Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Политехнический институт
Факультет «Автотракторный»
Кафедра «Колесных и гусеничных машин»

РАБОТА ПРОВЕРЕНА
Рецензент
_____
_____
«___» _____2018 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
к.т.н., профессор
_____В.Н. Бондарь
«___» _____2018 г.

Изменение конструкции конвейера с целью оптимизации процесса транспортировки.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–23.05.01.2018.013.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты:
По экономической части
старший преподаватель
_____С. Ю. Лелекова
«___» _____2018 г.

По БЖД
к.т.н., доцент
_____А. В. Кудряшов
«___» _____2018 г.

Руководитель работы:
д.т.н., профессор
_____В. А. Козьминых
«___» _____2018 г.

Автор работы
студент группы П-502
_____Е. С. Тимошенко
«___» _____2018 г.

Нормоконтролер
к.т.н., доцент
_____В. И. Дуюн
«___» _____2018 г.

АННОТАЦИЯ

Тимошенко Е.С. Изменение конструкции конвейера с целью оптимизации процесса транспортировки– Челябинск: ЮУрГУ, П, АТ; 2018, ПЗ – 94с. 15ил., 17 табл., библиографический список – 28 наименований, 1 прил., 10 листов чертежей формата А1.

В выпускной квалификационной работе проведен анализ различных конструкций конвейера, выявлены их основные недостатки и преимущества. Разработан вариант изменения конструкции ленточного конвейера с целью оптимизации процесса транспортировки. Произведены расчеты, подтверждающие работоспособность и эффективность предлагаемой конструкции. Разработан технологический процесс изготовления детали, входящей в состав конструкции.

Определены технико-экономические показатели проекта.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 8
1 ОБЗОРНАЯ ЧАСТЬ 9
1.1 Классификация конвейеров 9
1.2 Виды и области применения 9
1.3 Ленточные конвейеры 11
1.3.1 Назначение и виды ленточных конвейеров 17
1.4 Анализ текущей конструкции и предложения по совершенствованию конструкции 20
Вывод по первому разделу 23
2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ 25
2.1 Исходные данные для расчёта конвейера. 25
2.2 Проектный расчёт ленточного конвейера 25
2.3 Тяговый расчет конвейера 28
2.4 Выбор электродвигателя 33
2.5 Выбор приводного барабана 34
2.6 Выбор редуктора 35
2.7 Подбор муфт 36
2.8 Выбор загрузочного устройства конвейера 36
2.9 Выбор типа разгрузочного устройства 37
2.10 Подбор останова или тормоза 38
Выводы по разделу два 39
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 40
3.1 Назначение детали и анализ технических условий на ее изготовление 40
3.2 Обоснование размеров и технологических требований на изготовление детали. Выбор способа получения заготовки. 41
3.3 Разработка маршрутной технологии 42
3.4 Расчёт режима резания 43
Вывод по третьему разделу 53
4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ 54

4.1 Анализ прогрессивности проектируемой конструкции и оценка эффективности 54
4.2 Оценка эффективности 56
Выводы по четвертому разделу. 66
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ 67
5.1 Общие требования по охране труда 67
5.2 Требования по нормализации микроклимата 68
5.3 Требования по борьбе с шумом и вибрацией 69
5.4 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны 69
5.5 Требования к освещению 70
5.6 Меры безопасности при организации работы конвейера и предупреждение аварийных ситуаций 72
5.7 Требования к электробезопасности 73
5.8 Требования к пожарной безопасности 76
5.9 Охрана труда при обслуживании и ремонте 77
5.10 Охрана окружающей среды 78
Выводы по разделу шесть 83
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 84
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 85
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Расчётные таблицы 87

ВВЕДЕНИЕ

Одним из средств решения задачи по повышению эффективности производства строительных материалов является применение конвейеров, представляющих собой машины непрерывного транспорта. Конвейеры позволяют сократить ручной труд, повысить интенсификацию производственных процессов, создать единую комплексную технологию производства.

Поэтому ленточные транспортеры являются составной и неотъемлемой частью технологического процесса, они обеспечивают ритмичность производства, способствуют повышению производительности труда и увеличению выпуска продукции. Кроме того, они главные средства комплексной механизации и автоматизации основного и вспомогательного производства.

Оптимизации параметров ленточных конвейеров посвящено значительное число научных работ. В большинстве из них речь идет об оптимизации отдельных конструктивных или режимных параметров (ширины ленты, скорости ее движения, шага роликоопор и др.), вне связи с другими. Это характерно для работ, в которых установлены зависимости между параметрами отдельных узлов конвейера и его эксплуатационными показателями, а рекомендации по выбору оптимальных параметров являются следствием из этих зависимостей.

Цель данной работы заключается в том, чтобы рассчитать устройство ленточного конвейера, охарактеризовать его основные элементы, оценить достоинства и недостатки транспортера, а также рассчитать параметры и выбрать элементы ленточного конвейера с целью оптимизации его работы.

Изучение рабочих процессов и устройства ленточного конвейера в настоящее время является очень актуальной темой, ведь транспортные и технологические линии любого предприятия связаны друг с другом и представляют собой единую систему, а поточный метод производства, характерный для современных предприятий, основан на конвейерной передаче грузов или изделий от одной технологической операции к другой.

Основными задачами данной выпускной квалификационной работы являются:

1. Обзор и систематизация информации о ленточных конвейерах
2. Оценка и анализ специфических условий эксплуатации транспортных машин, а также формулировка требований, предъявляемых к проектируемым конвейерным установкам.
3. Расчёт конвейерной установки и выбор её основных узлов с целью оптимизации работы конвейера.
4. Проектирование технологического процесса изготовления детали «фланец».
5. Определение расчетных нагрузок, действующих в элементе транспортных установок.
6. Оценка технико-экономического уровня текущей машины и экономической эффективности изготовления и эксплуатации новой предлагаемой конвейерной установки.

1 ОБЗОРНАЯ ЧАСТЬ

1.1 Классификация конвейеров

По принципу действия транспортирующие промышленные установки разделяют на две самостоятельные конструктивные группы: машины периодического и непрерывного действия.

К машинам непрерывного действия относятся конвейеры различных типов, устройства пневматического и гидравлического транспорта и подобные им транспортирующие машины. Все машины непрерывного транспорта можно подразделить на две группы - транспортирующие машины с тяговым элементом (лента, цепь, канат), в котором груз перемещается вместе с тяговым элементом и транспортирующие машины без тягового элемента.

Конвейерный транспорт обладает многими положительными особенностями и, прежде всего высокой производительностью, возможностью полной автоматизации управления его работой. Он получил широкое распространение почти во всех отраслях народного хозяйства.

Конвейеры широко применяют в карьерах и строительных предприятиях для перемещения однородных сыпучих грузов непрерывным потоком обычно на небольшие расстояния. Их подразделяют на машины с тяговым органом в виде бесконечной ленты, цепи или каната и машины без тягового органа. В строительном производстве большое распространение имеют конвейеры обоих типов.

По расположению на местности конвейеры разделяют на стационарные и подвижные, передвижные и переносные, переставные и надводные, плавающие на понтонах.

По конструкции и назначению различают конвейеры:

1. Машины и установки, применяемые как средства межцехового и внутрицехового перемещения грузов.

2.Машины и средства общего назначения.

3.Специальные установки: подземные, для пищевой, мукомольно-крупяной и комбикормовой промышленности и поточного производства в приборостроительной, радиотехнической и легкой промышленности.

1.2 Виды и области применения

Конвейерный транспорт как один из основных видов специального транспорта находит все более широкое применение почти во всех отраслях народного хозяйства. Наибольшее применение получили ленточные конвейеры.

Грузоподъемные машины непрерывного действия (конвейеры) предназначаются для перемещения грузов непрерывным потоком без остановок для их загрузки и разгрузки.

В зависимости от рода перемещаемого груза, конвейеры используют для перемещения штучных грузов, сыпучих мелко и крупно кусковых грузов. Поэтому форма грузонесущего элемента может быть различна. Для ленточных

конвейеров форма ленты может быть прямой или желобчатой. Конвейеры предназначены для работы с массовыми грузами, т.е. грузами, состоящими из большого числа однородных частиц или кусков, или штучными грузами, перемещаемыми в большом количестве.

Ленточные конвейеры остаются наиболее распространенным типом транспортирующих машин непрерывного действия во всех отраслях промышленности. Из более числа конвейерных установок более 90 % составляют ленточные конвейеры. Они используются в горнодобывающей промышленности – для транспортировки руд полезных ископаемых и угля при открытой разработке, в металлургии – для подачи земли и топлива, на предприятиях с поточным производством - для транспортировки заготовок между рабочими местами и т.д. С помощью ленточных конвейеров можно перемещать грузы в горизонтальном или наклонном направлениях. Протяженность трассы конвейера – от нескольких метров до километров (горнодобывающая промышленность).

У конвейеров большой длины и высокой производительности мощность одного привода достигает 6000 — 10 000 кВт. Следует отметить трудность использования их при транспортировании горячих, тяжелых штучных грузов, а также при наклонах более 20°.

Несмотря на сравнительно небольшое распространение конвейерного транспорта, при разработке полезных ископаемых открытым способом ему принадлежит большое будущее. На карьерах преимущественное распространение получили ленточные конвейеры, при помощи которых перемещаются мягкие вскрышные породы и угли, однако на зарубежных карьерах широко используется конвейерный транспорт для транспортирования скальных грузов. Основные области применения ленточных конвейеров на карьерах:

- транспортирование рыхлых вскрышных пород (плотность $\gamma = 1{,}5 \div 1{,}8$ т/м3), разрабатываемых многоковшовыми экскаваторами в условиях буроугольных и марганцевых карьеров, железорудных карьеров Казахстана. Конвейеры используются самостоятельно, на отвальных мостах и отвалообразователях;
- транспортирование угля, добываемого одноковшовыми и роторными экскаваторами;
- транспортирование скальных крупнокусковых пород и руд с предварительным дроблением в карьере.

Конвейеры общего назначения широко применяют для транспортирования насыпных и штучных грузов на обогатительных и брикетных фабриках, горнообогатительных фабриках, на поверхности шахт и карьеров (бункеры, склады, наклонные галереи и др.). Для производительности свыше 1500 т/ч конвейеры изготовляют по индивидуальным проектам. Основным требованием к конвейерным установкам является увеличение их длины в одном ставе с целью сокращения числа перегрузок с одного конвейера на другой.

1.3 Ленточные конвейеры

Ленточными конвейерами называют машины, несущими и тяговыми элементами которых является гибкая лента. Существенным преимуществом конвейеров является значительная производительность. При перемещении грузов на небольшие расстояния у них нет конкурентов. К недостаткам ленточных конвейеров относится пыление при транспортировании мелких сыпучих грузов.

К основным параметрам ленточных конвейеров относят:

– длина (до 1000 метров);

– угол наклона рабочей ветви, который при транспортировании штучных грузов не должен быть больше угла внешнего трения. В отдельных случаях для увеличения угла наклона на ленту крепят поперечные планки, удерживающие груз от сползания. При транспортировании зерна пшеницы и ржи предельный угол наклона рабочей ветви 18–20˚;

– скорость движения ленты (1–4 м/с), которую выбирают в зависимости от свойств транспортируемых грузов. При транспортировании штучных грузов величину скорости ограничивает механическая прочность груза; при транспортировании сыпучих грузов – насыпной вес груза, крупность его частиц и другие факторы;

– производительность (до 10000 т/час), которая зависит от рода транспортируемого груза и конструкции роликовых опор.

К основным преимуществам ленточных конвейеров относят:

1) большой диапазон производительности;
2) значительная длина перемещения;
3) небольшая стоимость;
4) незначительная энергоемкость;
5) многообразие схем конвейеров.

Недостатки ленточного конвейера:

1) невозможность поворота в горизонтальной плоскости;
2) наличие открытых вращающихся деталей;
3) пыление при транспортировке сыпучих грузов.

Работоспособность конвейера зависит не только от технического уровня самого оборудования, но и от того, как правильно он спроектирован из этого оборудования, как выбрана трасса конвейера с её радиусами кривизны, а также сконструированы опорные и другие металлоконструкции.

Принцип работы конвейера основан на поступательном движении ленты конвейера. На верхней ветви ленты перемещается транспортируемый груз, она является грузонесущей (рабочей), нижняя ветвь является холостой (нерабочей). На всем протяжении трассы лента поддерживается желобом, настилом, роликоопорами верхней и нижней ветвей. В зависимости от конструкции, которых лента имеет плоскую или желобчатую форму. Лента приходит в движение за счет приводного барабана, который вращается посредством работы привода (это может быть мотор - редуктор, либо электродвигатель и редуктор, соединенные муфтой). Конвейеры комплектуются различными приводными механизмами: редуктор, электродвигатель, соединяющие их муфты, ременная или

цепная передача, отечественными импортными и приводами, отличительной особенностью современных приводов является больший срок службы и компактные размеры. При использовании некоторых приводов не нужны дополнительные рамы для крепления соединительные муфты, ограждения. В зависимости от условий эксплуатации устанавливаются гладкие, планчатые или футерованные барабаны. Толщина ленты, тип тканевых прокладок и термостойкость (до +200 °С) зависит от характеристик транспортируемого груза.

