

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Политехнический
институт
Подъемно-транспортные машины и роботы
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

 Г.С. Гришко

подпись инициалы, фамилия

«26» июня 2017 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

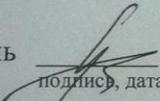
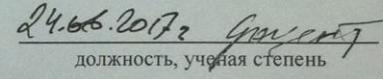
23.05.01.02 – Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и
код и наименование специальности

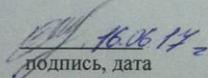
оборудование

Разработка технических устройств для обеспечения доступной среды
людям с ограниченными возможностями

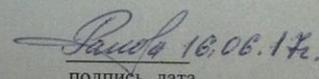
тема

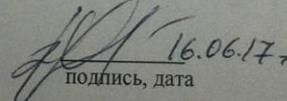
Пояснительная записка

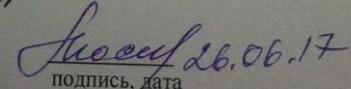
Руководитель  24.06.2017 г. 
подпись, дата должность, ученая степень А.Ю. Смолин
инициалы, фамилия

Выпускник  16.06.17 г.
подпись, дата А.В. Курицын
инициалы, фамилия

Консультанты по разделам:

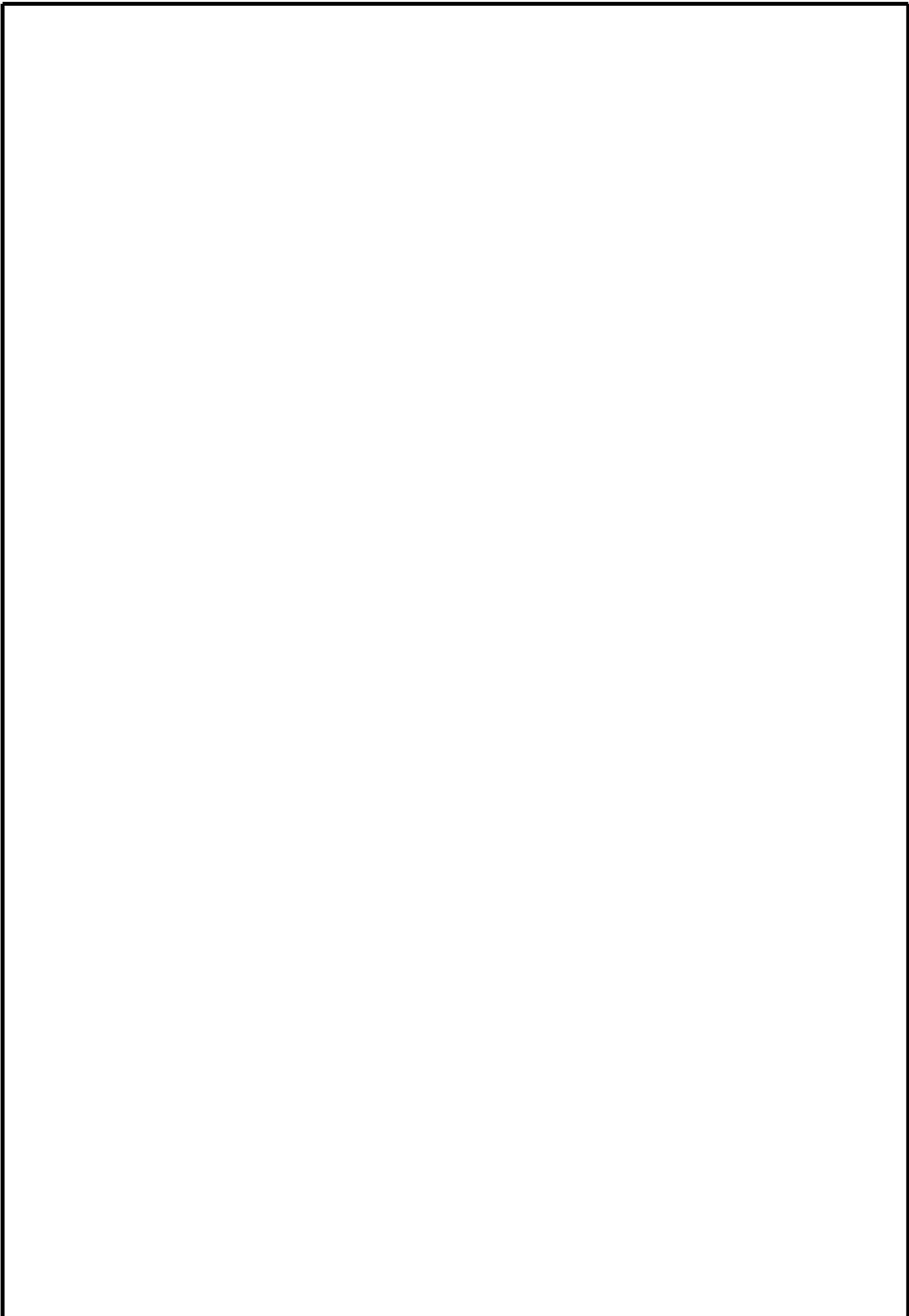
Экономическая часть  16.06.17 г.
наименование раздела подпись, дата О.А. Ракова
инициалы, фамилия

Безопасность проекта  16.06.17 г.
наименование раздела подпись, дата В.В. Храмов
инициалы, фамилия

Нормоконтролер  26.06.17 г.
подпись, дата Л.Ф. Москвичева
инициалы, фамилия

Красноярск 2017

| | | | | | | | |
|---|------|-----------------|---------|------|---------------------------|------|--------|
| | | | | | ДП110-07.480063 ПЗ | | |
| | | Санёк | | | | | |
| | | (Выберите дату) | | | | | |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата | | | |
| Разраб | | Курицын | | | Литера | Лист | Листов |
| Пров | | Смолин | | | у | 2 | |
| Н. Контр. | | Москвичева | | | СФУ ПИ | | |
| Утв | | Гришко | | | гр.ФТ12-07С | | |
| Разработка технических устройств для обеспечения доступной среды людям с ограниченными возможностями | | | | | | | |



| | | | | | | |
|-------------|-------------|----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | <i>ДП110-07.480063 ПЗ</i> | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 3 |

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 установить пандусы на них не представляется возможным, так как препятствие является слишком длинным, и имеет большой угол наклона. Человек с ограниченными возможностями физически не сможет преодолеть это препятствие. Примером такого строительного объекта является набережная города Красноярск, которая на всем своем протяжении не имеет ни одного доступного спуска (рисунок 2).



Рисунок 2 – Естественный рельеф набережной г.Красноярск

С целью адаптации этого объекта перемещению людей с ограниченными возможностями предлагается разработать техническое устройство полностью адаптирующее данный объект для выполнения данных функций. С целью анализа необходимых технических характеристик устройства, проведены исследования набережной г.Красноярска. Замерив все данные, пришли к выводу, что угол подъёма 16 градусов не соответствует требованиям СНиП и задачам безбарьерной среды.

