груза при температуре масла $40 \pm 10^\circ\text{C}$ при разрывах трубопроводов около 0.6 м/с;
- Разгрузка груза со скоростью около 10 мм за 10 минут при температуре масла 25 - 40°C ;
- Зрение водителя при снятии груза в движении.

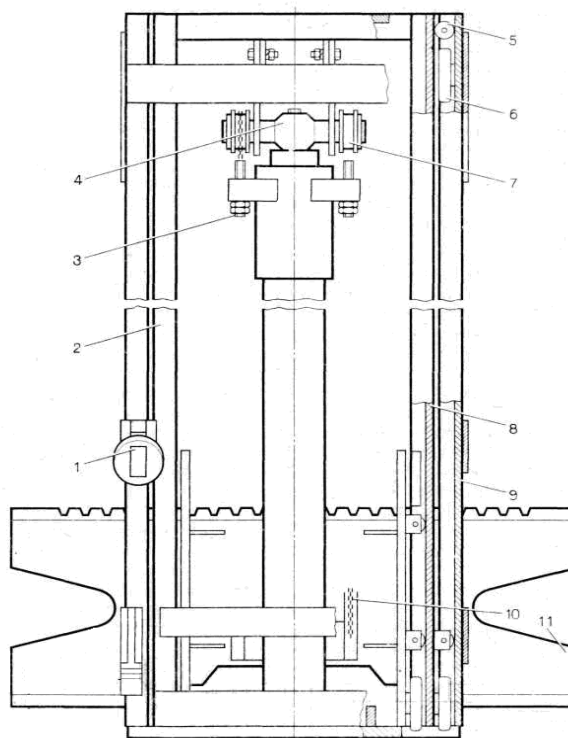


Рис. 2.6 – Конструкция двухрамного подъемника.

1 – Наклонный цилиндр; 2 – подъемный цилиндр; 3 – тяга; 4 – каток;
5 – боковой каток; 6 – каток; 7 – звездочка; 8 – внутренняя рама; 9 – внешняя рама; 10 – балансир; 11 – каретка.

В грузоподъемный механизм входят: каретка с креплением вилки, вилка, неподвижная рама (наружная), гидроцилиндр, цепь, катящийся балансир для цепей (Рис. 3.6). Гидроцилиндр крепится через сферический подшипник к нижнему основанию наружной рамы. К гидроцилиндру прикреплен двухскатный балансир, направляющий движение цепи. На тележке расположены четыре катка, направляющие грузоподъемник, воздействующие перпендикулярно поверхности рамы и воспринимающие нагрузки, воздействующие на плоскости рамы. При подаче масла в полости гидроцилиндра СОТА перемещается, далее по цепи воздействуют на балансир и перемещают каретку.

Максимальная высота вилки определяется расстоянием от пола до нижней части вилки, а значит, в вертикальном положении с подъемником груз поднимается. Строительная высота подъемника располагалась вертикально от уровня пола до верхней точки, при этом вилка была полностью опущена.

В большинстве грузоподъемных конструкции подъем вилки выполняется до транспортного положения (300 мм) или на высоте 1200-1300 мм без увеличения строительной высоты лебедки определены следующие типы лебедок:

А) Одностраничный без свободной высоты на подъеме вилки;

Б) Двухсторонний без свободного и свободного возвышения на подъеме вилки;

В) Трехрамочный на свободной и не произвольной высоте в подъеме вилки

На проектируемых погрузчиках используется двухрамный подъемник высотой 3м.

Конструкция двухрамного подъемника, применяемого на высоту 2– 2.8 м, представлена на рисунке 1.1 в двухкадровом подъёмнике наружная рама 9 неподвижна, а внутренняя – подвижна, подъемный цилиндр 2 имеет одностороннее движение, и двухконтурную каретку. Внутренние рамные катки расположены по 5, 6 каткам вблизи наружных рам. Эксцентриситет оси бокового катка, посредством которого регулируются зазоры между катком и рамой. Тяга путем натяжения цепей регулируется 3, а тяговые зазоры компенсируют балансир и закрепляют его на оси тележки 10-11

Двухрамный подъемник шарнирно крепится к полуосевой обшивке ведущей балки. Электродвигатель соединен с наклонным цилиндром в корпусе погрузчика.

В качестве направляющих используются швеллерные, двутавровые сечения. Катки установлены на внешней раме, на внутренней подвижной раме. В сечении, совместимом для внутренних и наружных рамок, минимальное сечение для лучшего поле зрения водителя.

4) Определение силы, действующей на поверхность рамы.

$$P_1 = \frac{1}{d_1} [Q_1 * f + Q_3(b - i_1) - G_3(d_1 + i_1 - e)], \quad (2.24)$$

$$P_3 = \frac{1}{d'_1} [Q_1 * f + Q_3(b - i_1 + d'_1) - G_3(d_1 + i_2)], \quad (2.25)$$

$$P_5 = \frac{1}{d'_2} [Q_1 * f + Q_3(m - i_3 + d'_2) - G_3(n - i_3 + d'_2)], \quad (2.26)$$

$$P_7 = \frac{1}{d'_2} [Q_1 * f + Q_3(m - i_3) - G_3(n - i_3)], \quad (2.27)$$

$$P_1 = \frac{1}{30} [1248.25 * 8 + 65.375(16 - 1) - 10.09 * (27 + 1 - 2.6)] = 3570 \text{ Н}$$

$$P_3 = \frac{1}{30} [1248.25 * 8 + 65.375 * (16 - 1 + 30) - 10.09 * (2.6 + 2)] = 4300 \text{ Н}$$

$$P_5 = \frac{1}{35} [1248.25 * 8 + 65.375 * (169.3 - 3.5 + 35) - 10.09 * (127.9 - 3.5 + 35)] = 6140 \text{ Н}$$

$$P_7 = \frac{1}{35} [1248.25 * 8 + 65.375 * (169.3 - 3.5) - 10.09 * (127.9 - 3.5)] = 5580 \text{ Н}$$

5) Определение силы, действующей перпендикулярно поверхности рамы:

$$P_I = 0.5 * \frac{Q * a}{d_1}, \quad (2.28)$$

$$P_{II} = 0.575 * \frac{Q * a}{d_1}, \quad (2.29)$$

$$P_{III} = 0.5 * \frac{Q * a}{d_1}, \quad (2.30)$$

$$P_{IV} = 0.55 * \frac{Q * a}{d_1}, \quad (2.31)$$

$$P_V = 0.625 * \frac{Q * a}{d_2}, \quad (2.32)$$

$$P_{VI} = 0.675 * \frac{Q * a}{d_2}, \quad (2.33)$$

$$P_{VII} = 0.6 * \frac{Q * a}{d_2}, \quad (2.34)$$

$$P_{VIII} = 0.65 * \frac{Q * a}{d_2}, \quad (2.35)$$

$$P_I = 0.5 * \frac{1250 * 60}{27} = 14580 \text{ Н}$$

$$P_{II} = 0.575 * \frac{1250 * 60}{27} = 16770 \text{ Н}$$

$$P_{III} = 0.5 * \frac{1250 * 60}{27} = 14580 \text{ Н}$$

$$P_{IV} = 0.55 * \frac{1250 * 60}{27} = 16040 \text{ Н}$$

$$P_V = 0.625 * \frac{1250 * 60}{29} = 18230 \text{ Н}$$

$$P_{VI} = 0.675 * \frac{1250 * 60}{27} = 18330 \text{ Н}$$

$$P_{VII} = 0.6 * \frac{1250 * 60}{27} = 16290 \text{ Н}$$

$$P_{VIII} = 0.65 * \frac{1250 * 60}{27} = 17650 \text{ Н}$$

2 3 2 Расчет внешнего каркаса

На расчетном чертеже показаны две опоры (Рис. 2.8), обозначенные цифрой 1, и три связи, обозначенные цифрой 2, 3, 4.

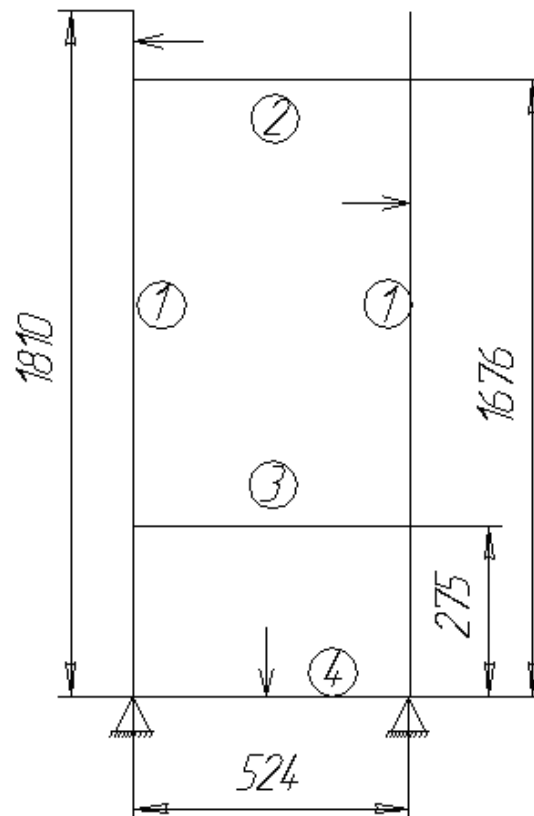


Рис. 2.8 – Расчетная схема внешнего каркаса.

Каркас рассчитывается смешанными силовыми методами, деформациями.

Эпюра изгибающего момента от силы на Рис. 2.8 создается и воздействует на поверхность рамы (Рис. 2.9).

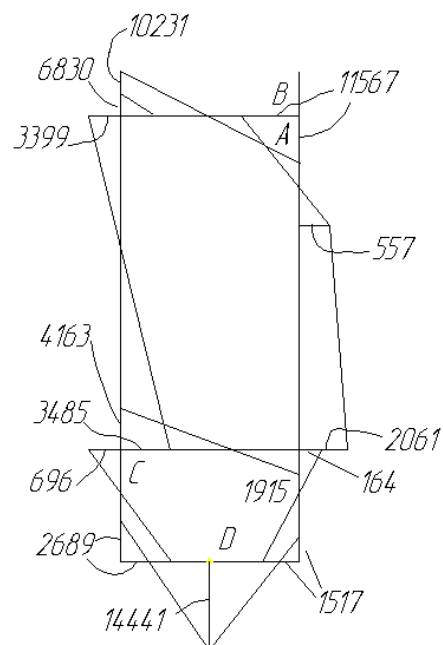


Рис. 2.9 – Суммарный изгибающий момент от сил, действующих на поверхность рамы.

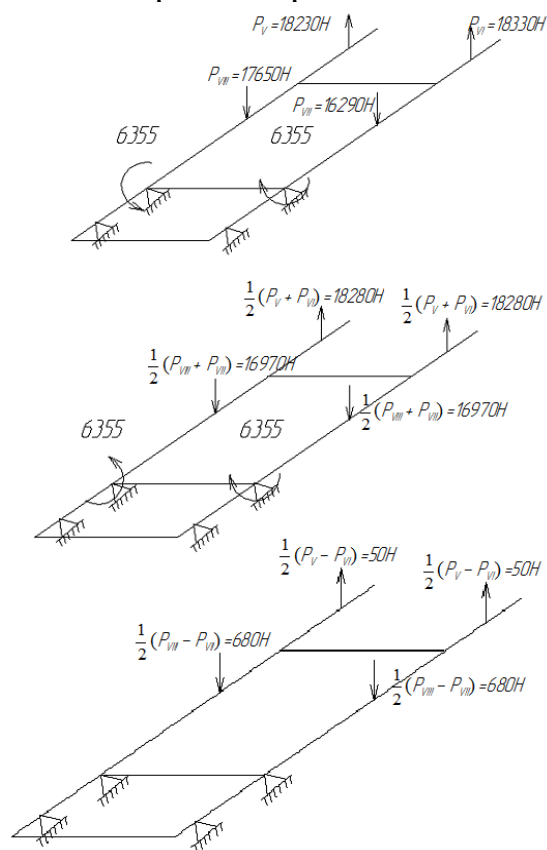


Рис. 2.10 – Расчетная схема каркаса.

- 1) Расчет внешней рамы от силы, действующей перпендикулярно стороне.

Расчет рамы выполняется силовыми методами, различаем силы, действующие на раму, как симметричный и диагонально-симметричные.

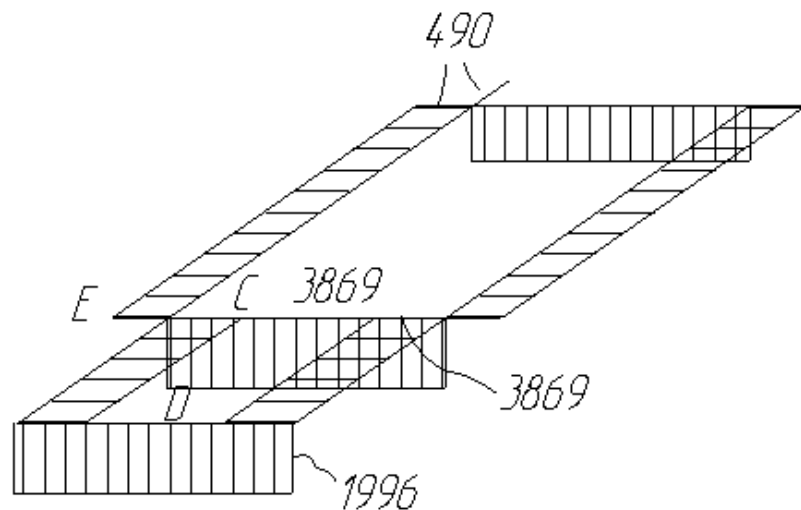


Рис. 2.11 – Суммарная эпюра изгибающего момента от крутящего момента.

