СОДЕРЖАНИЕ

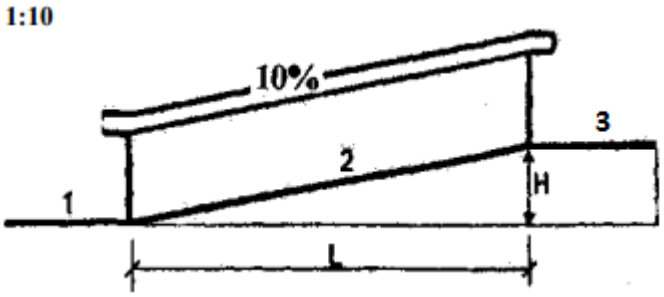
Введение 5
1 Описание и обоснование выбраной конструкции 7
1.1 Область применения ножничного подъёмника 7
1.2 Область применения пластинчатых конвейеров 7
1.3 Преимущества пластинчатых конвейеров 8
1.4 Общее устройство ножничного подъёмника 9
1.5 Общее устройство пластинчатого конвейера 10
1.6 Описание предлагаемой конструкции использования ножничного подъёмника и пластинчатого конвейера 14
1.7 Управление ножничным подъёмником и пластинчатым конвейером 17
1.8 Гидравлическая и электрическая схемы ножничного подъёмника 17
2 Патентно-информационный поиск 20
3 Расчёты, подтверждающие работоспособность и надёжность пластинчатого конвейера 26
3.1 Тяговый расчет 26
3.2 Тяговый расчёт по отдельным участкам 28
3.3 Выбор электродвигателя 32
3.4 Выбор редуктора 33
3.5 Проверка изменения скорости конвейера 34
3.6 Расчёт тормозного момента 35
3.7 Расчёт приводного вала 36
3.8 Расчёт оси настила конвейера 42
3.9 Расчёт оси натяжных звёздочек 44
3.10 Расчёт шпоночных соединений 48
3.11 Выбор подшипников 49
3.12 Расчёт металлоконструкции конвейера 51

3.13 Расчёт натяжного устройства 54
4 Расчёты, подтверждающие работоспособность и надёжность ножничного подъёмника 58
4.1 Расчёт звеньев ножничного подъёмника 58
4.2 Расчёт гидроцилиндра 60
4.3 Выбор балки 63
4.4 Расчёт упорных балок для гидроцилиндра 65
4.5 Расчёт пальца гидроцилиндра 66
4.6 Монтаж оборудования 67
5 Охрана труда и окружающей среды при эксплуатации подъёмников 69
5.1 Характеристика объекта, оборудования, конструктивные разработки 69
5.2 Анализ опасных и вредных факторов, и пути их решения 72
5.3 Травмобезопасность 73
5.4 Безопасность и защита в чрезвычайных ситуациях 74
6 Ожидаемые технико-экономические показатели 76
6.1 Расчёт стоимости ножничного подъёмника 77
6.2 Расчёт годовых отчислений на амортизацию 78
6.3 Продолжительность межремонтного периода ножничного подъёмника 79
Список использованных источников 82
Приложение А Копии патентов на изобретение 84

ВВЕДЕНИЕ

Современным городам необходимо двигаться в социальном развитии, надо развивать и ужесточать контроль, а так же требования к установлению технических средств – будь это простой магазин, подземный или надземный переход, уклоны при съезде на проезжую часть для пересечения дороги и заезды обратно на тротуар, правильное открытие дверей в сторону технических средств, необходимые размеры горизонтальной площадки до/после подъёма. Одним из направлений являются пандусы.

Пандус – это наклонная поверхность для вертикального перемещения инвалидов на креслах- колясках, пешеходов с детскими колясками и других категорий населения. Пандус всегда состоит из трех частей (рисунок 1): Горизонтальная площадка в начале пандуса; наклонная поверхность пандуса; горизонтальная площадка в конце пандуса.



1 – горизонтальная площадка в начале пандуса; 2 – наклонная поверхность пандуса; 3 – горизонтальная площадка в конце пандуса.

Рисунок 1 – Пандус

Одна из самых распространенных ошибок проектирования пандуса заключается в том, что архитекторы либо забывают предусмотреть горизонтальную площадку в начале пандуса, либо ее размеров недостаточно, чтобы на инвалидной

коляске подъехать к началу наклонной части пандуса. А ведь тогда и воспользоваться этим пандусом человек с ограниченными возможностями не сможет. Размеры площадки в конце пандуса должны обеспечить возможность полностью горизонтального размещения на ней кресла-коляски. Это обеспечит стабильное и безопасное положение коляски, при котором инвалид может убрать руки с колес и освободить их для других действий (достать ключ из кармана, открыть дверь и т.п.). Наклонная часть пандуса не может начинаться близко от стены (или другого препятствия) и не может заканчиваться вплотную к двери (или другому препятствию).Угол наклона технических средств в большинстве случаев является непреодолимым барьером без лишней помощи.

Существуют коммуникации по которым необходимо передвигаться людям с ограниченными возможностями, но устроить пандусы на них не представляется возможным, так как они уже спроектированы и построены, и для устройства пандуса требуется сравнительно большая площадка. Примером такого строительного объекта являются подземные и надземные переходы в которых не могут быть учтены выше перечисленные требования. Одним из таких объектов является подземный переход на улице Карла Маркса города Красноярска у кинотеатра «ЛУЧ». Установленные там устройства выполнены формально (показано на рисунке 2) и не обеспечивают необходимых функций для создания безбарьерной среды.

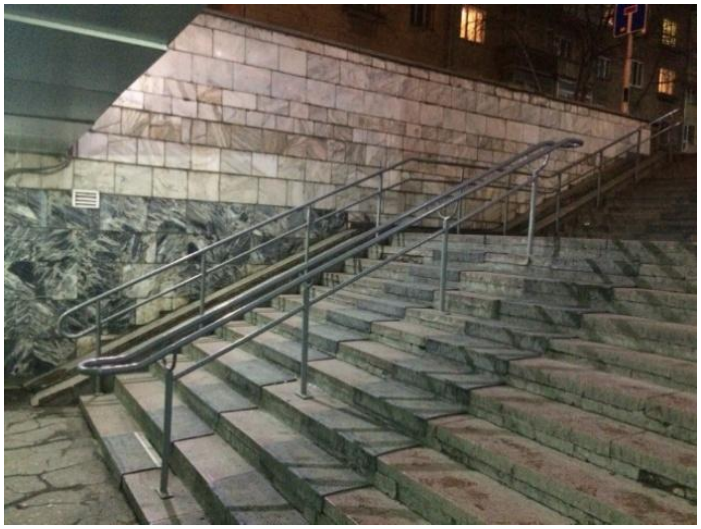


Рисунок 2 – Лестничный марш

С целью адаптации этих объектов перемещению людей с ограниченными возможностями предлагается разработать ряд технических устройств полностью адаптирующих данный объект для выполнения данных функций. С целью анализа необходимых технических характеристик устройств, проведены исследования подземного перехода у кинотеатра «ЛУЧ». Замерив все данные, пришли к выводу, что этот подземный переход с углом подъёма 21 градус не соответствует требованиям СНиП и задачам безбарьерной среды.

В качестве технических устройств предлагается несколько различных вариантов решения которыми являются:

а) ножничный подъёмник, решающий следующие проблемы: подъём по лестницам с созданием нормативного угла обеспечивающего возможность и безопасность перемещения по данному устройству (показано на рисунке 3), а так же для непосредственного подъёма на необходимую высоту;

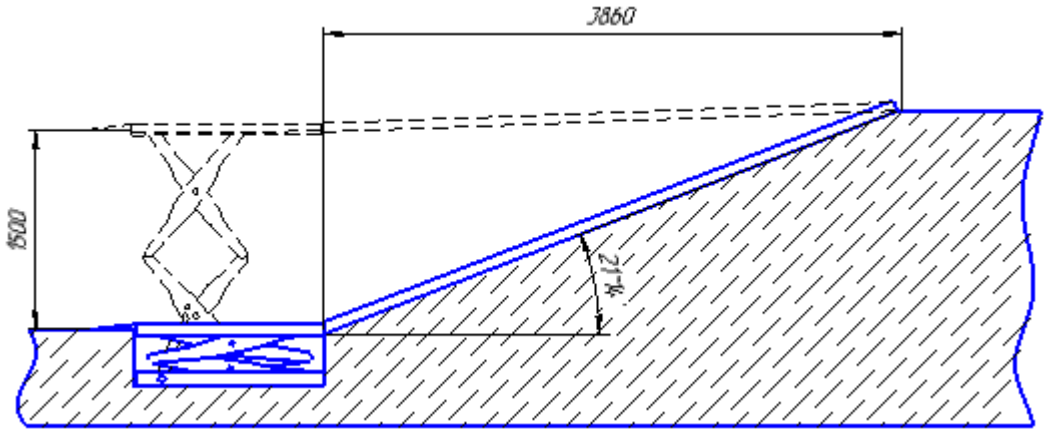


Рисунок 3 – Принцип действия ножничного подъёмника

б) конвейерная система (по типу эскалатора с плоским настилом) для подъёма по лестничным маршам.

1 Описание и обоснование выбранной конструкции

1.1 Область применения ножничного подъёмника

Ножничный электрогидравлический подъемник представляет собой достаточно небольшое устройство, обеспечивающее одновременное перемещение несколько сотен килограмм на достаточно большую высоту. Областью его применения являются все виды отделочных, строительно-архитектурных, фасадных и монтажных работ подъемом от 10 метров. Кроме этого они нашли активное применение при проведении погрузрочно – разгрузочных работ на складах и торговых объектах, а также в рекламе.

Подъемники ножничного типа отличаются не только простотой конструкции, но и относительно невысокой стоимостью. Для при ведения механизма в действие может использоваться электрический, дизельный или бензиновый двигатель. До места проведения работ он может быть доставлен путем полной погрузки, или же в качестве прицепа к легковому автомобилю. К тому же, его можно использовать даже в тех местах, где справиться с поставленной задачей обычным видам строительной техники не представляется возможным.

1.2 Область применения пластинчатых конвейеров

Пластинчатый конвейер представляет собой устройство с грузонесущим полотном из стальных или пластиковых пластин, предназначен транспортер для перемещения упакованных и штучных грузов в разных отраслях промышленности. Применяется достаточно широко в настоящее время.

Пластинчатые (цепные) конвейеры представлены следующими разновидностями:

– прямые/наклонные/поворотные;

– мобильные/стационарные;

– одноручьевые/многоручьевые;

– плоские/волнистые;

– без бортов/с бортами.

Пластинчатые конвейеры приходят на помощь в тех ситуациях, когда ограничено или запрещено использование ленточных, например:

– транспортирование бутылок;

– объединение или разделение потоков;

– транспортирование грузов с острыми кромками.

Наиболее часто применяют такие конвейеры в пищевой промышленности для перемещения стеклянной и ПЭТ тары, а так же в консервном производстве, где по пластинчатым конвейерам перемещаются ЖБИ банки.

1.3 Преимущества пластинчатых конвейеров

Наиболее ярко все преимущества проявляются при сравнении данного вида кон вейеров с другими. Основными достоинствами можно считать следующие:

– транспортировка более широкого ассортимента грузов (в сравнении с ленточными конвейерами);

– способность транспортировки по сложной траектории;

– способность осуществления транспортировки по трассе с крутыми подъемами;

– возможность изменения и дополнения конфигурации в зависимости от задач благодаря унифицированным узлам, из которых состоит пластинчатый конвейер;

– надежность, прочность и долговечность;

– удобство обслуживания.

1.4 Общее устройство ножничного подъёмника

Ножничный подъёмник имеет несложную конструкцию: в его состав входит платформа с системой рычагов (так называемые «ножницы»), а также гидравлический привод, питание которого осуществляется от сети переменного тока. Электрогидравлический подъёмник позволяет осуществлять погрузку и выгрузку в любом направлении, допускает эксплуатацию в условиях ограничения высоты на верхнем уровне погрузочно-разгрузочных работ.

Рама безопасности, которой оснащается ножничный подъёмник, незамедлительно останавливает гидравлический привод при попадании посторонних предметов под платформу.

В производстве современных электрогидравлических подъёмников используются высококачественные компоненты; комплект поставки включает дополнительные приспособления, предназначенные для ограничения максимальной высоты подъема, обеспечения защиты двигателя и плавности остановки, регулировки скорости движения платформы, выполнения аварийного опускания.

Современной промышленностью выпускается множество модификаций электрогидравлических подъёмников. Каждая из них обладает набором следующих основных характеристик:

- грузоподъёмность (может достигать 15 т);
- максимальная высота подъёма платформы (до 25 м);
- время подъёма на максимальную высоту при максимальной нагрузке;
- мощность, потребляемая электродвигателем гидравлического привода;
- минимальное расстояние от верхней части подъемника до пола;
- габариты платформы (длина — до 10 м, ширина — до 6 м);
- габариты выкатной платформы (длина и ширина — до 0,5 м);
- требования к фундаменту, на который устанавливается подъёмник;

– рекомендованная минимальная площадь установки;
– минимальная высота помещения;
– масса ножничного подъёмника;
– максимальный уклон.

Для самоходных дополнительно :

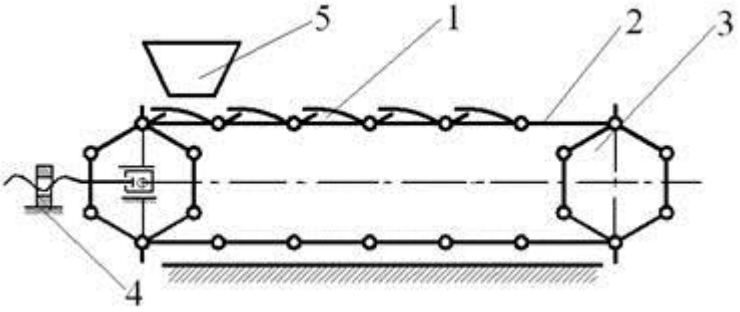
– максимальная скорость;
– скорость движения с поднятой стрелой.

1.5 Общее устройство пластинчатого конвейера

Пластинчатый конвейер показан на рисунке 1.1, имеет станину, на концах которой установлены две звездочки – приводная 3 с приводом и натяжная с натяжным устройством 4. Бесконечный настил 1, состоящий из отдельных пластин, закрепляется к ходовой части, состоящей из одной или двух тяговых цепей 2, которые огибают концевые звездочки и находятся в зацеплении с их зубьями.

Вертикально замкнутые тяговые цепи движутся вместе с настилом по направляющим путям станины вдоль продольной оси конвейера. Конвейер загружается через одну или несколько воронок 5 в любом месте трассы, а разгружается через концевую звездочку и воронку. Промежуточная разгрузка возможна только для пластинчатых конвейеров с безбортовым плоским настилом. Скорость их движения составляет до 1,25 м/с.

Основные параметры пластинчатых конвейеров общего назначения установлены ГОСТ 22281-92: ширина настила: 400; 500; 650; 800; 1000; 1200; 1400; 1600 мм; число зубьев звездочек: 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; скорость движения: 0,01; 0,016; 0,025; 0,04; 0,05; 0,063; 0,08; 0,1; 0,125; 0,16; 0,2; 0,25; 0,315; 0,4; 0,5; 0,63; 0,8; 1,0 м/с.



1 – настил; 2 – тяговая цепь; 3 – приводная звездочка;

4 – натяжное устройство; 5 – загрузочный бункер.

Рисунок 1.1 – Пластинчатый конвейер

Угол наклона полотна пластинчатого конвейера обычно составляет 35–60º и зависит от характеристики транспортируемого груза и типа настила. При транспортировании штучных грузов и наличии на настиле поперечныхгрузоудерживающих планок угол наклона конвейера может быть увеличен.

Элементы пластинчатых конвейеров:

Тяговые элементы(тяговым элементом обычно служат пластинчатые цепи):

– ПВ – пластинчатые втулочные;

– ПВР – пластинчатые втулочно-роликовые;

– ПВК – пластинчатые втулочно-катковые с гладкими катками;

– ПВКГ – пластинчатые втулочно-катковые с гребнями на катках;

– ПВКП – пластинчатые втулочно-катковые с подшипниками качения у катков.

В качестве тягового элемента могут быть использованы втулочные, роликовые и круглозвенные цепи.

Преобладающее большинство пластинчатых конвейеров (с шириной настила более 400 мм) имеет две тяговые цепи, и только особо легкие, а также специальные конвейеры, например, изгибающиеся в горизонтальной плоскости, имеют одну тяговую цепь. Шаг цепей для пластинчатых конвейеров принимается

80, 100, 125, 160, 200, 250, 320, 400, 500, 630 и 800 мм. Наиболее широкое применение для стационарных пластинчатых конвейеров получили втулочно-катковые цепи с гребнями (ребордами) на катках (тип ВКГ). Катки этих цепей служат опорными элементами, воспринимающими нагрузку от перевозимого груза и ходовой части конвейера.

Опорными элементами у пластинчатых втулочно-катковых цепей являются ходовые катки, передающие нагрузку от настила и транспортируемого груза на направляющие пути (на конвейерах тяжелых типов применяют катки на подшипниках качения).

В конвейерах с втулочными и роликовыми цепями и гладким настилом опорными элементами служат стационарные роликовые опоры, закрепленные на станине конвейера. В конвейерах легкого типа с шириной настила 80–200 мм цепь могут объединять с настилом, скользящим по направляющим металлическим или пластмассовым путям.

Настилы, которые являются грузонесущим элементом пластинчатых конвейеров, могут быть конструктивно выполненными с бортами и без бортов, как подвижными, так и неподвижными; по профилю могут быть плоскими (гладкими), волнистыми (безбортовыми, а также с мелкими и глубокими бортами), коробчатыми (с гребнями или перегородками на пластинах).

По взаимному расположению пластины могут быть расставлены на некоторое расстояние друг от друга и вплотную сомкнутыми (для плоских настилов); могут иметь взаимное перекрытие (для плоских и волнистых настилов).

Волнистая форма пластин значительно увеличивает их жесткость и прочность, повышает сцепление грузов с полотном, обеспечивая этим возможность перемещения их под большими углами наклона, а также исключает просыпание материала между соседними пластинами. Коробчатый настил имеет пластины ковшеобразной формы и служит для транспортирования материалов под большими (до 65°) углами к горизонту. Конвейеры с настилом этого типа применяют для

различных сыпучих и в первую очередь крупнокусковых материалов, на которых не обеспечивается надежная работа ковшовых элеваторов.