В качестве технического устройства предлагается наклонный подъемник, решающий следующие проблемы: подъём по наклонной местности с сохранением горизонтального положения платформы с пассажирами, обеспечивающего возможность и безопасность перемещения по данному участку, а так же для непосредственного подъёма на необходимую высоту.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | ДП110-07.480063 ПЗ | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 8 |

Натяжные устройства подъемников 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 изготавливают 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.

Опционально: кабина подъемника. Ограждение кабины подъемника: решетка, сетка-рабица, металлические листы, рольставни. Внешнее ограждение подъемника: решетка, сетка-рабица, металлические листы, пластиковая вагонка. Электромагнитные замки, ограничивающие проникновение людей или животных в зону работы подъемника во время его работы. Световая и звуковая индикации. Дополнительные фотореле. Блокировка платформы на этаже во время погрузо-

| | | | | | | |
|-------------|-------------|----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | ДП110-07.480063 ПЗ | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 11 |

разгрузочных работ. Пульты управления с возможностью блокировки ключом для ограничения доступа к подъемнику.

1.4 Описание конструкции предлагаемого наклонного подъемника

Наклонный подъемник применяют для подъема различных грузов и они всё больше развиваются в современном мире. Ему находят применение во многих сферах жизни: строительство, погрузо-разгрузочные работы на складах и торговых площадках. Предлагаемая конструкция с использованием наклонного подъемника, заключается в том чтобы человек с ограниченными возможностями мог преодолеть наклонные участки с большим углом наклона.

Набережная в городе Красноярске (левый берег) совершенно не предусмотрена для перемещения маломобильных групп населения.

Угол подъема на данном участке более 20 градусов, что не соответствует СНиП 35-01-2001, даже физически здоровому человеку не получится спуститься/подняться под таким углом, так как при подъеме 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 наклонный подъемник. Принцип действия заключается в том, что на наклонном участке местности будет установлен наклонный подъемник заглублённый в фундамент показано на рисунке 1.1 для удобства заезда человека на него. При подъезде/наезде к/на наклонному подъемнику для спуска/подъема, человек нажимает кнопку «вверх/вниз», ожидает подъемную платформу, заезжает на платформу, нажимает кнопку «вверх/вниз» и перемещается в нужном ему направлении, находясь на горизонтальной площадке.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | ДП110-07.480063 ПЗ | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 12 |

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.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | ДП110-07.480063 ПЗ | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 14 |

2 Патентно-информационный поиск

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

Авторское свидетельство № 2494029 изобретение относится к транспортным машинам непрерывного действия; а именно к пластинчатым конвейерам с увеличенным углом наклона, и может быть использовано на дробильно-сортировочных заводах и обогатительных фабриках при транспортировании насыпных грузов различной крупности, в том числе крупнокусковых.

Известны пластинчатые конвейеры, содержащие пластинчатую ленту, состоящую из настила, прикрепленного к двум тяговым цепям с ходовыми катками с возможностью их передвижения по направляющим, закрепленным на стойках (Шахмейстер Л.Г., Зарман Л.Н. Магистральные подземные конвейеры. М., Недра, с.93-96, рис.36в, 1968 г.). Однако недостатком известных конвейеров является ограниченный угол их наклона.

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.

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.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | ДП110-07.480063 ПЗ | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 15 |

Авторское свидетельство № 2526315 относится к конструкциям ловителя механического типа и предназначено для остановки и удержания грузонесущего устройства подъемника в случае обрыва или ослабления подъемного каната. Ловитель используется для обеспечения безопасности эксплуатации мачтовых подъемников как с боковым размещением грузонесущего устройства, так и для грузонесущих устройств, подвешенных на двух канатах.

Техническими результатами настоящего изобретения является упрощение конструкции ловителя, его сборки и обслуживание, а также повышение надежности срабатывания ловителя и повышение безопасности работы грузового подъемника, снабженного данным ловителем. Кроме того, решается задача расширения номенклатуры грузовых подъемников, в которых может применяться данная конструкция ловителя.

Указанные технические результаты достигаются тем, что ловитель, содержащий серьгу для соединения с подъемным канатом, подпружиненный упор, в виде двуплечего рычага, шарнирно установленный с возможностью ограниченного поворота и взаимодействия с перфорируемой направляющей, размещен в корпусе для установки его на грузонесущей платформе, в котором выполнена продольная направляющая полость, ориентированная по оси подъемного каната. В корпусе на оси размещен упор, внешнее плечо которого подпружинено относительно корпуса, а также посредством пальцев установлен толкатель, подпружиненный относительно корпуса с направлением усилия в противоположную сторону натяжения подъемного каната и с возможностью ограниченного перемещения вдоль направляющей полости. Серьга размещена на свободном, выступающем из корпуса конце толкателя, на втором, размещенном в корпусе, конце которого выполнен выступ, взаимодействующий с внутренним плечом подпружиненного упора.

Авторское свидетельство № 1572410 относится к области подъемных устройств, в частности к устройствам для управления грузовой платформой наклонного подъемника. Целью изобретения является повышение

конца подъемника и имеющая канатный барабан. Согласно первому варианту выполнения установки либо несущая рама тележки платформы, либо противовес снабжены одним намоточным барабаном или установленными на общем валу несколькими намоточными барабанами, вокруг каждого из которых наматываются витки соответствующего одного каната, намоточные барабаны выполнены с возможностью привода от двигателя посредством цепи, при этом платформа выполнена с возможностью размещения на ней грузового автомобиля, нагружаемого материалом отвала или добытой породой. Согласно второму варианту выполнения установки подъемная установка дополнительно снабжена гидравлическим цилиндром и переставным механизмом, воздействующими на упомянутый намоточный барабан для фиксации длины соответствующего каната. Согласно третьему варианту выполнения установки платформа имеет уложенный на ее тележку настил для размещения на нем грузового автомобиля, а упомянутая тележка снабжена расположенными на ее четырех углах фиксирующими цапфами, зацепляющимися с указанным настилом и ориентированными в направлении движения указанной платформы.

Технический результат – повышение надежности и экономичности эксплуатации установки при увеличении глубины разработки.