А) Расчет каркаса от симметричной нагрузки.

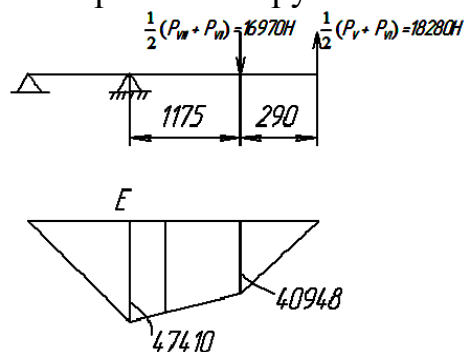


Рис. 2.12 – Эпюра от симметричной нагрузки.

Б) С учетом эффекта косой симметричной нагрузки увеличим гибкий момента на 20.

$$M_1 = 47410 * 1.2 = 568.92 \text{ кН}, \quad (2.36)$$

$$M_2 = 40948 * 1.2 = 491.37 \text{ кН}, \quad (2.37)$$

2) Определение напряжения:

$$\sigma = \frac{M_1}{W_x} + \frac{M_2}{W_y}, \quad (2.38)$$

Где M_1 и M_2 – изгибающий момент, действующий на поверхность рамы, и сечение, перпендикулярное поверхности рамы, Н;

W_x и W_y – момент сопротивления изгибу, см^3 .

Возьмем сечение колонны и связей и определим сопротивление изгибу в каждом сечении:

А) Стержень 1-1 (Рис. 2.8).

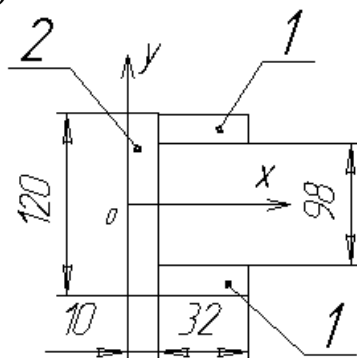


Рис. 2.13 – Сечение направляющей рамы.

Таблица 2.6 – Характер раздела.

№	F	X	F_x	F_x^2	I_{oy}
1	7.04	2.6	18.3	47.6	6
2	12	0.5	6	3	0.8
Σ	19.04		24.3	50.6	6.8

$$x_0 = \frac{F_x}{F} = \frac{24.3}{19.04} = 1.3 \text{ см}, \quad (2.39)$$

$$I_{y-y} = I_{oy} + F * x^2 - x^0 * F * x = 6.8 + 50.6 - \frac{24.3}{19.04} * 24.3 = 25.8 \text{ см}^4, \quad (2.40)$$

$$W_{y-y} = \frac{I_{y-y}}{2.9} = \frac{25.8}{2.9} = 8.9 \text{ см}^3, \quad (2.41)$$

$$I_{x-x} = 2 \left(\frac{h^3 * b}{12} + b * h * 5.45^2 \right) + \frac{l^3 * \Delta}{12}, \quad (2.42)$$

$$I_{x-x} = 2 \left(\frac{1.1^3 * 3.2}{12} + 3.2 * 1.1 * 5.45^2 \right) + \frac{12^3 * 1}{12} = 353.9 \text{ см}^4$$

$$W_{x-x} = \frac{I_{x-x}}{6} = \frac{353.9}{6} = 58.9 \text{ см}^3, \quad (2.43)$$

Б) 2 связь.

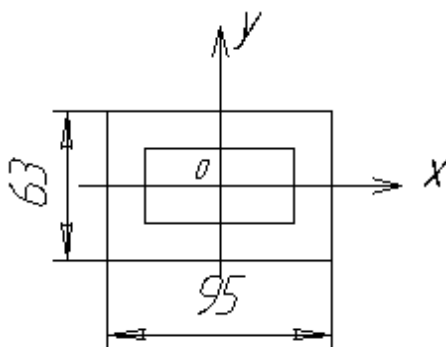


Рис. 2.14 – 2 контактных сечения.

$$W_{y-y} = \frac{l_1^2 * h_1 - l_2^2 * h_2}{6} = \frac{9.5^2 * 6.3 - 8.3^2 * 5.1}{6} = 36.2 \text{ см}^3, \quad (2.44)$$

$$W_{x-x} = \frac{l_1 * h_1^2 - l_2 * h_2^2}{6} = \frac{9.5 * 6.3^2 - 8.3 * 5.1^2}{6} = 26.86 \text{ см}^3, \quad (2.45)$$

В) 3 связь.

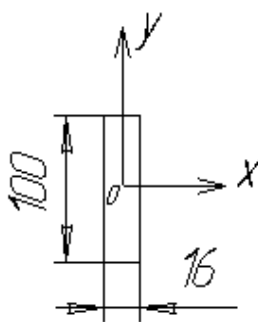


Рис. 3.15 – 3 сечение связи.

$$W_{y-y} = \frac{h * l^2}{6} = \frac{10 * 1.6^2}{6} = 4.26 \text{ см}^3, \quad (2.46)$$

$$W_{x-x} = \frac{h^2 * l}{6} = \frac{10^2 * 1.6}{6} = 26.7 \text{ см}^3, \quad (2.47)$$

Г) 4 связь.

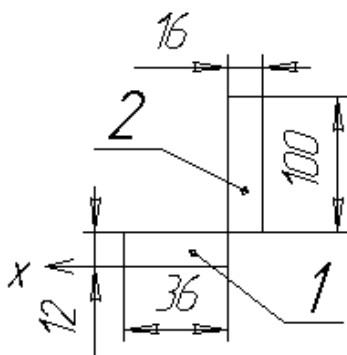


Рис. 2.16 – 4 сечение связи.

Таблица 2.7 – Характер сечения.

№	F	X	F_x	F_x^2	I_{oy}
1	4.32	0.6	2.6	1.6	0.5

2	16	6.2	99.2	615	133.3
Σ	20.32		101.8	616.6	133.3

$$x_0 = \frac{F_x}{F} = \frac{101.8}{20.32} = 5 \text{ см}, \quad (2.48)$$

$$I_{y-y} = I_{oy} + F * x^2 - x^0 * F * x = 133.3 + 616.6 - \frac{101.8}{20.32} * 101.8 = 240.9 \text{ см}^4, \quad (2.49)$$

$$W_{y-y} = \frac{I_{y-y}}{6} = \frac{240.9}{6} = 40.15 \text{ см}^3, \quad (2.50)$$

$$I_{x-x} = 2 \left(\frac{h^3 * b}{12} + b * h * 5.45^2 \right) + \frac{l^3 * \Delta}{12}, \quad (2.51)$$

$$I_{x-x} = 2 \left(\frac{1.2^3 * 3.6}{12} + 3.6 * 1.2 * 5.45^2 \right) + \frac{10^3 * 1.6}{12} = 262.16 \text{ см}^4$$

$$W_{x-x} = \frac{I_{x-x}}{6} = \frac{262.16}{6} = 43.69 \text{ см}^3, \quad (2.52)$$

Определяем напряжение в каждой точке рамки по формуле (2.38). Точка расчетов представлена на рис 3.9. Момент M_1 (Рис. 2.9) получаем из рисунка M_2 рис. 2.11, 2.12.

1) Напряжение в точке а направляющей:

$$\sigma_{из} = \frac{11567}{58.9} = 19.6 \text{ мПа}$$

2) Напряжение в точке В-В контакте:

$$\sigma_{из} = \frac{11567}{26.86} = 43.06 \text{ мПа}$$

3) Напряжение в точке С-В контакте:

$$\sigma_{из} = \frac{4163}{26.7} + \frac{3869}{4.26} = 106.4 \text{ мПа}$$

4) Напряжение в точке Д-В контакте:

$$\sigma_{из} = \frac{14441}{43.68} + \frac{1996}{40.15} = 38.02 \text{ мПа}$$

5) Напряжение в точке Е направляющей:

$$\sigma_{из} = \frac{56892}{58.9} + \frac{696}{8.9} = 104.3 \text{ мПа}$$

$$\tau_{кр} = \frac{1996 * 1.1}{6.8} = 32.2 \text{ мПа}$$

$$\sigma_{пр} = \sqrt{104.3^2 + 3 * 32.2^2} = 118.2 \text{ мПа}$$

Для стали 35 $\sigma_T = 320$ мПа.

2 3 3 Расчет внутренней рамы.

- 1) Расчет внутренней рамы силами, воздействующими на поверхность рамы.

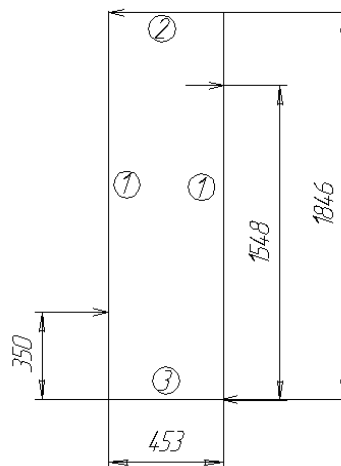


Рис. 2.17 – Расчетная схема.

Расчетная схема состоит из двух столбцов, обозначенных цифрой 1 (Рис. 2.17) и двух звеньев, обозначенных цифрой 2, 3.

Рассчитывается в сочетании с методами прочности рамы и деформации.

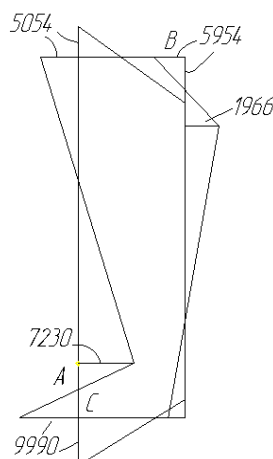


Рис. 2.18 – Эпюра изгибающего момента от силы, действующей на поверхность рамы.

2) Расчёт рамы от силы, действующей перпендикулярно поверхности внутренней рамы.

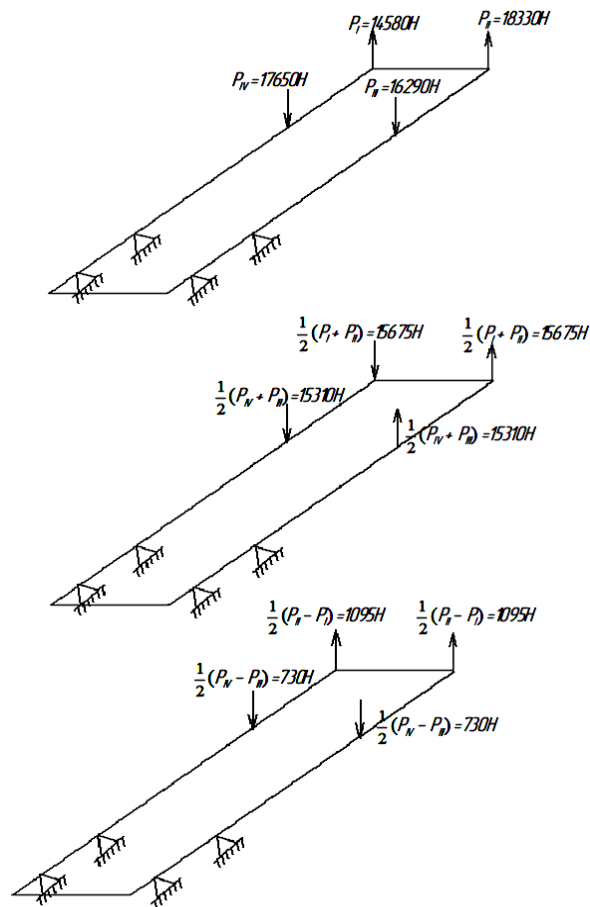


Рис. 2.19 – Расчетная схема.

Расчет рамы выполняется силовым методом. Сила, действующая на несущую рамы, делим на симметричную и косимметричную.

А) Расчет рамы от симметричной нагрузки.

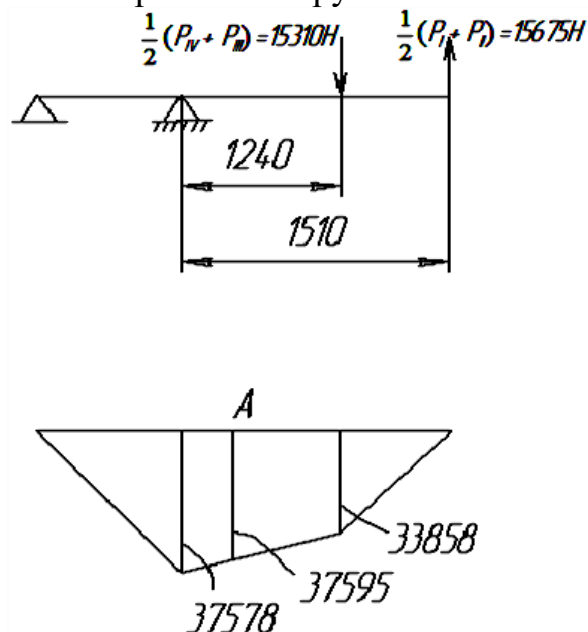


Рис. 2.20 – Эпюра симметрической нагрузки.