Транспортируемый материал, а это, как правило, сыпучие материалы, загружают на конвейер с помощью загрузочной воронки, которую устанавливают в начале конвейера над концевым барабаном.[1]

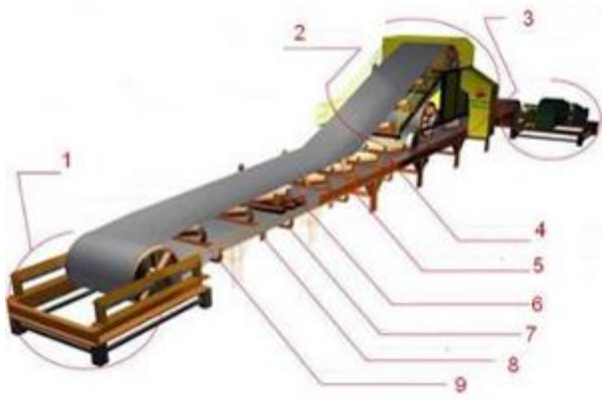


Рисунок 1 - Устройство ленточного конвейера:
1 - натяжной барабан; 2 - гибкая лента; 3 - приводной барабан;
4 - передвижная разгрузочная тележка; 5,6,7,8,9 - роликовые опоры

Конструкция ленточных конвейеров состоит из основных технических узлов. Устройство ленточного конвейера приведено на рисунке 1. Рассмотрим подробнее основные узлы.

Лента представляет собой упругий элемент и при пуске с повышенным ускорением она может стать источником возникновения колебаний в механической части конвейера. Движение ленты при этом характеризуется неравномерностью линейных скорости ее головного и хвостового участков, и резкими изменениями натяжения, что может привести к повышенному износу, ленты, а в некоторых случаях и к ее разрыву. Ленты используют в транспортирующих машинах в качестве тягового и несущего органа. Лента должна иметь высокую прочность, малую массу и небольшое относительное удлинение, высокую эластичность как в продольном, так и в поперечном направлениях, малую гигроскопичность, хорошую сопротивляемость знакопеременным нагрузкам при многократных перегибах на барабанах и роликоопорах, высокую износостойкость на истирание о транспортируемый груз и опорные устройства, а также стойкость против физико-химического воздействия грузов и окружающей среды.

По рецептуре заполнителя и назначению выполняют ленты общего назначения (дл работы при температуре окружающей среды от минус 45 до плюс 60˚С), морозостойкие – вид М (для работы при температуре от минус 60 до плюс 60˚С),

теплостойкие Т (температура груза до плюс 100˚С), повышенной теплостойкости ПТ (до плюс 200˚С), пищевые П (для транспортирования пищевых продуктов без упаковки), негорючие (для конвейеров в пожаро- и взрывобезопасном исполнении), маслостойкие МС (для транспортирования грузов, покрытых маслом, смазками и эмульсией), магнитомягкие, обладающие свойством притягиваться к магниту; магнитотвердые, обладающие свойством намагничивания и др.

Применяют ленты прорезиненные различного типа, металлические и на синтетической основе. Чаще всего в машинах зерноперерабатывающих предприятиях используют резинотканевые ленты. Их изготавливают из нескольких слоев (прокладок) хлопчатобумажной ткани (бельтинга), соединенных между собой вулканизированным слоем из натурального или синтетического каучука. Для защиты прокладок от механических повреждений и от действия влаги ленту снаружи покрывают слоем резины – обкладкой .

Достоинства резинотканевых лент – хорошая гибкость, плавность и бесшумность хода, возможность работы при больших линейных скоростях, ввиду чего транспортирующие машины с такими тяговыми элементами требуют меньшего расхода энергии. К недостаткам лент общего назначения относят их небольшую прочность, подверженность механическим повреждениям и износу, невозможность использования лент при сравнительно высоких температурах.

Соединять концы прорезиненной тканевой ленты можно несколькими способами: склеиванием резиновым клеем в холодном состоянии с последующей прошивкой сыромятным ремнем или зажимами; соединением концов ленты впритык с последующим жестким зажимом; горячим склеиванием, это самый надежный способ соединения.

Число тканевых прокладок в ленте определяет ее прочность и рассчитывается в зависимости от величины действующего тягового усилия и ширины ленты.

Условное обозначение ленты на примере: 3–650–5-БКНЛ-2–0-С ГОСТ 20–85, 3 – тип ленты, 650 – ширина ленты (мм), 5 – количество прокладок, БКНЛ – материал прокладки, 2 – толщина рабочей обкладки (мм), 0 – толщина нерабочей обкладки, С – тип резины для обкладки.

Для транспортирования абразивных грузов, а также для работы при высоких температурах или в атмосфере паров кислот используют стальные ленты толщиной 0,6…1,2 мм. Недостаток стальных лент – малая гибкость, вследствие чего для них необходимы барабаны относительно больших диаметров.

Опорные устройства предназначены для обеспечения заданного положения и формы ленты. К ним относят роликовые (прямые и желобчатые) и безроликовые опоры. Прямые роликовые опоры (рисунок 2) используют для поддержания рабочей и нерабочей ветвей ленты при транспортировании штучных грузов и для поддержания только нерабочей ветви ленты при транспортировании сыпучих и кусковых грузов. Они представляют собой цилиндрический ролик, изготовленный обычно из отрезка стальной трубы, с двумя торцовыми дисками, в которые запрессованы с обеих сторон оси , посаженные в подшипники. Корпуса подшипников крепят к раме.

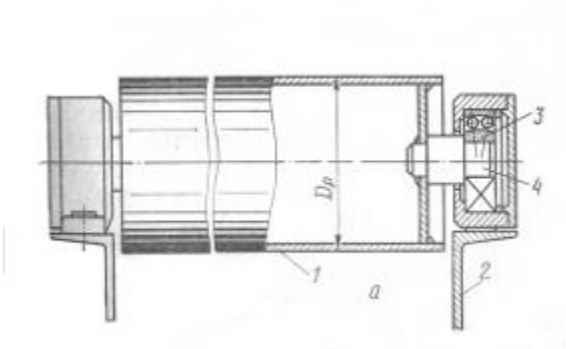


Рисунок 2 - Прямые роликовые опоры

Желобчатые роликовые опоры используют для поддержания рабочей ветви ленты при транспортировании сыпучих и кусковых грузов. Серийно изготавливают такие опоры из трех, пяти и семи роликов, наклоненных один к другому под некоторым углом. Угол наклона боковых роликов желобчатой роликоопоры равен 20 и 30˚ для всех грузов и любой ширины ленты; для легких грузов при ширине ленты 400–800 мм допускается увеличение этого угла до 45–60˚. Рекомендуется применять роликоопоры с углом наклона бокового ролика 30˚. Увеличение этого угла до 45˚ повышает производительность, улучшает центровку ленты и уменьшает просыпи груза, но ограничивается толщиной ленты вследствие возникновения дополнительных напряжений в зоне ее изгиба.

Ролики изготавливают диаметрами 108 и 159 мм для стационарных транспортеров и 76 мм для передвижных.

Ось, на которой крепят ролики, может вращаться или быть неподвижной. Преимуществом последнего типа роликовых опор является то, что из-за благоприятных условий сборки можно использовать шариковые подшипники.

Расстояние между роликами выбирают в зависимости от ширины, скорости движения ленты и производительности. В местах загрузки роликовые опоры ставят чаще в два раза.

В качестве безроликовых опорных устройств для лент иногда используют настил из листовой стали или дерева.

Для надежной работы конвейера, уменьшения натяжения тягового элемента, снижения расхода энергии и увеличения срока службы к опорным устройствам предъявляют следующие требования:

а) легкость вращения или передвижения, т.е. малый коэффициент сопротивления движению;

б) простота, экономичность конструкции и малая масса в сочетании с высокой прочностью и износостойкостью;

в) надежная работа в тяжелых условиях эксплуатации; надежная защита подшипников от проникновения в них пыли;

г) простота обслуживания и удобство подачи смазки к подшипникам, возможность использования долгодействующей смазки;

д) простота ремонта и замены изнашивающихся частей.

К поворотным устройствам ленточных конвейеров относят барабаны, которые в свою очередь могут быть натяжными, поворотными, приводными и

отклоняющими. Применяют барабаны цилиндрические с гладкой или желобчатой поверхностями.

У ленточных конвейеров применяют барабаны, выполняющие работу по изменению направления ленты, а в отдельных случаях передачи ей тягового усилия.

Барабаны для лент изготавливают литыми из чугуна либо стальными, сварными из труб и фланцев.

Для повышения коэффициента трения между лентой и поверхностью барабана последнюю футеруют (обшивают) деревянными планками либо обтягивают резиновой лентой, наклеивая ее на барабан и укрепляя заклепками.

Чтобы центрировать ход ленты, приводные барабаны выполняют бочкообразной формы. Ширина барабана должна быть на 50–100 мм больше ширины ленты.

Для текстильных прорезиненных лент диаметр барабана определяют в зависимости от числа прокладок в ленте. Применение барабанов с меньшим диаметром вследствие относительного сдвига прокладок приводит к расслоению ленты. Минимальный диаметр барабана принимают 125–150 мм для приводных и 100–125 мм для натяжных и отклоняющих барабанов.

Приводные устройства в ленточных транспортерах предназначены для передачи движения от электродвигателя к тяговому элементу (ленте). К приводам предъявляют следующие требования: компактность и простота конструктивного исполнения, высокий КПД, простота и надежность эксплуатации.

Приводные станции состоят из электродвигателя 1, промежуточной передачи (редуктор, ременная передача, цепная передача, открытая зубчатая передача) и приводного элемента. Промежуточную передачу обычно получают одной или комбинацией нескольких передач.

Для уменьшения габаритов приводных устройств иногда используют барабаны со встроенным электродвигателем.

Принцип действия приводной станции состоит в том, что двигатель преобразует электрическую энергию в механическую, при этом передаточный механизм уменьшает частоту вращения, а барабан в свою очередь передает вращение ленте.

Приводная станция устанавливается в конце рабочей ветви.

По конструкции составных элементов электрические приводы бывают наборные из открытых передач (устарелая конструкция), полностью редукторные (наилучшая конструкция), комбинированные – с редуктором и дополнительными открытыми клиноременной, зубчатой или цепной передачами и специальные, встроенные (например, мотор-барабан). Выходной вал редуктора соединяется с валом приводного барабана при помощи зубчатой или уравнительной муфты. Входной вал редуктора соединяется с валом электродвигателя при помощи упругой муфты.

По числу приводов, расположенных на трассе, различают конвейеры одноприводные и многоприводные. У многоприводного конвейера на трассе размещают несколько приводных механизмов, называемых промежуточными, с отдельными электродвигателями. Применение промежуточных приводов

позволяет значительно уменьшить натяжение и использовать тяговые элементы небольшой прочности на конвейерах большой протяженности.

Натяжные устройства служат для создания первоначального натяжения ленты с целью обеспечения нормальной работы машины. Натяжное устройство состоит из поворотного элемента (барабан), который огибается лентой, и натяжного механизма, осуществляющего его натяжение.

Применяют два типа натяжных станций: механические и грузовые.

В механических натяжных устройствах натяжение ленты осуществляется при помощи винта, зубчатого колеса с рейкой и т.п. Механические устройства устанавливают в конвейере небольшой длины (до 40–50 м) и с трассой несложной конфигурации. Работает такое устройство следующим образом. Вращая винт, заставляют его перемещаться вдоль направляющих и увлекать за собой корпус подшипника, в котором закреплен вал натяжного устройства (барабана).

Основным недостатком механических натяжных устройств является то, что они не обеспечивают постоянного натяжения ленты. Поэтому в процессе работы их необходимо периодически подтягивать. Достоинства таких устройств – простота конструкции, малые габаритные размеры и компактность.

Грузовые натяжные станции лишены указанного выше недостатка. Груз через подвеску соединен с подвижными подшипниками или тележкой.

Под действием силы тяжести груза подшипник перемещается и создает натяжение ленте. Таким образом, это устройство обеспечивает постоянное натяжение ленты, т.е. автоматически компенсирует удлинение тягового элемента, появляющегося во время работы. К недостаткам грузового устройства относятся большие габаритные размеры и большая масса груза для мощных и длинных ленточных конвейеров.