Копии патентов изобретений представлены в приложении А.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | ДП110-07.480063 ПЗ | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 18 |

3 Расчеты, подтверждающие работоспособность наклонного подъемника

Исходные данные:

Грузоподъемность – 500 кг;

Скорость подъема – 0,5 м/с;

Длина наклонного участка – 23 м;

Высота подъема – 5,77 м;

Угол наклона – 16°;

3.1 Расчет производительности

Расчётная производительность подъемника

$$Z_{max} = \frac{K_H \cdot z}{K_r}, \quad (3.1)$$

где $K_H = 1,92$ – коэффициент неравномерности загрузки [1, с. 177];

$K_r = 0,96$ – коэффициент готовности [1, с. 177];

$z = 6$ – производительность конвейера, человек в час,

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

Массовая производительность

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

где $m_r = 500$ – масса платформы и двух человек с коляской, кг;

$Z_{max} = 12$ – расчетная производительность, человек в час,

$$Q = \frac{500 \cdot 12}{1000} = 6 \text{ т/ч}$$

Скорость конвейера

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

где $a_0 = 23$ – расстояние между грузами, м;

z_{max} – то же, что и в формуле (3.2),

$$v = \frac{12 \cdot 23}{3600} = 0,077 \text{ м/с}$$

Увеличиваем скорость до 0,5 м/с.

Для штучных грузов ширину настила выбирают по габаритным размерам груза, способу его укладки 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 коляска и пассажиры будут располагаться на платформе, то ширину настила принимаем по габаритным размерам платформы, в соответствии с нормальным рядом В=1000 мм.

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

$$q_0 \approx 600B + A, \quad (3.4)$$

где $A = 700$ – эмпирический коэффициент [1, с. 175];

B – ширина настила,

Следовательно $S_{min} = S_2$; принимаем $S_2 = 1000$ Н.

Максимальное натяжение ходовой части находим приближенно по обобщённой формуле

$$S_{max} = 1,05\{S_{min} + \omega[(q_{\Gamma} + q_0)L_{\Gamma} + q_0L_x] \pm (q_{\Gamma} + q_0) \cdot H\}, \quad (3.7)$$

где $L_{\Gamma} = L_x = 23$ – длины горизонтальной проекции загруженной и незагруженной ветвей конвейера, м;

$H = 5,77$ – высота подъема груза, м;

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

$$S_{max} = 1,05\{1000 + 0,020[(213,3 + 1300)23 + 1300 \cdot 23] + (213,3 + 1300) \cdot 5,77\} = 11783,8 \text{ Н}$$

3.2 Тяговый расчёт по отдельным участкам

Для выполнения тягового расчета трассу подъемника разбивают на участки, нагрузка и сопротивления в которых постоянны, показано на рисунке 3.2.

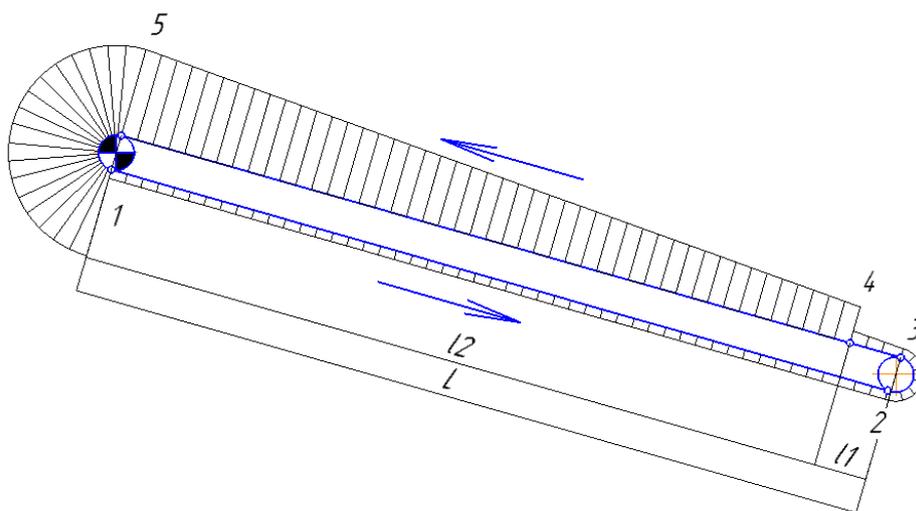


Рисунок 3.2 – Диаграмма натяжения цепи подъемника

Сопротивление на прямолинейных наклонных участках для загруженной ветви

$$W_{н.в.} = (q_0 + q_{\Gamma}) \cdot (L \cdot \omega + H), \quad (3.8)$$

где $q_0 = 1300$ – линейная сила тяжести настила с цепями, Н/м;

$q_{\Gamma} = 213,3$ – линейная сила тяжести груза, Н/м;

ω, L – то же, что и в формуле (3.6);

H – то же, что и в формуле (3.7),

$$W_{н.в.} = (1300 + 213,3) \cdot (23 \cdot 0,020 + 5,9) = 9625 \text{ Н}$$

Для незагруженной ветви

$$W_{н.н.} = q_0 \cdot (L \cdot \omega - H), \quad (3.9)$$

где q_0, q_{Γ} – то же, что и в формуле (3.8);

ω, L – то же, что и в формуле (3.6);

H – то же, что и в формуле (3.7),

$$W_{н.н.} = 1300 \cdot (23 \cdot 0,020 - 5,9) = -7072 \text{ Н}$$

Общее тяговое усилие

$$P_{\text{ст}} = \Sigma W = W_{н.в.} + W_{н.н.}, \quad (3.10)$$

$$P_{\text{ст}} = 9625 - 7072 = 2553 \text{ Н}$$

Наибольшее статическое натяжение тяговых цепей

$$S_{\text{ст}} = 1,05(S_{\text{max}} + \Sigma W), \quad (3.11)$$

$$S_{\text{ст}} = 1,05(11783,3 + 2553) = 15053 \text{ Н}$$

$$\Delta = \frac{v' \cdot v}{v'} \cdot 100\%, \quad (3.21)$$

$$\Delta = \frac{0,51 \cdot 0,5}{0,51} \cdot 100\% \approx 2\%.$$

3.5 Расчёт тормозного момента

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

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

$$M_{\text{т.ст.}} = \left[q_{\Gamma} \cdot H - 0,7(W - q_{\Gamma} \cdot H) \cdot \frac{\eta_{\text{дв}} \cdot D_{\text{зв}}}{2} \right], \quad (3.22)$$

где W – то же, что и в формуле (3.18);

$\eta_{\text{дв}} = 0,96$ – КПД привода;

$D_{\text{зв}}$ – то же, что и в формуле (3.19);

q_{Γ} – то же, что и в формуле (3.8);

H – то же, что и в формуле (3.7),

$$M_{\text{т.ст.}} = \left[213,3 \cdot 5,9 - 0,7(4842 - 213,3 \cdot 5,9) \cdot \frac{0,96 \cdot 0,418}{2} \right] = 755 \text{ Н}$$

Расчетный тормозной момент

$$M_{\text{т.р.}} = k_{\text{т}} \cdot M_{\text{т.ст.}}, \quad (3.23)$$

где $(k_{\text{т}} = 1,5 \div 1,75)$ – коэффициент запаса торможения [2, с. 251], принимаем