Натяжные устройства пластинчатых конвейеров применяются преимущественно винтовые жесткие. В сильно нагруженных конвейерах (например, в наклонных при значительной высоте подъема) с длиннозвенными пластинчатыми тяговыми цепями при скоростях движения выше 0,25 м/с находят применение пружинно-винтовые (подвижные) натяжные устройства, компенсирующие изменения натяжения (динамические) и длины тяговых цепей, возникающие при огибании звездочек. Ход натяжного устройства назначается в пределах 200…1000 мм в зависимости от шага тяговой цепи (или отдельных ее неразборных секций). Для длиннозвенных пластинчатых тяговых цепей ход натяжки принимают обычно равным 1,2…2 шагам цепи.

Звездочки приводных и натяжных устройств изготовляют стальными литыми, коваными или сварными с рабочим профилем из листовой стали. Для тихоходных и легконагруженных конвейеров звездочки могут быть изготовлены из чугуна. Число зубьев звездочек для стационарных пластинчатых конвейеров принимают равным 5, 6, 7 и 8. В приводах наклонных конвейеров предпочтительно применение тяговых звездочек с нечетным числом зубьев, так как в этом случае динамические нагрузки в приводе получаются меньшими, чем при четном числе зубьев, за счет разновременного возникновения нагрузок в набегающей и сбегающей ветвях.

Приводные звездочки крепят на ведущих валах на шпонках с обеспечением строго одинакового взаимного положения их зубьев, что необходимо для одновременного захвата катков цепей и правильной передачи цепям тягового усилия.

Станина пластинчатого конвейера изготавливается из угловой или швеллерной стали. Концевые части выполняют в виде отдельных рам для привода и НУ, среднюю часть – в виде отдельных секций металлоконструкции длиной 4–6 м.

Металлоконструкция пластинчатого конвейера состоит из опорных рам, верхних и нижних уголковых направляющих.

1.6 Описание предлагаемой конструкции использования ножничного подъёмника и пластинчатого конвейера

1.6.1 Ножничный подъёмник применяют для подъёма различных грузов и они всё больше развиваются в современном мире. Ему находят применение во многих сферах жизни: строительство, монтаж вентилируемого фасада, в автосервисах для поднятия автомобиля, в клининговых компаниях для обслуживания ТРЦ и прочих зданий с высокими потолками.

Предлагаемая конструкция с использованием ножничного подъёмника заключается в том чтобы уменьшить угол подъёма/спуска для создания безбарьерной среды маломобильным группам населения.

Есть подземный переход в городе Красноярск, на ул. Карла Маркса, у кинотеатра «ЛУЧ» который совершенно не безопасный для использования.

Угол подъёма в данном подземном переходе более 20 градусов, что не соответствует СНиП 35–01–2001, даже физически здоровому человеку не получится супуститься/подняться с таким углом, так как при подъёме на кресле-колеске человек опрокинется, а при спуске он либо разовьёт большую скорость что очень опасно, либо просто опрокинется сразу, как только заедет на спуск.

По этим причинам предлагается использовать ножничный подъёмник для уменьшения угла подъёма/спуска. Принцип действия заключается в том, что перед лестничным пролётом будет установлен ножничный подъёмник заглублённый в фундамент (показано на рисунке 1.2) для удобства заезда человека на него. От ножничного подъёмника края близкому к лестничному пролёту снизу, будет установлен широкий швеллер до края верхнего пролёта, соединённое шарнирно, один край закреплён на шарнирно неподвижной опоре,второй край с направляющими.При подъезде/наезде к/на ножничному подъёмнику для спуска/подъёма,человек нажимает кнопку «вверх/вниз» и при подъёме ножничного подъёмника от

пола до высоты 1500 мм угол подъёма будет равен 1-2 градуса,что создаст необходимые для маломобильных людей безопасное и беспрепятственное прохождение лестничного пролёта.

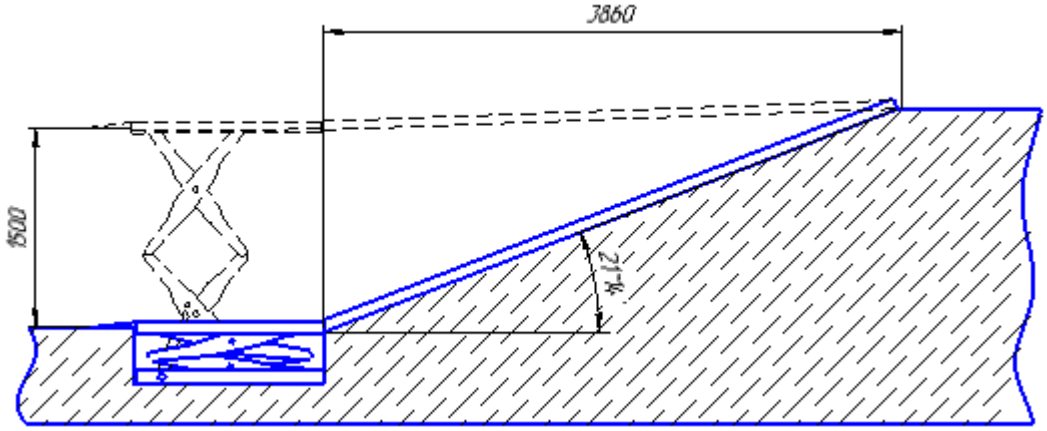


Рисунок 1.2 – Принцип действия ножничного подъёмника

Есть возможность установить ножничный подъёмник с высотой подъёма от пола 2000мм, и тогда можно установить швеллер от самого низа лестничного марша до верхней точки, но тогда необходимо отказаться от горизондальной площадки в центре.Угол подъёма/спуска будет равен 8 градусов.

1.6.2 Пластинчатый конвейер мы будем применять горизонтально-наклонный-горизонтальный.Так как угол подъёма без конвейера изначальный равен более 20 градусов, что не допускается по СНиП 35–01–2001. На рисунке 1.3 представлена схема размеров перехода у кинотеатра «ЛУЧ».

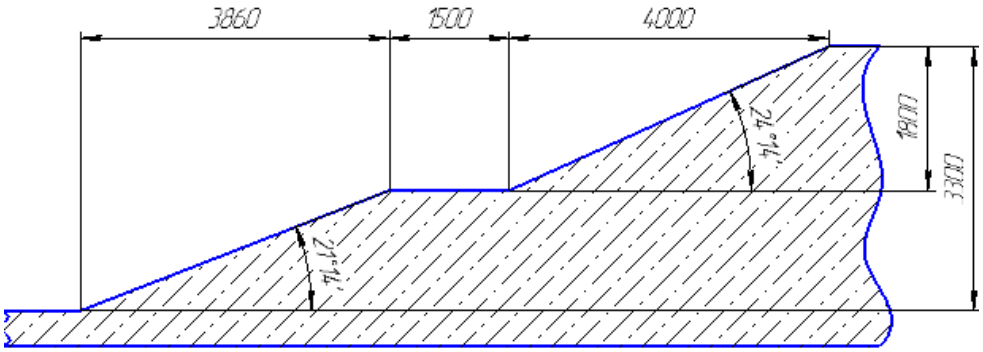


Рисунок 1.3 – Схема размеров подземного перехода у кинотеатра «ЛУЧ»

То путём отказа, от горизонтальной площадки при длине пролёта 9360 мм и высоте подъёма 3300 мм получаем угол 19,25 что тоже не допускается по СНиП. Уменьшение угла подъёма представлено на рисунке 1.4

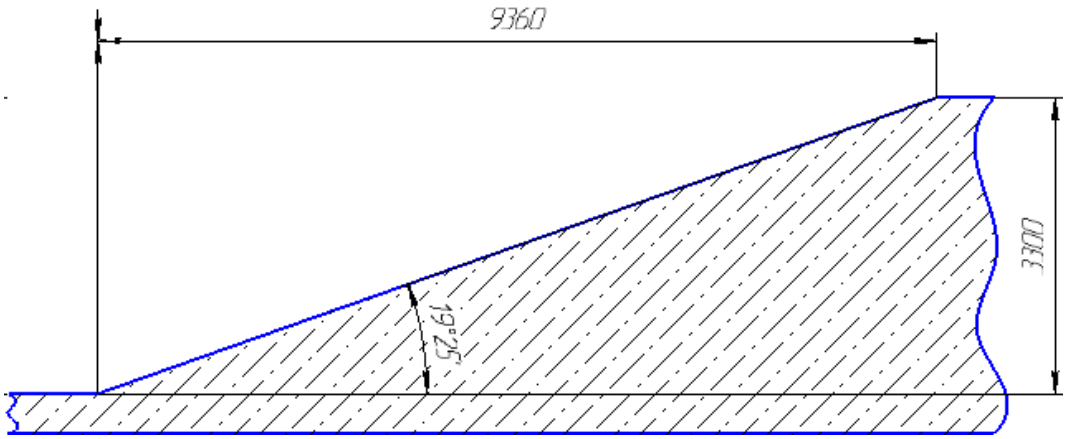


Рисунок 1.4 – Уменьшение угла подъёма до 19,25 путём отказа от горизонтальной площадки

Поэтому для достижения максимального угла, для безбарьерной среды маломобильным людям,мы достигли путём отказа от горизонтальной площадки и увиличении длины пролёта с 9360 мм до 19000мм и добившись безопасного угла-подъёма/опускания 9,8. Уменьшение угла представлено на рисунке 1.5.

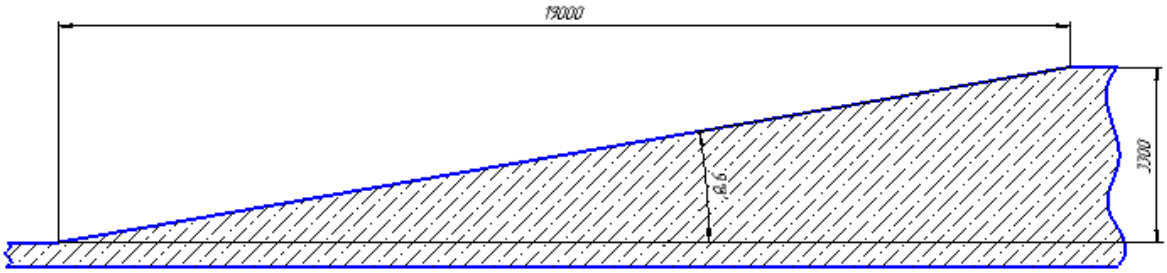


Рисунок 1.5 – Уменьшение угла подъёма до 9,8 градусов путём увеличения длины лестничного пролёта

Два пластинчатых конвейера будут установлены на полученном наклоне, длина наклонной части 19000мм, длина горизонтальных частей сверху и снизу бу-

дет равна 2000 мм для заезда человека на конвейер и нажатия кнопки для приведения в действие. Под под пластинами конвейера будет установлена направляющая, которая будет находиться в конце горизонтального участка и при поднимании/спускании кресла-коляски будет уходить обратно под воздействием пружин.

1.7 Управление ножничным подъёмником и пластинчатым конвейером

Управление ножничным подъёмником и конвейерной системой осуществляется при помощи пультов управления, установленых на стене перед подъёмом/ опусканием человека.

Пульт управления- это устройство принимающее команды подаваемые от человека.

Пульты управления могут быть джойстиковые, кнопочные, сенсорные, проводные и беспроводные. Джойстиковые и сенсорные проводные/беспроводные не подходят, так как есть риски что их сломают либо украдут, поэтому необходим антивандальный вариант.

В проекте будет использоваться кнопочно-кабельный вариант зафиксированный на стене.Это простота, надёжность и невысокая стоимость.

Управление пластинчатым конвеером будет осуществляться при помощи такого же пульта упарвления, закреплённого на стене.

1.8 Гидравлическая и электрическая схемы ножничного подъёмника

В гидравлической схеме ножничного подъёмника (рисунок 1.6) показаны гидравлический цилиндр, соединённый системой труб с двухпозиционным, гидрораспределителем с электромагнитным управлением и пружинным возвратом. Так же на схеме регулируемый дроссельный клапан, клапан редукционный, одноступенчатый, нагруженный пружиной, односторонний клапан, гидравлический насос, двигатель, масляной резервуар, клапан аварийного опускания(вентиль).

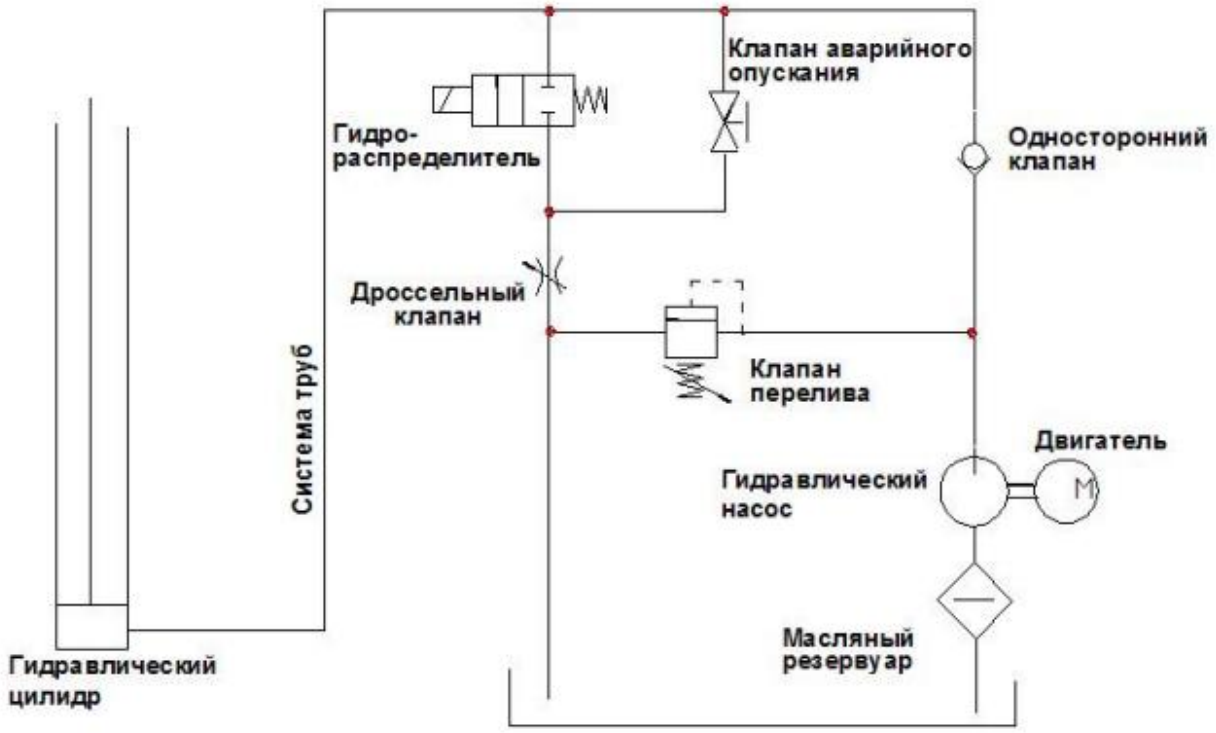


Рисунок 1.6 – Гидравлическая схема ножничного подъёмника

Схема электрическая принципиальная (код Э3) – схема, определяющая полный состав элементов и связей между ними и дающая детальное представление о принципах работы изделия. На принципиальной схеме изображены все электрические элементы и устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы, которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

Подключение электродвигателя выполняется согласно приложенным схемам электрических соединений (рисунок 1.7) Направление вращения показано на табличке, расположенной на двигателе. Необходимо чтобы указанные на паспортной табличке требования, соответстветствовали местному электропитанию. В случае колебаний электропитания, превышающих 10%, рекомендуется использовать стабилизатор напряжения для защиты электрических элементов и системы от неполадок в работе.

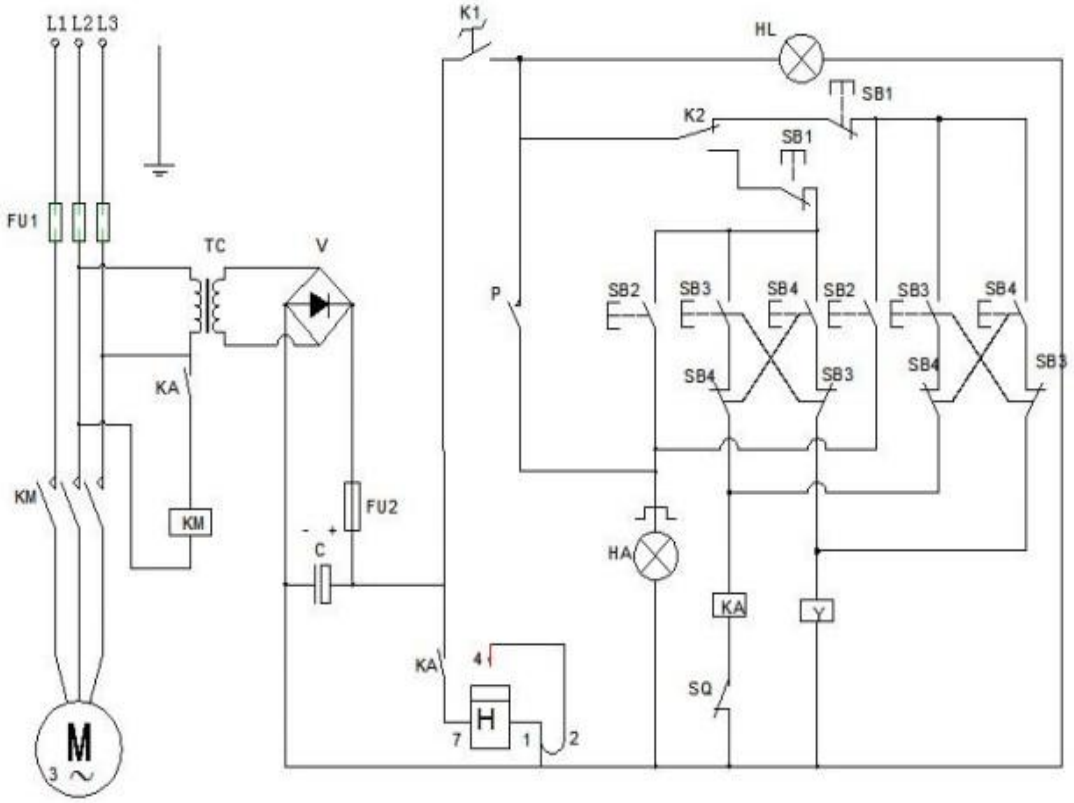


Рисунок 1.7 – Электрическая принципиальная схема ножничного подъёмника

2 Патентно-информационный поиск

Целью патентно-информационного анализа является обзор существующих конструкций грузоподъемных механизмов, обоснование выбора той или иной конструкции подъёмника на основе анализа сходных по конструктивному исполнению, выявление их основных достоинств и недостатков для последующего применения собранной информации.