В зависимости от направления перемещения натяжного элемента грузовые натяжные устройства подразделяют на вертикальные и горизонтальные. Вертикальные натяжные устройства устанавливают, как правило в конвейерах значительной длины. Горизонтальные устройства устанавливают в начале рабочей ветви, вертикальные- в начале холостой ветви. Грузовые натяжные станции используют для длинных и сложных трасс.

Сыпучие материалы на ленту транспортера подают при помощи специальных устройств, обеспечивающих такое распределение материала по ленте, при котором достигается наилучшее использование ее несущей способности.

Конструкцию и основные размеры загрузочного устройства определяет следующее основное требование: материал должен поступать на ленту со скоростью, по возможности равной величине и направлению скорости ленты. Это позволяет свести до минимума величину относительной скорости материала, которая влияет на износ ленты и на степень использования ее несущей способности.

Загрузочное устройство представляет собой воронку, снабженную подающим лотком, дно которого наклонено под некоторым углом к горизонту. Угол между дном лотка и лентой должен быть минимальным, что дает возможность уравнять скорость материала и ленты.

Чтобы устранить возможную просыпь материала, приходится уменьшать скорость подачи материала на ленту, а к лотку крепить боковые направляющие.

Загрузочные устройства изготавливают из листовой стали, реже из дерева. Для устранения возможного износа ленты в местах ее контакта с боковыми направляющими щечками оставляют зазор, а чтобы не было просыпи, зазор прикрепляют полоской прорезиненной ленты, прикрепленной к боковым направляющим.

Для разгрузки ленточного транспортера применяют устройства двух типов: барабанное и плужковое (щитовое).

Барабанные разгружатели применяют для сброса материала с ленты в конце транспортера и сыпучего материала в любой точке по длине транспортера.

Принцип работы барабанного разгружателя заключается в том, что лента конвейера, несущая материал, огибая барабан, изменяет направление своего движения. Материал по инерции продолжает движение и свободно падает с ленты. На пути свободно падающего материала устанавливают специальное устройство, сбрасывающую коробку, которое улавливает материал и направляет его по назначению.

Плужковые разгружатели применяют для сброса штучных и сыпучих материалов в любой точке по длине транспортера. Принцип работы плужкового сбрасывателя заключается в том, что материал, встречая на пути движения щит, установленный на ленте под определенным углом к продольной оси конвейера, движется вдоль него и падает с ленты. Работа такого сбрасывателя зависит от правильного выбора угла между плоскостью щита и осью транспортера.

Разгрузку ленты чаще всего делают на конце конвейера с приводного барабана, но разгрузка может быть и промежуточной, тогда используют или передвижную разгрузочную тележку, или стационарный плужковый сбрасыватель (рисунок 3).

Рисунок 3 - Плужковый сбрасыватель

1.3.1 Назначение и виды ленточных конвейеров

Практически во всех отраслях промышленности используются ленточные конвейеры, которые обеспечивают непрерывность процессов транспортировки различных видов грузов и материалов. Их применение позволяет доставлять до нужного объекта штучные грузы и материалы, имеющие сыпучую/кусковую

структуры. Транспортировка, как в горизонтальном, так и в наклонном положении (при угле наклона 18°), обеспечивается за счет особой конструкции устройства.

Основное назначение ленточных конвейеров – перемещение в горизонтальном и пологонаклонном направлениях разнообразных насыпных и штучных грузов. Одновременно с транспортированием грузов они могут распределять их по заданным пунктам, складировать, накапливая в обусловленных местах, перемещать по технологическим операциям и обеспечивать необходимый ритм производственного процесса.[2]

Ленточные конвейеры получили широкое распространение во всех отраслях промышленности и являются основными агрегатами механизации транспорта в литейных цехах, на топливоподачах электростанций, подземного и наземного транспорта угля и породы в угледобывающей промышленности, руды, кокса и флюсов в металлургии, строительных материалов и полезных ископаемых в карьерах, зерна в зернохранилищах, песка и камня на строительстве каналов и гидростанций и др.

Схемы ленточных конвейеров весьма разнообразны и определяются назначением конвейера. Технико-экономические исследования и опыт показывают, что для транспортирования массовых грузов с грузооборотом 5-25 млн. т. в год на расстояние до 100 км применять ленточные конвейеры экономичнее, чем использовать железнодорожный или автомобильный транспорт.

По типу ленты конвейеры бывают с прорезиненной, стальной цельнопрокатной и проволочной лентой. Достоинствами конвейерных лент являются их относительно малая масса, отсутствие быстроизнашивающихся шарниров, возможность перемещения грузов с большими скоростями.

Ленты являются основным грузонесущим и тяговым элементом. Наиболее распространение получили прорезиненные тканевые ленты. Срок службы конвейерных резинотканевых лент в зависимости от условий эксплуатации, характеристики транспортируемого груза, типа тканевого каркаса и времени одного оборота пробега ленты составляет 15-48 месяцев. Резинотканевая лента состоит из технической ткани – бельтинга, резиновой прослойки и резиновой обкладки. Обычно количество тканевых прокладок не менее 3. Используют также специальные ленты, изготовленные из особых сортов резины, теплостойкие – Т, морозостойкие М, маслостойкие МС, пищевые – П. Для восприятия больших нагрузок применяют резинотросовые ленты.

Горизонтальные и комбинированные трассы, по которым производится транспортировка, могут достигать длины в 10-12 км. Производительность конвейеров измеряется кубометрами перемещаемых грузов в час. В некоторых областях достаточным количеством считается несколько кубометров, а в других необходимо осуществлять транспортировку нескольких тысяч кубометров в час. По ширине конвейерные ленты встречаются как узкие (30 см), так и широкие (2 м).

По профилю трассы ленточные конвейеры разделяются на горизонтальные, наклонные и комбинированные: наклонно-горизонтальные и горизонтально-наклонные с одним или несколькими перегибами и со сложной трассой. При

проектировании конвейера следует по возможности принимать наиболее простую прямолинейную трассу. Сложную трассу имеют магистральные конвейеры в соответствии с профилем местности.

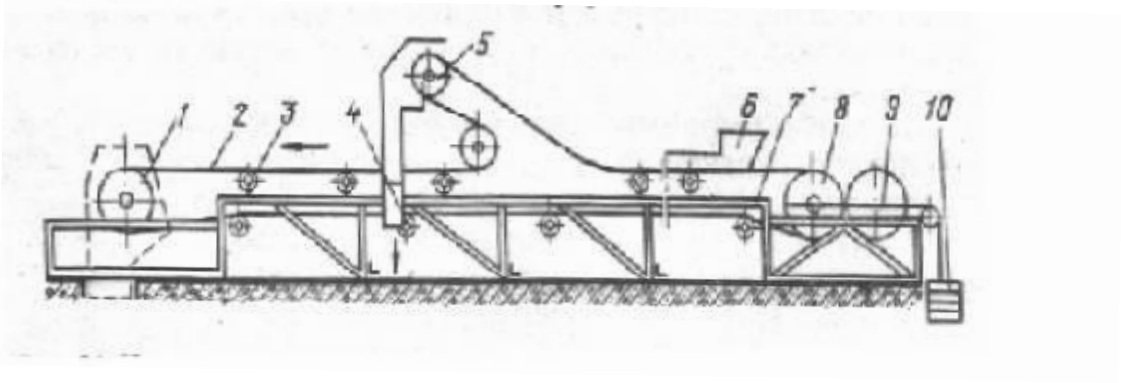


Рисунок 4 - Ленточный конвейер: 1 –приводной барабан; 2 –рабочая ветвь ленты; 3 –желобчатая роликовая опора; 4 –прямая роликовая опора; 5 – разгрузочная тележка; 6 –загрузочное устройство; 7 –станина; 8 –натяжной барабан; 9 –стальной трос; 10 – груз

Верхняя (рабочая) ветвь ленты 2, на которой расположен груз, движется по стационарным желобчатым роликовым опорам 3. Нижняя (холостая) часть ленты движется, опираясь на прямые роликовые опоры 4. Лента приводится в движение от приводного барабана 1, связанного через передаточный механизм с электродвигателем. В показанном на рисунке конвейере использовано горизонтальное грузовое натяжное устройство, состоящее из натяжного барабана 8, связанного стальным тросом 9 с набором грузов 10. Роликовые опоры, приводное и натяжное устройства крепят к станине 7. Груз на ленту поступает через устройство 6 и может быть выгружен с транспортера в любой точке при помощи разгрузочной тележки 5.

Такая схема ленточного конвейера достаточно характерна для этой разновидности машин непрерывного транспорта. Следовательно, они состоят из следующих основных узлов: тягового элемента (ленты); опорных устройств в виде стационарных роликовых опор или жесткого настила; приводного устройства, состоящего из электродвигателя, передаточного механизма и приводного барабана; натяжного устройства; загрузочных и разгрузочных устройств; станины, на которой крепят все узлы конвейера.

Ленточные конвейеры можно разделить условно на три группы: общего назначения, применяемые, в основном, в качестве внутризаводского транспорта; большой мощности, применяемые для транспортирования груза (угля, руды, нерудных ископаемых) на внешних перевозках на сравнительно большие расстояния; конвейеры, предназначенные для подземных и открытых горных работ.

Ленточные конвейеры подразделяются по различным конструктивным и технологическим признакам (рисунок 5):

- числу приводов — одноприводные, многоприводные;

- типу приводных устройств — однобарабанные (рисунок 5, а), двухбарабанные, однобарабанные со специальным прижимным устройством и др.;
- способу разгрузки — с концевой разгрузкой, промежуточной разгрузкой (рисунок 5, в);
- типу ленты — с гладкой бельтинговой, резинотросовой, с рифленой бельтинговой, специальной;
- виду установки на трассе — горизонтальные, горизонтально-наклонные, наклонно-горизонтальные (рисунок 5, г);
- расположению рабочей ветви — с верхней рабочей ветвью, нижней рабочей ветвью (рисунок 5, б), с двумя рабочими ветвями;
- форме поперечного сечения ветви ленты - с плоской лентой, лотковой лентой и т. д.

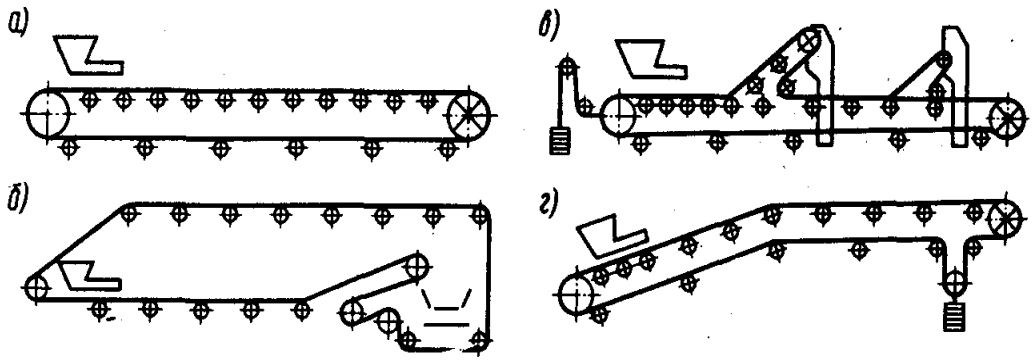


Рисунок 5 - Схемы ленточных конвейеров

1.4 Анализ текущей конструкции и предложения по совершенствованию конструкции

На предприятии работает конвейерная установка 15Т3101/01. Данный ленточный конвейер имеет следующие технические характеристики:

- техническая производительность (Q) – 2500 т/ч;
- ширина ленты (В) - 1200 мм;
- скорость движения ленты (V) – 1,4 м/с;
- вылет стрелы от оси наклона до оси сбрасывающего барабана – 30250 мм;
- мощность электродвигателя – 25 кВт;
- частота вращения (n) - 975 мин$^{-1}$;
- угол подъема и опускания стрелы - -15…+12,5 град;
- передаточное число редуктора – 40.

На конвейере применена схема привода с установленным электродвигателем электродвигателем типа 4А180М6У3 номинальной мощностью Рдв = 25 кВт при частоте вращения n= 975 мин$^{-1}$. Слабым местом этой схемы привода является открытая червячная передача, которая требует точного монтажа и при этом не защищена от загрязнений. В целом, привод очень громоздок и труден в обслуживании.

Так же среди недостатков данной конструкции стоить отметить долгое время технического обслуживания при выполнении определённых операций конвейера. Так например, для реализации защиты от заклинивания конвейерной установки используется муфта предельных моментов со срезными штифтами, замена которых занимает время. Регулировка оборотов приводного вала осуществляется при помощи гитары сменных колёс, перенастройка которых также занимает время.

В результате воздействия динамических нагрузок на подшипники качения, последние быстро выходят из строя и заклинивают. Это приводит к снижению работоспособности ролика и необходимости его замены. Заклиненные ролики работают как опоры скольжения, что приводит к увеличению тягового усилия и повышению энергопотребления конвейера.