$k_{\text{т}} = 1,5$;

Нагрузка на ступицу

$$F_c = \frac{F}{z}, \quad (3.27)$$

где $z = 2$ – число ступиц на валу,

$$F_c = \frac{17942,3}{2} = 8971,1 \text{ Н}$$

Крутящий момент на валу:

$$T = F_t \frac{D_{зв}}{2}, \quad (3.28)$$

где $F_t = S_5 - S_1 = 10674,3 - 7268 = 3406,3$ – окружное усилие Н;

$D_{зв}$ – то же, что и в формуле (3.19),

$$T = 3406,3 \frac{0,418}{2} = 712 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

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

$$M_{и} = 0,1 \cdot T, \quad (3.29)$$

$$M_{и} = 0,1 \cdot 712 = 71,2 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Составим расчётную схему приводного вала (рисунок 3.3)

С учётом ослабления сечения шпоночными пазами увеличиваем сечение на 15%

$$d_{\text{в}} = 0,055 \cdot 1,15 = 0,65 \text{ м} \quad (3.51)$$

Принимаем $d_{\text{вал}}=0,65 \text{ м}$

Остальные диаметры назначаем конструктивно:

- диаметр вала под муфту – 65 мм;
- диаметр вала под подшипники – 70 мм;
- диаметр вала под звёздочками – 75 мм.

3.7 Расчет неприводного вала

Суммарная нагрузка на вал

$$F = S_2 + S_3, \quad (3.52)$$

где S_2, S_3 – векторы от натяжения соответственно в сбегающей и набегающей ветвях тягового элемента, по результатам тягового расчета, Н,

$$F = 1000 + 1080 = 2080 \text{ Н}$$

Составим расчётную схему расчёта вала конвейера рисунок 3.4

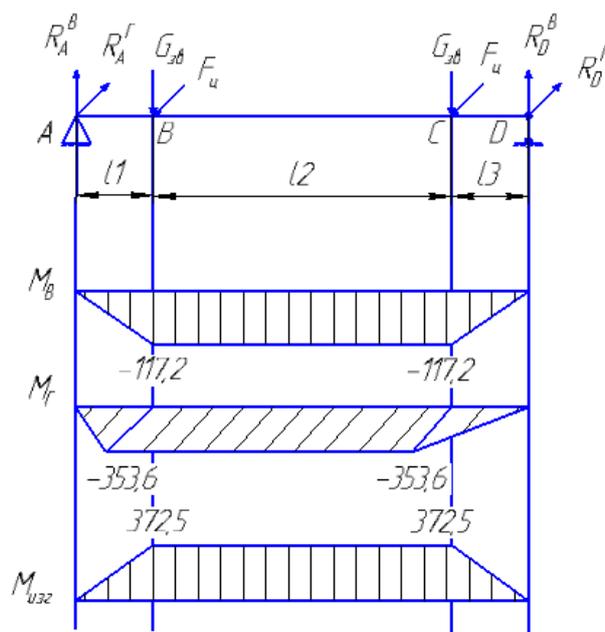


Рисунок 3.4 – Расчётная схема оси

Прикладывая к валу нагрузки определяем реакции опор, задавшись длинами: $l_1 = 0,17$ м, $l_2 = 0,66$ м, $l_3 = 0,17$ м.

Реакции опор в горизонтальной плоскости из условия равновесия

$$\sum M_A^r = R_D^r \cdot (l_1 + l_2 + l_3) - F_u \cdot (l_1 + l_2) - F_u \cdot l_1 = 0, \quad (3.53)$$

Откуда

$$R_D^r = F_u = 2080 \text{ Н},$$

где $F = S_2 + S_3 = 1000 + 1080 = 2080 \text{ Н}$,

$$\sum M_D^r = -R_A^r \cdot (l_1 + l_2 + l_3) + F_u \cdot (l_2 + l_3) + F_u \cdot l_3 = 0, \quad (3.54)$$

Откуда

$$R_A^r = F_u = 2080 \text{ Н}$$

Реакции опор в вертикальной плоскости из условия равновесия

$$\Sigma M_A^B = R_D^B \cdot (l_1 + l_2 + l_3) - G_{3B} \cdot (l_1 + l_2) - G_{3B} \cdot l_1 = 0, \quad (3.55)$$

Откуда

$$R_D^B = \frac{G_{3B} \cdot (l_1 + l_2) + G_{3B} \cdot l_1}{(l_1 + l_2 + l_3)}, \quad (3.56)$$

$$R_D^B = \frac{686,7 \cdot 0,83 + 686,7 \cdot 0,17}{1} = 686,7 \text{ Н}$$

Определим изгибающие моменты в характерных сечениях вала

– в сечении А

$$M_A^B = 0,$$

$$M_A^T = 0$$

– в сечении В

$$M_B^B = -R_A^B \cdot l_1, \quad (3.57)$$

$$M_B^B = -686,7 \cdot 0,17 = -117,2 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$M_B^T = -R_A^T \cdot l_1, \quad (3.58)$$

$$M_B^T = -2080 \cdot 0,17 = -353,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

– в сечении С

$$M_C^B = -R_D^B \cdot l_3, \quad (3.59)$$

$$M_C^B = -686,7 \cdot 0,17 = -117,2 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

$$M_C^T = -R_D^T \cdot l_3, \quad (3.60)$$

$$M_C^T = -2080 \cdot 0,17 = -353,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Остальные диаметры назначаем конструктивно:

– диаметр вала под подшипники – 60 мм;

– диаметр вала под звездочку – 70 мм.

Нагрузка на ступицу

$$F_c = \frac{F}{z}, \quad (3.66)$$

где z – число ступиц на валу,

$$F_c = \frac{2080}{2} = 1040 \text{ Н.}$$

3.8 Расчет шпоночных соединений

Размеры сечений шпонок и пазов и длины шпонок – по ГОСТ 23360 – 78.

Материал шпонок – сталь 45 нормализованная, шпонка 22×14.

Напряжения смятия и условие прочности

$$\sigma_{см}^{max} \approx \frac{2 \cdot T}{d \cdot (h - t_1) \cdot (l - b)} \leq [\sigma_{см}], \quad (3.67)$$

где $T = 712 \cdot 10^3$ – крутящий момент, Н·мм;

$d = 75$ – диаметр вала, мм;

$l = 70$ – длина шпонки, мм;

$b = 22$ – ширина шпонки, мм;

$h = 14$ – высота шпонки, мм;

$t_1 = 9$ – глубина шпоночного паза, мм;

$[\sigma_{см}] = 120$ МПа,

$$\sigma_{см}^{\max} \approx \frac{2 \cdot 712 \cdot 10^3}{75 \cdot (14 - 9) \cdot (70 - 22)} = 79,1 \text{ МПа} \leq [\sigma_{см}]$$

Условие выполняется, шпонка выбрана верно.