Авторское свидетельство 66317 лифт, содержащий подвижную в вертикальном направлении пассажирскую и/или грузовую кабину или платформу, связанную с уравновешивающим механизмом и ручным приводом, включающим в себя вынесенное за перегородку маховое колесо ручного вращения, пару конических зубчатых колес и винтовую передачу, с возможностью вертикального перемещения кабины или платформы вверх и вниз в пределах минимум двух этажей здания, отличающийся тем, что дополнительно содержит, по меньшей мере, одну пару цилиндрических зубчатых колес между маховым колесом и парой конических зубчатых колес, ведомое коническое зубчатое колесо расположено под ведущим коническим зубчатым колесом, а винтовая передача имеет две муфты, разнесенные по высоте грузовой кабины или платформы, при этом винтовая передача выполнена многозаходной.

Недостатками таких конструкций является необходимость регулярной сертификации тросов, а также обязательное устройство систем безопасности в виде ловителей для предотвращения аварий в случае обрыва троса.

От этих недостатков избавлены подъемники ножничного (пантографного) типа, приводимые в движение гидроцилиндрами, поскольку в них отсутствуют тросы, а гидроцилиндры сами служат устройствами предохранения от аварии.

Авторское свидетельство 94 963 ножничный подъёмник относится к подъемникам для перемещения грузов. Его использование при проектировании и строительстве новых и модернизации существующих складских помещений,

многоярусных автомобильных паркингов и гаражей позволяет получить технический результат в виде повышения устойчивости конструкции и снижения действующих нагрузок, а также сокращения начальной высоты в сложенном состоянии. Этот результат достигается в подъемнике для перемещения грузов, содержащем подъемный пантограф ножничного типа, включающий в себя по меньшей мере две группы ножничных элементов, подъемную площадку на верху подъемного пантографа и по меньшей мере один основной гидроцилиндр, который одним своим концом закреплен на одном из основания подъемника или подъемной площадки, а другим своим концом скреплен с по меньшей мере одним из ножничных элементов подъемного пантографа, при этом в подъемном пантографе ножничного типа каждая следующая, считая от основания подъемника, пара ножничных элементов шарнирно прикреплена к соответствующей предыдущей паре ножничных элементов так, что в сложенном состоянии каждая следующая пара ножничных элементов размещена внутри предыдущей пары ножничных элементов.

Область техники, к которой относится полезная модель. Данная полезная модель относится к подъемникам для перемещения грузов и может быть использована при проектировании и строительстве новых и модернизации существующих складских помещений, многоярусных автомобильных паркингов и гаражей и т.п.

Особенностью подъемника по настоящей полезной модели является то, что он содержит по меньшей мере один дополнительный гидроцилиндр, который одним своим концом закреплен на другом из основания или подъемной площадки, а другим своим концом скреплен с по меньшей мере одним из ножничных элементов подъемного пантографа, с которыми не скреплен основной гидроцилиндр.

Еще одной особенностью подъемника по настоящей полезной модели является то, что он содержит гидравлическую станцию, соединенную трубопроводами

с по меньшей мере одним гидроцилиндром, а также блок управления, выполненный с возможностью подачи соответствующих управляющих сигналов на гидравлическую станцию для приведения в действие гидроцилиндров.

Авторское свидетельство №2494029 заключается в том, что в крутонаклонном пластинчатом конвейере, содержащем пластинчатую ленту, состоящую из настила с бортами и поперечными преградами для удержания транспортируемого груза от его скатывания вниз, с прикреплением настила к двум тяговым цепям с ходовыми катками с возможностью их передвижения по направляющим, закрепленным на стойках, поперечные преграды выполнены в виде нормально ориентированных к основанию пластинчатой ленты плоских перегородок, шарнирно установленных с возможностью их поворота в вертикальной плоскости, в нижней части нормально ориентированных к основанию настила бортов, с возможностью взаимодействия верхних частей перегородок с упорами, закрепленными на внутренних поверхностях верхних кромок бортов со стороны хвостовой части конвейера. При этом упоры могут быть выполнены в виде приваренных к бортам отрезков стальных прутков круглого поперечного сечения, ориентированных вдоль верхних кромок бортов.

Техническим результатом изобретения является увеличение возможного угла наклона конвейера, повышение его производительности, упрощение конструкции, уменьшение удельной металлоемкости и улучшение условий разгрузки транспортируемой горной массы, в том числе при ее подаче в дробилки.

Авторское свидетельство №2305189 относится к системам карьерного транспорта, а именно к комплексам для подъема и спуска автомобилей-самосвалов в карьер при ведении открытых горных работ. Техническая задача – непрерывный режим транспортирования и минимизация показателей металлоемкости и энергоемкости при выполнении спуско-подъемных операций. Комплекс для подъема автомобилей-самосвалов на борт карьера состоит из наклонного участка и примыкающих к нему горизонтальных участков в нижней и верхней частях ком-

плекса. Параллельно линии для подъема автомобилей-самосвалов размещена линия для их спуска в карьер с кинематически связанными между собой приводными звездочками в головной и средней части обеих линий с передаточным отношением, равным единице. Каждое приспособление для захвата и транспортирования автомобилей-самосвалов вверх и вниз выполнено в виде шарнирно прикрепленных к двум пластинчато-катковым цепям и размещенных между ними сдвоенных рычагов. Сдвоенные рычаги соединены между собой площадкой с возможностью размещения на ней задних колес автомобиля-самосвала на линии их подъема и передних колес - на линии спуска, площадки размещены с зазорами над путями, причем каждая площадка выполнена с криволинейным упором для колес. На наклонном участке с одинаковым шагом размещены устройства для улавливания оборвавшихся тяговых цепей, каждое из которых выполнено в виде закрепленного с помощью кронштейнов на верхней части направляющей для ходовых катков тяговой цепи и размещенного над тяговой цепью башмака П-образного поперечного сечения с увеличением его высоты в сторону движения тяговой цепи. Под тяговой цепью с минимальным зазором на направляющей для катков сдвоенных рычагов закреплена шина, при этом на тяговой цепи внутри башмака свободно размещен клин с возможностью его упора в переднюю стенку башмака при нормальной работе комплекса и его заклинивания между башмаком и тяговой цепью при изменении направления движения тяговой цепи после ее обрыва.

Техническим результатом изобретения является обеспечение подъема груженых автомобилей-самосвалов из карьера на его борт и одновременного спуска порожних автомобилей самосвалов в карьер при непрерывном режиме транспортирования и минимизации показателей металлоемкости и энергоемкости при выполнении этих операций. Технический результат достигается тем, что в комплексе для подъема автомобилей-самосвалов на борт карьера и их спуска в карьер, содержащем линию с вертикально замкнутой пластинчато-катковой тяговой цепью с возможностью огибания ею соединенной с редуктором и двигателем приводной звездочки и натяжной звездочки с перемещением ходовых катков цепи по

направляющим, состоящим из наклонного участка и примыкающих к нему горизонтальных участков в нижней и верхней частях комплекса, при этом на цепи с определенным шагом закреплены приспособления для захвата и транспортирования автомобилей-самосвалов, с возможностью перемещения их колес по специальным путям, согласно изобретению, параллельно линии для подъема автомобилей-самосвалов размещена линия для их спуска в карьер с кинематически связанными между собой приводными звездочками в головной и средней части обеих линий с передаточным отношением, равным единице, а каждое приспособление для захвата и транспортирования автомобилей-самосвалов вверх и вниз выполнено в виде шарнирно прикрепленных к двум пластинчато-катковым цепям и размещенных между ними сдвоенных рычагов с катками на свободных концах с возможностью поворота сдвоенных рычагов в вертикальной плоскости и перемещения катков по направляющим, размещенным под направляющими для ходовых катков тяговых цепей, при этом сдвоенные рычаги соединены между собой площадкой с возможностью размещения на ней задних колес автомобиля-самосвала на линии их подъема и передних колес - на линии спуска, площадки размещены с зазорами над путями, причем каждая площадка выполнена с криволинейным упором для колес, пути на наклонных участках размещены с возможностью перемещения по ним передних колес на линии подъема и задних колес - на линии спуска при горизонтальном расположении автомобилей-самосвалов, на наклонном участке линии подъема с одинаковым шагом размещены устройства для улавливания оборвавшихся тяговых цепей, каждое из которых выполнено в виде закрепленного с помощью кронштейнов на верхней части направляющей для ходовых катков тяговой цепи и размещенного над тяговой цепью башмака П-образного поперечного сечения с увеличением его высоты в сторону движения тяговой цепи, а под тяговой цепью с минимальным зазором на направляющей для катков сдвоенных рычагов закреплена шина, при этом на тяговой цепи внутри башмака свободно размещен клин с возможностью его упора в переднюю стенку башмака при

нормальной работе комплекса и его заклинивания между башмаком и тяговой цепью при изменении направления движения тяговой цепи после ее обрыва, на линиях подъема и спуска установлены дополнительные звездочки с возможностью их взаимодействия с верхними ветвями тяговых цепей, а оси этих звездочек кинематически связаны между собой зубчатой парой с передаточным отношением, равным единице.

Копии патентов изобретений представлены в приложении А.

3 Расчёты, подтверждающие работоспособность и надёжность конструкции пластинчатого конвейера

3.1 Тяговый расчёт

Расчётная производительность пластинчатого конвейера

$$Z_{max} = \frac{K_н \cdot Z}{К_г}, \quad (3.1)$$

где $К_н = 1{,}92$ – коэффициент неравномерности загрузки конвейера [1, с. 177];
$K_г = 0{,}96$ – коэффициент готовности конвейера [1, с. 177];
Z – производительность конвейера человек в час,

$$Z_{max} = \frac{1{,}92 \cdot 6}{0{,}96} = 12 \text{ чел/ч.}$$

Массовая производительность

$$Q = \frac{m_г Z_{max}}{1000}, \quad (3.2)$$

где $m_г$ – масса человека с коляской на одну ветвь конвейера $m_г = 55$ *кг.*

$$Q = \frac{55 \cdot 12}{1000} = 0{,}66 \text{ т/ч.}$$

Принимаем расстояние между грузами $a_0 = 1{,}5$ *м.*
Скорость конвейера

$$v = \frac{Z_{max} \cdot a_0}{3600}, \quad (3.3)$$

$$v = \frac{12 \cdot 1{,}5}{3600} = 0{,}005 \text{ м/с.}$$

Увеличиваем полученную скорость до 0,5 *м/с*.

Для штучных грузов ширину настила выбирают по габаритным размерам груза, способу его укладывания и количеству, при этом зазор между грузами должен составлять минимум 100–300 *мм*.

По ГОСТ 19245-93 максимальные размеры детской коляски В – ширина не более 800 *мм* (2-х местная для детей до 3-х лет), по ГОСТ 50602-93 максимальные размеры кресел-колясок В – ширина не более 700 *мм*.

Так как будет два пластинчатых конвейера расстояние между внутренними бортами будет равно 350 *мм* для расположения ступеней, по нормальному ряду ширины настила принимаем В=300 *мм*.

Линейную силу тяжести настила с цепями q_0 (*Н/м*) определяют по справочникам и каталогам, обычно

$$q_0 \approx 600\,B + A, \tag{3.4}$$

где А=700 – эмпирический коэффициент [1, с. 175, табл.5.3]

В – ширина настила.

$q_0 \approx 600 * 0{,}3 + 700 = 880$ *Н/м*.

Определим линейную силу тяжести груза

$$q_г = \frac{g \cdot m_г}{a_0}, \tag{3.5}$$

$$q_г = \frac{9{,}81 \cdot 55}{1{,}5} = 360 \text{ Н/м.}$$

Тяговый расчёт начинаем с точки наименьшего натяжения. Наименьшее натяжение цепи возможно в точке 1 или 5; $q_0(l_1 + l_2)w > Hq_0$ (без учёта сопротивления на криволинейных направляющих 2-3 и 4-5) и в точке 5 при $q_0(l_1 + l_2)w < Hq_0$.

где $w = 0{,}020 -$ ориентировочное значение коэффициента для пластинчатых катковых цепей [1, с. 175];

l_1 – длины участков.

$$q_0(2 + 19)0{,}020 = 0{,}42q_0 < Hq_0, \tag{3.6}$$

Следовательно $S_{min} = S_5$; принимаем $S_5 = 500\ H$.

Максимальное натяжение ходовой части находим приближенно по обобщённой формуле

$$S_{\max} = 1{,}05\left\{S_{\min} + \omega\left[\left(q_г + q_0\right)L_г + q_0 L_х\right] \pm \left(q_г + q_0\right)H\right\}, \quad (3.7)$$

где $L_г$ и $L_х$ – длины горизонтальной проекции загруженной и незагруженной ветвей конвейера, *м*;

H – высота подъема груза, *м*.

Знак «+» в формуле – для участков подъема, «–» – для участков спуска.

$$S_{max} = 1{,}05\{500 + 0{,}020[(360 + 880)23 + 880 \cdot 23] + (360 + 880)3{,}3\} =$$
$$= 5845\ H.$$

3.2 Определяем тяговый расчёт по отдельным участкам

Для выполнения тягового расчета трассу конвейера разбивают на участки, нагрузка и сопротивления в которых постоянны,показано на рисунке 3.1.

Сопротивление на линейных горизонтальных участках для загруженной ветви:

$$W_{г.в.} = (q_г + q_0) \cdot L_в \cdot \omega, \quad (3.8)$$

$$W_{г.в.} = (360 + 880) \cdot 23 \cdot 0{,}020 = 570\ H.$$

Для незагруженной ветви:

$$W_{г.н.} = q_0 \cdot L_H \cdot \omega, \quad (3.9)$$

$$W_{г.н.} = 880 \cdot 23 \cdot 0{,}020 = 404\ H.$$

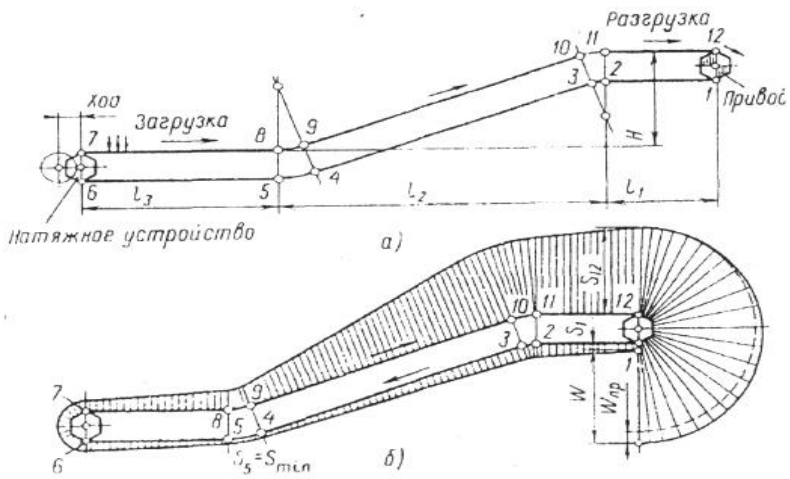


Рисунок 3.1 – Расчетная схема пластинчатого конвейера и диаграмма натяжения цепи

Для незагруженной ветви:

$$W_{\text{г.н.}} = q_0 \cdot L_H \cdot \omega, \tag{3.10}$$

$$W_{\text{г.н.}} = 880 \cdot 23 \cdot 0{,}020 = 404\ H.$$

Сопротивление на прямолинейных наклонных участках для загруженной ветви

$$W_{\text{н.в.}} = (q_{\text{г}} + q_0) \cdot (L_B \cdot \omega + H), \tag{3.11}$$

$$W_{\text{н.в.}} = (360 + 880) \cdot (23 \cdot 0{,}020 + 3{,}3) = 4662\ H.$$

для незагруженной ветви:

$$W_{\text{н.н.}} = q_0 \cdot (L_B \cdot \omega - H), \tag{3.12}$$

$$W_{\text{н.н.}} = 880 \cdot (23 \cdot 0{,}020 - 3{,}3) = -2500\ H.$$

где ω=0,11 – коэффициент сопротивления движению на прямолинейных участках [1, с. 175].

Общее тяговое усилие:

$$P_{ст} = \sum W = W_{г.в} + W_{г.н.} + W_{н.в.} + W_{н.н.}\ , \quad (3.13)$$

$$P_{ст} = \sum W = 570 + 404 + 4662 - 2500 = 3136\ H.$$

Наибольшее статическое натяжение тяговых цепей:

$$S_{ст} = (S_0 + \sum W) \cdot 1{,}05\ , \quad (3.14)$$

$$S_{ст} = (5845 + 3136) \cdot 1{,}05 = 8981\ H.$$

где $S_{ст}$. – статическое натяжение тяговых цепей, Н;

S_o – начальное натяжение цепей, Н.

Тяговый расчёт начинаем с точки наименьшего натяжения. Наименьшее натяжение цепи возможно в точке 1 или 5; $q_0(l_1 + l_2)w > Hq_0$ (без учёта сопротивления на криволинейных направляющих 2-3 и 4-5) и в точке 5 при $q_0(l_1 + l_2)w < Hq_0$.

где $w = 0{,}020$ – ориентировочное значение коэффициента для пластинчатых катковых цепей (ГОСТ 588-81) [1, с. 175];

l_1 – длины участков.

$$q_0(2 + 19)0{,}020 = 0{,}42q_0 < Hq_0\ , \quad (3.15)$$

Следовательно $S_{min} = S_5$; принимаем $S_5 = 500\ H$.

$$S_6 = S_5 + q_0 l_3 w\ , \quad (3.16)$$

$$S_6 = 500 + 880 \cdot 2 \cdot 0{,}020 = 535\ H.$$

$$S_7 = K_1 S_6\ , \quad (3.17)$$

$$S_7 = 1{,}08 \cdot 535 = 578\ H.$$

$$S_8 = S_7 + (q_г + q_0)l_8 w\ , \tag{3.18}$$

$$S_8 = 578 + (360 + 880)2 \cdot 0{,}020 = 627\ H.$$

$$S_9 = S_8 K_2 = S_8 e^{wa} = S_8 e^{0{,}020 \cdot 0{,}3}\ , \tag{3.19}$$

$$S_9 = 627\ \cdot e^{0{,}020 \cdot 0{,}3} = 630\ H.$$

$$S_{10} = S_9 + (q_г + q_0)(l_{11} w + H)\ , \tag{3. 20}$$

$$S_{10} = 630 + (360 + 880)(2 \cdot 0{,}020 + 3{,}3) = 4771\ H.$$

$$S_{11} = К_2 S_{10}\ , \tag{3.21}$$

$$S_{11} = 1{,}006 \cdot 4771 = 4800\ H.$$

$$S_{12} = S_{max} = S_{11} + (q_г + q_0)l_{12} w\ , \tag{3.22}$$

$$S_{12} = S_{max} = 4800 + (360 + 880)2 \cdot 0{,}020 = 4849\ H.$$

Сравнение максимального натяжения, полученного по обобщённой формуле (5845 *Н*) и по подробному расчёту (4849 *Н*), показывает, что приближённый подсчёт даёт результат, увеличенный примерно на 20%.