Одним из способов решения данной проблемы является создание упруго-эластичной связи между подшипниками качения и осью ролика и тем самым обеспечить повышение работоспособности устройства при одновременном обеспечении высокой демпфирующей способности и технологичности конструкции. Благодаря такому сопряжению при выработке ресурса подшипника качения или разгерметизации подшипникового узла, когда подшипник заклинивает, в работу включается комбинированный упруго-эластичный подшипник скольжения. При этом опорные кольца, выполненные из износостойкого материала, обладают низким коэффициентом трения и вращение ролика в этом случае при заклинивании подшипника качения продолжается.

Также, вследствие того, что контактная поверхность втулки матрицы соответствует ширине внутреннего кольца подшипника качения, его деформация под нагрузкой незначительна, что снижает биение ролика и увеличивает ресурс как подшипника качения, так и ролика в целом.

С целью оптимизации данного ленточного конвейера предлагается изменение приводной схемы: замена элекродвигателя, рамы привода и других составляющих приводной системы.

Существующая конструкция опор вала натяжной станции проста по конструкции, но неудобна в эксплуатации, так как для натяжения ленты используются шпильки с резьбой, степень натяжения которых невозможно синхронизировать, по этому возникают перекосы в цилиндрических втулках-опорах вала, вследствие чего их преждевременный износ, выдавливание смазки, снижение КПД привода.

Поэтому взамен существующей конструкции натяжной станции на чугунных втулках предлагается схема на подшипниках качения. Сферическая форма двухрядных шариковых подшипников позволяет безболезненно компенсировать любые перекосы вала, также данная конструкция обеспечивает стабильный смазочный режим подшипников.

В данном случае оптимизация конструкции ленточного конвейера 15Т3101/01 стремимся достичь высокого качества и надёжности данного оборудования.

Надёжность складывается из безотказности, ремонтопригодности и ряда других показателей и зависит от долговечности составных частей изделий.

Безотказность- это свойство непрерывно сохранять работоспособность в течение некоторой наработки или некоторого времени. Характеризуется величинами наработки на отказ, вероятностью безотказной работы и др.

Ремонтопригодность - свойство изделия, заключающееся в его приспособленности к предупреждению, обнаружению причин отказов и старению их при техническом обслуживании и ремонте. Среди показателей ремонтопригодности выделяют среднее время восстановления изделий в час.

Вывод по первому разделу

В первом разделе была рассмотрена классификация конвейеров. Конвейеры относятся к машинам непрерывного действия и бывают различных типов:

- устройства пневматического и гидравлического транспорта;
- транспортирующие машины с тяговым элементом и транспортирующие машины без тягового элемента;
- стационарные и подвижные;
- передвижные и переносные;
- переставные и надводные;
- и т.д.

В зависимости от рода перемещаемого груза, конвейеры используют для перемещения штучных грузов, сыпучих мелко и крупно кусковых грузов. Поэтому форма грузонесущего элемента может быть различна. Для ленточных конвейеров форма ленты может быть прямой или желобчатой. Конвейеры предназначены для работы с массовыми грузами, т.е. грузами, состоящими из большого числа однородных частиц или кусков, или штучными грузами, перемещаемыми в большом количестве.

Ленточные конвейеры остаются наиболее распространенным типом транспортирующих машин непрерывного действия во всех отраслях промышленности.

К основным преимуществам ленточных конвейеров относят:

1) большой диапазон производительности;
2) значительная длина перемещения;
3) небольшая стоимость;
4) незначительная энергоемкость;
5) многообразие схем конвейеров.

Недостатки ленточного конвейера:

1) невозможность поворота в горизонтальной плоскости;
2) наличие открытых вращающихся деталей;
3) пыление при транспортировке сыпучих грузов.

К основным параметрам ленточных конвейеров относят:

– длина (до 1000 метров);

– угол наклона рабочей ветви, который при транспортировании штучных грузов не должен быть больше угла внешнего трения. В отдельных случаях для увеличения угла наклона на ленту крепят поперечные планки, удерживающие груз от сползания. При транспортировании зерна пшеницы и ржи предельный угол наклона рабочей ветви 18–20˚;

– скорость движения ленты (1–4 м/с), которую выбирают в зависимости от свойств транспортируемых грузов. При транспортировании штучных грузов величину скорости ограничивает механическая прочность груза; при транспортировании сыпучих грузов – насыпной вес груза, крупность его частиц и другие факторы;

– производительность (до 10000 т/час), которая зависит от рода транспортируемого груза и конструкции роликовых опор.

Основное назначение ленточных конвейеров – перемещение в горизонтальном и пологонаклонном направлениях разнообразных насыпных и штучных грузов. Одновременно с транспортированием грузов они могут распределять их по заданным пунктам, складировать, накапливая в обусловленных местах, перемещать по технологическим операциям и обеспечивать необходимый ритм производственного процесса.

Ленточные конвейеры подразделяются по различным конструктивным и технологическим признакам:

- числу приводов - одноприводные, многоприводные;
- типу приводных устройств - однобарабанные, двухбарабанные, однобарабанные со специальным прижимным устройством и др.;
- способу разгрузки - с концевой разгрузкой, промежуточной разгрузкой;
- типу ленты - с гладкой бельтинговой, резинотросовой, с рифленой бельтинговой, специальной;
- виду установки на трассе - горизонтальные, горизонтально-наклонные, наклонно-горизонтальные;
- расположению рабочей ветви - с верхней рабочей ветвью, нижней рабочей ветвью, с двумя рабочими ветвями;
- форме поперечного сечения ветви ленты - с плоской лентой, лотковой лентой и т. д.

В первом разделе совершён анализ текущей конструкций ленточного конвейера, выявлены недостатки данной конструкций и предложены меры по изменению конструкции конвейера с целью оптимизации его работы.

2 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Исходные данные для расчёта конвейера.

Для расчёта и подбора необходимых узлов с целью оптимизации конструкции ленточного конвейера являются его исходные технические характеристики:

- техническая производительность (Q) - 2500 т/ч;
- ширина ленты (B) - 1200 мм;
- скорость движения ленты (V) – 1,4 м/с;
- длина конвейера между осями барабанов – 30250 мм;
- текущая мощность электродвигателя – 25 кВт;
- текущая частота вращения (n) -975 мин$^{-1}$;
- угол подьема и опускания стрелы - -15…+12,5 град;
- передаточное число редуктора – 40.

Привод конвейера осуществляется через головной барабан.

2.2 Проектный расчёт ленточного конвейера

Выбор скорости движения ленты осуществляем по таблице 1, и принимаем ν = 1,6 м/с.

По таблице 5 угол естественного откоса груза в движении 45°. Примем для рабочей ветви ленты желобчатую трехроликовую опору с углом наклона боковых роликов 30° (таблица 2, Приложение 1).

Размер типичного куска транспортируемого рядового несортированного

$$a' = 0{,}8 \cdot a_{\max} = 0{,}8 \cdot 70 = 56 \ (\text{м}^3) \qquad (1)$$

Согласно таблице 4, транспортируемый гравий можно отнести к категории мелкокусковых насыпных грузов.

Требуемая ширина конвейерной ленты рассчитывается по формуле

$$B = 1{,}1\left(\sqrt{\frac{Q}{\nu \cdot \rho \cdot k \cdot k_\beta}} + 0{,}5\right) \qquad (2)$$

где Q - производительность конвейера, т/ч;

ν - скорость ленты, м/с;

ρ - насыпная плотность груза, т/м3

k - коэффициент, зависящий от угла естественного откоса груза (таблица 3, Приложение 1)

k_β - коэффициент, зависящий от угла наклона конвейера (таблица 6 Приложение 1).

$$B = 1.1 \cdot \left(\sqrt{\frac{3250}{1,6 \cdot 1,6 \cdot 550 \cdot 0,97}} + 0.05 \right) = 1,751$$

С учетом рекомендаций выбираем (таблица 7) конвейерную ленту общего назначения типа 3 шириной (таблица 8 Приложение 1) B=1600 мм с восьмью тяговыми прокладками прочностью 300 Н/м из ткани ТК – 300 (таблица 9 Приложение 1), допускающими рабочую нагрузку K_P= 36 Н/мм (таблица 10 Приложение 1), с толщиной резиновой обкладки класса прочности В (таблица 11, Приложение 1) рабочей поверхности δ_P= 2 мм, нерабочей поверхности δ_H = 1 мм.

Обозначение выбранной ленты: Лента 3 – 1600 – 8 – ТК-300 – 2 – 1 – В ГОСТ 20 – 76.

Допускаемая минимальная ширина ленты

$$B_{\min} \le B$$

$$B_{MIN} = 2 \cdot 56 + 200 = 312\,мм < 800; \mathrm{B_{MIN}} = 2 \cdot \alpha_{MAX} + 200 \text{, мм} \qquad (3)$$

Погонная масса ленты

$$q_Л = \rho_Л B \delta_Л = 1100 \cdot 0,8 \cdot 0,0182 = 16 \text{, кг/м} \qquad (4)$$

где $\rho_Л$ - плотность ленты, кг/м3 ;

B - ширина ленты, м;

$\delta_Л$ - толщина ленты, м.

Толщина ленты

$$\delta = z \cdot \delta_{ПТ} + \delta_{ПЗ} + \delta_P + \delta_H = 8 \cdot 1,9 + 2 + 1 = 18,2 \text{ , мм} \qquad (5)$$

где z - количество тяговых тканевых прокладок;

$\delta_{ПТ}$ - толщина тяговой тканевой прокладки (таблица 8 и 12, Приложение 1)

$\delta_{ПЗ}$ - толщина защитной тканевой прокладки имеется у ленты типа 1: $\delta_{ПЗ} = 3,2$

δ_P - толщина резиновой обкладки рабочей поверхности конвейерной ленты (таблица 11, Приложение 1)

δ_H - толщина обкладки нерабочей поверхности конвейерной ленты (таблица 11, Приложение 1)

Согласно рекомендациям таблицы 13(Приложение 1), принимаем диаметр роликов роликоопор $d_P = 108$ мм.

Погонная масса вращающихся частей роликов (таблица 14, Приложение 1):

- рабочей ветви $d_P^P = 18,4$ кг/м,

- холостой ветви $d_P^X = 7,8$ кг/м.

Погонная масса движущихся частей конвейера, согласно формуле

$$q_K = q_K^P + q_K^X = (16 + 18{,}4) \cdot (16 + 7{,}8) = 58{,}2 \text{ , кг/м} \quad (6)$$

Где $q_K^P = q_Л + q_P^P$; $q_K^X = q_Л + q_P^X$

Погонная масса груза рассчитывается по формуле

$$q = \frac{Q}{3{,}6 \cdot \nu} = \frac{3250}{3{,}6 \cdot 1{,}6} = 55{,}6 \text{ , кг/м} \quad (7)$$

Для предварительного расчета определим тяговую силу конвейера по формуле

$$F_0 = [w \cdot L_Г \cdot (q_Г + q_K) \pm q_Г H] \cdot g \cdot k_K + F_{ПР} = \\ = [0.04 \cdot 789.07 \cdot (55{,}6 + 58{,}2) + 55{,}6 \cdot 124{,}98] \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}092 + 1300 = 114248{,}4, H \quad (8)$$

где w - коэффициент сопротивления (таблица 15, Приложение 1);

$L_Г$ - длина проекции конвейера на горизонтальную плоскость, м.

$$L_Г = l_1 \cos\beta_1 + l_2 \cos\beta_2 = 400 \cdot \cos 12 + 400 \cos 6 = 789{,}07 \text{ , м} \quad (9)$$

H - высота подъема (знак +) или опускания (знак -) груза, м;

k_k - коэффициент, учитывающий геометрические и конструктивные особенности конвейера.

$$k_K = k_1 k_2 k_3 k_4 k_5 = 1{,}04 \cdot 1{,}05 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1{,}092$$

F_{np} - сопротивление плужкового разгрузчика учитывается при его наличии

$$F \approx (27...36) \cdot q \cdot B = 1200...1601 \text{,Н} \quad (10)$$

Принимаем $F_{np} = 1300$ Н

Из таблицы 16 (Приложение 1) коэффициент сцепления между резинотканевой лентой и футерованным барабаном (для влажного окружающего воздуха) $f = 0{,}25$. Приняв угол обхвата лентой приводного барабана $\alpha = 200^\circ$, из таблицы 17 найдем $k_S = 1{,}73$

Максимальное статическое натяжение ленты рассчитываем по формуле

$$F_{MAX} = k_S \cdot F_0 = 1{,}73 \cdot 114248{,}4 = 197649{,}7 \text{ , Н} \quad (11)$$

Проверяем необходимое минимальное число тяговых прокладок в ленте

$$z \geq z_{\min}$$

$$z_{\min} = \frac{F_{\max}}{k_P B} = \frac{197649,7}{36 \cdot 800} \approx 6,9 < 8 \qquad (12)$$

где k_P - $\max$ допускаемая рабочая нагрузка прокладок (таблица 10)

Наименьший диаметр приводного барабана для ленты

$$D_{ПБ}^{\min} = k \cdot z = 200 \cdot 8 = 1600 \text{ , мм} \qquad (13)$$

где k - по таблице 18 (Приложение 1);

z - число прокладок в ленте.