Шпонка 20×12:

Напряжения смятия и условие прочности

$$\sigma_{см}^{\max} \approx \frac{2 \cdot T}{d \cdot (h - t_1) \cdot (l - b)} \leq [\sigma_{см}], \quad (3.68)$$

где $T = 712 \cdot 10^3$ – крутящий момент, Н·мм;

$d = 65$ – диаметр вала, мм;

$l = 110$ – длина шпонки, мм;

$b = 20$ – ширина шпонки, мм;

$h = 12$ – высота шпонки, мм;

$t_1 = 7,5$ – глубина шпоночного паза, мм;

$[\sigma_{см}] = 120$ МПа,

$$\sigma_{см}^{\max} \approx \frac{2 \cdot 712 \cdot 10^3}{65 \cdot (12 - 7,5) \cdot (110 - 20)} = 54,1 \text{ МПа} \leq [\sigma_{см}]$$

Условие выполняется, шпонка выбрана верно.

3.9 Выбор подшипников

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

Радиальная нагрузка на опору А

$$R_A = \sqrt{(R_A^B)^2 + (R_A^r)^2}, \quad (3.69)$$

$$R_A = \sqrt{(1484,7)^2 + (17942,3)^2} = 18064,7 \text{ Н}$$

Радиальная нагрузка на опору D

$$R_D = \sqrt{(R_D^B)^2 + (R_D^r)^2}, \quad (3.70)$$

$$R_D = \sqrt{(870,7)^2 + (17942,3)^2} = 17963,4 \text{ Н}$$

На подшипник действуют только радиальные усилия, равные

$$F_r = R_A = 18064,7 \text{ Н}$$

Определим расчётную нагрузку на подшипник

$$P = [X \cdot V \cdot F_r] \cdot k_b \cdot k_T, \quad (3.71)$$

где $X = 1$ [3, с. 86];

$$V = 1;$$

$k_b = 1,2$ – коэффициент безопасности [3, с. 87];

$k_T = 1$ – температурный коэффициент [3, с. 87,],

$$P = [1 \cdot 1 \cdot 18064,7] \cdot 1,2 \cdot 1 = 21677,6 \text{ Н}$$

Выбираем роликовые радиальные сферические двухрядные подшипники 3514 ГОСТ 5721-75, имеющие $d = 70$ мм, $D = 125$ мм, динамическую грузоподъемность $C = 132$ Кн.

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

Радиальная нагрузка на опору A

$$R_A = \sqrt{(R_A^B)^2 + (R_A^T)^2}, \quad (3.72)$$

$$R_A = \sqrt{(686,7)^2 + (2080)^2} = 2190,4 \text{ Н}$$

Радиальная нагрузка на опору D

$$R_D = \sqrt{(R_D^B)^2 + (R_D^T)^2}, \quad (3.73)$$

$$R_D = \sqrt{(686,7)^2 + (2080)^2} = 2190,4 \text{ Н}$$

На подшипник действуют только радиальные усилия, равные

$$F_r = R_A = R_D = 2190,4 \text{ Н}$$

Определим расчётную нагрузку на подшипник

$$P = [X \cdot V \cdot F_r] \cdot k_\sigma \cdot k_T, \quad (3.74)$$

$$P = [1 \cdot 1 \cdot 2190,4] \cdot 1,2 \cdot 1 = 2628,5 \text{ Н}$$

Выбираем роликовые радиальные сферические двухрядные подшипники 3612 ГОСТ 5721-75, имеющие $d = 60$ мм, $D = 110$ мм, динамическую грузоподъемность $C = 196$ кН.

3.10 Расчёт натяжного устройства

Выбираем пружинно-винтовое натяжное устройство, так как длина подъемника 23 метра.

Определение усилия натяжки и хода натяжного устройства.

Усилие натяжки

$$P_H = S_2 + S_3 + W_H, \quad (3.75)$$

где W_H – сопротивление натяжного устройства,

$$W_H = (S_2 + S_3) \cdot 0,04, \quad (3.76)$$

$$W_H = (1000 + 1080) \cdot 0,04 = 83,2 ,$$

$$P_H = 1000 + 1080 + 83,2 = 2163,2 \text{ Н}$$

Ход натяжного устройства

$$X_{\text{ну}} = (1,6 \dots 2)t_{\text{ц}}, \quad (3.77)$$

где $t_{\text{ц}} = 160$ – шаг цепи, мм,

$$X_{\text{ну}} = 2 \cdot 160 = 320 \text{ мм}$$

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

$$F_{\text{пр}} = \frac{P_H}{2}, \quad (3.78)$$

$$F_{\text{пр}} = \frac{2163,2}{2} = 1081,6 \text{ Н}$$

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

Допускаемое касательное напряжение определяем по формуле

$$[\tau] = 0,4 \cdot \sigma_B, \quad (3.79)$$

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

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

Принимаем $z = 10,5$

Определяем полное число рабочих витков

$$z_1 = z + (1,5 \dots 2), \quad (3.84)$$

$$z_1 = 10,5 + 1,5 = 12$$

Определяем шаг пружины

$$t = d + \frac{\lambda}{z} + s, \quad (3.85)$$

где $s = 0,1 \cdot d = 0,1 \cdot 20 = 2$ – зазор между витками в пружине, мм;

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

Определяем длину пружины при полном её сжатии

$$H_{\text{сж}} = (z_1 - 0,5) \cdot d, \quad (3.86)$$

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

Определяем длину пружины в свободном состоянии

$$H_0 = H_{\text{сж}} + (t - d) \cdot z, \quad (3.87)$$

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

Чтобы избежать потери устойчивости пружины, должно выполняться условие

$$\frac{H_0}{D_0} \leq 2,6, \quad (3.88)$$

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

4 Сопутствующие варианты технических устройств

4.1 Универсальный винтовой подъемник

В процессе проектирования выпускной квалификационной работы была налажена связь с ООО «Подъемные платформы» г. Санкт-Петербург. Было получено коммерческое предложение на вертикальную подъемную платформу для инвалидов «ПрофЛифт-3» (рисунок 4.1). В качестве универсального подъемника, предлагается установка в труднодоступных местах этой платформы.