Натяжения в точках 1-4 найдём в обратном порядке:

$$S_4 = \frac{S_5}{K_2}\ , \tag{3.23}$$

$$S_4 = \frac{500}{1{,}006} = 497\ H.$$

$$S_3 = S_4 - q_0 l_2 w + q_0 H\ , \tag{3.24}$$

$$S_3 = 497 - 880 \cdot 19 \cdot 0{,}020 + 880 \cdot 3{,}3 = 3067\ H.$$

$$S_2 = \frac{S_3}{K_2}, \quad (3.24)$$

$$S_2 = \frac{3067}{1{,}006} = 3048\ H.$$

$$S_1 = S_2 - q_0 l_1 w, \quad (3.25)$$

$$S_1 = 3048 - 880 \cdot 2 \cdot 0{,}020 = 3013\ H.$$

Выбираем тяговую цепь. Расчётное усилие на одну цепь определяем по формуле :

$$S_{p1} = \frac{S_{max}}{C_н}, \quad (3.26)$$

где $C_н = 1{,}6 \div 1{,}8$ – коэффициент неравномерности распределения нагрузки между тяговыми цепями, при 2-х цепях $C_н = 1{,}6 \div 1{,}8$ [1, с. 178].

$$S_{p1} = \frac{4849}{1{,}7} = 2852\ H.$$

В качестве тягового органа принимаем две цепи пластинчатые с гладкими катками по ГОСТ 588-81 М20 с разрушающей нагрузкой 20 *кН* и шагом *160* мм.

Найдём тяговое усилие на приводных звёздочках

$$W = S_{12} - S_1 + W_{пр} = S_{12} - S_1 + (S_{12} + S_1)(К_1 - 1), \quad (3.27)$$

$$W = 4849 - 3013 + (4849 + 3013)0{,}08 = 2464\ H.$$

3.3 Выбор электродвигателя

Потребляемая мощность электродвигателя при общем КПД передаточных механизмов привода Ƞ=0,75 и коэффициенте запаса $К_з = 1$

$$N = \frac{Wv}{1000\eta}, \quad (3.28)$$

$$N = \frac{2464 \cdot 0,5}{1000 \cdot 0,9} = 1,3\ кВт.$$

Выбираем асинхронный двигатель АИР80А2, характеристики электродвигателя представлены в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Характеристики АИР80А2

Электродвигатель	Мощность, кВт	Об/мин.	КПД, %	Масса, кг
АИР80А2	1,32	810	79	30

3.4 Выбор редуктора

Передаточное отношение редуктора

$$i = \frac{n_{дв}}{n_{зв}}, \quad (3.29)$$

$$i = \frac{810}{22,3} = 36.3.$$

Крутящий момент редуктора

$$M_{крут} = \frac{P \cdot D_{зв}}{2}, \quad (3.30)$$

$$M_{крут} = \frac{(4829 - 3013) \cdot 0,4}{2} = 363\ Н{\cdot}м.$$

Частота вращения приводной звёздочки

$$n_{зв} = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot D_{зв}}, \quad (3.31)$$

где $D_{зв}$=0,418 *м* – диаметр приводной звёздочки при $t_ц$ =160 *мм*;

$$n_{зв} = \frac{60 \cdot 0,5}{3,14 \cdot 0,418} = 22,3 \text{ об/мин.}$$

Выбираем редуктор червячный глобоидный ЧГ-80 с характеристиками:
Передаточное число: $U = 40$;
Максимальный крутящий момент: $M_{max} = 492$ Н · м.

3.5 Проверка изменения скорости конвейера

Частота вращения приводной звёздочки

$$n_{зв} = \frac{n_{дв}}{i_{ред}}, \quad (3.32)$$

$$n_{зв} = \frac{810}{40} = 20,5 \text{ об/мин.}$$

Расчётная скорость конвейера

$$v' = \frac{n_{зв} \pi D_{зв}}{60}, \quad (3.33)$$

$$v' = \frac{20,5 \cdot 3,14 \cdot 0,418}{60} = 0,44 \text{ м/с.}$$

Определим изменение скорости в процентах по формуле

$$\Delta = \frac{v' - v}{v'} \cdot 100\%, \quad (3.34)$$

$$\Delta = \frac{0,44 - 0,5}{0,44} \cdot 100\% = -11,7\%.$$

3.6 Расчёт тормозного момента

Статический тормозной момент на валу двигателя, препятствующий обратному движению настила конвейера, под действием силы тяжести груза на наклонном участке конвейера при выключении электродвигателя.

Определяется для наклонных конвейеров (для предотвращения самопроизвольного обратного хода при выключенном электродвигателе).

$$M_{T.CT} = [q_г \cdot H - 0{,}7(W - q_г \cdot H) \cdot \frac{D_{зв} \cdot \eta_0}{2}, \quad (3.35)$$

где H=3,3 – высота наклонного участка, *м*;

W=2464 – окружное усилие, *Н*;

η=0,96 – кпд привода;

$D_{зв}$=0,418 – диаметр звездочки, *м*.

$$M_{T.CT} = [360 \cdot 3{,}3 - 0{,}7(2464 - 360 \cdot 3{,}3) \cdot \frac{0{,}418 \cdot 0{,}96}{2} = 1010\ Н.$$

Расчетный тормозной момент

$$M_{т.р.} = k_T \cdot M_{т.с}, \quad (3.36)$$

где (k_T = 1,5 ÷ 1,75) – коэффициент запаса торможения [2, с. 251].

$$M_{тр} = 1{,}5 \cdot 1010 = 1515\ Н{\cdot}м.$$

Установлен червячный редуктор, обратного хода настила конвейера не будет, следовательно установка тормоза не требуется.

3.7 Расчет приводного вала

Расчет валов на кручение выполняют перед составлением компоновочной схемы приводного вала конвейера. Диаметр вала в опасном сечении определим из условия прочности на кручение при пониженных допускаемых напряжениях:

$$d = \sqrt[3]{\frac{T}{0{,}2\cdot[\tau]}}\,, \qquad (3.37)$$

где $T = \frac{(S_{12}-S_1)*D_0}{2} = \frac{(4849-3013)*418}{2} = 383{,}7$ *Н·м* крутящий момент;

$[\tau] = 25 \div 30$ – допускаемые напряжения на кручение;

S_{12}, S_1 – векторы от натяжения соответственно в набегающей и сбегающей ветвях тягового элемента, по результатам тягового расчета, *Н*.

$$d = \sqrt[3]{\frac{908.9}{0{,}2\cdot 26}} = 0{,}041\ м.$$

Суммарная нагрузка на вал

$$F = S_{12} + S_1\,, \qquad (3.38)$$

$$F == 4849 + 3013 = 7862\ Н,$$

Нагрузка на ступицу:

$$F_C = \frac{F}{z}, \qquad (3.39)$$

где z – число ступиц на валу.

$$F_C = \frac{7862}{2} = 3931\ H.$$

Крутящий момент на валу:

$$T = F_t \frac{D_0}{2}, \qquad (3.40)$$

где $F_t = S_{12} - S_1 = 4849 - 3013 = 1836\ H$ – окружное усилие на звездочке;

$D_0 = 0{,}418\ м$ – делительный диаметр звездочек.

$$T = 1836 \frac{0{,}418}{2} = 383{,}7\ Н{\cdot}м.$$

При смонтированной на валу зубчатой муфте принимается, что на вал действует изгибающий момент:

$$M_И = 0{,}1 \cdot T, \qquad (3.41)$$

$$M_И = 0{,}1 \cdot 383{,}7 = 38{,}7\ Н{\cdot}м.$$

Составим расчётную схему расчёта приводного вала (рисунок 3.2)

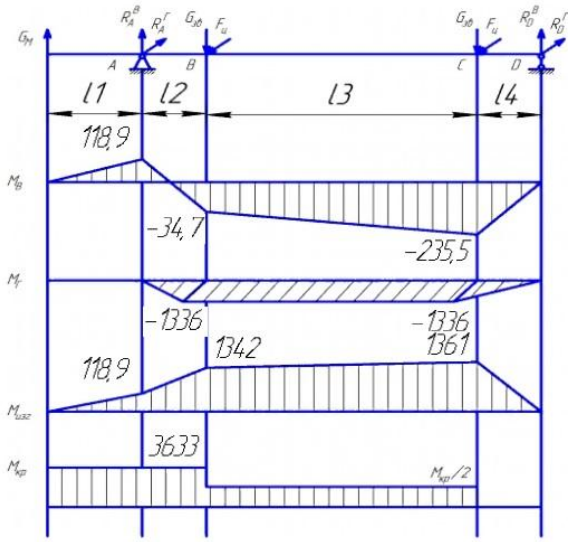


Рисунок 3.2 – Расчётная схема приводного вала

Прикладывая к валу нагрузки определяем реакции опор, задавшись длинами: l_1=0,3*м*, l_2=0,17*м*, l_3= 0,75*м* и l_4= 0,17*м*.

Нагрузка от звёздочки:

$$G_{зв} = mg\ , \tag{3.42}$$

$$G_{зв} = 70 \cdot 9{,}81 = 687\ H.$$

Нагрузка от муфты:

$$G_{муф} = mg, \tag{3.43}$$

$$G_{муф} = 62{,}5 \cdot 9{,}81 = 613{,}13\ H.$$

Реакции опор в горизонтальной плоскости из условия равновесия:

$$\sum \mathrm{M}_{\mathrm{A}}^{г} = R_D^{г} \cdot (l_2 + l_3 + l_4) - F_{ц} \cdot (l_2 + l_3) - F_{ц} \cdot l_2 = 0; \tag{3.44}$$

Откуда:

$$R_D^{г} = F_{ц} = 7862\ H,$$

где $F_{ц} = S_4 + S_1 = 4849 + 3013 = 7862\ H,$

$$\sum \mathrm{M}_D^{г} = -R_A^{г} \cdot (l_2 + l_3 + l_4) + F_{ц} \cdot (l_3 + l_4) + F_{ц} \cdot l_4 = 0; \tag{3.45}$$

Откуда:

$$R_A^{г} = F_{ц} = 7862\ H,$$

Реакции опор в вертикальной плоскости из условия равновесия:

$$\sum \mathrm{M}_{\mathrm{A}}^{\text{в}} = R_D^{\text{в}} \cdot (l_2 + l_3 + l_4) - G_{\text{зв}}(l_3 + l_4) - G_{\text{зв}} \cdot l_2 + G_{\text{м}} \cdot l_1 = 0, \quad (3.46)$$

Откуда:

$$R_D^{\text{в}} = \frac{G_{\text{зв}} \cdot (l_3 + l_4) + G_{\text{зв}} \cdot l_2 + G_{\text{м}} \cdot l_1}{(l_2 + l_3 + l_4)}, \quad (3.47)$$

$$R_D^{\text{в}} = \frac{687 \cdot 0{,}92 + 687 \cdot 0{,}17 + 613{,}13 \cdot 0{,}3}{1{,}43} = 652{,}3\ H,$$

$$\sum \mathrm{M}_D^{\text{в}} = G_{\text{м}} \cdot (l_1 + l_2 + l_3 + l_4) - R_A^{\text{в}} \cdot (l_2 + l_3 + l_4) + G_{\text{зв}}(l_3 + l_4) + G_{\text{зв}} \cdot$$
$$\cdot\, l_4 = 0, \quad (3.48)$$

Откуда:

$$R_A^{\text{в}} = \frac{G_{\text{зв}} \cdot (l_3 + l_4) + G_{\text{зв}} \cdot l_4 + G_{\text{м}} \cdot (l_1 + l_2 + l_3 + l_4)}{(l_2 + l_3 + l_4)}, \quad (3.49)$$

$$R_A^{\text{в}} = \frac{687 \cdot 0{,}92 + 687 \cdot 0{,}17 + 613{,}13 \cdot 1{,}43}{1{,}09} = 1491\ H,$$

Определим изгибающие моменты в характерных сечениях вала.
– в сечении А:

$$M_A^B = G_M \cdot l_1, \quad (3.50)$$

$$M_A^B = 613{,}13 \cdot 0{,}3 = 118{,}9\ H{\cdot}м.$$

$$M_A^{\text{г}} = 0.$$

– в сечении В:

$$M_B^B = G_M \cdot (l_1 + l_2) - R_A^{\text{в}} \cdot l_2, \quad (3.51)$$

$$M_B^B = 613{,}13 \cdot 0{,}47 - 1491 \cdot 0{,}17 = -34{,}7\ H{\cdot}м.$$

$$M_B^{\text{г}} = -R_A^{\text{г}} \cdot l_2, \quad (3.52)$$

$$M_B^{г} = -R_A^{г} \cdot l_2 = -7862 \cdot 0{,}17 = -1336\ Н{\cdot}м.$$

– в сечении С:

$$M_C^{B} = -R_D^{в} \cdot l_4\ , \tag{3.53}$$

$$M_C^{B} = -1491 \cdot 0{,}17 = -253{,}5\ Н{\cdot}м.$$

$$M_C^{г} = -R_D^{г} \cdot l_4\ , \tag{3.54}$$

$$M_C^{г} = -7862 \cdot 0{,}17 = -1336\ Н{\cdot}м.$$

Определим суммарные изгибающие и эквивалентные моменты.

– в сечении А:

$$M_A^{изг} = \sqrt{(M_A^{в})^2 + (M_A^{г})^2}\ , \tag{3.55}$$

$$M_A^{изг} = \sqrt{118{,}9^2 + 0} = 118{,}9\ Н{\cdot}м.$$

$$M_A^{экв} = \sqrt{(M_A^{изг})^2 + (\alpha T)^2}\ , \tag{3.56}$$

$$M_A^{экв} = \sqrt{(118{,}9)^2 + (0{,}433 \cdot 7862)^2} = 3453\ Н{\cdot}м.$$

– в сечении В:

$$M_B^{изг} = \sqrt{(M_B^{в})^2 + (M_B^{г})^2}, \tag{3.57}$$

$$M_B^{изг} = \sqrt{(34{,}7)^2 + (-1336)^2} = 1342\ Н{\cdot}м.$$

$$M_B^{экв} = \sqrt{(M_B^{изг})^2 + (\alpha T)^2}\ , \tag{3.58}$$

$$M_B^{экв} = \sqrt{(1342)^2 + (0{,}433 \cdot 7862)^2} = 3659\ Н{\cdot}м.$$

– в сечении С:

$$M_C^{изг} = \sqrt{(M_C^{в})^2 + (M_C^{г})^2}, \quad (3.59)$$

$$M_C^{изг} = \sqrt{(-253{,}5)^2 + (-1336)^2} = 1361\ Н{\cdot}м.$$

$$M_C^{экв} = \sqrt{(M_C^{изг})^2 + (\alpha T)^2}, \quad (3.60)$$

где $\alpha \cong \sqrt{3}/4$ –в случае нереверсивной передачи [3, стр. 66].

$$M_C^{экв} = \sqrt{(1361)^2 + (0{,}433 \cdot 7862)^2} = 3667\ Н{\cdot}м.$$

Определим диаметр вала в наиболее нагруженном сечении:

$$d_{расч} = \sqrt[3]{\frac{М_{кр}}{0{,}1[\sigma_и]}}, \quad (3.61)$$

$$d_{расч} = \sqrt[3]{\frac{3667}{0{,}1\frac{260 \cdot 10^6}{3}}} = 0{,}075\ м = 75\ мм.$$

$$[\sigma_и] = \frac{\sigma_{-1и}}{s_{зап}}, \quad (3.62)$$

где $\sigma_{-1и} = 260$ Мпа для Сталь 40, $s_{зап} = 3 \ldots 4$.

С учётом ослабления сечения шпоночными пазами увеличиваем сечение на 15%:

$$d_в = 0{,}075 \cdot 1{,}15 = 0{,}85\ м.$$

Принимаем $d_{вал} = 0{,}85\ м$.

Остальные диаметры назначаем конструктивно:

– диаметр вала под муфту – 60 *мм*;

– диаметр вала под подшипники – 65 *мм*;
– диаметр вала под звёздочками – 75 *мм*.