Б) Увеличиваем крутящий момент изгиба на 20% с учетом движения наклонной симметричной нагрузки.

$$M_1 = 37578 * 1.2 = 450930 \text{ Н}, \quad (2.53)$$

3) Определяем сопротивление изгибу в каждом сечении, принимая сечения для колонн и связей:

А) Сечение 1-1

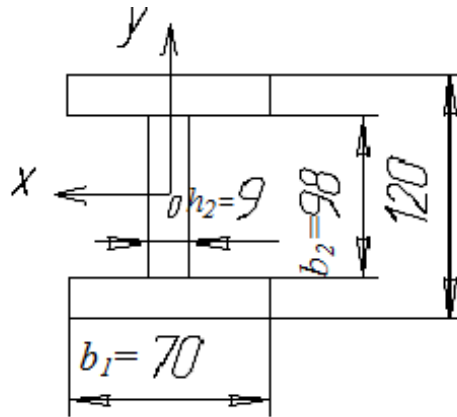


Рис. 2.21 – 1-1 сечение.

$$I_{y-y} = 2 * \frac{b_1^3 * h_1}{12} + \frac{h_2^3 * b_2}{12} = 2 * \frac{7^3 * 1.1}{12} + \frac{0.9^3 * 9.8}{12} = 63.47 \text{ см}^4, \quad (2.54)$$

$$I_{x-x} = 2 * \frac{h_1^3 * b_1}{12} + \frac{b_2^3 * h_2}{12} + 2 * b_1 * h_1 * 5.45^2, \quad (2.55)$$

$$I_{x-x} = 2 * \frac{1.1^3 * 7}{12} + \frac{9.8^3 * 0.9}{12} + 2 * 7 * 1.1 * 5.45^2 = 529.5 \text{ см}^4$$

$$W_{y-y} = \frac{I_{y-y}}{6} = \frac{63.47}{6} = 10.57 \text{ см}^3, \quad (2.56)$$

$$W_{x-x} = \frac{I_{x-x}}{6} = \frac{529.5}{6} = 88.2 \text{ см}^3, \quad (2.57)$$

Б) 2 связь.

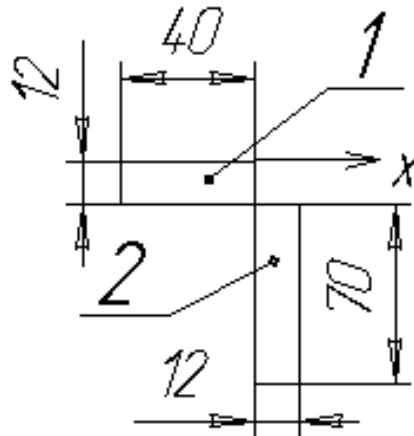


Рис. 2.22 – 2 сечение связи.

Таблица 2.8 – Характер сечения.

№	F	X	F_y	F_y^2	I_{oy}
1	4.8	0.6	2.88	1.7	0.57
2	8.4	4.7	39.48	185.5	34.3
Σ	13.2		42.36	187.2	34.87

$$y_0 = \frac{F_y}{F} = \frac{42.36}{13.2} = 3.2 \text{ см}, \quad (2.58)$$

$$I_{x-x} = I_{Ox} + F * y^2 - y^0 * F * Y = 34.87 + 187.2 - 42.36 * 3.2 = 86.5 \text{ см}^4, \quad (2.59)$$

$$W_{x-x} = \frac{I_{x-x}}{6} = \frac{86.5}{6} = 14.41 \text{ см}^3, \quad (2.60)$$

В) 3 связь

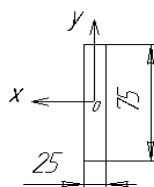


Рис. 2.23 – 3 сечения связи

По формуле (2.38) определяем натяжение в каждой точке рамы. Точки для расчетов представлены на рис 2.18. Момент M_1 получаем из рис 2.18, а M_2 из рисунка 2.20.

Напряжение в направляющей точке А:

$$\sigma_{из} = \frac{37595}{88.2} + \frac{7230}{10.57} = 111 \text{ мПа}$$

6) Напряжение в точке В контакте:

$$\sigma_{из} = \frac{5954}{14.41} = 41.3 \text{ мПа}$$

7) Напряжение в точке С-В контакте:

$$\sigma_{из} = \frac{9990}{23.4} = 42.6 \text{ мПа}$$

Для стали 35 $\sigma_T = 320 \text{ мПа}$.

2 3 4 Расчет напряжения на изгиб полки.

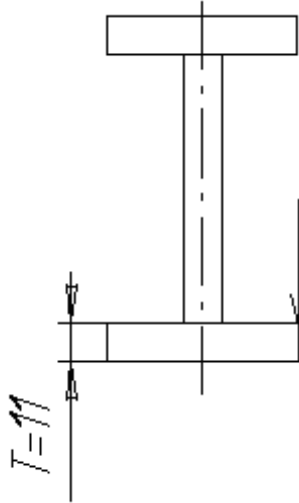


Рис. 2.24 – Сечение полки.

Напряженность изгиба стойки определяется по формуле (2.61):

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{3.06 * P}{T^2}, \quad (2.61)$$

Где P – усилие от катка к полке, кг;

T – толщина полки, см.

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{3.06 * 1224}{1.1^2} = 313.5 \text{ мПа}$$

Для стали 35 $\sigma_{\text{т}} = 320 \text{ мПа}$.

Расчет рамы, направляющего изгиб полки.

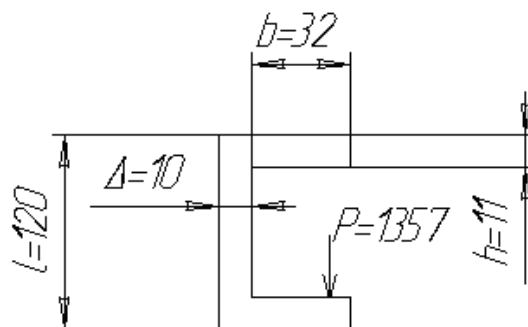


Рис. 3.25 – Сечение полки.

Напряженность изгиба стойки определяется по формуле (2.61):

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{3.06 * 1375}{1.1^2} = 317.7 \text{ мПа}$$

Для стали 35 $\sigma_T = 320$ МПа.

Определение силы, приложенной к цилиндрическому сот

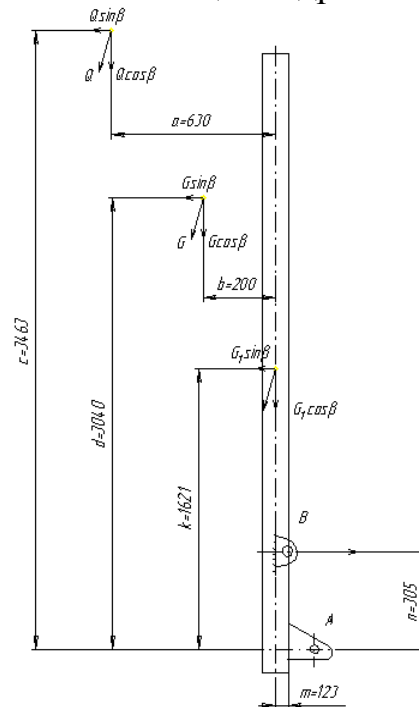


Рис 2.26 – Расчет силы, действующей на сотку цилиндра $M_A = 0$.

$$Q * \cos\beta(a + m) + G * \cos\beta(b + m) + G_1 * \cos\beta * m + Q * \cos\beta * c + G * \sin\beta * d + G_1 * \sin\beta * k = R_B * n, \quad (2.62)$$

Где $Q = 1250$ кг – вес поднятого груза;

$G = 193$ кг – вес каретки;

$G_1 = 190$ кг – вес внутренней рамы.

$$1250 * 0.9986(63 + 12.3) + 193 * 0.9986(20 + 12.3) + 190 * 0.9986 * 12.3 + 1250 * 0.0523 * 346.3 + 193 * 0.0523 * 304.9 + 190 * 0.0523 * 162.1 = R_B * 30.5$$

$$R_B = 42583 \text{ Н}$$

Сила, действующая на цилиндрическую сотку:

$$R = \frac{R_B}{2} = 21291.5 \text{ Н}$$

2.4 Расчет металлоконструкций внешней рамы и АПМ в среде автоматизированного проектирования.

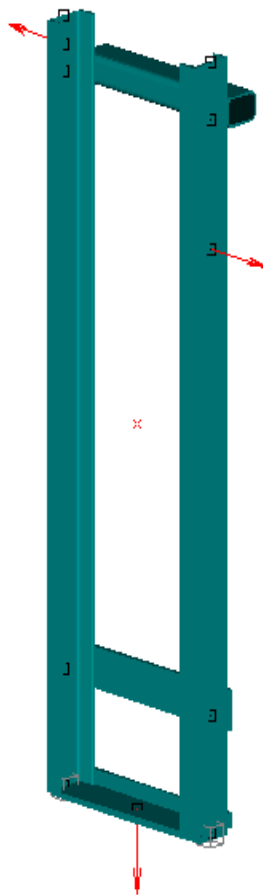


Рис. 2.27 – Внешняя рама подъемника.

Наружная рама подъемника (Рис. 2.27) выполнена из конструкционной стали 35, характер которой следующий: предел прочности – 315 МПа; модуль Юнга – 210000 МПа; коэффициент Пуассона – 0.3; плотность – 7800 кг/м³

Расчетная схема механизма подъема барабана приведена на рис. 2.28 по расчетной схеме нагрузка узла в модели конеч-элемент представлена в таблице 2.9 с помощью программного модуля расчета и проекта структуры в пространстве автоматически делим стержень на сто частей (конечный элемент).

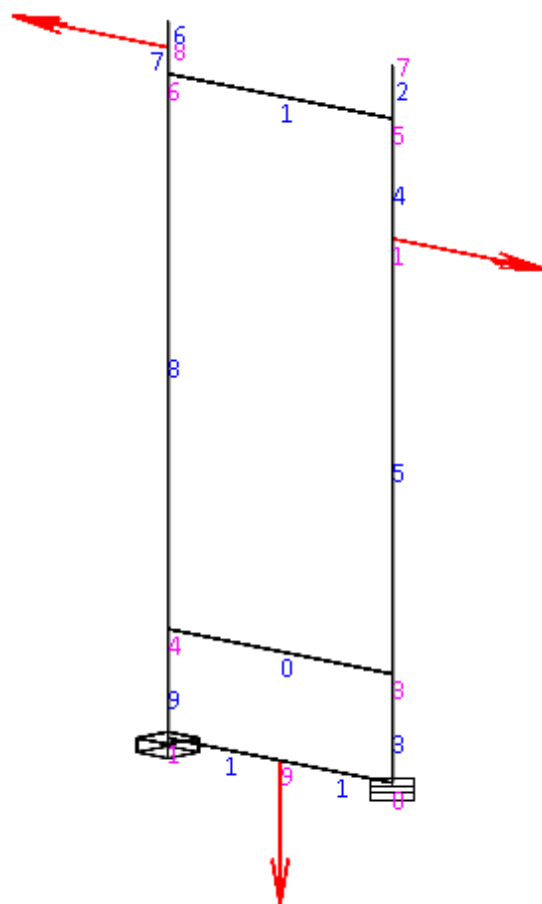


Рис. 2.28 – Схема расчета внешней рамы.

Таблица 2.9 – Характер сечения.

№	Тип	Номер узла	Проекции			Модуль
			X	Y	Z	
0	Сила, Н	8	0.00	6140.00	0.00	6140.00
1	Сила, Н	10	0.00	-5580.00	0.00	5580.00
2	Сила, Н	9	0.00	0.00	-15120.00	15120.00

Наружная рама подъемника состоит из стержня 12, обозначенного синим цветом (Рис. 2.28). На каждый из 12 стержней изготовлено свое сечение.

0 (Рис 2.29) имеет следующие критерии:

Размер сечения:

Площадь 1599.97 мм²;

Весовой центр: X = 8.000 Y = 49.999 мм;

Момент инерции:

X относительная ось 1333176.29 мм⁴;

Y относительная ось 34042.82 мм⁴;

Полярные 1367219.10 мм⁴;

Угол наклона центрального борта 0.00 град.



Рис. 2.29 – 0 сечение стержня.

1 стержень (Рис. 2.30) имеет следующие размеры:

Размер сечения:

Площадь 1490.78 мм²;

Весовой центр: $X = 0.006$ $Y = -0.007$ мм;

Момент инерции:

X относительная ось 1921380.50 мм⁴;

Y относительная ось 1109225.20 мм⁴;

Полярные 3030605.70 мм⁴;

Угол наклона главной центральной оси -0.01 град.

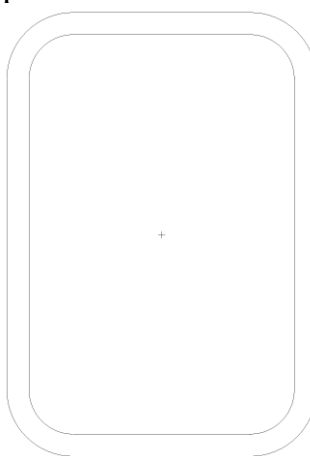


Рис. 2.30 – 1 поперечное сечение стержня.

Равномерное сечение стержня 2 по 9 приведено на рис 2.31 и имеет следующие размеры:

Площадь 1325.91 мм²;

Весовой центр: $X = -36.521$ $Y = 60.106$ мм;

Момент инерции:

X относительная ось 3043476.63 мм⁴;

Y относительная ось 311938.66 мм⁴;

Полярные 3355415.30 мм⁴;

Угол наклона главного центрального соя -0.03 град.

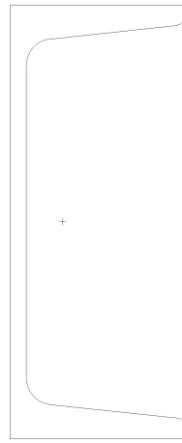


Рис. 2.21 – Поперечное сечение стержня 2 по 9.

Стержень 10, 11 имеет равномерные сечения и имеет следующие размеры (Рис. 2.32).

Размеры сечения:

Площадь 2033.16 мм²;

Весовой центр: $X = 2.470$ $Y = 38.07$ мм;

Момент инерции:

X относительная ось 2094527.48 мм⁴;

Y относительная ось 622719.91 мм⁴;

Полярные 2717247.40 мм⁴;

Угол наклона главной центральной оси 12.65 град.

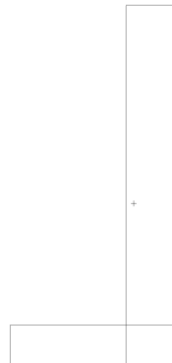


Рис. 2.32 – Сечение стржня 10, 11.