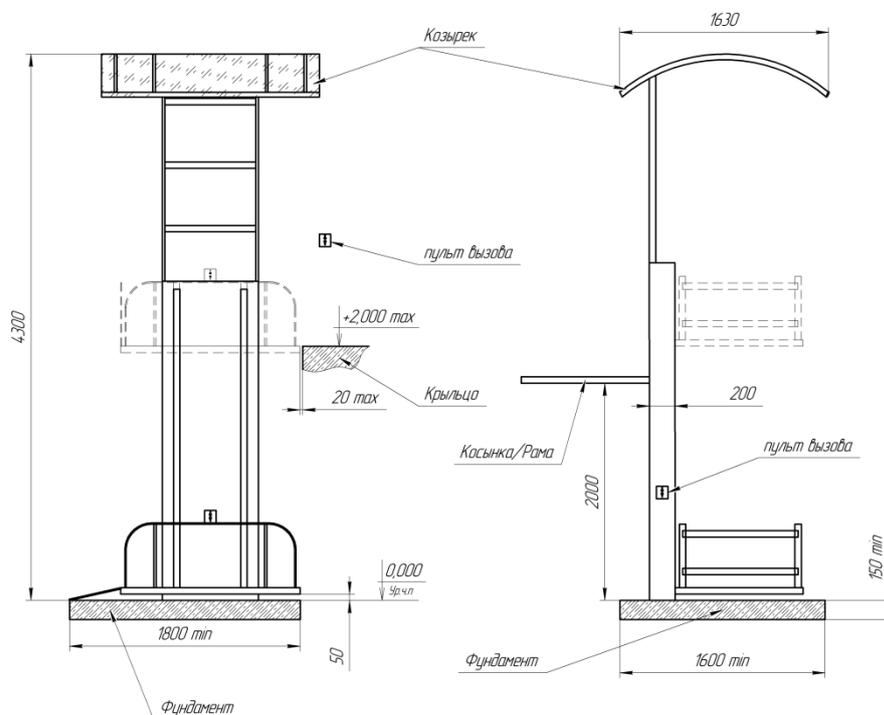


Рисунок 4.1 – Подъемная платформа для инвалидов «ПрофЛифт-3»

Технические требования для установки подъемной платформы:

- необходимо подготовить основание под установку подъемника;
- чистовая отделка с соблюдением угла горизонтальной и вертикальной площадок 90 градусов, основание не должно иметь уклон;

| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |
|------|------|---------|---------|------|
| | | | | |

ДП110-07.480063 ПЗ

Лист

46

- габариты площадки под установку не менее Ш1350*Д1750мм. Учесть размеры посадочной площадки на нижней остановке перед подъемником в длину не менее 1500 мм;
- место крепления верхней съездной платформы предусмотреть бетонное основание, обеспечивающее надежное анкерное крепление, горизонтальной и вертикальной поверхности;
- подводка питающего кабеля (3х2,5 в двойной изоляции) - подводиться к месту установки шкафа управления;
- питание платформы 220 В (фаза ноль). Мощность приводного электромотора 1100 Вт;
- в цепи заземления, должны отсутствовать какие либо предохранители;
- все строительные и подготовительные работы должны быть закончены до начала монтажа подъемника.

4.2 Ножничный подъемник

В ходе дипломного проектирования были изучены материалы дипломного проекта «Разработка технических устройств для обеспечения доступной среды людям с ограниченными возможностями» 2016 г. Для подземного перехода на ул. Карла Маркса у кинотеатра «Луч», был предложен подъемник ножничного типа. Принцип действия заключается в том, что перед лестничным пролётом установлен ножничный подъёмник заглублённый в фундамент (показано на рисунке 4.2) 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.

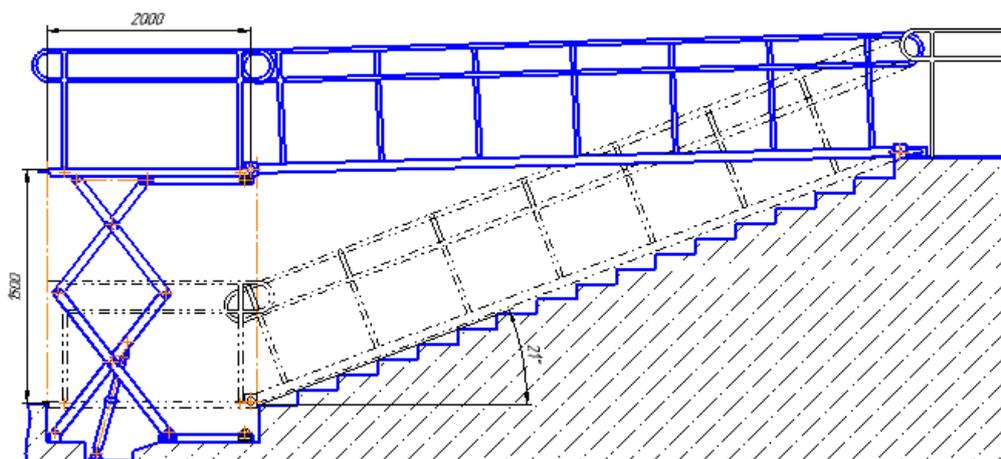


Рисунок 4.2 – Принцип работы ножничного подъемника.

Проведя исследования подземного перехода и замерив габариты, можно установить ножничный подъемник не занимая лестничного пространства, заглубив его в стену перехода.

Подземный переход и установка ножничного подъемника у кинотеатра «Луч» в плане показана на рисунке 4.3. Аналогично подъемник устанавливается с обратной стороны перехода, габариты тротуара позволяют это сделать.

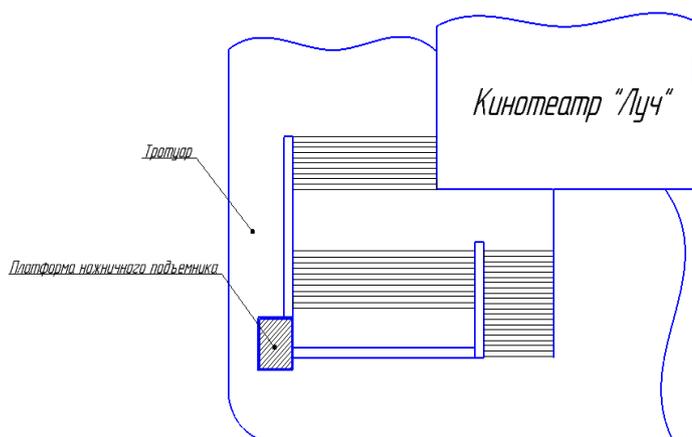


Рисунок 4.3 – Схема расположения ножничного подъемника

| | | | | |
|------|------|---------|---------|------|
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата |
| | | | | |

ДП110-07.480063 ПЗ

Лист

48

4.3 Пластинчатый конвейер

Исходя из результатов дипломного проекта 2016 года можно сделать выводы что, существует возможность применения пластинчатого конвейера, как технического устройства обеспечивающего подъем и опускание маломобильных групп населения. Рассмотрим на примере подземного перехода, а конкретно у кинотеатра «ЛУЧ». Так как угол подъёма равен более 20 градусов, что не допускается по СНиП 35–01–2001, придется произвести реконструкцию подземного перехода, для установки пластинчатого конвейера (Рисунок 4.4).