Принимаем $D_{ПБ} = 1600$ мм (из номинального ряда по ГОСТ 22644—77: 160; 200; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1400; 1600; 2000; 2500).

Длину барабана принимаем по таблице 19 (Приложение 1):

$L_{ПБ} = 950$

2.3 Тяговый расчет конвейера

Определим тяговое усилие конвейера методом обхода по его контуру. Разобьем трассу конвейера на отдельные участки, пронумеровав их границы согласно рисунку 6. Эти точки нумеруются начиная от точки сбегания тягового органа с приводного элемента в направлении его движения. Обход начинают от точки с наименьшим натяжением. Натяжение в каждой последующей точке равно сумме натяжения в предыдущей точке и сопротивления на участке между этими точками при обходе по ходу тягового органа (14) и их разности - при обходе против хода тягового органа (15)[13]:

$$F_{i+1} = F_i + F_{i...(i+1)} \qquad (14)$$

$$F_i = F_{i+1} - F_{i...(i+1)} \qquad (15)$$

где F_i и $F_{(i+1)}$ - натяжение в i и $(i+1)$-й соседних точках контура;

$F_{i...(i+1)}$ - сопротивление на участке между i и $(i+1)$-й точками.

Определим натяжение ленты в отдельных точках трассы конвейера. Обход начинаем с точки 1, натяжение ленты в которую обозначим F1.

Сопротивление на отклоняющих барабанах:

$$F_{ПОВ} = F_{НАБ}(k_П - 1) \qquad (16)$$

где $F_{НАБ}$ - натяжение тягового органа в точке набегания на барабан поворотного пункта, Н;

$k_П$ - коэффициент увеличения натяжения тягового органа от сопротивления на поворотном пункте.

Определим при $k_П$=1,03 в предположении, что угол обхвата лентой отклоняющего барабана около 90°.

В соответствии с формулой (14) натяжение ленты в точке 2:

$$F_2 = F_1 + F_{ПОВ} = F_1 + F_1(1{,}03 - 1) = 1{,}03F_1$$

Сопротивление на прямолинейном горизонтальном участке 2 холостой ветви

$$F_{2-3} = w \cdot g\left(q_p^x \cdot L^x + q_m \cdot L_г^x\right) - q_m \cdot g \cdot H^x =$$
$$= 0{,}04 \cdot 9{,}81\left(7{,}8 \cdot 397 + 16 \cdot 394{,}8\right) - 16 \cdot 9{,}81 \cdot 41{,}5 = -2842{,}6H$$

при погонной массе движущихся частей холостой ветви конвейера

$q_p^x = 7{,}8кг/м; q_m = q_л = 16кг/м; H^x = L_2 \cdot Sin\beta_2 = 41{,}5м; L^x \approx 397; L_г^x = L^x \cdot Cos\beta_2 = 394{,}8м.$

Натяжение в точке 3:

$$F_3 = F_2 + F_{2-3} = 1{,}03F_1 - 2842{,}6H$$

Примем центральный угол криволинейного участка 3 $\alpha = 1{,}06рад$

При этом $k = 2{,}718^{0{,}04 \cdot 1{,}6} = 1{,}04$

Сопротивление на криволинейном участке 3 (батарея роликов) по формуле

$$F_{КР} = F_{НАБ}(k-1) = F_3(1{,}04 - 1) = 0{,}04F_3 \text{ Н} \qquad (17)$$

где $F_{НАБ}$ - натяжение ленты в начале участка, Н;

k - коэффициент, учитывающий увеличение натяжения ленты от сопротивления батареи роликоопор.

Натяжение в точке 4:

$$F_4 = F_3 + F_{кр} = F_3 + 0{,}04F_3 = 1{,}04F_3 = 1{,}04(1{,}03F_1 - 2842{,}6) = 1{,}07F_1 - 2956{,}3 \text{ Н}$$

Сопротивление на участке 4:

$$F_{4-5} = F_X = wg\left(q_P^X L^X + q_T L_Г^X\right) \pm q_T gH^X =$$
$$= 0{,}04 \cdot 9{,}81 \cdot \left(7{,}8 \cdot 397 + 16 \cdot 388{,}3\right) - 9{,}81 \cdot 16 \cdot 82{,}5 = -9318{,}53H$$

Здесь принято:

$L_4 = L^x \approx 397м; L_г^x = L_4 \cdot Cos\beta_1 = 388{,}3м; H^x = L_4 \cdot Sin\beta_1 = 82{,}5м.$

Второй член выражения со знаком минус учитывает составляющую веса движущихся масс на участке 4 холостой ветви конвейера, направленную в сторону движения.[13]

Натяжение в точке 5:

$$F_5 = F_4 + F_{4-5} = 1{,}07F_1 - 2956{,}3 - 9318{,}53 = 1{,}07F_1 - 12274{,}8H$$

Натяжение в точке 6:

$$F_6 = F_5 + F_{ПОВ} = F_5 + F_5(k-1) = F_5 + F_5(1{,}03-1) = 1{,}03F_5 = 1{,}03(1{,}07 - 12274{,}8) = 1{,}1F_1 - 12643\,H$$

Натяжение в точке 7 при $k_П = 1{,}05, (\alpha = 180^\circ)$

$$F_7 = F_6 + F_{ПОВ} = F_6 + F_6(k-1) = F_6 + F_6(1{,}05-1) = 1{,}05F_6 = 1{,}05(1{,}1F_1 - 12643) = 1{,}15F_1 - 13275{,}2H$$

Сопротивление на погрузочном пункте от сообщения грузу скорости тягового органа

$$F \approx \frac{Q \cdot g \cdot \nu}{36} = \frac{3250 \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}6}{36} = 340{,}6H$$

где Q - производительность конвейера, т/ч;

ν - скорость перемещения груза, м/с.

Сопротивление от направляющих бортов загрузочного лотка длиной

$F_Л \approx 50l = 50 \cdot 2 = 100\,H$

Общее сопротивление при загрузке

$$F_{7-8} = F_{загр} = F_{погр} + F_Л = 340{,}6 + 100 = 440{,}6H$$

Натяжение в точке 8:

$$F_8 = F_7 + F_{7-8} = 1{,}15F_1 - 13275{,}2 + 440{,}6 = 1{,}15F_1 - 12834{,}6H$$

Сопротивление на участке 8 согласно:

$$F_{8-9} = F_Г = wg\left[(q+q_T)L_Г^Г + q_P^P L^Г\right] \pm (q+q_T)gH =$$
$$= 0{,}04 \cdot 9{,}81 \cdot [(55{,}6+16) \cdot 388{,}3 + 18{,}4 \cdot 397] + (55{,}6+16) \cdot 9{,}81 \cdot 82{,}5 = 71639\,H$$

где погонные массы движущихся частей груженой части рабочей ветви конвейера и были определены выше;

Натяжение в точке 9:

$$F_9 = F_8 + F_{8-9} = 1{,}15F_1 - 12834{,}6 + 71639 = 1{,}15F_1 + 58804\,H$$

Сопротивление на криволинейном участке 9 (батарея роликов):

$$F_{10} = F_{KP} = F_{НАБ}(k-1) = F_9(1{,}04-1) = 0{,}04F_9 H$$

Натяжение в точке 10:

$$F_{10} = F_9 + F_{9-10} = F_9 + 0{,}04F_9 = 1{,}04F_9 = 1{,}04(1{,}15F_1 + 58804) = 1{,}2F_1 + 61156\ H$$

Сопротивление на участке 10

$$F_{10-11} = F_Г = wg\left[(q+q_T)L_Г^Г + q_P^P L^Г\right] \pm (q+q_T)gH =$$
$$= 0{,}04 \cdot 9{,}81 \cdot [(55{,}6+16)\cdot 388{,}86 + 18{,}4 \cdot 391] + (55{,}6+16)\cdot 9{,}81 \cdot 40{,}9 = 42392\ H$$

Где

$$L_{10} = L - L_{12} \approx 397 - 6 = 391 м = L^г$$
$$L_г^г = L^г \cdot Cos\beta_2 = 388{,}86 м; H = L^г \cdot Sin\beta_2 = 40{,}87 \approx 40{,}9 м.$$

Натяжение в точке 11:

$$F_{11} = F_{10} + F_{10-11} = 1{,}2F_1 + 61156 + 42392 = 1{,}2F_1 + 103548\ H$$

Сопротивление в точке 12 от плужкового разгрузчика

$F_{11-12} = F_{п.р} \approx (27...36)\cdot q \cdot B = 1200...1601$

Принимаем $F_{пр} = 1300$ Н

Натяжение в точке 12:

$$F_{12} = F_{11} + F_{11-12} = 1{,}2F_1 + 103548 + 1300 = 1{,}2F_1 + 104848 H$$

Сопротивление на участке 12:

$$F_{12-13} = F_П = wg\left(q_p^p L^П + q\ L_Г^П\right) \pm q_m gH = 0{,}04 \cdot 9{,}81 \cdot (18{,}4 \cdot 6 + 16 \cdot 5{,}97) + 16 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}63 = 179H$$

где

$$L^П = 6 м; L_Г^П = L^П \cdot Cos\beta_2 = 5{,}97 м; H = 0{,}63 м.$$

Натяжение в точке 13:

$$F_{13} = F_{12} + F_{12-13} = 1{,}2F_1 + 104848 + 179 = 1{,}2F_1 + 105027\ H$$

Натяжение в набегающей на приводной барабан ветви тягового органа с учетом сопротивления на поворотном пункте 13 (на приводном барабане)

$$F_{НАБ} = F_{13} + F_{13}(k_П - 1) = F_{13} + F_{13}(1{,}03 - 1) = 1{,}03F_{13} = 1{,}03(1{,}2F_1 + 105027) = 1{,}24F_1 + 108177{,}8H$$

Согласно формуле Эйлера

$$F_{НАБ} = F_{СБ}e^{f\alpha} = F_1 e^{f\alpha} = F_1 e^{0{,}25 \cdot 3{,}5} = 2{,}4F_1$$

где $F_{СБ}$ - натяжение в сбегающей с приводного барабана ветви ленты, $F_{СБ} = F_1$;

f - коэффициент сцепления между лентой и приводным барабаном, $f = 0{,}25$;

α - угол обхвата лентой приводного барабана, $\alpha = 200^\circ = 3{,}5 рад$

При этом

$$1{,}24F_1 + 108177{,}8 = 2{,}4F_1$$
$$108177{,}8 = 1{,}16F_1$$
$$F_1 = 93256{,}7H$$

Определяем натяжение (Н) конвейерной ленты в остальных точках трассы:

$F_2 = 1{,}03F_1 = 1{,}03 \cdot 93256{,}7 = 96054H$

$F_3 = 1{,}03F_1 - 2842{,}6 = 93211\,H$

$F_4 = 1{,}07 \cdot 93256{,}7 - 2956{,}3 = 96828H$

$F_5 = 1{,}07F_1 - 12274{,}8 = 1{,}07 \cdot 93256{,}7 - 12274{,}8 = 87509{,}9H$

$F_6 = 1{,}1F_1 - 12643 = 1{,}1 \cdot 93256{,}7 - 12643 = 89939\,H$

$F_7 = 1{,}15F_1 - 13275{,}2 = 1{,}15 \cdot 93256{,}7 - 13275{,}2 = 93969\,H$

$F_8 = 1{,}15F_1 - 12834{,}6 = 1{,}15 \cdot 93256{,}7 - 12834{,}6 = 94410{,}6H$

$F_9 = 1{,}15F_1 + 58804 = 1{,}15 \cdot 93256{,}7 + 58804 = 166049\,H$

$F_{10} = 1{,}2F_1 + 61156 = 1{,}2 \cdot 93256{,}7 + 61156 = 173064\,H$

$F_{11} = 1{,}2F_1 + 103548 = 1{,}2 \cdot 93256{,}7 + 103548 = 215456H$

$F_{12} = 1{,}2F_1 + 104848 = 1{,}2 \cdot 93256{,}7 + 104848 = 216756H$

$F_{13} = 1{,}2F_1 + 105027 = 1{,}2 \cdot 93256{,}7 + 105027 = 216935\,H$

$F_{НАБ} = 1{,}24F_1 + 108177{,}8 = 1{,}24 \cdot 93256{,}7 + 108177{,}8 = 223816H$

По уточненному значению

$$F_{\max} = F_{НАБ} = 223816\,H$$

проверяем прочность ленты

$$z \geq z_{\min}$$
$$z_{\min} = \frac{F_{\max}}{k_P \cdot B} = \frac{223816}{36 \cdot 800} = 7{,}7 < 8,$$

где z - принятое число тяговых прокладок;

$z_{\min}$ - необходимое минимальное число тяговых прокладок;

k_P - максимальная допустимая рабочая нагрузка, Н/мм;

B - ширина ленты, мм.