По расчетам, общий вес конструкции составляет 58.38 кг. Эпюра момента изгиба в плоскости XZ [Н*м] представлена на рис. 3.33. Максимальная нагрузка представлена на рис. 2.34, т.е. равна $M_{max} = 5.6$ кН * м. Максимальный зазор 3.03 мм (Рис. 3.35). Максимальное напряжение 169.5 МПа (Рис 2.36).

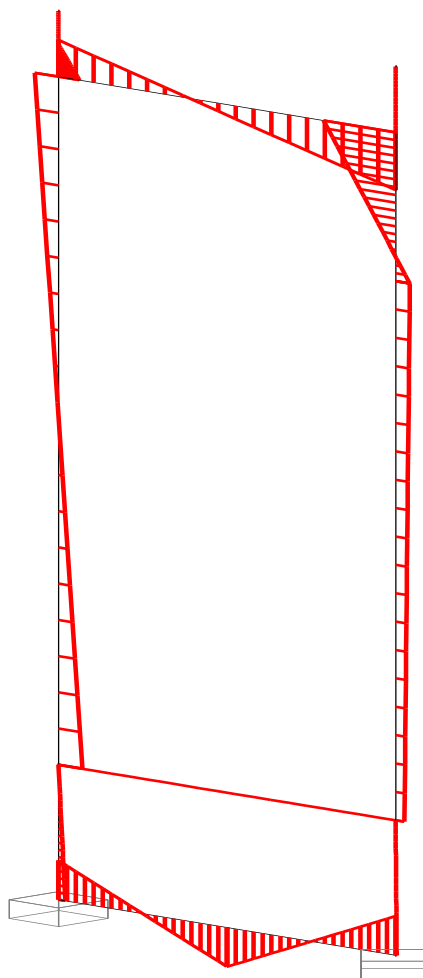


Рис. 2.33 – Эпюра момента изгиба в плоскости XZ.

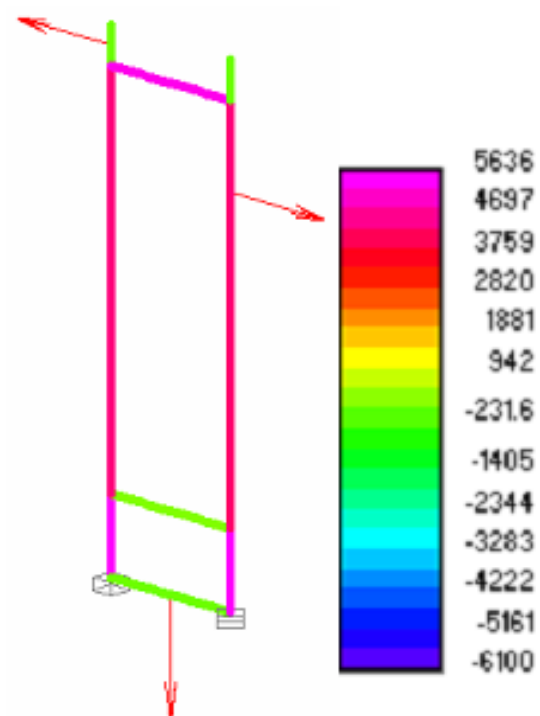


Рис. 2.34 – Карта нагрузки.

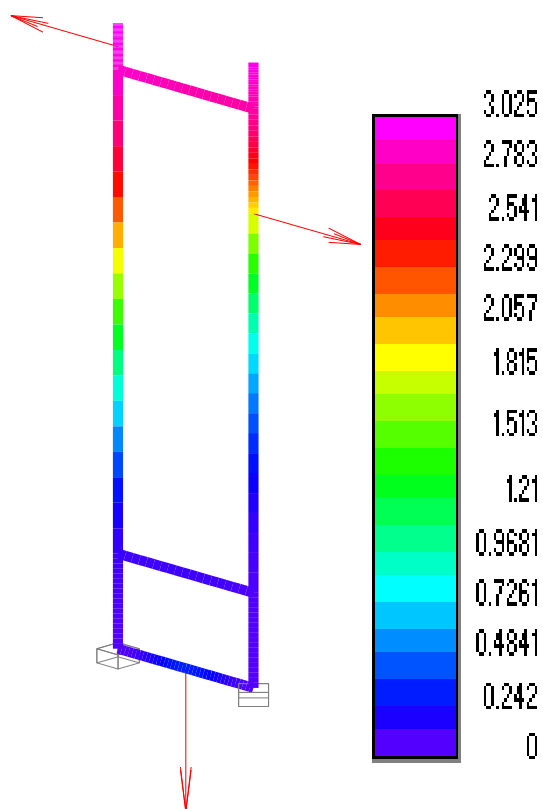


Рис. 2.35 – Карта обмена местами.

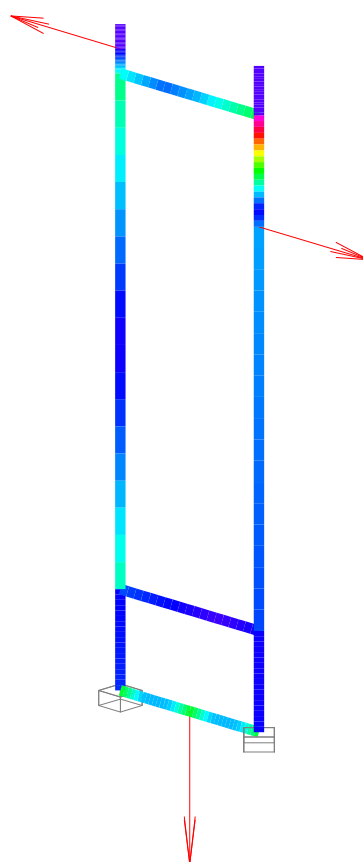


Рис. 2.36 – Карта напряжения.

Таблица 2.10 – Эквивалентное напряжение на внешней раме.

№	Наименование	Узлы	Экв. Напряжение
0	Rod 3	3, 4	20.3
1	Rod 5	5, 6	65.8
2	Rod 8	7, 5	0.0102
3	Rod 11	3, 0	9.5
4	Rod 13	5, 10	169
5	Rod 14	10, 3	31.2
6	Rod 15	2, 8	0.00508
7	Rod 16	8, 6	48.1
8	Rod 17	6, 4	59.2
9	Rod 18	4, 1	15.9
10	Rod 20	9, 0	71.6
11	Rod 21	1, 9	71.8

Таблица 2.11 – Реакция на опоре.

№	Узел	Сила [Н]			Момент [Н*М]		
		X	Y	Z	X	Y	Z
1	0	-2.0429	-78.40	1992.28	1011.5154	392.8024	-1.8148
2	1	2.0429	-481.59	13700.42	-857.0270	-71.9965	2.8220



Рис. 2.37 – Напряженные распределения по сечению.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

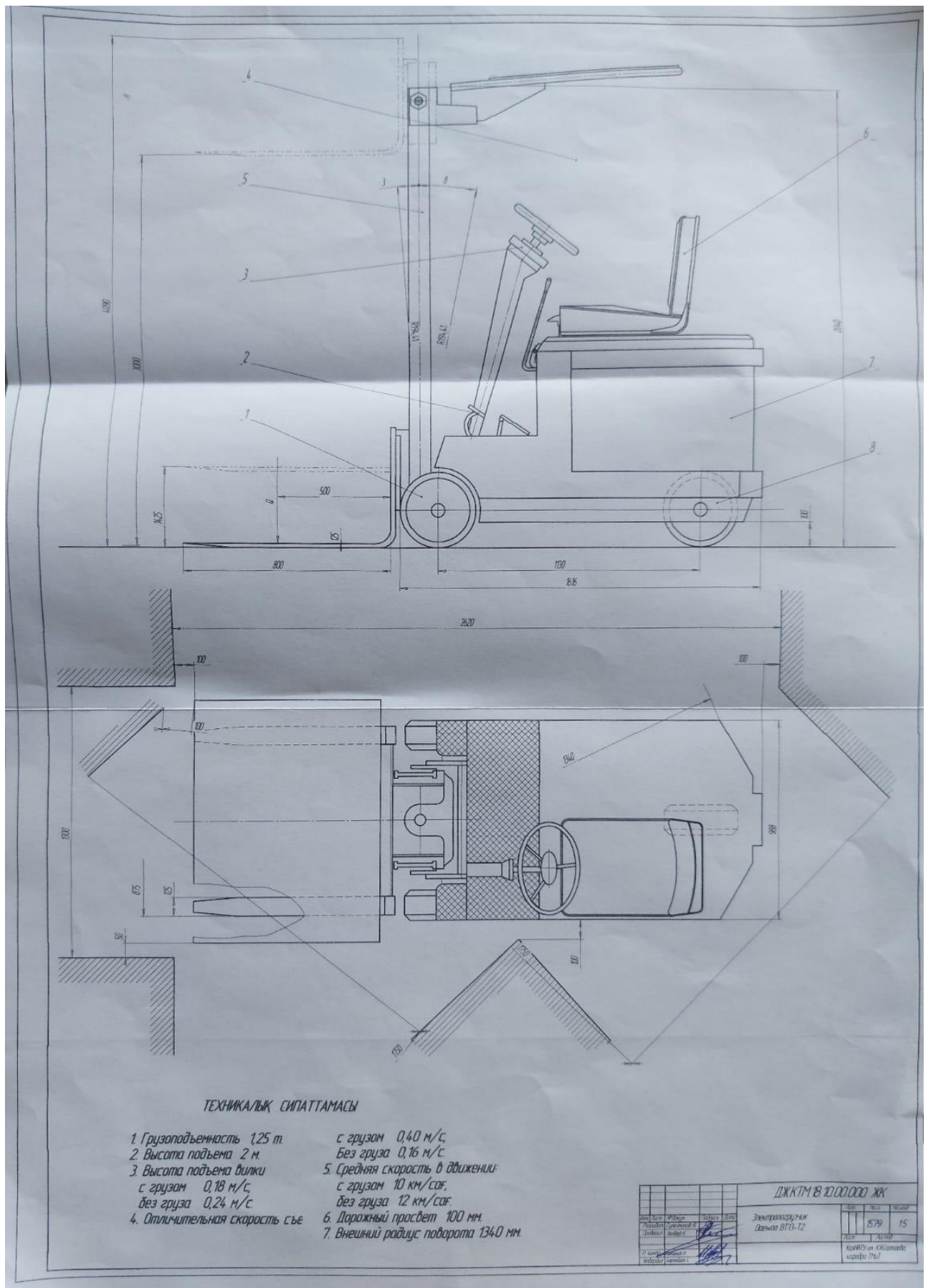
На основе базового варианта сконструирован электропогрузчик грузоподъемностью 1.25 т с учетом всех преимуществ и недостатков.

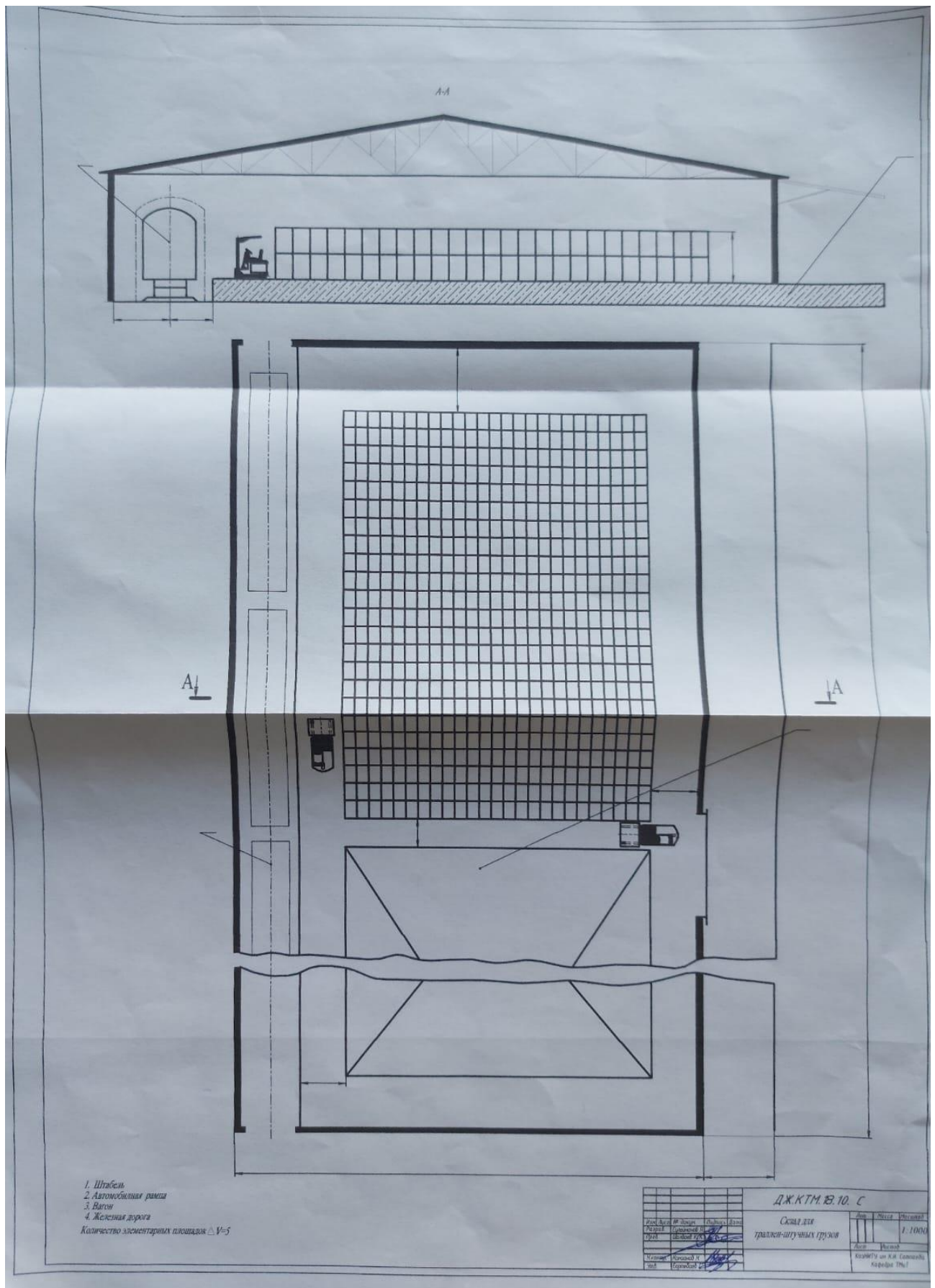
Основная часть проекта направлена на определение мощности и габаритов грузоподъемного оборудования. В проекте предположено снижение металлоемкости в металлоконструкции в связи с рациональным применением металла несущего сечения.