3.8 Расчёт оси настила конвейера

Составим расчётную схему оси настила показанную на рисунке 3.3

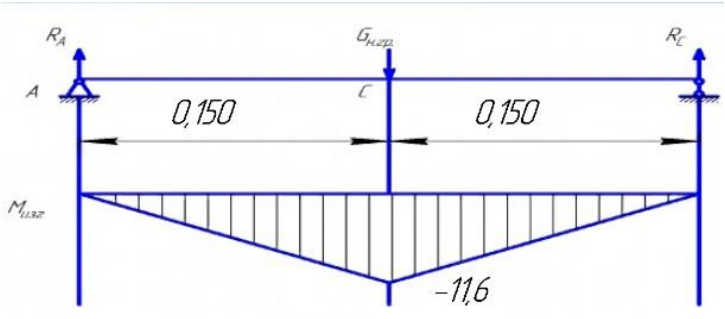


Рисунок 3.3 – Расчётная схема оси настила

Определяем силу, действующую со стороны транспортируемого груза и настила на ось:

$$G_{\text{н.гр}} = F_{\Sigma}/n_{\text{о}}, \tag{3.63}$$

где $n_{\text{о}}$ – количество осей, воспринимающих нагрузку от груза и 1 метра настила ($n_{\text{о}} = 10$);

F_{Σ} – суммарная сила от груза и 1 метра настила.

$$F_{\Sigma} = G_{\text{гр}} + G_{\text{н}}, \tag{3.64}$$

где $G_{\text{гр}}$ – вес груза на 1 метр настила;

$G_{\text{н}}$ – вес швеллерного настила длиной 1 метр.

$$G_{\text{гр}} = m_{\text{гр}} g, \tag{3.65}$$

$$G_{\text{гр}} = 110 \cdot 9{,}81 = 1079\ H.$$

$$G_{н} = m_{н} g, \quad (3.66)$$

$$G_{н} = 47{,}97 \cdot 9{,}81 = 470{,}5\ H.$$

Масса 1 метра швеллерного настила

$$m_{н} = m_1 \cdot B \cdot n\ , \quad (3.67)$$

$$m_{н} = 12{,}3 \cdot 0{,}3 \cdot 10 = 36{,}9\ кг.$$

где m_1 – погонная масса швеллера №14У;
B – ширина настила;
n – количество швеллеров на одном метре настила.

$$F_{\Sigma} = 1079\ + 470{,}5 = 1549\ H.$$

$$G_{н.гр} = \frac{1549}{10} = 154{,}9\ H.$$

Реакции опор из условия равновесия:

$$\sum \mathrm{M_A} = R_c \cdot (0{,}15 + 0{,}15) - G_{н.гр} \cdot (0{,}15) = 0; \quad (3.68)$$

Откуда:

$$R_c = \frac{154{,}9 \cdot 0{,}150}{0{,}3} = 77{,}45\ H.$$

Реакции опор равновесия:

$$\sum \mathrm{M}_c = G_{н.гр} \cdot (0{,}150) - R_a \cdot (0{,}150 + 0{,}150) = 0, \quad (3.69)$$

Откуда:

$$R_a = \frac{154{,}9 \cdot 0{,}150}{0{,}300} = 77{,}45\ H.$$

Определим изгибающий момент
– в сечении В:

$$M_B = -R_c \cdot 0{,}150\ , \qquad (3.70)$$

$$M_B = -77{,}45 \cdot 0{,}150 = -11{,}6\ Н{\cdot}м.$$

Определим расчётный диаметр оси

$$d_{\text{расч}} = \sqrt[3]{\frac{\text{М}_{\text{изг}}}{0{,}1[\sigma_{\text{и}}]}}, \qquad (3.71)$$

$$d_{\text{расч}} = \sqrt[3]{\frac{11{,}6}{0{,}1\frac{260\cdot 10^6}{3}}} = 0{,}011\ \text{м} = 11\ мм.$$

Принимаем $d_{\text{ось}} = 0{,}015\ м$;

Диаметр оси под подшипники – 15 *мм.*

3.9 Расчет оси натяжных звездочек

Суммарная нагрузка на ось:

$$F = S_6 + S_7\ , \qquad (3.72)$$

$$F = 535 + 578 = 1113\ Н,$$

где S_6, S_7 – векторы от натяжения соответственно в набегающей и сбегающей ветвях тягового элемента, по результатам тягового расчета, *Н*.

Составим расчётную схему расчёта оси конвейера рисунок 3.4

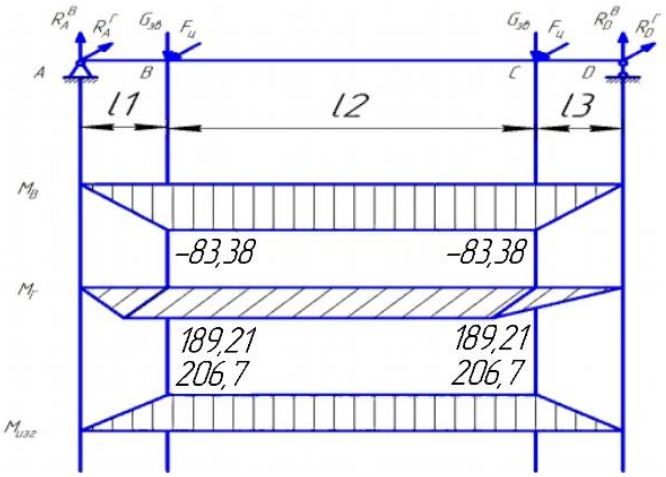


Рисунок 3.4 – Расчётная схема оси конвейера

Реакции опор в горизонтальной плоскости из условия равновесия:

$$\sum \mathrm{M}_{\mathrm{A}}^{\text{г}} = R_D^{\text{г}} \cdot (l_1 + l_2 + l_3) - F_{\text{ц}} \cdot (l_1 + l_2) - F_{\text{ц}} \cdot l_1 = 0; \quad (3.73)$$

Откуда:

$$R_D^{\text{г}} = F_{\text{ц}} = 1113\ H. \quad (3.74)$$

где $F_{\text{ц}} = S_2 + S_3 = 535 + 578 = 1113\ H.$

$$\sum M_D^{\text{г}} = -R_A^{\text{г}} \cdot (l_1 + l_2 + l_3) + F_{\text{ц}} \cdot (l_2 + l_3) + F_{\text{ц}} \cdot l_3 = 0; \quad (3.75)$$

Откуда:

$$R_A^{\text{г}} = F_{\text{ц}} = 1113\ H.$$

Реакции опор в вертикальной плоскости из условия равновесия:

$$\sum M_{\mathrm{A}}^{\mathrm{B}} = R_D^{\mathrm{B}} \cdot (l_1 + l_2 + l_3) - G_{\text{зв}}(l_1 + l_2) - G_{\text{зв}} \cdot l_1 = 0, \quad (3.76)$$

Откуда:

$$R_D^{\mathrm{B}} = \frac{G_{\text{зв}} \cdot (l_1 + l_2) + G_{\text{зв}} \cdot l_1}{(l_1 + l_2 + l_3)}, \quad (3.77)$$

$$R_D^{\text{в}} = \frac{490{,}5 \cdot 0{,}92 + 490{,}5 \cdot 0{,}17}{1{,}09} = 490{,}5\ H.$$

$$\sum M_D^{\text{в}} = -R_A^{\text{в}} \cdot (l_1 + l_2 + l_3) + G_{\text{зв}}(l_2 + l_3) + G_{\text{зв}} \cdot l_3 = 0, \quad (3.78)$$

Откуда:

$$R_A^{\text{в}} = \frac{G_{\text{зв}} \cdot (l_2 + l_3) + G_{\text{зв}} \cdot l_3}{(l_1 + l_2 + l_3)}, \quad (3.79)$$

$$R_A^{\text{в}} = \frac{490{,}5 \cdot 0{,}92 + 490{,}5 \cdot 0{,}17}{1{,}09} = 490{,}5\ H.$$

Определим изгибающие моменты в характерных сечениях оси
– в сечении А:

$$M_A^B = 0\ , \quad (3.80)$$

$$M_A^{\text{г}} = 0. \quad (3.81)$$

– в сечении В:

$$M_B^B = -R_A^{\text{в}} \cdot l_1, \quad (3.82)$$

$$M_B^B = -490{,}5 \cdot 0{,}17 = -83{,}385\ H{\cdot}м.$$

$$M_B^{\text{г}} = -R_A^{\text{г}} \cdot l_1\ , \quad (3.83)$$

$$M_B^{\text{г}} = -1113 \cdot 0{,}17 = -189{,}2\ H{\cdot}м.$$

– в сечении С:

$$M_C^B = -R_D^{\text{в}} \cdot l_3, \quad (3.84)$$

$$M_C^B = -490{,}5 \cdot 0{,}17 = -83{,}385\ H{\cdot}м.$$

$$M_C^{\text{г}} = -R_D^{\text{г}} \cdot l_3, \quad (3.85)$$

$M_C^{г} = -1113 \cdot 0{,}17 = -189{,}21$ *Н·м.*

Определим суммарные изгибающие моменты.
– в сечении А:

$$M_A^{изг} = \sqrt{(M_A^{в})^2 + (M_A^{г})^2} = 0. \quad (3.86)$$

– в сечении В:

$$M_B^{изг} = \sqrt{(M_B^{в})^2 + (M_B^{г})^2}, \quad (3.87)$$

$$M_B^{изг} = \sqrt{(-83{,}385)^2 + (-189{,}2)^2} = 206{,}7 \text{ Н·м.}$$

– в сечении С:

$$M_C^{изг} = \sqrt{(M_C^{в})^2 + (M_C^{г})^2}, \quad (3.88)$$

$$M_C^{изг} = \sqrt{(-83{,}385)^2 + (-189{,}2)^2} = 206{,}7 \text{ Н·м.}$$

Определим расчётный диаметр оси:

$$d_{расч} = \sqrt[3]{\frac{М_{изг}}{0{,}1[\sigma_и]}}, \quad (3.89)$$

$$d_{расч} = \sqrt[3]{\frac{206{,}7}{0{,}1\frac{260 \cdot 10^6}{3}}} = 0{,}036 \text{ м} = 36 \text{ мм.}$$

С учётом ослабления сечения шпоночными пазами увеличиваем сечение на 15%:

$$d_в = 0{,}036 \cdot 1{,}15 = 0{,}041 \text{ м.}$$

Принимаем $d_{ось} = 0{,}050$ *м.*

Остальные диаметры назначаем конструктивно:

– диаметр оси под подшипники – 35 *мм*;

– диаметр оси под звездочку – 40 *мм*.

Нагрузка на ступицу:

$$F_C = \frac{F}{z}, \qquad (3.90)$$

где z – число ступиц на оси , z=2.

$$F_C = \frac{1113}{2} = 556 \ H.$$

3.10 Расчет шпоночных соединений

Рассчитаем шпонку под ступицу звёздочки цепи на смятие

$$\sigma_{\text{СМ}} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_P \cdot t_2} \le [\sigma_{\text{СМ}}], \qquad (3.91)$$

где $l_P = \dfrac{2 \cdot T}{d \cdot t_2 \cdot [\sigma_{\text{СМ}}] * n}$ – рабочая длина шпонки, равная прямолинейной части боковой грани;

d = 85 *мм* – диаметр вала;

Т = $383{,}7 \ H \cdot \text{м}$ – крутящий момент на валу;

t_2 = 7,4 *мм* – глубина вреза шпонки в ступицу;

n = 2 – кол-во звездочек;

$[\sigma_{\text{СМ}}]$ = 100-120 *МПа* – допускаемое напряжение смятия для стальных ступиц [3, с. 126].

$$l_P = \frac{2 \cdot 383{,}7}{85 \cdot 7.4 \cdot 110 \cdot 2} = 0.09 \ м.$$

Примем для диаметра 85 мм шпонку 14x9x50 ГОСТ 23360-78.

Рассчитаем шпонку на входном конце приводного вала на смятие:

$$\sigma_{\text{СМ}} = \frac{2 \cdot T}{d \cdot l_P \cdot t_2} \le [\sigma_{\text{СМ}}],$$

$l_P = \dfrac{2 \cdot T}{d \cdot t_2 \cdot [\sigma_{\text{СМ}}]}$ – рабочая длина шпонки, равная прямолинейной части боковой грани;

d = 85 *мм* – диаметр вала;

T = 383,7 $Н \cdot м$ – крутящий момент на валу;

t_2 = 6,4 *мм* – глубина вреза шпонки в ступицу;

$[\sigma_{\text{СМ}}]$ = 100-120 *МПа* – допускаемое напряжение смятия для стальных ступиц.

$$l_P = \frac{2 \cdot 383{,}7}{85 \cdot 6{,}4 \cdot 120} = 0{,}03\ м.$$

3.11 Выбор подшипников

Опорой приводного вала на раму являются два двухрядных сферических роликоподшипника. Расчет ведем по наиболее нагруженному подшипнику.

Радиальная нагрузка на опору А:

$$R_A = \sqrt{(R_A^{\text{г}})^2 + (R_A^{\text{в}})^2}, \qquad (3.92)$$

$$R_A = \sqrt{(7862)^2 + (1491)^2} = 8002\ H.$$

Радиальная нагрузка на опору D:

$$R_D = \sqrt{(R_D^{\text{г}})^2 + (R_D^{\text{в}})^2}, \qquad (3.93)$$

$$R_D = \sqrt{(7862)^2 + (652{,}3)^2} = 7889\ H.$$

На подшипник действуют только радиальные усилия, равные

$F_r = R_A = 8002\ H.$

Определим расчётную нагрузку на подшипник:

$$P = [X \cdot V \cdot F_r]k_б \cdot k_т, \quad (3.94)$$

где $X = 1$ [3, с. 86];
$V = 1$;
$k_б = 1{,}2 -$ коэффициент безопасности [3, с. 87, табл.8.5.3];
$k_т = 1 -$ температурный коэффициент [3, с. 87, табл.8.5.4].

$P = [1 \cdot 1 \cdot 8002] \cdot 1{,}2 \cdot 1 = 9602\ H.$

Выбираем роликовые радиальные сферические двухрядные подшипники 3513 ГОСТ 5721-75, имеющие d = 65 *мм*, D =120 *мм*, динамическую грузоподъемность C=160 *кН*, статическую грузоподъемность Co = 118 *кН*.

Опорой оси на раму являются два двухрядных сферических роликоподшипника. Расчет ведем по наиболее нагруженному подшипнику.

Радиальная нагрузка на опору A:

$$R_A = \sqrt{(R_A^г)^2 + (R_A^в)^2}, \quad (3.95)$$

$$R_A = \sqrt{(1113)^2 + (490{,}5)^2} = 1216\ H.$$

Радиальная нагрузка на опору D:

$$R_D = \sqrt{(R_D^г)^2 + (R_D^в)^2}, \quad (3.96)$$

$$R_D = \sqrt{(1113)^2 + (490{,}5)^2} = 1216\ H.$$

На подшипник действуют только радиальные усилия, равные

$F_r = R_A = R_D = 1216\ H.$

Определим расчётную нагрузку на подшипник:

$$P = [X \cdot V \cdot F_r]k_б \cdot k_т, \quad (3.97)$$

где $X = 1$ [3, с. 86];

$V = 1$

$k_б = 1{,}2 -$ коэффициент безопасности [3, с. 87, табл.8.5.3];

$k_т = 1 -$ температурный коэффициент [3, с. 87, табл.8.5.4].

$$P = [1 \cdot 1 \cdot 1216] \cdot 1{,}2 \cdot 1 = 1459\ H.$$

Выбираем роликовые радиальные сферические двухрядные подшипники 3506 ГОСТ 5721-75, имеющие d = 35 *мм*, D =72 *мм*, динамическую грузоподъемность *C*=57 *кН*, статическую грузоподъемность *Co* = 33,3 *кН*.

3.12 Расчет металлоконструкции конвейера

Для выбора параметров проката рассмотрим протяженный горизонтальный участок конвейера между опорами L_3 = 1,5 *м*. На данный участок действуют распределенные силы металлоконструкции, погонной массы движущихся частей конвейера и погонная масса груза. Условно примем, что рассматриваемая металлоконструкция представляет собой балку на двух опорах, расчетная схема представлена на рис 3.5

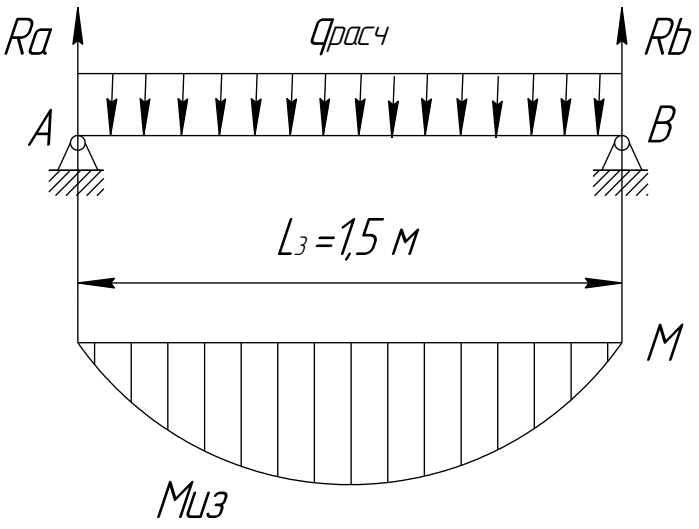


Рисунок 3.5 – Расчетная схема распределенных нагрузок, действующих на металлоконструкцию конвейера.

Суммарная распределенная нагрузка определится:

$$q_{РАСЧ} = q + q_O + q_{МЕТ} \ , \qquad (3.98)$$

где q = 60 – погонная масса груза, *кг/м*;

q_O = 54 – погонная масса движущихся частей конвейера, *кг/м*;

$q_{МЕТ}$ = 8,33 – погонная масса проката, *кг/м*.

Ориентировочно для катков тяговой цепи шириной 90 *мм* примем за расчетный прокат – уголок равнополочный № 9, изготовленный из горячекатаной углеродистой стали 3.

$$q_{\text{РАСЧ}} = q + q_0 + q_{МЕТ} \ , \qquad (3.99)$$

$$q_{\text{РАСЧ}} = 60 + 54 + 8{,}33 = 122{,}3 \, кг/м.$$

Реакции опор

$$R_A = R_B = R = \frac{q_{РАСЧ} \cdot L}{2}, \qquad (3.100)$$

$$R_A = R_B = \frac{122{,}3 \cdot 1{,}5}{2} = 91{,}7 \text{ кг} = 899 \ Н{\cdot}м.$$

Максимальный изгибающий момент

$$M_{ИЗ} = \frac{q_{РАСЧ} \cdot L^2}{4}, \qquad (3.101)$$

$$M_{ИЗ} = \frac{122{,}3 \cdot 1{,}5^2}{4} = 68{,}79 \text{ кг} \cdot \text{м} = 674{,}8 \ Н{\cdot}м.$$

Момент сопротивления для подобранного профиля

$$W_{ХРАСЧ} = \frac{M_{ИЗ}}{[\sigma_{ИЗ}]}, \qquad (3.102)$$

где $[\sigma_{ИЗ}]$ – допустимое напряжение изгиба, для горячекатаной углеродистой стали 3 $[\sigma_{ИЗ}] = 150 \ МПа$;

$$W_{ХРАСЧ} = \frac{674{,}8}{150} = 4{,}5 \ см^3,$$

$$W_{ХРАСЧ} = 4{,}5 \ см^3 \le W_{ХТЕОР} = 12.49 см^3$$

Условие прочности для выбранного профиля соблюдается, уголок показан на рисунке 3.6.

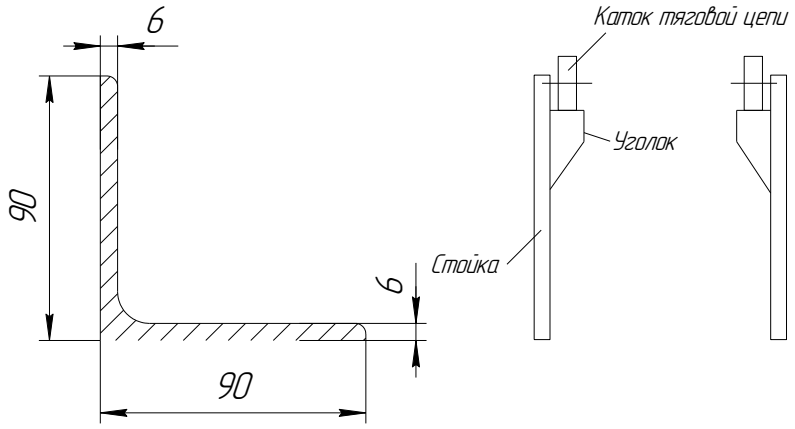


Рисунок 3.6 – Уголок №9 ГОСТ 8509-93

3.13 Расчёт натяжного устройства

Выбираем пружинно-винтовое натяжное устройство, так как длина конвейера 25 метров.