Необходимое минимальное число прокладок $z_{min} = 8$

Строим график натяжений ленты - рисунок 6.

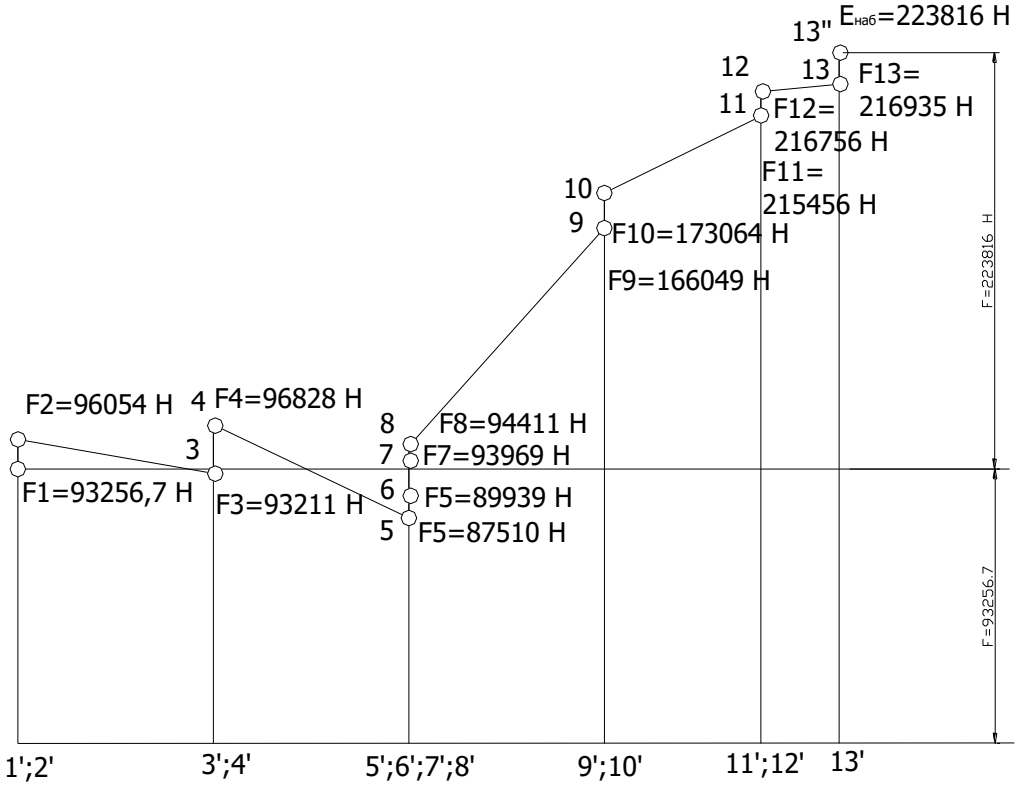


Рисунок 6 - Диаграмма натяжения ленты ленточного конвейера

2.4 Выбор электродвигателя

По тяговой силе определяем необходимую мощность на приводном валу конвейера, мощность двигателя и выбираем двигатель.

Мощность на приводном валу конвейера

$$P_0 = 10^{-3} F_0 \nu = 10^{-3} \cdot 130559,3 \cdot 1,6 = 26 \text{ , кВт} \quad (18)$$

Необходимая мощность двигателя

$$P = \frac{kP_0}{\eta} = \frac{1,1 \cdot 26}{0,96} = 29 \text{ , кВт} \quad (19)$$

где k - коэффициент запаса, k=1,1…1,35;

η - КПД передач от двигателя к приводному валу.

КПД передачи $\eta = 0{,}96$ принят из таблицы 5.1 в предположении, что в приводе будет использован двухступенчатый цилиндрический редуктор.

Выбираем электродвигатель типа Ц2У-315Н-40-21-Ц-У3номинальной мощностью $P_{ДВ} = 30$ кВт при частоте вращения $n = 1500$ мин$^{-1}$. Момент инерции ротора $I_P = 6{,}99$ кг·м2. Кратность максимального момента $\psi_{max} = 2{,}0$

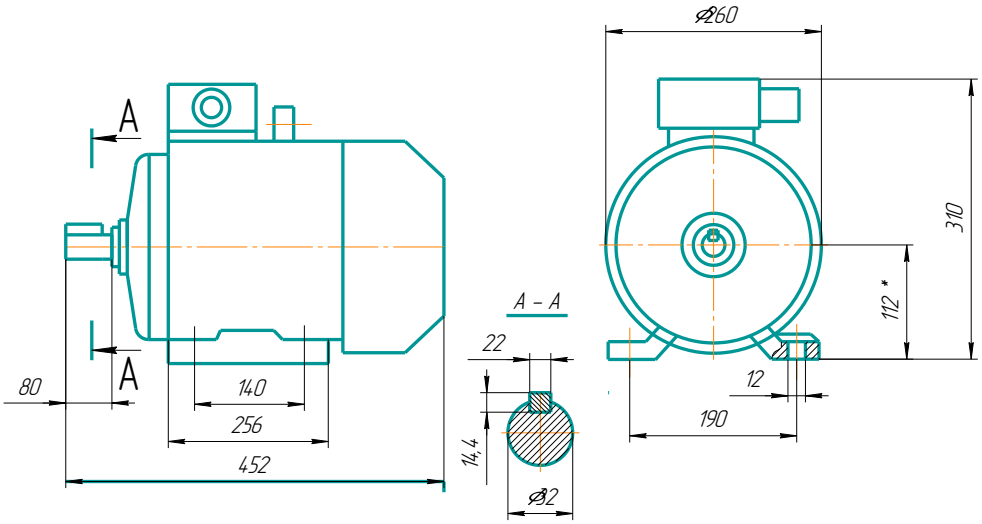


Рисунок 7 – Схема электродвигателя

2.5 Выбор приводного барабана

Проверяем правильность выбора диаметра приводного барабана по давлению между лентой и барабаном

$$D_{ПБ} \geq \frac{360F_0}{B[p]\pi \cdot \alpha \cdot f} = \frac{360 \cdot 130559.3}{0{,}8 \cdot 10^6 \cdot 3{,}14 \cdot 200 \cdot 0{,}25} = 0{,}37м$$

где F_0 - тяговая сила

$$F_0 = F_{НАБ} - F_{СБ} = 223816 - 93256{,}7 = 130559{,}3H$$

B - ширина ленты, м;

$[p]$ - допустимое среднее давление между лентой и барабаном, Па;

α - угол обхвата барабана лентой, град;

f - коэффициент сцепления между лентой и барабаном.

Принимаем $D_{ПБ} = 1600мм$

Частота вращения приводного барабана

$$n_{пб} = \frac{60 \cdot \upsilon}{\pi \cdot D_{пб}} \qquad (20)$$

$$n_{пб} = \frac{60 \cdot 1{,}5}{3{,}14 \cdot 0{,}4} = 71{,}66 \text{ мин}^{-1}$$

Выбираем неприводной барабан 4025-30 диаметром 1600 мм для ленты шириной В= 1600 мм.

Определяем диаметры барабанов:

- натяжного $D_Н = 0{,}8 D_{ПБ} = 0{,}8 \cdot 1600 = 1280$мм, по ГОСТ 22644-77 $D_Н = 1400$мм;

- отклоняющего $D_{ОТ} = 0{,}65 D_{ПБ} = 0{,}65 \cdot 1600 = 1040$ мм, согласно размерному ряду ГОСТ 22644-77, принимаем $D_{ОТ} = 1250$ мм.

2.6 Выбор редуктора

Частота вращения вала приводного барабана

$$n_{ПВ} = \frac{60 \cdot \nu}{\pi \cdot D_{ПБ}} = \frac{60 \cdot 2{,}5}{3{,}14 \cdot 1{,}6} \approx 29{,}9 \text{ , мин}^{-1} \qquad (21)$$

Требуемое передаточное число привода

$$u = \frac{n}{n_{ПВ}} = \frac{1500}{29{,}9} = 40 \qquad (22)$$

где n - частота вращения вала двигателя, мин$^{-1}$

Для приближения фактической производительности конвейера к заданной, учитывая, что ширина ленты принята больше расчетной, примем передаточное число привода несколько большим.[20]

$$P_р = k_р \cdot P \text{ , кВт}$$

где $k_р = 1$

Расчетная мощность на быстроходном валу редуктора для машин непрерывного действия принимается равной наибольшей статической мощности. В нашем случае $P_0 = P = 34$ кВт

Выбираем редуктор типоразмера Ц2 – 500 с передаточным числом $u_Р = 50{,}94$, имеющий при частоте вращения быстроходного вала 1500 мин $^{-1}$ мощность $P = 139$ кВт; КПД редуктора $\eta = 0{,}96$.

2.7 Подбор муфт

Для выбора соединительной муфты между двигателем и редуктором определяем номинальный крутящий момент двигателя

$$T_{НОМ} = 9550 \frac{P_{ДВ}}{n} = \frac{9550 \cdot 400}{1500} = 2546,7 \text{ , Н м} \quad (23)$$

С учетом коэффициента кратности максимального момента двигателя примем расчетный момент муфты

$$T_M^P = \psi_{\max} T_{НОМ} = 2 \cdot 2546,7 = 5093 \text{ , Н м} \quad (24)$$

Предполагая, что для предотвращения обратного движения загруженной конвейерной ленты необходим тормоз, предусматриваем упругую втулочно-пальцевую муфту с тормозным шкивом.

Выбираем муфту № 3 с наибольшим передаваемым крутящим моментом $T_M = 5500$ Н·м, большим $T_M^P = 5093$ Н·м, с диаметром тормозного шкива $D = 400$ мм. Момент инерции муфты $I_M = 2,25$ кг·м2

2.8 Выбор типа разгрузочного устройства

Для очистки рабочей стороны ленты следует применять очистные устройства. Усилие прижатия к ленте скребков не должно превышать 2 Н/см длины контактной кромки.

Выбираем плужковый очиститель перед барабаном на холостой ветви. Плужковые очистные устройства следует устанавливать перед натяжным или концевым барабаном на холостой ветви для ее очистки в случае попадания частиц транспортируемого материала.

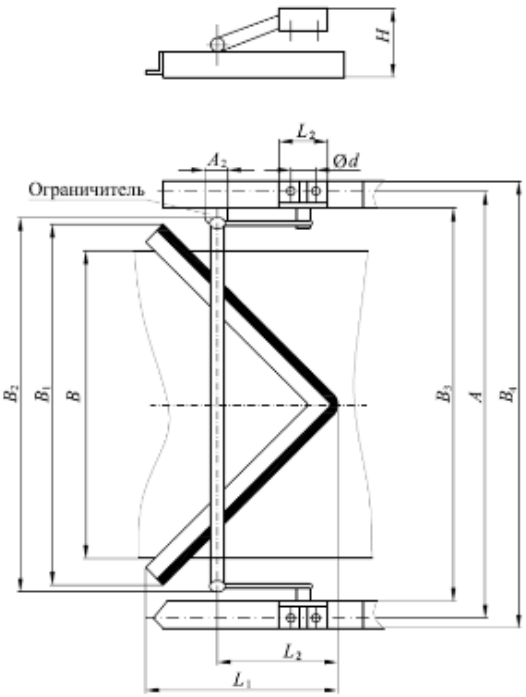


Рисунок 8 - Устройство очистное плужковое.