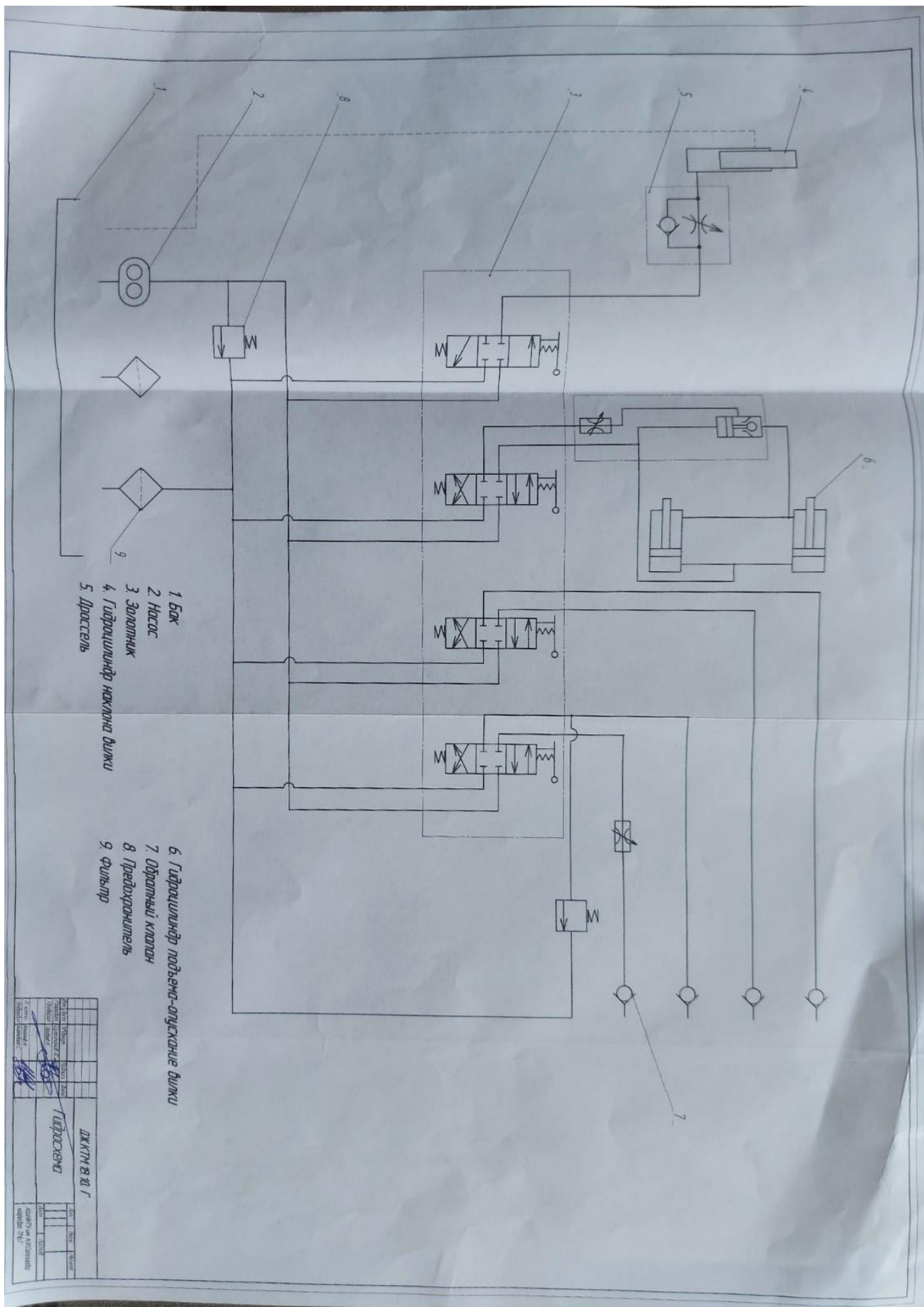
При использовании проектных конструкции, которые имеют ряд преимуществ перед рассматриваемыми вариантами, снижается себестоимость услуг электропогрузчика и работа на производстве, исключается экономическая целесообразность и обосновываются критерии в экономических разделах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Белов С.В. Безопасность производственных процессов: Справочник. - М.: Машиностроение, 1985. – 675с.
2. Векснер В.М., Муха Т.И. Проектирование и расчет перегрузочных машин. Погрузчики и вибропогрузчики. – Л., «Машиностроение» (Ленинградское отделение), 1971. – 319с.
3. Голутвин В.А. Вилочные погрузчики: Учебное пособие. Тула, 1974.-90с.
4. Гриневич Г.П., Мачульский И.И., Алепин Е.А. Вилочные погрузчики. - М.: Машиностроение, 1974.–213с.
5. ГОСТ Р 50570-93 Машины напольного безрельсового электрифицированного транспорта. Рабочее место водителя. Общие эргономические требования.
6. Курский В.Н., Курский В.А., Ратников О.А. Методические указания по организационно-экономическому обоснованию дипломных проектов Тула: ТулГУ, 1996. – 34с.
7. Мачульский И.И., Капырина В.И., Алепин Е.А. Электропогрузчики: Справочник. - М.: Транспорт, 1987.-238с.
8. Мачульский И.И., Киреев В.С. Подъемно-транспортные и погрузочно-разгрузочные машины на железнодорожном транспорте: Учебник для студентов вузов железнодорожного транспорта. - М.: Транспорт, 1989.-319с.
9. Мачульский И.И., Алепин Е.А. Машины напольного безрельсового транспорта. - М.: Машиностроение, 1982.–232с.
10. Тройнин М.Ф., Ушаков Н.С. Электрокары и электропогрузчики. Издание 3-е, доп. и переработанное. – Л., «Машиностроение» (Ленинградское отделение), 1973. – 264с.
11. Тимошин А.А., Мачульский И.И., Голутвин В.А., Клейнерман А.Л., Капырина В.И. Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ: Учебник для вузов ж.-д. трансп. – М.: Маршрут, 2003.-400с.
12. Юдин Е.Я. Охрана труда в машиностроении: Учебник для ВУЗов. - М.: Машиностроение, 1985. – 432с.







Приложение 1. Экономический раздел

При производстве новых изделий необходимо прогнозировать спрос на созданную продукцию, количество средств, затраченных на разработку проекта, исходя из комплексности принятых решений, определять экономический успех предприятия при освоении производства и выпуске новой продукции.

В связи с конкуренцией в рыночных отношениях и ограничением финансовых ресурсов, необходимо на ранних этапах оценить техническую и экономическую многогранность проекта и своевременно прекратить финансирование в неэффективных вариантах.

Концепции проектирования и обоснования в производстве новых изделий выполняются с помощью предложенных методических указаний.

Оценка технической универсальности конструкции изделия

На техническом уровне сравнительный анализ проектируемого изделия является первым этапом в получении и оценке лучших вариантов.

Цель:

- Установление технической универсальности проектируемой конструкции в сравнении с аналогами по основным группам функционально-технических показателей;
- Расчет минимальной цены изделия.

Оценка технического уровня структуры, выбор перечня показателей

Для оценки технического уровня конструкции все используемые показатели классифицируются на следующие виды:

Таблица 1 – Таблица экономических показателей.

Показатели		Базовое изделие	Проектируемое изделие	Эталонное значение
Высота подъема груза, м		2.7	3	3
Скорость подъема груза, м/с		0.17	0.18	0.2
Скорость перемещения, км/ч		9	10	12
Малый радиус поворота, мм		1472	1340	1340
Габаритные размеры	Ширина, мм	1078	988	988
	Длина, мм	1839	1616	1616
Вес погрузчика		2700	2385	2340
Мощность аккумуляторной батареи, кВт*ч		7.9	9.1	9.9
Коэффициент унификации		0.65	0.77	0.8
Коэффициент стандартизации		0.65	0.75	0.79
Коэффициент повторяемости		0.5	0.6	0.7

- Спецификации продукта и технические данные;

- Структурные (специальные) показатели, влияющие на работоспособность изделия;
- Общеструктурные (технические) показатели, влияющие на состояние производства.

В качестве показательных величин приняты: сила аккумуляторной батареи, скорость подъема груза, скорость перемещения;

В качестве технических показателей: габаритные размеры, высота подъема груза, радиус поворота, масса отвода;

В качестве технологических показателей: коэффициент унификации, коэффициент стандартизации, Коэффициент повторяемости (Табл. 1).

Оценка веса (значения) показателей

Оценка веса показателей изделия выполняется на основе экспертной оценки. Простейший метод индивидуального анализа используется для противоположной оценки показателей и, следовательно, является методом парного сравнения.

Результаты экспертизы представляются в виде матрицы, (Табл. 2), следовательно, графы и строки пересекаются и обозначаются индексами показателей, а значит, является наиболее важными в оценке изделия при парном сравнении.

Далее для каждого показателя определяется количество полученных преимуществ для остальных показателей. Полученные величины увеличиваются в единицах. Количественный характер весов показателей определяется по формуле:

$$r_i = K_i / \sum K_i, \quad (1)$$

Таблица 2 – Матрица показателей, сравниваемых попарно.

j \ i		Показатели индексов										k _i	R _i
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Показатели индексов	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	9	0.164
	2	1	2	3	4	2	2	2	2	2	2	7	0.127
	3	1	3	3	4	3	3	3	3	3	3	8	0.145
	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	9	0.164
	5	1	2	3	5	5	5	7	8	9	10	3	0.055

	6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	0.018
	7	1	2	3	4	7	7	7	7	7	7	6	0.109
	8	1	2	3	4	8	8	7	8	8	8	5	0.09
	9	1	2	3	4	9	9	7	8	9	10	3	0.055
	10	1	2	3	4	10	10	7	8	10	10	4	0.073
												55	1

Комплексный расчет качества и технического уровня конструкции

С помощью комплексного показателя оценивается ценности изделия. На основе оценки сравниваются с эталонными величинами показателей базового и проектного вариантов. В качестве эталонного показателя используются технические предельные величины рассматриваемых показателей.

Комплексный показатель рассчитывается по формуле:

$$W = \sum q * r_i, \quad (2)$$

Где $q - i$ – безразмерный показатель по критерию;

$r_i - i$ – размерный весовой коэффициент, следовательно $\sum r_i = 1$;

i – относительные показатели качество по критерию рассчитываются по формуле:

$$\begin{aligned} q_i &= P_i^n / P_i^3, \\ q_i &= P_i^3 / P_i^n, \end{aligned} \quad (3)$$

Где $P_i^3, P_i^n - i$ – количественные величины и идентифицированные варианты показателя, и эталонные значения.

Показатели, сформулированные по первой формуле, увеличиваются, а в обратном случае определяется вторая формула.

С помощью потенциальных возможностей и комплексных показателей структуры разрабатываются технические концепции, сравниваются аналоговые изделия и определяются коэффициенты качественных изменений:

$$K_u = W_n / W_6, \quad (4)$$

Где W_n, W_6 – комплексные показатели качества проектных (П) и базовых (Б) вариантов. Данный коэффициент используется для определения лимитной стоимости проектируемого изделия.

Таблица 3 – Техническая оценка конструкции по варианту.

Наименование показателей по группам	Коэффициент значения показателя	Оценка значения показателей, относящихся к		Оценка показателей	
		П	Б	Б	П
1	2	3	4	5	6
Высота подъема груза	0.164	1	0.9	0.164	0.147
Скорость подъема груза	0.127	0.09	0.085	0.011	0.010
Скорость перемещения	0.0145	0.83	0.75	0.12	0.108
Малый радиус поворота	0.164	1	0.91	0.164	0.149
Ширина	0.055	1	0.87	0.055	0.047
Вес погрузчика	0.018	0.98	0.86	0.017	0.015
Мощность аккумуляторной батарей	0.109	0.91	0.79	0.099	0.086
Коэффициент унификации	0.09	0.96	0.81	0.086	0.072
Коэффициент стандартизации	0.055	0.94	0.82	0.051	0.045
Коэффициент повторяемости	0.073	0.85	0.71	0.062	0.051
				0.869	0.712

$$K_u = \frac{0.869}{0.712} = 1.22$$

Расчет трудоемкости ОКР

Многие виды методов нормирования ОКР разделены на три основные группы: экспертные, опытно-статистические, аналитические расчетные. Первый метод базируется на экспертной оценке, а второй – на сопоставлении объекта с аналогами, нормативы которых неизвестны, третий – на корреляционных соотношениях трудоемкости на основе основных технических параметров изделия.

На основе данной методики была определена трудоемкость ОКР и выполнена простыми методами.

Путем оценки отдельных факторов балльной системой определяются суммарные показатели работ в единицу времени в зависимости от сложности (баллы) и обмениваются на трудоемкость через сравнительные нормативы. Оценка факторов определяется дифференцированно в зависимости от вида работ и основных узлов.