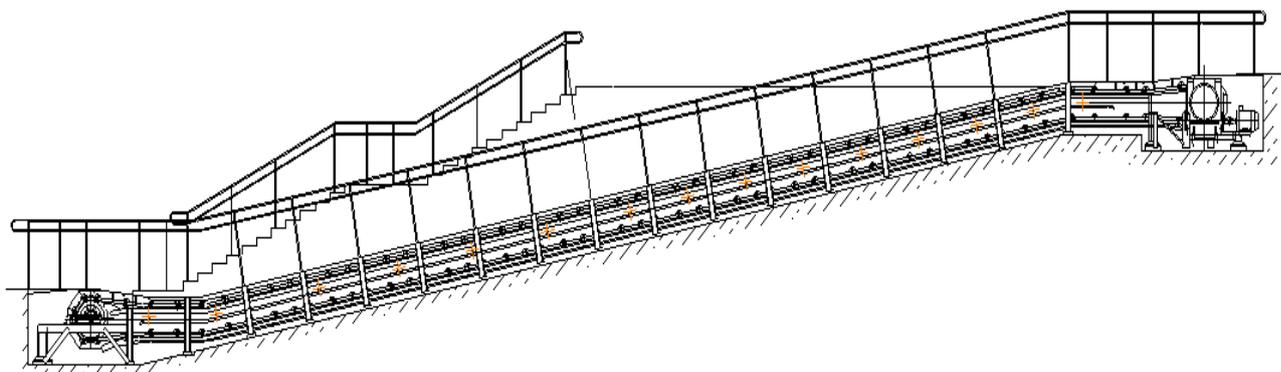


Рисунок 4.3 – Вариант установки пластинчатого конвейера

Принимаем $n = 28$

Определяем сопротивление растеканию тока соединительной полосы

$$R_{\Pi} = \frac{\rho_{o.\Pi}}{2 \cdot \pi \cdot l_{\Pi}} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_{\Pi}^2}{b_{\Pi} \cdot H}, \quad (5.6)$$

где $\rho_{o.c}$ – удельное сопротивление грунта с учетом сезонных колебаний влажности для соединительной полосы, Ом·м;

$\pi = 3,14$ – число Пи;

l_{Π} – длина соединительной полосы, м;

$b_{\Pi} = 0,05$ – ширина соединительной полосы, м;

$H = 0,5$ – глубина заложения соединительной полосы, м,

$$\rho_{o.\Pi} = \psi_{\Gamma} \cdot \rho_o, \quad (5.7)$$

где ψ_{Γ} – коэффициент сезонности для горизонтальных электродов. Для нашей климатической зоны $\psi_{\Gamma} = 2 \div 2,5$, принимаем $\psi_{\Gamma} = 2$,

$$\rho_{o.\Pi} = 2 \cdot 80 = 160 \text{ Ом}\cdot\text{м},$$

$$l_{\Pi} = 2 \cdot (a + b), \quad (5.8)$$

где $a = 26$ $b = 2$ – длина и ширина контура заземления, равные размерам здания в плане (26×2 м) с учетом отступа от фундамента 0,5 м, м,

$$l_{\Pi} = 2 \cdot (27 + 3) = 60 \text{ м}$$

Подставляя значения величин в (5.6) получим

$$R_{\Pi} = \frac{160}{2 \cdot 3,14 \cdot 60} \cdot \ln \frac{2 \cdot 60^2}{0,05 \cdot 0,5} = 5,3 \text{ Ом}$$

Определяем результирующее сопротивление заземляющего устройства

$$R_{3,у} = \frac{R_C \cdot R_{II}}{R_C \cdot \eta_{II} + R_{II} \cdot n \cdot \eta_C}, \quad (5.9)$$

где η_{II} – коэффициент использования горизонтальных стержней (полос), для отношения расстояния между заземлителями к их длине $\Delta = 3$, $\eta_{II} = 0,39$, принимаем $\eta_{II} = 0,39$;

$n = 28$ – количество вертикальных заземлителей, (см. формулу 5.5);

$$R_{3,у} = \frac{75,3 \cdot 5,3}{75,3 \cdot 0,39 + 5,3 \cdot 28 \cdot 0,66} = 3,2 \text{ Ом}$$

Результирующее сопротивление заземляющего устройства не превышает сопротивление, нормируемое ПУЭ, т.е. $R_{3,у} = 3,2 < R_3 = 4 \text{ Ом}$.

Для получения требуемого сопротивления заземляющего устройства, необходимо по периметру сооружения с отступом от фундамента на 0,5 м, разместить 28 стержней с интервалом в 3 метра.

5.4 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 (1 год). Они используются в соответствии с требованиями правил технической эксплуатации, не должны нагружаться свыше предела допустимой нагрузки (500 кг) за исключением контрольных испытаний.

Движущиеся, токоведущие, нагревающиеся части подъёмников закрыты прочно укрепленными съёмными ограждениями, допускающими удобный осмотр и смазку. Если ограждение необходимо снять для профилактических, ремонтных или других работ, то принимают меры предосторожности

| | | | | | | | | | |
|------|------|---------|---------|------|--------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Лист |
| | | | | | | | | | 55 |
| Изм. | Лист | № докум | Подпись | Дата | ДП110-07.480063 ПЗ | | | | |

(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 предусмотрены 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 подъемника 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 технического обслуживания и ремонта.

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

Площадка пассажирской платформы ограждена перилами по всему периметру. Вся конструкция подъемника закрыта стеклом по всему периметру, что ограничивает попадание предметов и людей в зону работы устройства.

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

5.5 Пожарная безопасность

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

Класс функциональной пожарной опасности – ФЗ.1.

Пассажирские подъемники изготовлены из таких материалов, которые не создают дополнительной опасности в случае пожара.

Причинами возникновения возгорания на подъемнике являются:

- замыкание электропроводки оборудования;
- проведение сварочных работ;
- наличие посторонних легко воспламеняющихся жидкостей и материалов;
- подтеки топлива и масла;
- курение, использование открытого огня

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

В целях устранения пожарной опасности на подъемнике все провода и кабели управляющей и силовой линий проложены в защитных кожухах, трубах и рукавах с герметичной арматурой. Во избежание перегрева проводов, кабелей и других токоведущих частей крана предусмотрены защитные автоматы и предохранители.

Для предотвращения пожара и борьбы с возгоранием применяется порошковый огнетушитель ОП-5(б) с массой огнетушащего вещества 5 кг, массой 10 кг. Огнетушитель размещен внутри машинного помещения в специальном ящике, покрытом составами, предохраняющими от коррозии металла.

6 Ожидаемые технико-экономические показатели

На текущем этапе разработки оценку ожидаемого техно-экономического эффекта сведем к определению затрат на проект, сравнение с существующими конкурентными вариантами реализации и оценке уровня конкурентоспособности, используя один из группы экспертных методов, а именно бальный.