2.9 Подбор останова или тормоза

Момент сил инерции на валу двигателя при торможении

$$T_{ИН}^{T} = \frac{\delta \cdot I \cdot n}{9{,}55 \cdot t_T} + \frac{C \cdot \eta}{n \cdot t_T} = \frac{1{,}1 \cdot 9{,}24 \cdot 1500}{9{,}55 \cdot 2} + \frac{248159 \cdot 0{,}96}{1500 \cdot 2} = 1592 \text{ , Н·м} \qquad (23)$$

Время торможения:

$$t_T = \frac{2l_T}{\nu} = \frac{2{,}5 \cdot 2}{2{,}47} = 2 \text{ , с} \qquad (24)$$

Момент статических сопротивлений на валу двигателя при торможении:

$$T_C^T = \left[qH - k\left(\frac{F_0}{g} - qH \right) \right] g \frac{D}{2} \cdot \frac{\eta}{u} = \left[55{,}6(83{,}16 + 41{,}8) - 0{,}55\left(\frac{130559}{9{,}81} - 55{,}6 \cdot 125 \right) \right] \times$$

$$\times 9{,}81 \cdot \frac{1{,}6}{2} \cdot \frac{0{,}96}{50{,}49} = -511{,}7 H \cdot м, (3.3.23)$$

где k - коэффициент возможного уменьшения сопротивлений конвейера, k=0,5…0,6;

D - расчетный диаметр приводного барабана, м

Расчетный тормозной момент на валу двигателя, необходимый для предотвращения засыпки узла, перегрузки,

$$T_P^T = T_{ИН}^T - T_C^T = 1592 - 511{,}7 = 1080{,}3 \text{ , Н·м} \qquad (25)$$

где $T_{ИН}^{\ T}$ - момент сил инерции на валу двигателя при торможении

Таким образом, для предотвращения самопроизвольного обратного движения ходовой части конвейера при случайном выключении двигателя требуется тормоз, так как $T_C^T > 0$. Также тормоз необходим для предотвращения засыпки узла перегрузки

Выбираем тормоз ТГК – 400 с наибольшим тормозным моментом 1500 Н·м, который следует регулировать на нужный тормозной момент. Выбор этого типоразмера тормоза обусловлен выбором муфты данного диаметра.

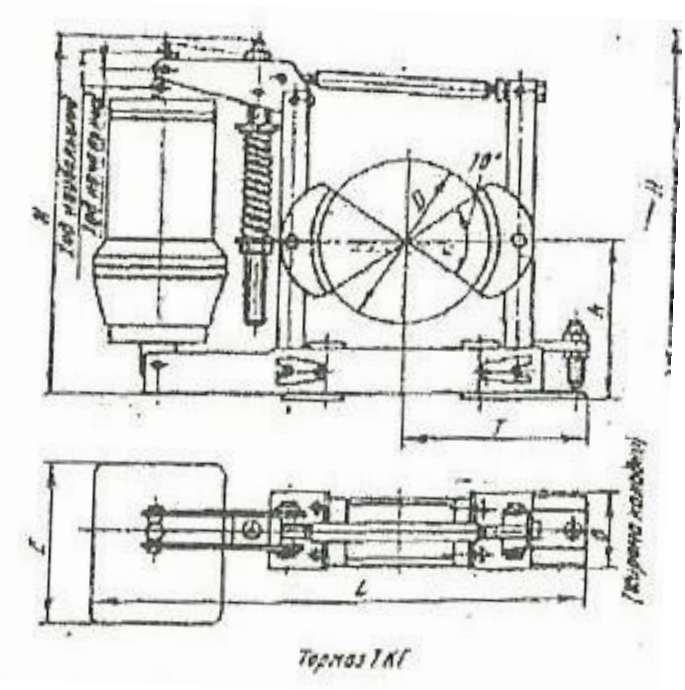


Рисунок 8 - тормоз ТГК – 400.

Выводы по разделу два

Во втором разделе был произведён расчёт ленточного конвейера с целью подбора необходимых узлов для оптимизации текущей конструкции конвейерасо следующими исходными техническими характеристиками:

- техническая производительность (Q) – 2500 т/ч;
- ширина ленты (B) - 1200 мм;
- скорость движения ленты (V) – 1,4 м/с;
- вылет стрелы от оси наклона до оси сбрасывающего барабана – 30250 мм;
- текущая мощность электродвигателя – 25 кВт;
- текущая частота вращения (n) - 975 мин $^{-1}$;
- передаточное число редуктора – 40;
- угол подьема и опускания стрелы - -15…+12,5 град.

С учетом рода и абразивности груза была выбрана лента: Лента 3 - 1600 - 8 - ТК-300 - 2 - 1 - В ГОСТ 20 - 76.

Затем для предварительного расчета определила тяговую силу конвейера $F_0 = 114248,4H$, на основании которой, был принят диаметр приводного барабана для ленты $D_{ПБ}^{\min} = 1600\,мм$ из номинального ряда по ГОСТ 22644-77.

Определив тяговое усилие конвейера методом обхода по его контуру, по найденным натяжениям во всех точках была построена диаграмма натяжений конвейера.

По найденной необходимой мощности на приводном валу конвейера $P = 29$ кВт выбран электродвигатель типа Ц2У-315Н-40-21-Ц-У3 мощностью 30 кВт и частотой вращения 1500 мин $^{-1}$.

По расчетному тормозному моменту на валу двигателя $T_P^T = 1080,3H \cdot м$ выбран тормоз ТГК – 400.

Новая проектируемая конструкция обладает следующими показателями:

- техническая производительность (Q) – 3250 т/ч;
- ширина ленты (B) - 1600 мм;
- скорость движения ленты (V) – 1,6 м/с;
- вылет стрелы от оси наклона до оси сбрасывающего барабана – 30250 мм;
- текущая мощность электродвигателя – 30 кВт;
- текущая частота вращения (n) - 1500 мин $^{-1}$;
- угол подьема и опускания стрелы - -15…+12,5 град.

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Разработка технологического процесса является основополагающим этапом производственного процесса. Грамотно разработанная технология обеспечивает минимальные затраты производственной мощности при максимальной производительности.

В связи с этим необходимо решить ряд вопросов при разработке технологического процесса. Необходимо четко изучить служебное назначение и конструктивные особенности рассматриваемого объекта производства.

На основании проведенного анализа необходимо произвести определение технологичности конструкции рассматриваемого изделия, чтобы в дальнейшем не возникали трудности при осуществлении производства изделия.

Так как разрабатываемая технология производится вновь, поэтому необходимо проанализировать существующий технологический процесс или типовой для выявления соответствия новым производственным условиям.

Грамотно выбранный метод получения заготовки так же определяет производительность технологического процесса механической обработки и его малоотходность.

Обеспечение производительности при разработке технологии не возможно осуществить без решения ряда задач, к которым относятся: выбор методов обработки поверхностей; обоснованный выбор технологических баз; расчеты минимальных припусков, режимов резания; выбор оборудования и технологической оснастки, режущего инструмента и нормирование операций технологического процесса. В данной работе рассмотрены и решены все выше перечисленные вопросы при заданных новых производственных условиях.

В данном разделе приводится технология изготовления оси барабана. В задачу проектирования технологического процесса изготовления детали входит разработка порядка проведения и содержания операций, а также определение необходимого оборудования, приспособлений и инструментов.

3.1 Назначение детали и анализ технических условий на ее изготовление

Деталь - фланец входит в узел привода конвейера и служит элементом соединения секций вала.

Деталь «Фланец» представляет собой типовое тело вращения типа «Фланец». Толщина детали - 50мм, диаметр фланца - 140 мм, диаметр ступицы - 80мм. На фланце расположены 2 отв. Ø 14. На расстоянии 60мм от оси детали на фланцевой части имеется лыска. Внутреннее отв. Ø 55Н7 имеет шпоночный паз 16Н9.

Технические условия изготовления:

- Допуск биения торца фланца относительно Ø 55Н7-0,05 мм;
- Неуказанные предельные отклонения размеров: отверстий - по Н14, валов - по h14, остальных -± НТ14/2.
- Деталь ДБ. 46.376.03.14 «Фланец» изготавливается из углеродистой качественной конструкционной стали 45 ГОСТ 1050 - 88. Метод формообразования – поковка.

3.2 Обоснование размеров и технологических требований на изготовление детали. Выбор способа получения заготовки.

На чертеже детали имеются все необходимые размеры, даны сведения о шероховатости обрабатываемой поверхности и точности их изготовления.

Чертёж детали содержит необходимые виды, дающие полное представление о детали. По своей конструкции деталь имеет большинство поверхностей открытых и доступных для обработки.

Качественную оценку поверхностей производим по коэффициентам:

1) точности $К_{тч}$

$$К_{тч} = 1 - \frac{1}{Acp} \geq 0,8 \quad , \qquad (26)$$

где $А_{ср}$ – средний квалитет точности

$$Acp = \frac{\sum A \times n_i}{\sum n_i} \quad ; \qquad (27)$$

где А – соответствующий квалитет точности

N_i – число поверхностей данного квалитета точности

$А_1 = 6n_1 = 7$

$А_2 = 7n_2 = 1$

$А_3 = 8n_3 = 2$

$А_4 = 12\ n_4 = 4$

$А_5 = 14\ n_5 = 18$

$$Acp = \frac{6 \cdot 7 + 7 \cdot 1 + 8 \cdot 2 + 12 \cdot 4 + 14 \cdot 18}{32} = 11,41$$

$$К_{тч} = 1 - \frac{1}{11,41} = 0,91 \geq 0,8$$

2) шероховатости $К_{ш}$

$$К_{Ш} = 1 - \frac{1}{Бср} \geq 0,7;$$

где $Б_{ср}$ – среднее числовое значение параметра шероховатости

$$Бср = \frac{\sum Б \cdot n_{iш}}{n_{iш}} \quad ; \qquad (27)$$

где Б – числовое значение параметров шероховатости на

$n_{iш}$ – число поверхностей составляющих шероховатость

$Б_1 = 1,25n_1 = 6$

$Б_2 = 6,3\ n_2 = 26$

$$Б_{ср} = \frac{1{,}25 \cdot 6 + 6{,}3 \cdot 26}{32} = 5{,}35$$

$$К_{ш} = 1 - \frac{1}{5{,}35} = 0{,}81 \geq 0{,}7$$

3) использования материала

$$К_{из} = \frac{m_g}{m_з} \geq 0{,}72; \qquad (28)$$

где m_g=5,6 кг – масса детали
$m_з$ – масса заготовки =7,84 кг

$$К_{м} = \frac{m_g}{m_з + m_{отх}} =\geq 0{,}64; \qquad (29)$$

где $m_{отх}$ – масса отходов $\left(10 \div 20\% m_g\right)$

$$К_{м} = \frac{5{,}6}{7{,}8 + (5{,}6 \cdot 15\%)} = 0{,}65 \geq 0{,}64$$

Таким образом, по всем показателям в соответствии с ГОСТ 14205-83 деталь является технологичной.

3.3 Разработка маршрутной технологии

Учитывая, рекомендации по экономической точности обработки и принципа постоянства баз применяем следующий маршрут обработки.

Таблица 1- Технологический процесс изготовления детали.

	Наименование и краткое содержание	**Технологические базы**	**Оборудование**
000	*Заготовительная операция*	Поковка Гр||| НВ174…217 ГОСТ 84 79-70	Фрезерно-центровальный полуавтомат МР-73М
005	*Токарная операция с ЧПУ* Прорезать торец 1	Сверло ?40 2301-0137 ГОСТ 10903-77,	Станок токарно-винторезный

	Сверлить отв. 2 Получистовое растачивание отв. 2,3 Чистовое растачивание отв. 2,3 Отделочное растачивание отв. 2,3	Резец 2103-0057 ВК8 ГОСТ 18879-73, Резец 214-0005 ГОСТ 10044-73, Резец 2141-0509 Т15К6 ГОСТ 18879-73	16К20Ф3
015	*Протяжная операция* Получить паз	Протяжка 2405-1497ГОСТ 18220-90	Горизонтально протяжной станок для внутреннего протягивания МП7А523
020	*Сверильная* Сверлить 12 отверстий	Сверло ?12,4 2300-7042 ГОСТ 886-77	Вертикально-сверильный станок 1А125
025	*Моечная*		Ванна

3.4 Расчёт режимов резания

Проектирование операции №005 «Токарная с ЧПУ».

Операция выполняется на токарно-винторезном станке с ЧПУ мод. 16К20Ф3 за два установа, на каждом из которых выполняется по одному переходу. На данной операции для установки и базирования заготовки на станке используются 2^x кулачковый поводковый патрон с плавающим передним центром и вращающийся центр, установленный в задней бабке.

В качестве режущих инструментов используются токарные резцы для наружной обработки стандарта ISO производства компании ISCAR:

Рекомендуемые режимы резанья:

V=250..100 м/мин

S=0,05..0,2 мм/об

t= до 5мм

Все расчеты по данной операции ведутся согласно формулам (30) и (31).

Скорость резания при наружном продольном и поперечном точении рассчитываем по формуле

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot s^{y_v}} \cdot K_v \, м/мин \qquad (30)$$

Общий поправочный коэффициент Kv на скорость резания представляет собой произведение из отдельных коэффициентов

$$K_v = Kmv \cdot Knv \cdot Kuv \cdot K\varphi v \quad (31)$$

Kmv – влияние качества обрабатываемого материала (для стали = 0,9)

Knv – влияние состояния поверхности заготовки (для проката = 0,8; после черновой обработки = 1,0)

Kuv – влияние материала режущей части(= 1,9)

Kφ – влияние главного угла в плане резца (для φ95°=0,7; для φ93°=0,7)

Черновое точение (установы А и Б):

Глубина резания t = 4 мм

Подача S=0,5 мм/об

Период стойкости инструмента T = 60 мин.