Даны два вида работ: аналитико-расчетная и графико-схематическая, следовательно, расчет объемных показателей различен.

Расчеты выполняются в следующей последовательности:

1. Обобщается исходная информация о проектируемом объекте:
 - Наличие аналога или прототипа, оценка общей сложности объекта;
 - Состав главных узлов на объекте;
 - Характер узлов (уровень структуры, число кинематических пар, число оригинальных частиц, число сложных частиц по внешним контурам).
2. На основании исходных показателей таблицы 4.4 – 4.8 по каждому нормативу объема работ определены нормативы объема работ по балльной системе Q_H , Q_H первой и второй групп и получены поправочные коэффициенты K_0, K_1, K_2, K_3, K_4 . Результаты заполняем в таблицу 4.9.

Таблица 4 – Показатели объема работ Q_H^1 (в баллах) в 1 группе. В зависимости от сложности.

Новые группы	Характер новой группы	Количество Q_H^1 баллов
1	Есть близкий аналог (разница около 20%)	1
2	Есть средний аналог с разницей (20 – 50 %)	1.5
3	Существует прототип по персонализированным узловым структурам и принципу движения	2.0
4	Известный прототип из информационных и патентных источников. Чертежей нет	3.0
5	Прототип отсутствует или неизвестен	4.0
6	Нет прототипа, лежащего в структуре новой идеи	6.0

Таблица 5 – Показатели объема работ 2 группы. В зависимости от сложности Q_H^2 (в баллах).

Уплотнение групп узлов деталей	1	2	3	4	5	6	7	8
Примерное оригинальное количество частиц	0-5	6-10	11-18	19-30	31-50	51-60	81-120	121 и выше
Q_H^2 показатели	3	5	7	11	17	24	35	50

Таблица 6 – Коэффициент K_1, K_2 .

Сложные группы по числам кинематических пар	1	2	3	4	5	6
	Без пары	2 пары	3-4	5-8	9-15	15
K_1	1.0	1.2	1.6	1.9	2.4	3.0
K_2	1.0	1.1	1.2	1.4	1.6	1.7

Таблица 7 – Коэффициент K_3 .

Объемные группы конструкции узлов	Объем по внешнему контуре, дм^3	K_3
1	2	3
1	До 10	1
2	11-20	1
3	21-40	1
4	41-80	1.01
5	81-160	1.02
6	161-320	1.05
7	321-600	1.08
8	601-1600	1.13
9	1601-2400	1.2
10	2401-3600	1.3
11	3601-50000	1.43
12	50001-63000	1.56
13	63001-80000	1.72

Таблица 8 – коэффициента K_4 .

*Групповое уплотнение узла сложных частиц	1	2	3	4	5	6	7	8
Пример числа сложных частиц	0	1-2	3-4	5-8	9-13	14-19	20-26	27
K_4	1	1.05	1.1	1.2	1.3	1.5	1.7	1.9

* К более сложным относятся детали сложной форму, которые не требуют специальных расчетов при сборке, а также не требуют размерных расчетов.

Таблица 4.9 – Исходные данные для расчета трудоемкости ОКР.

Характер объекта		Форма изделия			
		Общая схема	Внешняя рамы	Внутренняя рама	Каретка
Сложность чертежа изделия	Группа №	3	-	-	-
	K_0	1.2	-	-	-
Новая структура	Группа №	-	1	1	1
	Q_H^1	-	1	1	1
Сложность узла по числу кинематических пар	Количество	-	3	3	2
	K_1	-	1.6	1.6	1.2
	K_2	-	1.2	1.2	1.1
Уточнение с вариантными деталями	Количество	-	1	1	1
	Q_H^2	-	3	3	3
Объем конструкции по внешнему контуру	дм ³	-	318	310	85
	K_3	-	1.05	1.05	1.05
Определение сложных частиц	Количество	-	5	6	2
	K_4	-	1.2	1.1	1.05

Таблица 4.10 – Коэффициент, учитывающий уровень и сложность схема автоматизации K_0 .

Группы сложных схем	Характер	K_0
1	Простая схема одноэнергетического потока без управления процессом	0.8
2	Простая схема потока энергии с автоматическим и ручным управлением	1.0
3	Схема средней сложности потока энергии, разветвленной блокирующим, регулирующим элементом	1.2
4	В сложной схема автоматизации рабочего цикла механические, электрические, гидравлические и другие связи взаимодействуют с другими конструкциями	1.4
5	Полная схема автоматизации и обратная связь, управление установкой автоматики по установленной программе	1.6

3. Показатели рассчитываются

Показатели объёма работ в первой группе по i узлу определяются по формуле:

$$Q_i^1 = Q_H * K_1, \quad (5)$$

Где Q_H – нормативные значения объема работ (первая группа), получим в зависимости от групп новых узлов;

K_1 – поправочный коэффициент с учетом влияния узлов по числу кинематических пар.

Определим показатель объема работ в i – узлах второй группы по формуле:

$$Q_i^2 = Q_H^2 * K_2 * K_3 * K_4, \quad (6)$$

Где Q_H^2 – нормативное значение работ второй группы с балльной системой зависит от количества конкретных деталей в узле;

K_2, K_3, K_4 – поправочный коэффициент влияния по объемному току, количеству кинематических пар, уточненный сложными структурными деталями, узлами.

Объемная трудоемкость ОКР определяется по формуле:

$$T_{\text{ОКР}} = t_H * K_0 (\Sigma Q_i + \Sigma Q_i^2), \quad (7)$$

Где t_H – нормативы относительной трудоемкости, человеко-сут/мед. Норматив устанавливается на основании статистических данных по результатам проектирования аналоговых изделий;

K_0 – коэффициент автоматизации полного управления объектом. Расчет трудоемкости ОКР представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Трудоемкость ОКР.

Рабочая группа	Объект работы по группе с балльной системой							
	Аналитико-расчетная			Графико-схематическое				
	Q_H^1	K_1	Q_i^1	Q_H^1	K_2	K_3	K_4	Q_i^2
Внешняя рама	1	1.6	1.6	3	1.2	1.05	1.2	4.53
Внутренняя рама	1	1.6	1.6	3	1.2	1.05	1.2	4.53
Каретка	1	1.2	1.2	3	1.1	1.05	1.05	3.53
Q_i^1			4.4	Q_i^2				12.59
$Q_i^1 + Q_i^2$				16.99				
1 балльная относительная трудоемкость, чел - сут				25				

Коэффициент сложности чертежа K_0		1.2
Трудоёмкость ОКР	Человек-покаяние	510
	Человек-час.	4080

Расчет временных, стоимостных затрат при проектировании изделия

При технико-экономическом анализе изделия важнейшими показателями являются сроки реализации проекта и стоимостные затраты.

Крупным методом считается расчет, выполненный со сведениями о трудоемкости ОКР в определенной структуре затрат труда по нормативам долговечности (Табл. 4.13) и этапам проектирование.

Расчеты выполняются в виде таблицы поочередно следующим образом (Табл. 14):

1) Получены соотношения трудоемкости этапов проектирования по виду производства;

2) Трудоемкость этапов проектирования рассчитывается по формуле:

$$T_i = \frac{T_{\text{ОКР}}}{t_{\text{уд}}} * t_i^{\text{уд}}, \quad (8)$$

3) Суммарный ОКР по трудоемкости получается нормативный длительный цикл технического и рабочего проекта $T_{\text{ТП}}^{\text{И}}, T_{\text{РП}}^{\text{И}}$;

4) Определяется длительный цикл технологической подготовки в производстве:

$$T_{\text{ТПП}} = \frac{T_{\text{РП}}^{\text{И}}}{t_{\text{РП}}^{\text{уд}}} * t_{\text{ТПП}}^{\text{уд}}, \quad (9)$$

5) По этапам проектирования определяется необходимое количество исполнителей:

$$R_{\text{ТПП}} = \frac{T_i}{F_p^{\text{Н}} * T_i^{\text{И}} * K_{\text{ВН}}}, \quad (10)$$

Где $F_p^{\text{Н}} = 176$ час – месячный фонд времени рабочего;

$K_{\text{ВН}} = 1.1 \dots 1.2$ – коэффициент выполнения нормы.

6) При составлении проекта определяется фонд оплаты труда:

$$З = \sum_i R_i^n * 3_m^i * T_i^{\text{И}} \left(1 + \frac{H_{\text{СН}}}{100} \right), \quad (11)$$

Где 3_m^i – i – среднемесячная заработная плата исполнителей этапа;

$H_{\text{СН}}$ – коэффициент выплат на социальные нужды ($H_{\text{СН}} = 26\%$).

7) Определяется полный расход при составлении проекта:

$$C_{пп} = \frac{3}{K_{зп}}, \quad (12)$$

Где $K_{зп} = 0.8$ – удельный вес заработной платы в общей себестоимости получается статистическими данными.

8) Оценивается срок реализации проекта:

$$T_{пр}^ц = K_{пар} * \sum T_i^ц, \quad (13)$$

Где $K_{пар} = 0.7$ – коэффициент параллельности в периодическом обмене.

Таблица 12 – Отношение трудоемкости на этапах проектирования, %.

Этапы и типы работ	Вид производства			
	КС	С	МС	Е
Проектирование эскиза и составление ТЗ	8	12	16	17
Техническое проектирование (ТП)	14	18	24	26
Проектирование работы (ПР)	18	25	35	37
Технологическая подготовка	60	45	25	20
В том числе:				
Проектирование технологических процессов	24	18	15	11
Проектирование специального оборудования	36	27	10	9

Таблица 13 – Нормативы структурной готовности производства.

Общая трудоемкость проектирования, норма-час	Продолжительность цикла, месяц	
	ТЗ, ЭП, ТП	РП
До 2000	1.5	1.5
2001-4000	2.5	1.5
4001-6000	2.5	2.5
6001-8000	3.0	3.0
8001-10000	3.5	3.5
10001-15000	4.0	4.5
15001-20000	4.5	5.0

Таблица 14 – Расчет временных и затрат себестоимости при проектировании изделия.

Показатели	Этапы	ОКР		ТПП
		ТЗ, ЭП, ТП	РП	
Отношение трудоемкости на этапах проектирования, %		40	35	25
Трудоемкость, нормо-ч		2176	1904	1360

Продолжительность производственного цикла, месяц	2.5	2.5	1.8
Необходимое количество исполнителей, чел.	4	4	4
Средняя заработная плата исполнителей, тг.	4000	4000	4000
Фонд оплаты труда по периодам, тг.	50400	50400	36288
Единая заработная плата, предоставляемая при проектировании, тг.			137088
Оценка затрат на создание проекта, тг.			171360
Оценка сроков реализации, месяц			4.76

$$\begin{aligned}
T_{ТЗ,ЭП,ТП} &= \frac{4080}{75} * 40 = 2176 & R_{ТЗ,ЭП,ТП} &= \frac{2176}{176*2.5*1.2} \approx 4 \\
T_{РП} &= \frac{4080}{75} * 35 = 1904 & R_{РП} &= \frac{1904}{176*2.5*1.2} \approx 4 \\
T_{РП} &= \frac{4080}{75} * 25 = 1360 & R_{РП} &= \frac{1360}{176*2.5*1.2} \approx 4 \\
3 &= \left(4000 * 2.5 * 4 \left(1 + \frac{26}{100} \right) \right) + \left(4000 * 2.5 * 4 \left(1 + \frac{26}{100} \right) \right) \\
&\quad + \left(4000 * 1.8 * 4 \left(1 + \frac{26}{100} \right) \right) = 137088 \text{ тг.}
\end{aligned}$$

Прогнозирование себестоимости изделия

При отсутствии необходимых технологических документов и нормативов на этапах сборки при подготовке проекта для расчёта себестоимости используется различные методы прогнозирования: удельный вес, определены известные структуры аналогов.

Через прямые этапы определяется себестоимость конструкции:

- Расход основных материалов;
- Затраты на сборку основного изделия;
- Оплата труда производственных рабочих.

Расчет расхода основных материалов

Расчет затрат на изготовление деталей и узлов в значительных количествах может быть выполнен полностью по изделию.

Стоимость основных материалов определяется исходя из нормы расхода каждого материала и выполняется без учета стоимости отходов.

Расчет расхода основных материалов выполняется в виде таблицы.

Смещение основных материалов по базовому узлу рассчитывается по следующей формуле:

$$M_6 = \sum_i q_i * P_{ij} \left(1 + \frac{K^{отх}}{100} \right) * Ц_M * K^{ТЗ} - q_i * P_{ij} * \frac{K^{отх}}{100} * Ц^0, \quad (14)$$

Где P_{ij} – j – применение i-й детали в узле;

Q – вес детали i на чертеже, кг;

C_M – цена материала, тг;

C^0 – остаточная цена, тг;

$K^{отх}$ – средний процент отходов (Таблица 4.15);

$K^{тз} = 1.03 - 1.07$ – коэффициент подготовки и транспортировки.

Таблица 15 – Планируемая норма отходов, %.

Тип производства / Тип материала	СС	МС, Е
Черный	18-30	23-37
Цветной	12-24	15-30
Пластмасса	12-18	15-22

Таблица 16 – Расчет расхода основных материалов.

Деталь	Применение	Материал	Норма расхода		Цена, тг/т	Стоимость материала с затратами на изготовление-транспортировку, тг/т	Обратимые расходы			Стоимость материала без учета стоимости отходов, тг
			Дробь, т	Узел, т			Норма, т	Цента, тг/т	Сумма, тг	
Внешняя рама	1	Сталь 35	0.1	0.1	25000	2575	0.3	1000	300	2275
Внутренняя рама	1	Сталь 35	0.09	0.09	25000	2317.5	0.036	1000	300	2281.5
Каретка	1	Сталь 35	0.07	0.07	25000	1802.5	0.024	1000	300	1778.5
Заключение по базовым узлам										6335

Затраты на сборку приобретенных изделий

Стоимость сборки покупных изделий определяется по формуле по P_{ij} и B_K : $B_i^K P_{ij}$:

$$C_B^x = \sum_i C_i^x P_{ij} K^{тз}, \quad (4.15)$$

Расчет затрат на сборку приобретенных изделий приведен в таблице 4.17.