Определение усилия натяжки и хода натяжного устройства.

Усилие натяжки

$$P_{\text{Н}} = S_6 + S_7 + W_{\text{н}}\,, \tag{3.103}$$

$$P_{\text{Н}} = 535 + 578 + 44{,}52 = 1157\ H,$$

где $W_{\text{н}}$ – сопротивление натяжного устройства.

$$W_{\text{н}} = (S_6 + S_7)0{,}04\,, \tag{3.104}$$

$$W_{\text{н}} = (535 + 578)0{,}04 = 44{,}52\ H.$$

Ход натяжного устройства назначаем в соответствии с рекомендациями

$$X_{H\text{У}} = (1{,}6 \ldots 2)t_{\text{ц}} = 2 \cdot 160 = 320\ мм.$$

Расчёт пружины.

Так как в конструкции конвейера используется две пружины, то сила сжатия каждой из них равна

$$F_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{Н}}}{2}, \tag{3.105}$$

$$F_{\text{пр}} = \frac{1157}{2} = 578\ H.$$

Определим основные параметры цилиндрической винтовой пружины. В качестве материала пружины выбираем углеродистую проволоку третьего класса по ГОСТ 9383-75 с пределом прочности на растяжение $\sigma_{\text{в}} = 1130\ МПа.$

Допускаемое касательное напряжение определяем по формуле

$[\tau] = 0{,}4 \cdot \sigma_{\text{в}} = 0{,}4 \cdot 1130 = 480$ *МПа.*

Зададимся индексом пружины $c = 10$ [2, с. 488] и найдем коэффициент k, учитывающий влияние кривизны витков и поперечной силы

$$k = \frac{4 \cdot c + 2}{4 \cdot c - 3}, \tag{3.106}$$

$$k = \frac{4 \cdot 10 + 2}{4 \cdot 10 - 3} = 1{,}13$$

Находим диаметр проволоки пружины

$$d \geq \sqrt{\frac{8 \cdot k \cdot F_{\text{пр}} \cdot c}{\pi \cdot [\tau]}}, \tag{3.107}$$

$$d \geq \sqrt{\frac{8 \cdot 1{,}13 \cdot 578 \cdot 10}{\pi \cdot 480 \cdot 10^6}} = 0{,}02 \text{ м} = 20 \text{ мм.}$$

Средний диаметр пружины равен

$$D_0 = c \cdot d, \tag{3.108}$$

$$D_0 = 10 \cdot 20 = 200 \text{ мм.}$$

Определим число рабочих витков пружины z

$$z = \frac{G \cdot d^4 \cdot \lambda}{8 \cdot F_{\text{пр}} \cdot {D_0}^3}, \tag{3.109}$$

где $G = 8 \cdot 10^4$ – модуль сдвига, *МПа*;

λ – осадка пружины под действием силы $F_{\text{пр}}$, учитывая ход подвижной щеки $\lambda = 300$ *мм.*

$$z = \frac{8 \cdot 10^4 \cdot 20^4 \cdot 300}{8 \cdot 578 \cdot 200^3} = 10{,}152.$$

Принимаем $z = 10{,}5$.

Определяем полное число рабочих витков

$$z_1 = z + (1{,}5 \dots 2) = 10{,}5 + 1{,}5 = 12.$$

Определяем шаг пружины

$$t = d + \frac{\lambda}{z} + s, \qquad (3.110)$$

$$t = 20 + \frac{300}{10{,}5} + 2 = 50{,}6\ мм.$$

где $s = 0{,}1 \cdot d = 0{,}1 \cdot 20 = 2$ – зазор между витками в пружине, *мм*.

Определяем высоту пружины при полном её сжатии

$$H_{сж} = (z_1 - 0{,}5) \cdot d, \qquad (3.111)$$

$$H_{сж} = (12 - 0{,}5) \cdot 20 = 230\ мм.$$

Определяем высоту пружины в свободном состоянии

$$H_0 = H_{сж} + (t - d) \cdot z, \qquad (3.112)$$

$$H_0 = 230 + (50{,}6 - 20) \cdot 10{,}5 = 551{,}3\ мм.$$

Чтобы избежать потери устойчивости пружины, должно выполняться условие

$$\frac{H_0}{D_0} \leq 2{,}6; \qquad (3.113)$$

$$\frac{551{,}3}{230} = 2{,}4 \leq 2{,}6.$$

Условие устойчивости выполняется.

Расчёт винтов.

Определим средний диаметр резьбы d_2 из условия износостойкости витков:

$$d_2 = \sqrt{\frac{Q}{\pi \cdot \psi_г \cdot \psi_б \cdot [q]}}, \quad (3.114)$$

где $[q] = 7\ МПа$ – среднее допускаемое давление между рабочими поверхностями витков винта и гайки [3, табл. 16.1.1];

$\psi_г = 2$ – коэффициент высоты гайки [3, с. 271];

$\psi_б = 0{,}54$ – коэффициент высоты резьбы [3, табл. 16.1.2];

$Q = 578{,}4\ Н$ – осевая нагрузка.

$$d_2 = \sqrt{\frac{578{,}4}{\pi \cdot 2 \cdot 0{,}54 \cdot 7 \cdot 10^6}} = 0{,}016\ м = 16\ мм.$$

Определим внутренний диаметр резьбы винта d_3 из условия прочности на растяжение с учётом кручения:

$$d_3 = \sqrt{4\beta Q / \pi [\sigma_{сж}]}\ , \quad (3.115)$$

где $\beta = 1{,}3$ – коэффициент, учитывающий влияние напряжений кручения[3, с. 271];

$$[\sigma_{сж}] = \frac{\sigma_т}{3} = \frac{215 \cdot 10^6}{3} = 71{,}6\ МПа.$$

$$d_3 = \sqrt{4 \cdot 1{,}3 \cdot 578{,}4 / \pi [71{,}6 \cdot 10^6]} = 0{,}012\ м = 12\ мм.$$

Выбираем резьбу метрическую М24, шар резьбы Р=8 *мм.*

Длина резьбы в гайке: $H_г = \psi_г \cdot d_2 = 2 \cdot 16 = 32\ мм.$

4 Расчёты, подтверждающие работоспособность и надёжность ножничного подъёмника

4.1 Расчёт звеньев ножничного подъёмника

Рассмотрим рисунок 4.1

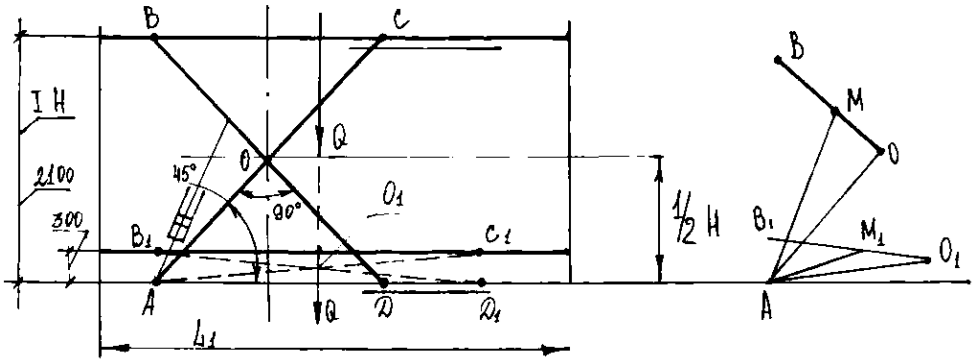


Рисунок 4.1 – Схема ножничного подъёмника

В исходном (нижнем) положении платформа поднята над уровнем осей А и Д на 370 мм.

В верхнем положении высота подъема платформы 1500 мм.

Оси А и Д находятся под уровня пола, поэтому высота подъема платформы над полом 1500 мм.

Рассмотрим ΔAM_1O_1 и ΔАМО рисунок 4.2

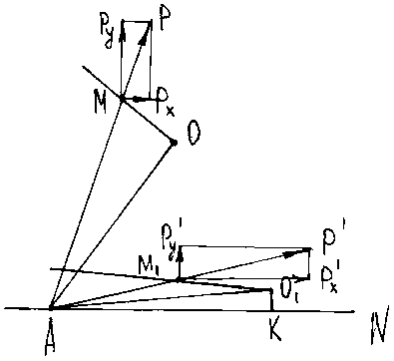


Рисунок 4.2 – Схема ножничного подъёмника

По условию $AO = AO_1 = OB = O_1B_1 = 1060$ *мм.*

O_1K составляет 100 мм при нижнем положении подъемника, когда платформа ВС находится на расстоянии 370 мм плоскости N-N

$$\angle M_1AK = \angle O_1AK + \angle M_1AO_1, \quad (4.1)$$

$$\angle O_1AK = \frac{arcsin\, O_1K}{AO_1}, \quad (4.2)$$

$$\angle O_1AK = \frac{0{,}100}{1{,}060} = arcsin\, 0{,}1,$$

$$\angle O_1AK = 5°1'.$$

Из рассмотрения подъемника в верхнем положении

$$AO = \frac{AC}{2} = 530{,}25 \text{ мм},$$

$$OM = \frac{AO}{6} = 530{,}25/6 = 176{,}75 \text{ мм},$$

$$\angle M_1O_1A = 2\angle O_1AK = 10°2'. \quad (4.3)$$

Расчет длины гидроцилиндра

$$L_ц = \sqrt{OM^2 + AO^2}; \quad (4.4)$$

где OM=0,176 *м,*

AO=0,530 *м.*

Тогда: $L_ц = \sqrt{0{,}176^2 + 0{,}530^2} = 0{,}55$ *м.*

4.2 Расчет гидроцилиндра

Диаметр гидроцилиндра вычисляем из формулы расхода жидкости необходимого для перемещения поршня цилиндра.

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta_{мех}, \tag{4.5}$$

где D – диаметр гидроцилиндра;

p – давление, составляет 8 *МПа*;

$\eta_{мех} = 0{,}98$ – КПД механическое [4, с. 155].

Тогда:

$$D^2 = \frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot p \cdot \eta_{мех}}, \tag{4.6}$$

$$D = \sqrt{\frac{Q \cdot 4}{\pi \cdot p \cdot \eta_{мех}}}, \tag{4.7}$$

$$D = \sqrt{\frac{7976 \cdot 4}{3{,}14 \cdot 8 \cdot 0.98}} = 36 \text{ мм.}$$

В соответствии с ГОСТ 12447-80 округляем до ближайшего стандартного значения в большую сторону. Принимаем диаметр цилиндра 40 *мм*.

Эффективное движущее усилие возникающее на штоке поршня при подаче жидкости в поршневую полость под давлением, рассчитывается по формуле

$$T_n = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p \cdot \eta_{мех}, \tag{4.8}$$

где D – диаметр гидроцилиндра;

p – давление, составляет 8 *МПа*;

$\eta_{мех}$ – КПД механическое, составляет 0,98.

Тогда:

$$T_n = \frac{3{,}14 \cdot 40^2}{4} \cdot 8 \cdot 0{,}98 = 984{,}7\ H.$$

Диаметр штока рассчитывается по формуле

$$d = (0.3 - 0.7) \cdot D, \tag{4.9}$$

Тогда:

$$d = 0{,}6 \cdot 40 = 24\ мм.$$

Принимаем диаметр штока 25 *мм*.

Толщина стенок гидроцилиндра рассчитывается по формуле

$$S = \frac{P \cdot D}{(4/\sqrt{3} \cdot \sigma_s / n - p) \cdot \varphi} + C, \tag{4.10}$$

где S – толщина стенки;

p – пробное давление, составляет 1,6 *МПа*;

$\sigma = 60$ МПа – предел текучести материала, [4, с. 163].;

$n = 3$ – коэффициент запаса прочности, [4, с. 168].;

φ – коэффициент прочности, составляет 1.

Тогда:

$$S = \frac{1{,}6 \cdot 40}{(4/\sqrt{3} \cdot 60/3 - 1{,}6) \cdot 1} + 0{,}005 = 5\ мм.$$

Толщина плоского донышка, рассчитывается по формуле

$$S = 0{,}405 \cdot D \cdot \sqrt{\frac{P}{\sigma}}, \tag{4.11}$$

где P – давление жидкости, составляем 1,6 *МПа*;

σ – допустимое напряжение на растяжение, составляет для материала донышка гидроцилиндра 60 *МПа*.

Тогда:

$$S = 0{,}405 \cdot 40 \cdot \sqrt{\frac{1{,}6}{60}} = 3 \text{ мм}.$$

Принимаем ГЦ 50.25.305, технические характеристики: Диаметр гильзы, *мм* 50; Диаметр штока, *мм* 25; Ход штока, *мм* 305; Давление номинальное, *МПа* 16; Усиление на штоке толкающее, *кН* 19.7; Усиление на штоке тянущее, *кН* 11.9; Масса, *кг* 2,93.

Из кинематической схемы (рисунок 4.3) видно, что звенья подъемника работают на растяжение-сжатие, рассмотрим силы, действующие на звено MJ. Масса площадки и 2х человек M=500 *кг*, эта нагрузка действует в двух плоскостях, следовательно нагрузка действующая на одну балку будет равна:

$$Q = \frac{\mathrm{T}}{2}, \tag{4.12}$$

$$Q = \frac{500}{2} = 250 \text{ кг } (2500H).$$

Следовательно, реакция в точке T, $R_т$=2500 *Н*.

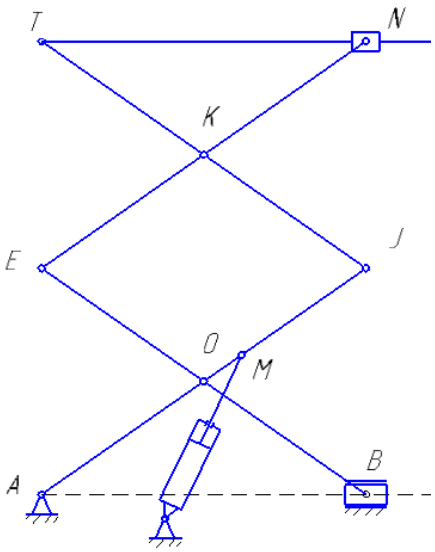


Рисунок 4.3 Кинематическая схема ножничного подъемника

4.3 Выбор балки

На рисунке 4.4 изображена схема соотношения параметров высоты и угла подъёма.

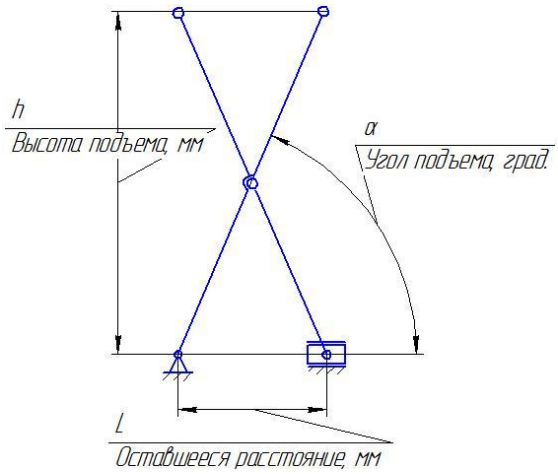


Рисунок 4.4 Схема соотношения параметров

Для дальнейших расчетов принимаю, что балка изготовлена из трубы прямоугольной с размерами 93х32х2 по ГОСТ 12336-66, материал Ст3 ГОСТ 535-88, $[\sigma_{\text{Т}}] = 230$ МПа, временное сопротивление разрыву, $[\sigma_{\text{В}}] = 460$ МПа, площадь поперечного сечения S=364 *мм*^{2} масса m=5,2 *кг* балки длинной L=1060 *мм*, момент сопротивления относительно оси x, $I_x=17\cdot10^{-8}$ *м*^{4}, полярный момент сопротивления относительно оси x, $W_x= 5{,}4\cdot10^{-6}$ *м*^{3}

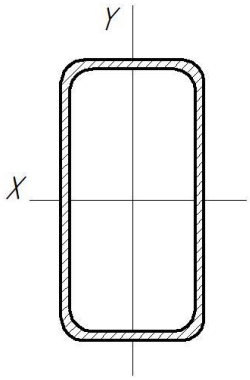


Рисунок 4.5 Профиль трубы с осями координат

Имея действующие нагрузки и профиль в сечении балки можно произвести расчет на прочность, запас прочности в этом и всех последующих расчетах принимаю равным 5, так как подъемный механизм ответственный и будет работать с людьми, тогда допускаемое напряжение $[\sigma] = \frac{[\sigma_{\text{Т}}]}{5} = \frac{230}{5} = 46\ МПа$.

Тогда:

$$\sigma = \frac{N_1}{S} \leq [\sigma], \tag{4.13}$$

где N_1 усилие возникающее в стержне, под воздействием нагрузки.

$$N_1 = \frac{R_{\text{Т}}}{cos23°}, \tag{4.14}$$

$$N_1 = \frac{2500}{0,7} = 3571\ H.$$

Из этого неравенства получим площадь поперечного сечения S

$$S = \frac{N_1}{[\sigma]}, \tag{4.15}$$

$$S = \frac{3571 \cdot 10^{-6}}{46} = 65 \cdot 10^{-6} \text{м}^2$$

Полученная площадь в 5 раза меньше принятой, что свидетельствует о довольно большом запасе прочности.

Звено JE работает на сжатие, из этого следует, что если пройти с аналогичным расчетом по всем остальным звеньям, самое нижнее звено AJ работает на сжатие, сила, действующая вдоль оси стержня N=4160 H масса всех остальных балок (их 8 шт.) $m = 8 * 5,2 = 41,6\ кг$ плюс масса гидроцилиндра, принимаю 30 кг и плюс масса остальных деталей и узлов (упорных балок, штифтов и пр.) всего 110 *кг*. Получаем:

$$N_{AF} = 3571 + 1100 = 4671\ H.$$

$$S = \frac{N_{AF}}{[\sigma]}, \quad (4.16)$$

$$S = \frac{5305 \cdot 10^{-6}}{46} = 101 \cdot 10^{-6} \text{м}^2.$$

Что меньше в 3,6 раз площади принятой трубы.