6.1 Расчет стоимости технических устройств.

На этапе дипломного проектирования, проанализировав рынок, было выявлено два конкурента.

На данный момент планируется установка лифта для маломобильных групп населения в районе набережной города Красноярска. Средняя рыночная стоимость одного лифта равна примерно 1,5 млн руб., помимо лифта на набережной потребуется установка шахты под лифт и моста, ведущему к этой шахте, следовательно можно считать что стоимость лифта будет составлять примерно 2-2,2 млн. руб.

Так же существует альтернативный вариант, это установка ножничного подъемника. Средняя рыночная стоимость ножничного подъемника равна примерно 600 тыс. руб., тому подтверждение является результат прошлогоднего дипломного проектирования. Под ножничный подъемник так же потребуется установка шахты и моста, следовательно стоимость возрастет до 1,1-1,3 млн. руб.

Для расчета стоимости наклонного подъемника разобьем конструкцию на узлы. В ходе дипломного проектирования был проанализирован рынок в области технических устройств, узлов и деталей. Далее используя среднюю рыночную стоимость узлов зададимся численными значениями. Стоимость наклонного подъемника с учетом поправочного коэффициента представлена в таблице 6.1.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | ДП110-07.480063 ПЗ | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 58 |

как потребительской группы анализируемого товара, так и группы специалистов – экспертов.

6.3 Определение значимости параметров качества модели

Для этой цели может быть использована матрица приоритетности (таблица 6.2), в которой осуществляется попарно сравнение параметров модели (каждый с каждым) но не по величине, а по их значению, влиянию на качество, технический уровень, потребительские свойства модели.

Для удобства каждый из оцениваемых параметров следует обозначить соответствующим индексом (X_i): X_1 – стоимость, X_2 – безопасность, X_3 – доступность, X_4 – гармоничность, X_5 – надежность, X_6 – скорость подъема, X_7 – габаритные размеры (в плане), X_8 – токоподвод, X_9 – адаптация под рельеф, X_{10} – антивандальная защита, X_{11} – шум в работе.

Таблица 6.3 – Бальная оценка значимости параметров для моделей

| | | | | | | | | | | | |
|------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| B'_i для X_i | 0,07438 | 0,12810 | 0,11570 | 0,05785 | 0,12810 | 0,08264 | 0,07438 | 0,04959 | 0,09918 | 0,08264 | 0,10744 |
| Модель | X1 | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 | X9 | X10 | X11 |
| А | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| В | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 |
| С | 5 | 5 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 |

6.5 Расчет коэффициента конкурентоспособности моделей

Линейный показатель конкурентоспособности

$$K_j = \sum_{i=1}^n X_{ij} * B'_i, \quad (6.1)$$

где K_j – показатель конкурентоспособности j-ой модели;

B'_i – относительная значимость i-го параметра;

X_{ij} – бальное значение i-го параметра для j-ой модели,

Результаты расчета коэффициента конкурентоспособности представлены в таблице 6.4

Таблица 6.4 – Показатель конкурентоспособности

| Техническое устройство | Линейный показатель конкурентоспособности |
|------------------------|---|
| Наклонный подъемник | K1 = 4,39257 |
| Лифт | K2 = 4,00000 |
| Ножничный подъемник | K3 = 4,31820 |

Техническое устройство с максимальным значением показателя конкурентоспособности наиболее предпочтительно, т.е. это наклонный подъемник.

6.6 Определение значимости параметров качества модели, исключая все экономические параметры

Для этой цели может быть использована матрица приоритетности (таблица 6.5).

Таблица 6.5 – Матрица приоритетности параметров

| | X2 | X3 | X4 | X5 | X6 | X7 | X8 | X9 | X10 | X11 | B _i | B ⁱ |
|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------|----------------|
| X2 | = 1 | > 1,5 | > 1,5 | = 1 | > 1,5 | > 1,5 | > 1,5 | > 1,5 | > 1,5 | > 1,5 | 14 | 0,140 |
| X3 | < 0,5 | = 1 | > 1,5 | < 0,5 | > 1,5 | > 1,5 | > 1,5 | > 1,5 | > 1,5 | > 1,5 | 12,5 | 0,125 |
| X4 | < 0,5 | < 0,5 | = 1 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | > 1,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | 6,5 | 0,065 |
| X5 | = 1 | > 1,5 | > 1,5 | = 1 | > 1,5 | > 1,5 | > 1,5 | > 1,5 | > 1,5 | > 1,5 | 14 | 0,140 |
| X6 | < 0,5 | < 0,5 | > 1,5 | < 0,5 | = 1 | > 1,5 | > 1,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | 8,5 | 0,085 |
| X7 | < 0,5 | < 0,5 | > 1,5 | < 0,5 | < 0,5 | = 1 | > 1,5 | < 0,5 | > 1,5 | < 0,5 | 8,5 | 0,085 |
| X8 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | = 1 | < 0,5 | < 0,5 | < 0,5 | 5,5 | 0,055 |
| X9 | < 0,5 | < 0,5 | > 1,5 | < 0,5 | > 1,5 | > 1,5 | > 1,5 | = 1 | > 1,5 | < 0,5 | 10,5 | 0,105 |
| X10 | < 0,5 | < 0,5 | > 1,5 | < 0,5 | > 1,5 | < 0,5 | > 1,5 | < 0,5 | = 1 | < 0,5 | 8,5 | 0,085 |
| X11 | < 0,5 | < 0,5 | > 1,5 | < 0,5 | > 1,5 | > 1,5 | > 1,5 | > 1,5 | > 1,5 | = 1 | 11,5 | 0,115 |
| B | | | | | | | | | | | 100 | 1,000 |

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения дипломного проекта была разработана конструкция технического устройства для обеспечения доступной среды людям с ограниченными возможностями.

При выполнении дипломного проекта был произведен обзор конструкций наклонных подъемников, с целью обеспечения высокого технологического уровня проектируемого объекта и использования современных научно-технических достижений.

В конструкторской части настоящей записке выполнены следующие расчеты: тяговый расчет, расчет привода, проверочный расчет валов, расчеты шпоночных соединений, расчет и выбор подшипников, расчет натяжного устройства, расчет технико-экономических показателей, расчет заземления.

На основании произведенных расчетов и выбранных элементов были выполнены чертежи: чертеж общего вида наклонного подъемника; чертеж общего вида платформы; чертеж общего вида металлоконструкции; чертеж общего вида узла соединения настила и цепи; сборочный чертеж приводной станции; сборочный чертеж натяжной станции.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|----------------|----------------|-------------|---------------------------|-------------|
| | | | | | ДП110-07.480063 ПЗ | <i>Лист</i> |
| <i>Изм.</i> | <i>Лист</i> | <i>№ докум</i> | <i>Подпись</i> | <i>Дата</i> | | 66 |