Расчет затрат на сборку полуфабрикатов и приобретенных изделий по базовому узлу.

Таблица 17 – Затраты на сборку приобретенных изделий.

Наименование	Применение	Цена, тг	Сумма, тг
Подшипник	18	200	3600
Цепь	2	2000	4000
Крышка	2	300	600
Подкладка	4	80	320
Балансир	1	1200	1200

Ось	18	200	3600
Каток	10	250	2500
Зубчатый каток	2	2500	5000
Траверс	1	2000	2000
Ролик	8	450	3600
Всего, тг			26420
Расчет затрат на подготовку и транспортировку, тг			27212.6

Таблица 18 – Расчет расхода материала по изделию.

Пункты расходов Часть изделия	Основные материалы		Комбинированное изделие	
	$K_j^{пр}$	Затраты, тг	$K_j^{пр}$	Затраты, тг
Базовый узел	1	6335	1	27212.6
Подъемный цилиндр	2	12670	0.4	10885.04
Наклонный цилиндр	0.9	5701.5	0.3	8163.78
Гидросистема	1.5	9502.5	0.6	16327.56
Вилы	1.3	8235.5	0.1	2712.26
Заключение, тг		42444.5		65310.24

Расчет затрат на оплату труда производственных рабочих

Расчет заработной платы на стадиях структурной подготовки на производстве базируется на показателях относительной трудоемкости конструкции 1 кг аналога изделия. При наличии таких данных для аналогичных расчетов используется примерные отраслевые значения.

Таблица 19 – Расчет заработной платы производственных рабочих.

Показатель	Формула расчета	Обозначение	Расчет
Трудоемкость изделия	$T_{и} = t_{уд} * G$	$t_{уд}$ – относительная трудоемкость 1 кг веса конструкции; G – Вес конструкции	$T_{и} = 1.8 * 2385 = 4293$ Норм – час
Трудоемкость готового выпуска	$T^r = T_{и} * N^r$	N^r – предполагаемый объем заготовки, шт.	$T^r = 10 * 4293 = 42930$ Норм – час
Количество основных производственных рабочих	$R = \frac{T^r}{F_p^r}$	F_p^r – фактический годовой фонд времени одного рабочего	$R = \frac{42930}{1860} = 24$ человек

Годовой фонд основных и дополнительных ЛП	$Z_o = 12 * R * Z_{cp}$	Z_{cp} – средняя заработная плата ОПР	$Z = 12 * 24 * 5000 = 1440000 \text{ тг}$
ЕА с учетом соц. потребностей	$Z = Z_o \left(1 + \frac{H_{CH}}{100}\right)$	$H_{CH} = 26\%$ – коэффициент затрат на социальные нужды.	$Z = 480000 * \left(1 + \frac{26}{100}\right) = 1814400 \text{ тг}$

Расчет полной себестоимости изделия

Расчет полной себестоимости изделия определяется по формуле:

$$S_{\Pi} = \left[M + C^k + Z_o^i * \left(1 + \frac{H_{OP} + H_{OX} + H_{CH}}{100}\right) \right] * \left(1 + \frac{H_{BP}}{100}\right), \quad (16)$$

Где H_{OP}, H_{OX}, H_{CH} – общепроизводственные, общехозяйственные расходы, нормативы социальных погрешностей (200%, 130%, 26% для данного производства);

H_{BP} – норматив внепроизводственного расхода, % (7% для данного вида производства);

Z_o^i – оплата труда производственных рабочих, изготавливающих единицы изделий.

$$S_{\Pi} = \left[42444.5 + 65310.24 + 144000 * \left(1 + \frac{200 + 130 + 26}{100}\right) \right] * \left(1 + \frac{7}{100}\right)$$

$$S_{\Pi} = 817902.371 \text{ тг.}$$

Определение прогнозируемой стоимости изделия.

Через предполагаемую стоимость изделия определяется предельный уровень проектируемой цены и предоставляется по относительно низкой цене для потребителей.

При наличии аналога оценка изменений технических параметров прогнозируемой стоимости определяется по формуле:

$$C_{\Pi} = 0.9 * C_6 * K_{и}, \quad (17)$$

Где 0.9 – коэффициент, характеризующий моральный износ базового изделия при разработке и проектировании нового изделия;

$C_6 = 1200 \text{ тыс. тг.}$ – цена базового изделия, принятого в качестве аналога;

$K_{и}$ – коэффициент качественных изменений изделия.

$$C_{\Pi} = 0.9 * 1200 * 1.22 = 1317.6 \text{ тыс. тг.}$$

Освоение производства и расчет уровня капитальных вложений НИОКР

Состояние ограничения финансовых ресурсов технических и коммерческих доходов в проекте определяется критериями капитальных вложений, вложенных в реализацию, сборку проекта. Капитальные вложения на всех этапах жизненного цикла изделия являются важнейшей экономической эффективностью новых проектов.

Единовременные производственные затраты включают в себя предпроизводственные затраты $K_{ППЗ}$ и капитальные вложения производственного фонда $K_{ПФ}$ завода-изготовителя.

$$K_{П} = K_{ППЗ} + K_{ПФ}, \quad (18)$$

Крупные капитальные вложения в производственный фонд определяются по следующей формуле:

$$K_{ПФ} = K_{ОБ} + K_{ОС}, \quad (19)$$

$$K_{ОС} = 0.3 * K_{ОБ}, \quad (20)$$

Где $K_{ОБ}$ – капитальные вложения в оборудование, тг;

$K_{ОС}$ – капитальные вложения в обратные инструменты, тг;

При этом:

$$K_{ОБ} = Ц_{П} * N^e * K_{ОБ}^H * \gamma_0 * \gamma_m, \quad (21)$$

Где $Ц_{П}$ – предполагаемая цена изделия, тг;

N^e – прогнозируемый объем выпуска, шт.;

$K_{ОБ}^H = 0.6$ – норматив отраслевых капитальных вложений для увеличения объема новых изделий на один тенге;

γ_0, γ_m – для данного производства коэффициент годового объема соответствует 1, 0.9

$$K_{ОБ} = 1317.6 * 10 * 1 * 0.9 * 0.6 = 7115.04 \text{ тыс. тг.}$$

$$K_{ПФ} = 7115.04 + 7115.04 * 0.3 = 9249.552 \text{ тыс. тг.}$$

$$K_{П} = 171.36 + 9249.552 = 9420.912 \text{ тыс. тг.}$$

Оценка экономической эффективности комбинированных электрических погрузчиков.

Расчет дохода единицы изделия:

$$\mathcal{E} = Ц_{П} - S_H = 1317.6 - 817.902 = 499.698 \text{ тыс. тг.} \quad (22)$$

Оценка показателей экономической многогранности проекта

На заключительном этапе технико-экономического обоснования проектирования проектируемого изделия показатели экономической универсальности конструкции заполняются в таблицу (Табл. 4.20).

Таблица 20 – Показатели оценки экономической многогранности структуры.

Наименование показателя		Единица измерения	Размер
1		2	3
Прогнозируемый объем выпуска		Шт.	10
Единовременные капитальные вложения	Производственные затраты	Тыс. тг.	9249.552
	Производственные	Тыс. тг.	171.36
	Всего	Тыс. тг.	499.698
Текущие удержания на производстве	На материалы	Тг.	42444.5
	На оплату труда	Тыс. тг.	1814.4
	На сборку	Тг.	65310.24
	Полная себестоимость	Тыс. тг.	817.902
Доход от единицы изделия		Тыс. тг.	499.698
Предполагаемая цена изделия		Тыс. тг.	1317.6
Сроки реализации проекта		Месяц	4.76
Срок возврата капитальных вложений		Год	1.8

С помощью технико-экономических обоснований производства определяется эффективность данного проекта. Путем проведенных экономических расчетов стоимости и цены изделия определяется планируемая прибыль и рентабельность, а также рассматривается годовая экономическая эффективность производства проектируемого изделия. Сроки возврата капитальных вложений не высоки, кроме того, определена эффективность проекта.

Приложение 2. Проект склада штучного размещения груза для исследуемого электрического погрузчика

Определяем количество средств механизации погрузочно-разгрузочных работ, необходимых для переработки однотипного грузового пакета на склад.

Исходные данные:

Годовой грузопоток:

По прибытию $Q_{\Gamma}^{\text{ПР}} = 600,000$ тонн,

По отправке $Q_{\Gamma}^{\text{ОТП}} = 700,000$ тонн.

Вес упаковки $q_{\Pi} = 1250$ кг.

Объем одного пакета $V_{\Pi} = (Д * Ш * В) = 1.2 * 0.8 * 1.2 = 1.152 \text{ м}^3$

Фактическая загрузка автомобиля $q_a = 3$ т.

Расчетный суточный поток

$$Q_{\text{сут}}^{\text{ПР(ОТП)}} = \frac{Q_{\Gamma}^{\text{ПР(ОТП)}}}{365} * K_{\text{Н}}, (\text{т/сут}) \quad (1)$$

Где $Q_{\text{сут}}^{\text{ПР(ОТП)}}$ – годовой поток отправленного или привезенного груза, т;

$K_{\text{Н}}$ – коэффициент несоставки и недопуска груза, $K_{\text{Н}} = 1.1$;

По прибытию груза:

$$Q_{\text{сут}}^{\text{ПР}} = \frac{Q_{\Gamma}^{\text{ПР}}}{365} * K_{\text{Н}} = \frac{600000}{365} * 1.1 = 1808.2 \left(\frac{\text{т}}{\text{сут}} \right)$$

По отправке груза:

$$Q_{\text{сут}}^{\text{ОТП}} = \frac{Q_{\Gamma}^{\text{ОТП}}}{365} * K_{\text{Н}} = \frac{700000}{365} * 1.1 = 2109.58 \left(\frac{\text{т}}{\text{сут}} \right)$$

Тогда грузопоток за сутки в пакете:

$$n_{\text{сут}}^{\text{ПР(ОТП)}} = \frac{Q_{\text{сут}}^{\text{ПР(ОТП)}}}{q_{\Pi}}, (\text{шт/сут}) \quad (2)$$

Где q_{Π} – масса пакета, кг.

$$n_{\text{сут}}^{\text{ПР}} = \frac{Q_{\text{сут}}^{\text{ПР}}}{q_{\Pi}} = \frac{1808.2}{1.25} = 1447 \left(\frac{\text{шт}}{\text{сут}} \right)$$

$$n_{\text{сут}}^{\text{ОТП}} = \frac{Q_{\text{сут}}^{\text{ОТП}}}{q_{\Pi}} = \frac{2109.58}{1.25} = 1688 \left(\frac{\text{шт}}{\text{сут}} \right)$$

Необходимое количество вагонов

$$N_B = \frac{n_{\text{сут}}^{\text{ПП}}}{q_B}, \quad (3)$$

Где q_B – средняя загрузка вагона.

$$q_B = \frac{V_B * q_{\text{П}} * k_y}{V_{\text{П}}}, \quad (4)$$

Где V_B – внутренний объем в вагоне покрытия, м^3 ;

$q_{\text{П}}$ – вес одного пакета, т;

k_y – коэффициент, учитывающий гладкость покрытия, $k_y = 0.85 - 0.9$;

$V_{\text{П}}$ – объем одного пакета, м^3 ;

Для перевозки груза один за другим используется вагон модели 11-066, 264. Грузоподъемностью 63 т, $V_B = 120 \text{ м}^3$;

Вагон вмещает $q_B = 51$ пакет;

На каждом вагоне размещен двухъярусный пакет. Высота пакета $h_{\text{П}} = 1200 \text{ мм}$. ([5] таблица 2.2).

По прибытии:

$$N_B = \frac{1447}{51} = 28 \text{ шт.}$$

Количество автомобилей

$$N_a = \frac{n_{\text{сут}}^{\text{ОТП}} * T_{\text{ц}}}{q_a * T * k_t}, \quad (5)$$

q_a – фактическая нагрузка на автомобиль, $q_a = 5 \text{ т}$;

T – час работы автотранспорта в сутки, $T = 12$ часов;

$k_t = 0.7$ – коэффициент использования автомобиля по времени

Где $T_{\text{ц}}$ – длительный срок автомобильного цикла, с;

$$T_{\text{ц}} = \frac{l_a}{v_T * \beta} + T_{\text{пр}}, \text{ (час)} \quad (6)$$

Где l_a – расстояние перевозки, км (внутригородские перевозки $l_a = 25$ км);

v_T – средняя скорость автомобиля, км/ч ($v_T = 35 \text{ км/ч}$);

β – коэффициент пробега автомобиля, $\beta = 0.9$;

$T_{\text{пр}}$ – время простоя с грузовой мерой.

$$T_{ц} = \frac{25}{35 * 0.9} + 0.1 = 0.89 \text{ час}$$

$$N_a = \frac{1688 * 0.89}{5 * 12 * 0.7} = 35 \text{ машин.}$$

Расчет размеров склада

Определение количества вагонов на одной передаче:

$$N_{в.п.} = \frac{N_B}{Z}, \quad (7)$$

Где Z – количество вагонов, достигших грузовых мест за сутки, $Z = 4$;

$$N_{в.п.} = \frac{28}{4} = 7 \text{ ваг}$$

Определение длины цепи вагонов:

$$L_{ф.п.} = N_B * l_B + a_m, \quad (8)$$

Где l_B – длина вагона в автоприцепе, $l_B = 14.73$ м;

a_m – удлинение фронта вагона для выполнения маневровых работ, $a_m = 2$

м

$$L_{ф.п.} = 28 * 14.73 + 2 = 414.44 \text{ м}$$

Определение длины погрузочно-разгрузочного фронта:

$$L_{гр} \geq \frac{1}{Z_c} * N_{в.п.} * l_B + a_m, \quad (9)$$

Где Z_c – число вагонообменов по грузовому фронту, $Z_c = 1$;

Определение вместимости склада:

$$V = [(1 - k_{п.}) * Q_{сут}^{ПР} * t_{хр}^{ПР} + (1 - k_{п.}) * Q_{сут}^{ОТПР} * t_{хр}^{ОТПР}] * k_1, \quad (10)$$

Где $k_{п.} = 0.4$ – коэффициент непрерывной нагруженности;

$t_{хр}$ – время хранения по отправке ($t_{хр}^{ОТПР} = 1.5$ сут) и прибытию ($t_{хр}^{ПР} = 3$ сут);

$k_1 = 1.3$ – коэффициент смешения передач.

$$V = [(1 - 0.4) * 1808.2 * 3 + (1 - 0.4) * 2109.58 * 1.5] * 1.3 = 6699.39 \text{ т}$$

Определение емкости простой территории.