4.4 Расчет упорных балок для гидроцилиндра

В данной конструкции, упорная балка жестко приварена между двумя другими балками, следовательно с обоих концов балки будут защемления и ее можно отнести к неразрезным. Неразрезными называют балки лежащие на двух и более опорах и не имеющие промежуточных шарниров, принадлежат к числу статически неопределимых. Показанную на рисунке балку с защемлением в точках А и В заменим на эквивалентную, которая представляет собой ряд простых шарнирно опорных балок, нагруженных заданной нагрузкой Р и изгибающими моментами приложенных в сечениях где поставлены шарниры. Направления моментов для определенности приняты положительными. Так как L_2 и $L_3 = 0$ то и M_4 и M_3 соответственно будут равны нулю, длину L принимаю равной 1 м, чтобы найти M_1 и M_2 составим уравнение трех моментов, которое будет иметь вид:

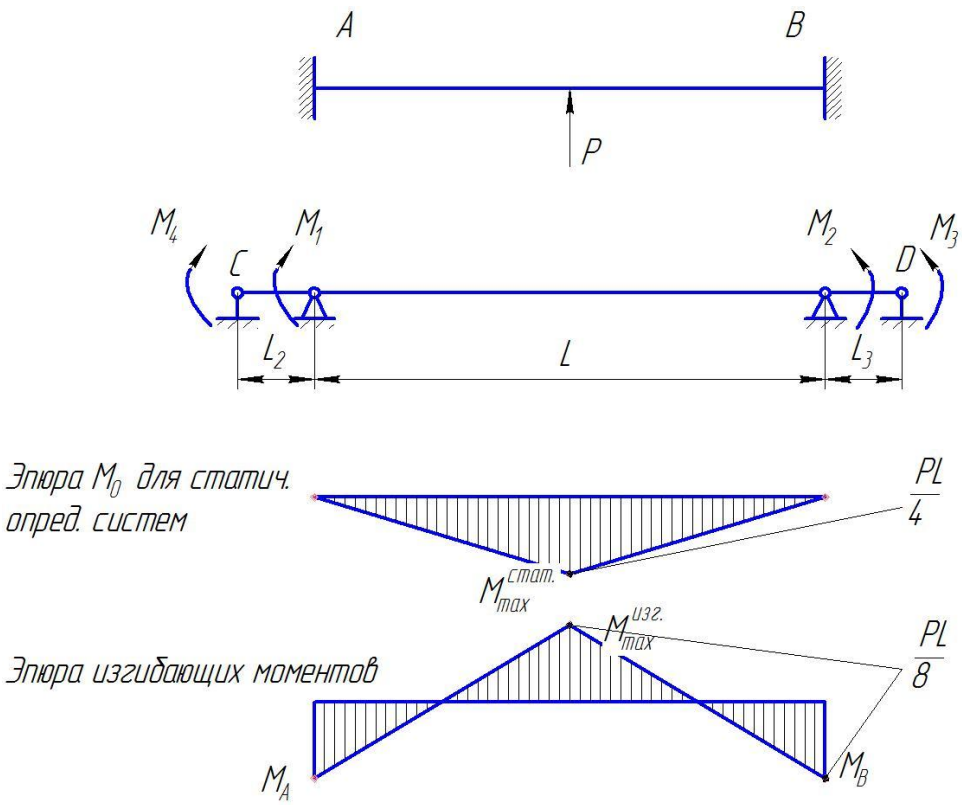


Рисунок 4.6 – Расчетная схема упорной балки

$$2M_1 \cdot (L_2 + L) + M_2 \cdot L = -6 \cdot \frac{\omega_2 \cdot \frac{L}{2}}{2} = 3M_1 \cdot L = -6\left(\frac{1}{2} \cdot \frac{\frac{PL}{4} \cdot L \cdot \frac{1}{2} \cdot L}{L}\right) =$$

$$= 3M_2 = -6\frac{PL}{16} = M_1 = M_2 = \frac{PL}{8},$$

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq [\sigma]\,, \tag{4.17}$$

$$M = \frac{PL}{8} = \frac{10000 \cdot 1}{8} = 1250\ H \cdot \text{м}\,.$$

$$W = \frac{M}{[\sigma]} = \frac{1250}{72 \cdot 10^6} = 17{,}36 \cdot 10^{-6}\ \text{м}^3.$$

Выбираю трубу прямоугольную по ГОСТ 12336-66 с размерами 80х56х4 и W=19,7·10^{-6} м^3

4.5 Расчет пальца гидроцилиндра

В шарнирных пальцах крепления гидроцилиндра к поперечине подъемника и основанию подъемника сила давления F вызывает деформацию сдвига (среза) по двум плоскостям и деформацию смятия. Обычно сопротивление стали деформации сдвига ниже, чем смятие. Поэтому, последней пренебрегают и палец рассчитывают только на сдвиг.

Найдём площадь поперечного сечения пальца:

$$A = \frac{Q_п}{[\tau]_\delta \cdot n}, \tag{4.18}$$

где $[\tau]_\delta = 90$ МПа, допустимое напряжение на сдвиг [5. с. 201];

n – количество плоскостей сдвига, n=2.

Найдём поперечную силу в плоскостях сдвига шарнирного пальца:

$$Q_n = 2.7 \cdot Q, \tag{4.19}$$

$$Q_n = 2{,}7 \cdot 5000 = 13500 \ H.$$

$$A = \frac{13500}{90 \cdot 2} = 75 \ мм^2.$$

Из условия прочности найдем диаметр шарнирного пальца:

$$D \geq \sqrt{\frac{4 \cdot Q_n}{\pi \cdot n \cdot [\tau]_\delta}}, \tag{4.20}$$

$$50 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 13500}{3{,}14 \cdot 2 \cdot 90}} = 22 \ мм.$$

Принимаем диаметр шарнирного пальца 30 *мм*.

4.6 Монтаж оборудования

Подъемник должен быть установлен на пол выдерживающем нагрузку в 4 кН. [6, с. 112]

Требования к установке:

а) бетон армированный марка не ниже М350;

б) армирование 4-6 *мм*, ячейка 150х150 *мм*;

в) бетон должен выдерживать нагрузку не ниже 1,3 *кг/см²*;

г) минимальная площадь для установки подъемника 5,0х2,5 *м*;

д) допуск на высоту точек крепления к полу должен быть не более ±5 *см*.

При проверке напряжения нужно убедиться что напряжение в сети соответствует напряжению питания подъемника.

Если напряжение не совпадает нужно переподключить обмотку.

Подключение к питающей сети, минимальные требования к мощности электросети 3/380 (*в/Гц*).

Минимальное сечение кабеля 4 *мм²*, кабель четырехжильный (3 ~ и заземляющий провод).

Установить питающий кабель через клемник в стороне пульта управления и присоединив к выпадному щитку.

Проверить чтобы перемычка была подключена в терминал, она блокирует датчик давления и выключатель верхнего положения.

Нужно включить электропитание; повернуть главный выключатель в положение 1 нажать кнопку подъем и проверить направление вращения электродвигателя, если направление вращения не совпадает со стрелкой на корпусе электродвигателя, необходимо переподключить две фазы на электродвигателе.

При подключение пневмолинии, максимальное давление в системе 10 *Бар*.

Необходимо поднять платформу подъемника на высоту 50-60 *см*. установить тройники с трубками цилиндра механического отключения. При подключении необходимо соблюдать цвета трубок.

5 Охрана труда и окружающей среды при эксплуатации подъёмников

В разделе дипломного проекта проведено обоснование ножничного подъёмника и пластинчатого конвейера.

В условиях научно-технического прогресса, быстро растущего производства, внедрения новых техники и технологий, роста роли человека на производстве и социальной значимости безопасных и здоровых условий труда, проблема безо- пасности жизнедеятельности приобретает особую актуальность.

В результате техногенной деятельности человека существенно изменилась биосфера, условия обитания человека. Глобальный характер возникшей экологической опасности требует от человечества колоссальных усилий для налаживания разумного взаимодействия с природой для сохранения жизни на Земле. Только путем осознания существующей экологической ситуации человечество сможет успешно эволюционировать.

Особую остроту проблема безопасности имеет в Российской Федерации. В условиях, несоответствующих требованиям норм законодательства по запы- ленности, загазованности, шуму, вибрации, другим производственным факторам, работают миллионы людей. Развитие производства поставило ряд регионов на грань экологической катастрофы.

Нормативно-правовые акты, принятые в нашей стране, направлены на обес- печение условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности. Они содержат ряд важных поло- жений, обеспечивающих для работающих гарантии прав на охрану труда.

Конституция Российской Федерации в качестве одного из основных прав граждан закрепила право на охрану здоровья (ст. 410). Естественным следствием этого является и право работника на здоровье и безопасные условия труда, которые также в качестве отдельного принципа и в форме субъективного права закреплены в ст. 37 Конституции.

Отношение общества к людям с ограниченными возможностями – один из основных реальных показателей его цивилизованности и социальной ответственности. Самое важное – расширить реальные возможности таких граждан, дать им возможность вести полнокровную жизнь.Одна из проблем которая рассматривается в дипломном проектировании-это создание безбарьерной среды для людей с ограниченными возможностями передвигающихся на креслах-колясках путём уменьшения угла подъёма/опускания в социально важных объёктах.

5.1 Характеристика объекта, оборудования, конструктивные разработки

5.1.1 Ножничный подъёмник применяют для подъёма различных грузов и они всё больше развиваются в современном мире. Ему находят применение во

многих сферах жизни: строительство, монтаж вентилируемого фасада, в автосервисах для поднятия автомобиля, в клининговых компаниях для обслуживания ТРЦ и прочих зданий с высокими потолками.

Предлагаемая конструкция с использованием ножничного подъёмника, заключается в том чтобы уменьшить угол подъёма/спуска для создания безбарьерной среды маломобильным группам населения.

Подземный переход в городе Красноярск, на ул. Карла Маркса, у кинотеатра «ЛУЧ» который совершенно не безопасный для использования.

Угол подъёма в данном подземном переходе более 20 градусов, что не соответствует СНиП 35-01-2001, даже физически здоровому человеку не получится супуститься/подняться с таким углом, так как при подъёме на кресле-колеске человек опрокинется, а при спуске он либо разовьёт большую скорость что очень опасно, либо просто опрокинется сразу, как только заедет на спуск.

По этим причинам предлагается использовать ножничный подъёмник для уменьшения угла подъёма/спуска. Принцип действия заключается в том, что перед лестничным пролётом будет установлен ножничный подъёмник заглублённый в фундамент показано на рисунке 5.1 для удобства заезда человека на него. От ножничного подъёмника края близкому к лестничному пролёту снизу, будет установлен широкий швеллер до края верхнего пролёта, соединённое шарнирно, один край закреплён на шарнирно неподвижной опоре,второй край с направляющими.При подъезде/наезде к/на ножничному подъёмнику для спуска/подъёма,человек нажимает кнопку «вверх/вниз» и при подъёме ножничного подъёмника от пола до высоты 1450мм угол подъёма будет равен 1-2 градуса,что создаст необходимое для маломобильных людей безопасное и беспрепятственное прохождение лестничного пролёта.

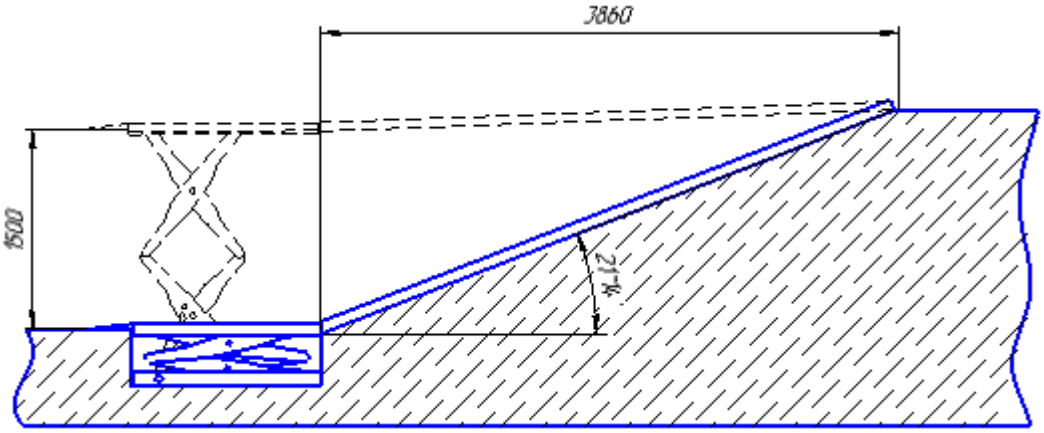


Рисунок 5.1 – Принцип действия ножничного подъёмника

Есть возможность установить ножничный подъёмник с высотой подъёма от пола 2000мм, и тогда можно установить швеллер от самого низа лестничного марша до верхней точки, но тогда необходимо отказаться от горизондальной площадки в центре.Угол подъёма/спуска будет равен 8 градусов.

5.1.2 Пластинчатый конвейер предлагается применять горизонтально-наклонный-горизонтальный.Так как угол подъёма без конвейера изначальный равен более 20 градусов показано на рисунке 5.2 ,что не допускается по СНиП 35-01-2001

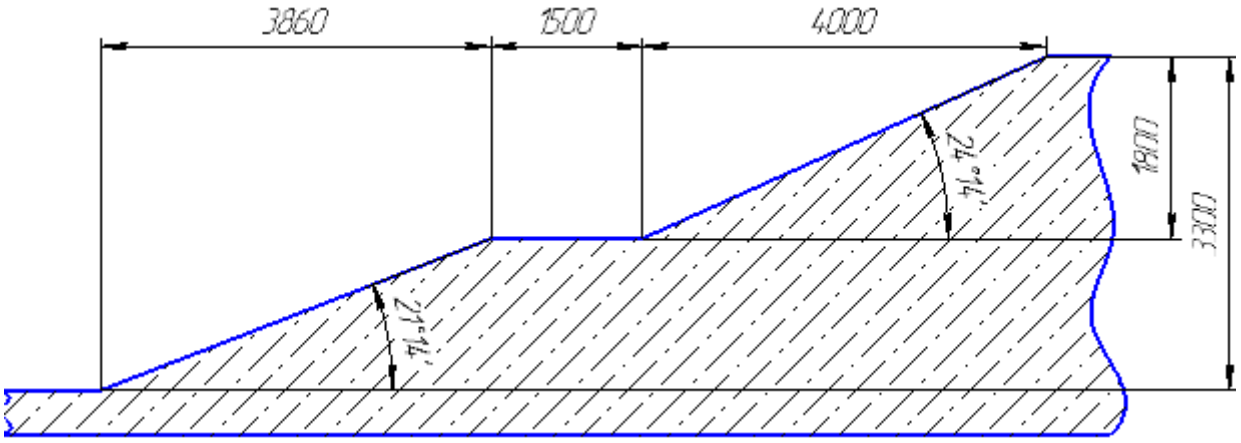


Рисунок 5.2 – Исходные данные. Угол подъёма 21 , высота подъёма 3300мм нижний лестничный марш 3860мм, горизонтальная площадка 1500 мм, верхний лестничный марш 4000мм.

То путём отказа, от горизонтальной площадки при длине пролёта 9360 мм и высоте подъёма 3300 мм получаем угол 19,25 изображено на рисунке 5.3 что тоже не допускается по СНиП .

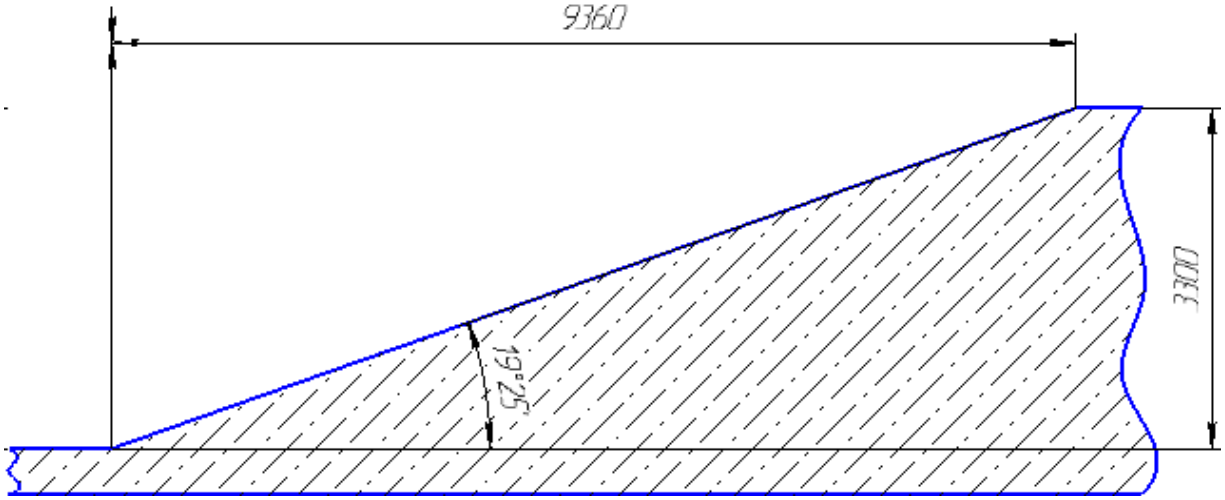


Рисунок 5.3 – Уменьшение угла подъёма до 19,25 путём отказа от горизонтальной площадки

Поэтому для достижения максимального угла, для безбарьерной среды маломобильным людям, достигается путём отказа от горизонтальной площадки и увиличении длины пролёта с 9360 мм до 19000мм и добившись безопасного угла-подъёма/опускания 9,8 в соответствии с рисунком 5.4

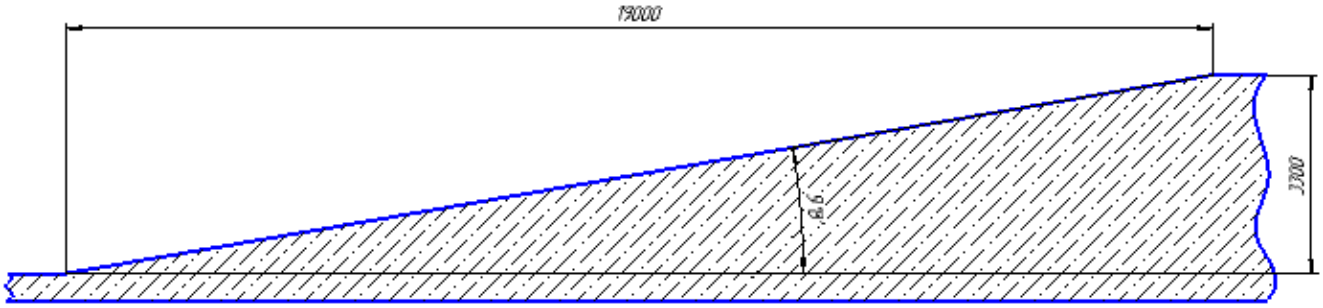


Рисунок 5.4 – Увеличение длины с 9360 мм до 19000 мм уменьшение угла

Ldf пластинчатых конвейера будут установлены на полученном наклоне, длина наклонной части 19000мм, длина горизонтальных частей сверху и снизу будет равна по 2000 мм для заезда человека на конвейер и нажатия кнопки для приведения в действие и съезда с конвейера. Под под пластинами конвейера будет установлена направляющая, которая будет находиться в конце(снизу) и начале(сверху) горизонтального участка и при поднимании/спускании кресла-коляски будет уходить обратно под воздействием пружин.

Конвейер соответствует требованиям безопасности по ГОСТ 12.2.022-80.

Угол наклона конвейера такой, чтобы перемещаемый человек не опрокинулся обратно,а именно 9,8◦.

Для предупреждения захвата одежды работающих или ушибов рук, край пластинчатого конвейера прикрыть бортами.

Перед началом работы ответственное лицо (машинист, электромонтер) проверяет исправность всей системы в целом.

На конвейерах ограждены приводные, натяжныеи отклоняющие барабаны, натяжные устройства, канаты и блоки натяжных устройств, ременные, червячные, муфтовые и другие передачи.

Конструкцией конвейера предусмотрен доступ к элементам, блокам и контрольным устройствам конвейера, требующим периодической проверки, а также к устройствам регулирования и смазки без снятия ограждения.

Для предупреждения возгорания,приводные станции конвейеров оборудованы ТЕПЛОВЫМЫ ДАТЧИКАМИ,сблокиованными с приводом.

5.2 Анализ опасных и вредных факторов и пути решения

Согласно ГОСТ 12.0.003 при подъеме и перемещении грузов возможны следующие опасные и вредные производственные факторы:

– повышенный уровень вибрации от электродвигателей;

– короткое замыкание в электрической цепи;

– опасные факторы пожара.

На рабочем месте оператора конвейера суммарные уровни шумов не более 80 дБ.

Для уменьшения механического шума применяются:

– защитные кожухи на электродвигателях и вращающихся частях;

– техническое обслуживание и ремонт, так как повышенный уровень шума является следствием неисправности или износа какого-либо механизма.

Для решения проблемы при поражении током от короткого замыкания в электрической цепи применяется следующее:

– при коротком замыкании срабатывает предохранитель и рубильник на электрощите отключает электричество всего конвейера или ножничного подъёмника.

Для решения опасных факторов пожара используются огнетушители, автоматическая система пожаротушения.

Проведя анализ опасных и вредных факторов можно сделать вывод, что вредные факторы в виде повышенного уровня шума, повышенного уровня вибрации, короткого замыкания в электросети, устранены в процессе проектирования рабочего места.

5.3 Травмобезопасность

Эксплуатация подъёмных механизмов,устройств допускается при условии их надежной конструкции, достаточной прочности, исправного рабочего состояния и если не истек срок их очередного технического освидетельствования. Они используются в соответствии с требованиями правил технической эксплуатации, не должны нагружаться сверх предельно допустимой нагрузки (за исключением контрольных испытаний).

Движущиеся, токоведущие, нагревающиеся части подъёмников закрыты прочно укрепленными съемными ограждениями, допускающими удобный осмотр и смазку. Если ограждение необходимо снять для профилактических, ремонтных или других работ, то принимают меры предосторожности (отключение механизма, электропитания, установка запрещающих знаков и др.), исключающие воздействие опасных факторов на человека.

При снятии или отключении предохранительных устройств (конечные выключатели, тормоза, приборы безопасности и др.) перегрузочных машин предусматрены меры, исключающие возможность пуска машин до тех пор, пока эти устройства не установлены на места или не включены.

Наличие системы аварийной остановки, блокираторов движения, ограничителей предельного веса и других приборов безопасности, позволяющих свести риски, связанные с работой подъемника, к минимальному значению;

Чтобы во время работы конвейера не производились работы по обслуживанию и ремонту движущихся частей, натягиванию и выравниванию настила конвейера и отчистки каких-либо частей вручную ГОСТ Р 54765-2011 «Эскалаторы и пассажирские конвейеры» устанавливаются концевые выключатели к месту ТОиР.

В случае пассажирских конвейеров с наклоном более 6° номинальная скорость ограничена значением 0,5 м/с согласно ГОСТ Р 54765-2011 «Эскалаторы и пассажирские конвейеры».

Установлены перилла по всей длине лестничного пролёта,на высоте 900мм ГОСТ 23120–78, «Лестницы, маршевые площадки и стальные ограждения»

Прерывание подачи электропитания осуществляется двумя независимыми электрическими устройствами. Это устройства, которые размыкают цепь питания привода. Если после остановки эскалатора или пассажирского конвейера одно из этих электрических устройств не разомкнулось, повторный пуск эскалатора/пассажирского конвейера должен быть невозможен.

Электрическое освещение и розетки независимы от питания привода пассажирского конвейера, питаются от отдельного кабеля, либо от ответвительного кабеля, который подключен перед главным выключателем пассажирского конвейера. Обеспечена возможность прервать цепь питания всех фаз с помощью отдельного выключателя;

Электрооборудование пассажирского конвейера, его монтаж, электроснабжение и заземление соответствуют правилам устройства электроустановок.

Нейтральный провод и провод заземления соответствует требованиям ГОСТ Р МЭК 60204-1;

Установлен общий провод заземления системы управления в общей электросхеме пассажирского конвейера за электронными элементами. В этом случае любое нарушение заземления (например, из-за корректировки электросхемы в процессе эксплуатации) будет приводить к отключению системы управления;

5.4 Безопасность и защита в чрезвычайных ситуациях

Возможные классы пожаров - А (горение твердых веществ) и Е (горение электроустановок, находящихся под напряжением). Степень защиты электрооборудования - IP-55.

Класс функциональной пожарной опасности – Ф3.1.

Пассажирские конвейеры изготавлены из таких материалов, которые не создают дополнительной опасности в случае пожара.

Скопление материалов (например, консистентной смазки, масла, пыли, бумаги) создает опасность пожара, поэтому обеспечена возможность чистки внутренней части пассажирского конвейера.

В соответствии с действующим законодательством ответственность за обеспечение пожарной безопасности возлагается на руководителя, который:

Назначает приказом лиц, ответственных за: пожарную безопасность подразделений (склада, участка и т. п.);проведение ремонтных и огневых работ; эксплуатацию технологических установок и оборудования; исправное техническое состояние электроустановок, противопожарного водоснабжения, средств связи и сигнализации, систем оповещения работников о пожаре;обеспечивает разработку планов ликвидации пожаров и аварий; создает пожарно-техническую комиссию и добровольную пожарную дружину, а также обеспечить их регулярную работу;обеспечивает разработку инструкций по пожарной безопасности отдельных видов пожароопасных работ;организует для работников проведение противопожарного инструктажа и занятий по пожарно-техническому минимуму;обеспечивает средствами противопожарной пропаганды (плакаты, стенды и т. п.), средствами обучения и знаками пожарной опасности;определяет постоянные места для проведения огневых работ, курения, а также порядок использования бытовых электронагревательных приборов;организует своевременное выполнение противопожарных мероприятий, предписаний и указаний контролирующих органов.

6 Ожидаемые технико-экономические показатели

В разделе дипломного проекта проведено технико-экономическое обоснование ножничного подъёмника. Рассматриваемый ножничный подъёмник дает возможность с минимальными затратами времени и сил обеспечить преодоление лестничных пролётов.

Идея технико-экономического обоснования заключается в том, что, ножничные подъёмники это недорого, компактно, безопасно, простота изготовления и монтажа. Стоимость ножничного подъёмника начинается от 25000 рублей (грузоподъёмность до 200 кг, высота подъёма 0,75м) до 1 500 000 млн. рублей (грузоподъёмность 600кг, высота подъёма 16м).

Так как уже подземный переход в городе Красноярске, на ул. Карла Маркса у кинотеатра «Луч» спроектирован и построен более 20 лет назад, то он не соответствует современным требованиям, да и не соответствовал им никогда ранее. Максимальный угол наклона пандуса по СНиП 35-01-2001 10 градусов, а в данном переходе он колеблется от 21 до 23 градусов(в зависимости какой лестничный пролёт, верхний или нижний) то установка до желательных 5-7 градусов подъёма, займет место по прямой 35м при высоте 3,3 метра, а это необходимо будет разрушить уже имеющиеся лестничные пролёты 9,36м и увеличить их до 35 метров, что потребует больших затрат по времени, занимаемой площади, рабочей силы и затрат за использование спецтехники.

Поэтому предлагается использовать ножничный подъёмник: Перед лестничным пролётом будет установлен ножничный подъёмник заглублённый в фундамент (см. рис 5.1) для удобства заезда человека на него. От ножничного подъёмника края близкому к лестничному пролёту снизу, будет установлен широкий швеллер до края верхнего пролёта, соединено шарнирно, один край закреплён на шарнирно неподвижной опоре, второй край с направляющими. При подъезде/наезде к/на ножничному подъёмнику для спуска/подъёма, человек нажимает кнопку «Вверх/вниз» и при подъёме ножничного подъёмника от пола до высоты 1450мм угол подъёма

будет равен 1-2 градуса, что создаст необходимые для маломобильных людей: безопасное и беспрепятственное прохождение лестничного пролёта.

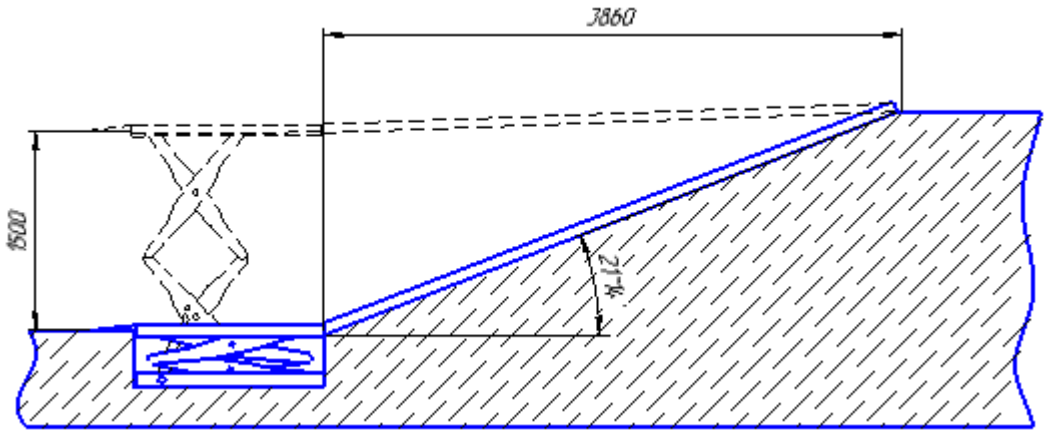


Рисунок 5.1 – Ножничный подъёмник в действии

6.1 Расчет стоимости ножничного подъёмника

Определим себестоимость ножничного подъёмника и занесём данные в таблицу 6.1

$$К_б = Ц + З_м + З_{тр} + З_{скл} + З_{шв}, \quad (6.1)$$

где $З_{тр} = 0{,}06 \cdot Ц$ – затраты на транспортировку;

$З_м = 0{,}04 \cdot Ц$ – затраты на монтаж оборудования;

$З_{скл} = 0{,}02 \cdot Ц$ – затраты на складирование оборудования;

$З_{шв}$ – затраты на швеллер, $1.65 \cdot 2881$=4753 рубля;

Ц – цена приобретения подъёмника.

$З_{тр} = 0{,}06 \cdot 440000 = 26400$ рублей;

$З_м = 0{,}04 \cdot 440000 = 17600$ рублей;

$З_{скл} = 0{,}02 \cdot 440000 = 8800$ рублей.

$$K_б = 440000 + 26400 + 17600 + 8800 + 4753 = 497553 \text{ рубля.}$$

Таблица 6.1 – Расчет первоначальной стоимости

Показатели	Обозначение	Единица измерения	Базовый вариант
Цена приобретения подъёмника	$Ц$	руб	440000
Затраты на транспортировку	$З_{ТР}$	руб	26400
Затраты на монтаж	$З_М$	руб	17600
Складские расходы	$З_{СКЛ}$	руб	8800
Всего стоимость	$K_б$	руб	497553

Полная первоначальная стоимость ножничного подъёмника в базовом варианте составляет 440000 тысяч руб.

6.2 Расчет годовых отчислений на амортизацию

Расчет годовых отчислений на амортизацию определяется по формулам

$$C_a = \frac{K_b \cdot H_a}{100} \quad , \tag{6.2}$$

где $H_a = \frac{1}{T_c}$ – норматив амортизационных отчислений в % и не превышает предельных норм амортизации.

$$H_а = \frac{1}{20} \cdot 100\% = 10 \, , \tag{6.3}$$

$$C_а = \frac{497553 \cdot 10}{100} = 49\ 755 \text{ рублей.}$$

Таблица 6.2 – Расчет годовых отчислений на амортизацию.

Показатели	Обозначение	Единица измерения	Базовый вариант
Полная первоначальная стоимость	$K_б$	руб	497553
Срок службы	$T_{СЛ}$	лет	20
Норма амортизации	$H_а$	%	10
Амортизационные отчисления	$C_а$	руб	49755

Сумма амортизационных отчислений составляет 49755 рублей.

6.3 Продолжительность межремонтного периода ножничного подъёмника. Система технического обслуживания и ремонта (ТОиР)

Межремонтный цикл — это время эксплуатации оборудования между двумя очередными капитальными ремонтами, а для нового оборудования — время его эксплуатации до первого капитального ремонта.

Основными факторами, влияющими на долговечность и продолжительность межремонтного периода, являются: уровень надежности технических решений, заложенный при составлении проекта; качество выполнения строительных работ; уровень эксплуатации гидротехнических сооружений. Поэтому в целях повышения надежности сооружений и увеличения продолжительности межремонтного периода при составлении проектов и строительстве нельзя допускать несоответствие расчетных схем; недоучитывать геологические, гидрологические, инженерно-геологические, климатические и технические или технологические характеристики; ослаблять авторский контроль со стороны проектировщиков и др.

Переодическое техническое обслуживание и ремонт показаны в таблице 6.3

Таблица 6.3 – График технического обслуживания ножничного подъёмника

Каждые 3 месяца	Гидравлический контур	• проверьте уровень жидкости в резервуаре; при необходимости наполните его; • проверьте контур на предмет наличия утечки жидкости; • проверьте, находятся ли уплотнения в надлежащем состоянии, и при необходимости замените их
Каждые 3 месяца	Анкерные болты	• проверьте правильность затяжки болтов
Каждые 6 месяцев	Гидравлический насос	• убедитесь в том, что во время работы насоса панели управления нет изменений в шуме, и проверьте правильность затягивания соединительных болтов
Каждые 6 месяцев	Гидравлическая жидкость	• проверьте гидравлическую жидкость на предмет наличия загрязнений или окисления. Загрязненная жидкость является главной причиной повреждений клапанов и сокращения срока эксплуатации шестеренчатых насосов
Каждые 6 месяцев	Общая проверка	• проверьте всю электрическую систему на предмет наличия повреждений
Каждые 6 месяцев	Электрическая система	• проверьте электрическую систему и убедитесь в том, что двигатель панели управления, концевые выключатели и панель управления работают надлежащим образом. Проверка должна проводиться только квалифицированными электриками
Каждые 12 месяцев	Гидравлическая жидкость	• слейте и замените гидравлическую жидкость

Так как ножничные подъёмники состоят из платформы на которой размещают груз, ножничного механизма (одно-, 2-х-, 3-х-, 4-х- и шестиножничного), основания и системы гидравлической и электрической, то за счёт своей простоты конструкции-они более надёжны чем лифты, экономичны и безопасны: нет вероятности обрыва троса как в лифте и при отключении электроэнергии застрять внутри.

Тема дипломного проекта очень актуальна в связи с предстоящим проведением универсиады в городе Красноярск в 2019г. Возможно применение не только в переходах, но и на входах в магазины, где нет возможности установить пандус по СНиП,ведь при высоте входа в магазин 1м длина пандуса будет равна 11 метров, при стоимости изготовления из просечно-вытяжной оцинкованной либо нержавеющей стали цена составит 16500 рублей за погонный метр с учётом монтажа и доставки, выйдет 181 500 рублей. Если же вход в магазин находится выше, то цена будет ещё больше из-за громоздкости пандуса.

Так например, в городе Красноярске, по адресу Копылова 66, установили пандус для инклюзивного центра и он занимает очень большую площадь показано на рисунке 6.1. С моим предложением можно было бы сэкономить не только большую занятую площадь, но и деньги. Так как данное место с небольшой проходимостью людей и он для детей, то можно было установить ножничный подъёмник более дешевле: грузоподъёмностью 150 кг, высота подъёма 1200мм, 60 000рублей и легче в исполнении.

Рисунок 6.1 – Пример громоздкости пандуса. Красноярск, ул. Копылова 66

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Спиваковский И.О., Дьячков В.Л., Транспортирующие машины: Учебное пособие для машиностроительных вузов. – 3-е изд; перераб. – М. : Машиностроение, 1983. – 487с.
2. Ю. А. Пертен. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984 – 367с.
3. Курмаз Л. В., Скойбеда А. Т. Детали машин. Проектирование. – Мн.: УП "Технопринт". изд 2. 2002 – 296 с.
4. Галиченко А. Н., Гехт А. Х. Строительные грузовые и грузопассажирские подъёмники. – М.: Высшая школа, 1989 – 255с.
5. Павлов Н. Г. Лифты и подъёмники. – М.: Машиностроение, 1965 – 204 с.
6. Федорова З. М. и др. Подъёмники. – Киев: Высшая школа, 1976 – 296 с.
7. Правила устройства и безопасной эксплуатации платформ подъёмных для инвалидов (ПБ 10–403–01). Серия 10. Колл.авт. – Государственное унитарное предприятие «Научно технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2002. – 104с.
8. Федеральный закон от 21.07.1997 N 116-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".
9. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения», приказ Ростехнадзора от 12.11.2013 N 533 (ред. от 12.04.2016).
10. Свод правил СП 59.13330.2012"СНиП 35-01-2001. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения"(утв. приказом Министерства регионального развития РФ от 27 декабря 2011 г. N 605).