Груз хранится на асфальтобетонной платформе. Для размещения груза используем штабельный тип хранения. Пакеты расположены в два яруса. Пакеты двумя рядами в штабель (1200 мм) устанавливается по длине.

$$\Delta V = Z_l * Z_b * Z_h, \quad (11)$$

Где Z_l, Z_b, Z_h - количество пакетов в элементарной области по высоте, длине и ширине.

$$Z_b = \frac{B_{\text{скл}} - B_2 - B_{\text{ш}} - B_{\text{пр}}}{800 + 50}, \quad (12)$$

Где $B_{\text{скл}}$ – ширина склада 30000 мм;

B_2 – место под железную дорогу, $B_2 = (2850 + 1920)$ мм;

$B_{\text{ш}}$ – расстояние от края рампы до штабеля, $B_{\text{ш}} = 3000$ мм;

$B_{\text{пр}}$ – ширина проходов, $B_{\text{пр}} = 800$ мм;

$$Z_b = \frac{30000 - (2850 + 1920) - 3000 - 800}{800 + 50} = 25 \text{ шт}$$

$$Z_l = \frac{30000 - B_{\text{уз}}}{1200 + 50}, \quad (13)$$

Где $B_{\text{уз}} = 2000$ мм – расстояние между штабелями.

$$Z_l = \frac{30000 - 2000}{1200 + 50} = 23 \text{ шт}$$

$$Z_h = \frac{H_{\text{под}} - 200}{h_{\text{п}}}, \quad (14)$$

Где $H_{\text{под}}$ – высота подъема погрузчика, $H_{\text{под}} = 3000$ мм;

$h_{\text{п}}$ = 1350 мм – высота пакета.

$$Z_h = \frac{3000 - 200}{1350} = 2 \text{ шт}$$

$$\Delta V = 25 * 23 * 2 = 1150$$

Определение количества территорий на складе:

$$Z_{\text{эл.пл}} = \frac{V}{\Delta V * q_{\text{п}}}, \quad (15)$$

Где $q_{\text{п}} = 1.25$ т – грузоподъемность погрузчика.

$$Z_{\text{эл.пл}} = \frac{6699.39}{1150 * 1.25} = 5 \text{ шт.}$$

Определение длины склада:

$$L_{\text{скл}} = \frac{Z_{\text{эл.пл}} * l}{x} + \Delta l, \quad (16)$$

Где l – длина элементарной зоны, мм;

x – количество элементарных площадей по ширине склада;

Δl – размер складского фонда, $\Delta l = 5.2$ м.

$$l = Z_l * l_{\text{п}} + b_{\text{пр}} = 23 * 1200 + 3600 = 31200 \text{ мм}$$

$$L_{\text{скл}} = \frac{5 * 31200}{1} + 5200 = 161200 \text{ мм}$$

Длину склада получим в следующем случае:

$$L_{\text{скл}} > L_{\text{гр}}$$

$L_{\text{скл}} = 180000$ мм.

Определение полезной площади элементарной территории.

$$\Delta F = Z_l * Z_b * f, \quad (17)$$

Где f – полезная площадь, занимаемая одним пакетом.

$$f = 1.2 * 0.8 = 0.96 \text{ м}^2$$

$$\Delta F = 25 * 23 * 0.96 = 552 \text{ м}^2$$

Определяем полезную площадь элементарной территории:

$$\Delta F_{\text{п}} = (Z_l * l_{\text{п}} + b_{\text{пр}}) * (Z_b * b_{\text{п}} + b_{\text{пр}}), \quad (18)$$

$$\Delta F_{\text{п}} = (23 * 1.2 + 3.6) * (25 * 0.8 + 0.8) = 1272 \text{ м}^2$$

Полная площадь склада:

$$F_{\text{скл}} = L_{\text{скл}} * B_{\text{скл}}, \quad (19)$$

$$F_{\text{скл}} = 180 * 30 = 5400 \text{ м}^2$$

Заполняем все линейные размеры склада в таблицу (табл. 1)

Таблица 1 – Линейные размеры склада.

Наименование измерения	Единица измерения	Размер
Высота склада	м	6
Ширина склада	м	30
Длина склада	м	180
Высота рампы для железнодорожных вагонов	м	1.2
Ширина погрузочно-разгрузочной платформы для обслуживания автомобилей и подвижного состава	м	3
Расстояние от края платформы до оси железной дороги	м	1.92
Расстояние от оси железной дороги до стены склада	м	2.85
Ворота для ввода железнодорожного состава	м	4.5x5
Расстояние между дверями для автомобиля	м	4x3
Высота грузовой платформы на автомобиле от уровня проезжей части	м	1.3
Размер штабеля	м	38.4x22x2.7
Расстояние погрузочно-разгрузочных мероприятий на погрузчиках между штабелями	м	3
Количество штабелей	шт	5

Расчет количества и выбор типа погрузочно-разгрузочных машин

Технические характеристики электрического погрузчика грузоподъемностью 1.25 т приведены выше.

Техническая характеристика транспорта, применяемого для обработанного по одному грузу, определяется по формуле:

$$П_T = \frac{3600}{T_{\text{ц}}} * G_M \text{ (т/ч)}, \quad (20)$$

Где G_M – грузоподъемность автомобиля, т;

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность циклического времени, с.

Для ввода временного цикла:

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{дв}} + t'_{\text{дв}} + t_{\text{под}} + t'_{\text{под}} + t_{\text{оп}} + t'_{\text{оп}} + t_{\text{пов}} + t_{\text{всп}}, \quad (21)$$

Где $t_{\text{ДВ}}, t'_{\text{ДВ}}$ – время погрузчика, движущегося горизонтальными и поперечными движениями по складу с грузом и без груза, с;

$t_{\text{ПОД}}, t'_{\text{ПОД}}$ – время, затраченное на подъем каретки погрузчика с грузом и без груза, с;

$t_{\text{ОП}}, t'_{\text{ОП}}$ – время, затраченное на разгрузку каретки с грузом и без груза, с;

$t_{\text{ПОВ}}$ – время, затраченное на поворот погрузчика, $t_{\text{ПОВ}} = 35$ с;

$t_{\text{ВСП}}$ – время, затраченное на косвенные меры, $t_{\text{ВСП}} = 60$ с.

$$t_{\text{ДВ}} = \frac{l}{v} + \frac{v}{2 \cdot a}; \quad t'_{\text{ДВ}} = \frac{l}{v'} + \frac{v'}{2 \cdot a} \quad (22)$$

Где l – длина рабочего сгиба, м;

v – скорость движения погрузчика, м/с;

a – разгон погрузчика м/с².

$$t_{\text{ДВ}} = \frac{30}{2.8} + \frac{2.8}{2 \cdot 0.3} = 15.3 \text{ с}$$

$$t'_{\text{ДВ}} = \frac{30}{3.3} + \frac{3.3}{2 \cdot 0.4} = 13.2 \text{ с}$$

Средняя высота подъема:

$$H_{\text{СР}} = \frac{H + h_{\text{П}}}{2}, \quad (23)$$

Где H – высота подъема груза погрузчиком, м.

$$H_{\text{СР}} = \frac{3 + 1.35}{2} = 2.175 \text{ м};$$

$$t_{\text{ПОД}} = \frac{H_{\text{СР}}}{v_{\text{П}}} = \frac{2.1}{0.18} = 11.6 \text{ с},$$

$$t'_{\text{ПОД}} = \frac{H_{\text{СР}}}{v'_{\text{П}}} = \frac{2.1}{0.24} = 8.75,$$

$$t_{\text{ОП}} = \frac{H_{\text{СР}}}{v_{\text{ОП}}} = \frac{2.1}{0.4} = 5.25 \text{ с},$$

$$t'_{\text{ОП}} = \frac{H_{\text{СР}}}{v'_{\text{ОП}}} = \frac{2.1}{0.16} = 13.1 \text{ с},$$

$$T_{\text{ц}} = 15.3 + 13.2 + 11.6 + 8.75 + 5.25 + 13.1 + 35 + 60 \approx 160.2 \text{ с}$$

$$P_{\text{Т}} = \frac{3600}{160.2} \cdot 1.25 \approx 27.8 \text{ т/ч}$$

Эксплуатационная и очередная производительность

Эксплуатационная производительность погрузчика:

$$П_{\text{Э}} = П_{\text{Т}} * k_{\text{В}} * k_{\text{ГР}}, (\text{т/час}) \quad (24)$$

Где $k_{\text{В}} = 0.8$ – коэффициент использования по времени,

$$k_{\text{ГР}} = \frac{q_{\text{П}}}{G_{\text{М}}} = \frac{1.25}{1.25} = 1, \quad (25)$$

$$П_{\text{Э}} = 27.8 * 0.8 * 0.1 = 22.24 \text{ т/час}$$

Очередная производительность:

$$Q_{\text{М}} = Q_{\text{СУТ}}^{\text{ПР}} * k_{\text{П}} + 2 * Q_{\text{СУТ}}^{\text{ОТПР}} * (1 - k_{\text{П}}), \text{ т} \quad (26)$$

$$Q_{\text{М}} = 1808.2 * 0.3 + 2 * 2109.58 * (1 - 0.3) = 3495.87 \text{ т}$$

Количество транспорта:

$$N_{\text{М}} = \frac{Q_{\text{М}} * 365}{П_{\text{СМ}} * m_{\text{СМ}} * (365 - T_{\text{Р}})}, \quad (27)$$

Где $T_{\text{Р}} = 20$ суток – время нахождения в ремонте в течении года.

$$N_{\text{М}} = \frac{3495.87 * 365}{177.92 * 2 * (365 - 20)} = 12.84$$

Принимаем $N_{\text{М}} = 13$ транспорта.

Отзыв научного руководителя

Дипломная работа

(вид работы)

Сулейманов Яхьяр Мухаметұлы

(ф.и.о. студента)

5B071300- Транспорт, транспортная техника и технологии

(шифр и наименование специальности)

Тема: Модернизация погрузчика с разработки конструкции стрелы

Сулейманов Яхьяр Мухаметұлы, в процессе выполнения дипломной работы в полной мере использовал знания, полученные в университете. Работа выполнена в соответствии с заданием кафедры.

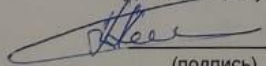
В работе необходимые расчеты были выполнены в полном объеме, все чертежи выполнены в соответствии с требованиями ГОСТа. Кроме того, были проведены и обследованы патентные поиски электропогрузчика и мачты. Предлагаемая конструкция повысит эффективность работы. В связи с этим были сделаны подробные расчеты.

Представленная на защиту дипломная работа показывает уровень подготовки автора Сулейманова Я. М. В связи с этим Сулейманов Я. М. заслуживает присвоение академической степени «бакалавр» по специальности 5B071300- «Транспорт, транспортная техника и технологии» и его работу можно рекомендовать к публичной защите.

Научный руководитель

ассоц. профессор

(должность, научная степень)



(подпись)

К. К. Шалбаев

Ф. И. О.

«20» мая 2022 г.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Сулейманов Я.М.

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Модернизация погрузчика с разработки конструкции стрелы

Научный руководитель: Калманбет Шалбаев

Коэффициент Подобия 1: 6.6

Коэффициент Подобия 2: 4.8

Микропробелы: 0

Знаки из других алфавитов: 0

Интервалы: 0

Белые Знаки: 0

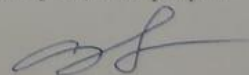
После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- ☒ Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- ☐ Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- ☐ Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- ☐ Обоснование:

Дата

25.05.22

Заведующий кафедрой



РЕЦЕНЗИЯ

на дипломную работу
(наименование вида работы)
Сулейманов Яхьяр Мухаметұлы
(Ф.И.О. обучающегося)
5B071300- Транспорт, транспортная техника и технологии
(шифр и наименование специальности)

На тему: Модернизация погрузчика с разработки конструкции стрелы

Выполнено:

- а) графическая часть на 5 листах
- б) пояснительная записка на 50 страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

По рецензируемой работе имеются следующие замечания:

- 1. В пояснительной записке присутствуют не все ссылки на источники информации.
- 2. Неаккуратное оформление таблиц.

Оценка работы

Несмотря на замечание, полагаю, что дипломная работа заслуживает оценки «хорошо» (85 балл), а ее автор, Сулейманов Яхьяр Мухаметұлы, заслуживает присвоения квалификации бакалавра по специальности 5B071300 - «Транспорт, транспортная техника и технологии»



Рецензент
КЕҢСЕ
ассоц. профессор
(должность, уч. степень, звание)

Есенғалиев М.Н.
(подпись) Ф.И.О.

«19» мая 2022 г.