C_V = 350

m = 0,2

X_v = 0,15

y_v = 0,35

$$K_v = 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1,9 \cdot 0,7 = 0,958$$

$$v = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,958 = \frac{350}{2,27 \cdot 1,23 \cdot 0,78} \cdot 0,958 = 153,817\ м/мин$$

$$n = \frac{1000\,v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 153,817}{54 \cdot 3,14} = 906,69\ об/мин$$

Выбираем ближайшее значение по паспорту станка 800 об/мин

Действительная скорость резания

$$v = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 54 \cdot 800}{1000} = 135,7\ м/мин$$

Определяем силу резанья:

$$P_z = 10\ C_p\ t^x\ s^y\ v^n\ K_p \quad (31)$$

Общий поправочный коэффициент Кр на силу резания представляет собой произведение из отдельных коэффициентов

$$K_p = K_{mp}\ K_{\varphi p}\ K_{\gamma p}\ K_{\lambda p}\ K_{rp}, \quad (32)$$

K_{mp} =0,75;

$K_{\varphi p}$ =0,89;

$K_{\gamma p}$ =1,1;

$K_{\lambda p}$ =1,0;

$K_{гр}$ – учитывается только для быстрорежущей стали.

$$K_p = 0{,}75*0{,}89*1{,}1*1=0{,}734$$

$C_p = 204$
n = 0
X= 1,0
Y= 0,75

$$P_z=10*204*4^1*0{,}5^{0{,}75}*135{,}7^0*0{,}734=3561 \text{ Н}$$

Рассчитываем мощность резанья

$$N = \frac{P_Z \cdot v}{1020 \cdot 60} \quad (33)$$

$$N_{рез} = \frac{3561 \cdot 135{,}7}{1020 \cdot 60} = 7{,}9 \text{ кВт}$$

$$N_{потреб} = \frac{N_{рез}}{\eta} = \frac{7{,}9}{0{,}85} = 9{,}3 \text{ кВт} < 10 \text{ кВт}$$

Определим основное машинное время обработки:

$$To = \frac{Lp.x}{S \cdot n} \quad (34)$$

Определим длину рабочего хода Lрх:

$$Lpx = Lрез + y + Lдоп, \quad (35)$$

где Lрез – длина резания, равная длине обработки.
Lдоп – дополнительная длинна хода, вызванная в ряде случаев особенностями наладки и конфигурации детали.
y – длина подвода, врезания и перебега инструментов
Для установа 1:
Lрез=430 мм
Lдоп+y=14 мм
Lрх=444 мм

$$To = \frac{444}{0{,}5 \cdot 800} = 1{,}11 \text{ мин}$$

Для установа 2:
Lрез=187 мм
Lдоп+y=14 мм

Lрх=201 мм

$$To= \frac{201}{0,5 \cdot 800} = 0,503 \text{ мин}$$

Определение штучно-калькуляционного времени на операцию.Технические нормы времени в условиях массового и серийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим методом. В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени:

$$Тш\text{-}к= \frac{T_{пз}}{n} + Тшт \quad (38)$$

где Тпз – подготовительно – заключительное время на операцию.

n – величина партии запуска деталей; n=280 шт

Норма штучного времени при обработке на токарных станках с ЧПУ определяется как:

$$T_{шт}=T_о+T_в+T_{обсл}+T_{пер} \quad (39)$$

То – основное технологическое время

Тобсл – время технического и эксплуатационного обслуживания.

Тпер – время перерывов.

Тв – вспомогательное время:

$$T_в=T_{ус}+T_{м.в}+T_{зо}+ T_{из} \quad (40)$$

Тм.в. – машинно-вспомогательное время необходимое для перемещения револьверной головки станка в зоне обработки, включая холостые отводы и подводы, а также смену инструмента.

Тзо – время на закрепление и открепление детали,

Тус – время на установку и снятие детали,

Тиз – время на измерение детали,

$$T_{м.в.}=T_{хх}+T_{ск}+T_{си} \quad (41)$$

Тхх – суммарное время холостых ходов

Тск – суммарное время смены кадров управляющей программы (в среднем время смены одного кадра 1,5-2 сек).

Тси – Суммарное время необходимое для смены инструмента.

$$T_{шт}=T_о+T_{ус}+T_{из}+T_{зо}+T_{хх}+T_{ск}+T_{си}+T_{обсл}+T_{пер} \quad (40)$$

Общая длина холостого хода –1862 мм

Скорость быстрых перемещений – 2000 мм/мин

Тхх=1862/2000= 0,931 мин
Тси=0,17 мин
Тск=1,5 мин
Тм.в.=0,931+1,5+0,17=2,601 мин

$$T_{оп} = T_{о} + T_{ус} + T_{мв} = 2{,}893+0{,}4+2{,}601=5{,}894 \text{ мин}$$

Тобсл+ Тпер=12% от оперативного времени
Тобсл+ Тпер=5,894*0,12=0,707
Полученные значения норм времени сведем в таблицу 3.

Таблица 3 - значения норм времени

Время	Установ А	Установ Б	Общее
$T_{ус}$, мин	0,185	0,185	0,74
$T_{зо}$, мин	0,044	0,044	0,176
$T_{из}$, мин	0,44	0,37	2,64
$T_{обсл}+T_{пер}$, мин	0,707	0,707	2,828
$T_{пз}$, мин			18
$T_{о}$, мин	1,11	0,503	2,893

На основании таблицы получаем:

$$T_{шт}=2{,}893+0{,}74+2{,}64+0{,}176+2{,}601+2{,}828=11{,}878 \text{ мин.}$$

$$Тш\text{-}к= \frac{18}{280} +11{,}878=19{,}52 \text{ мин.}$$

Проектирование операции №0150 «Протяжная». Операция выполняется на горизонтальном протяжном станке для внутреннего протягивания МП7А523. Для данной операции необходимо применение специального приспособления, посредством которого деталь устанавливается и базируется на станке.

Все расчеты по данной операции ведутся согласно формулам (30) и (31).

Определим скорость резания V, м/мин, число оборотов шпинделя n, мин$^{-1}$,

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \, м/мин$$

Общий поправочный коэффициент Kv на скорость резания представляет собой произведение из отдельных коэффициентов

$$K_v = Kmv \cdot Knv \cdot Kuv$$

Kmv – влияние качества обрабатываемого материала (для стали = 0,9);
Knv – влияние состояния поверхности заготовки (после обработки = 1,0);
Kuv – влияние материала режущей части (= 1,0);

T – стойкость инструмента;
T=80минтаб40;
C_V = 12
m = 0,26
X_ν = 0,3
y_ν = 0,25
q=0,3
u=0
p=0

$$K_\nu = 0{,}9 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 0{,}9$$

$$\nu = \frac{12 \cdot 12^{0,3}}{80^{0,26} \cdot 2{,}2^{0,3} \cdot 0{,}18^{0,25} \cdot 12^{0} \cdot 2^{0}} \cdot 0{,}9 = 10{,}45 м/мин$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot \nu}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10{,}45}{3{,}14 \cdot 12} = 277{,}27 об/мин$$

По паспорту станка принимаем число оборотов n=250 мин$^{-1}$
Уточняем скорость резания:

$$\nu = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3{,}14 \cdot 12 \cdot 250}{1000} = 9{,}42 м/мин$$

Определим минутную подачу Sм, мм/мин:
Sм=Sz*z*n=0,18*2*250=90 мм/мин
Определяем силу резанья:

$$P_z = 10 \frac{C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}$$

поправочный коэффициент K_{mp} на силу резания
K_{mp} =0,3;
C_p = 82;
u =1;
X= 0,75;
Y= 0,6;
q=0,86;
w=0;

$$P_z = 10 \frac{82 \cdot 2{,}2^{0,75} \cdot 0{,}18^{0,6} \cdot 12^{1} \cdot 2}{12^{0,86} \cdot 250^{0}} \cdot 0{,}3 = 44{,}981 Н$$

Рассчитываем мощность резанья

$$N_{рез} = \frac{P_Z \cdot v}{1020 \cdot 60}$$

$$N_{рез} = \frac{44{,}981 \cdot 9{,}42}{1020 \cdot 60} = 0{,}0069 \text{ кВт}$$

$$N_{потреб} = \frac{N_{рез}}{\eta} = \frac{0{,}0069}{0{,}7} = 0{,}01 \text{ кВт} < 2{,}2 \text{ кВт}$$

Определим основное машинное время обработки:

$$\text{То} = 2 \cdot \frac{Lp.x}{Sм} = 2 \cdot \frac{60}{90} = 11{,}5 \text{мин}$$

Определение штучно-калькуляционного времени на операцию.

Технические нормы времени в условиях массового и серийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим методом. В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени:

$$\text{Тш-к} = \frac{T_{пз}}{n} + \text{Тшт},$$

где Тпз – подготовительно – заключительное время на операцию.

n – величина партии запуска деталей; n=280 шт

$$\text{Тшт} = \text{То} + \text{Тв} \cdot k + \text{Тоб.от},$$

где То – основное время,

Тв – вспомогательное время:

$$\text{Тв} = \text{Тус} + \text{Тзо} + \text{Туп} + \text{Тиз},$$

где Тус – время на установку и снятие детали,

Тзо – время на закрепление и открепление детали,

Туп – время на приемы управления станком,

Тиз – время на измерение детали,

Тоб.от – время на обслуживание рабочего места и перерывов на отдых и личные надобности,

k – коэффициент, учитывающий серийность производства (k=1,85).

$\text{Тоб.от} = T_{оп} \cdot 9\ \%$

$$T_{оп} = T_о + T_в \cdot k$$

$$T_{оп} = 2{,}833 + (0{,}094 + 0{,}068 + 0{,}12 + 0{,}62)1{,}85 = 4{,}502 \text{ мин}$$

Тоб.от=4,502 ·0,09=0,405 мин

Полученные значения норм времени сведем в таблицу 4.

Таблица 4 - значения норм времени

Наименование	Переход 1
Тус – время на установку и снятие детали, мин	0,094
Тзо – время на закрепление и открепление детали, мин	0,068
Туп – время на приемы управления станком, мин	0,12
Тиз – время на измерение детали, мин	0,62
Тоб.от – время на обслуживание рабочего места и перерывов на отдых и личные надобности, мин	0,405
Тпз – подготовительно – заключительное время, мин	20
То – основное время, мин	11,5
Время на получение и сдачу инструмента, мин	7

На основании таблицы получаем:

$$Тш\text{-}к= \frac{27}{280} +4,502+0,405= 12,6 \text{ мин.}$$

Проектирование операции №020 «Сверильная». Операция выполняется вертикально-сверильным станком 1А125. Для данной операции необходимо применение приспособления – тиски с самоцентрирующими губками, посредством которого деталь устанавливается и базируется на станке по наружной цилиндрической поверхности. Возможно применение специального приспособления аналогичного приспособлению, используемому на фрезерной операции.

Все расчеты по данной операции ведутся согласно формулам (30) и (31).

Определим скорость резания V, м/мин, число оборотов шпинделя n, мин$^{-1}$,

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot s^y} \cdot K_v \, м/мин$$

Общий поправочный коэффициент Kv на скорость резания представляет собой произведение из отдельных коэффициентов

$$K_v = Kmv \cdot K_{TV} \cdot Kuv$$

Kmv – влияние качества обрабатываемого материала (для стали = 0,8)

K_{Tv} – учитывающий точность нарезаемой резьбы (точный = 0,8)

Kuv – влияние материала режущей части (= 1,0)
T – стойкость инструмента; T=120минта;
C_V = 7,4
m = 0,5
y_ν = 1,2
q=1,2
$K_\nu = 0{,}8 \cdot 0{,}8 \cdot 1{,}0 = 0{,}64$

$$\nu = \frac{7{,}4 \cdot 24^{1,2}}{120^{0,5} \cdot 1{,}5^{1,2}} \cdot 0{,}64 = 12{,}04 м/мин$$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot \nu}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10{,}45}{3{,}14 \cdot 12} = 159{,}7 об/мин$$

По паспорту станка принимаем число оборотов n=160 мин $^{-1}$
Уточняем скорость резания:

$$\nu = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3{,}14 \cdot 24 \cdot 160}{1000} = 12{,}06 м/мин$$

Рассчитываем мощность резанья

$$N_{рез} = \frac{M_{КР} \cdot n}{975}$$

$$N_{рез} = \frac{23{,}69 \cdot 160}{975} = 3{,}9 \text{ кВт}$$

$$N_{потреб} = \frac{N_{рез}}{\eta} = \frac{3{,}9}{0{,}7} = 5{,}5 \text{ кВт} < 6 \text{ кВт}$$

Определим основное машинное время обработки:

$$\text{To} = \frac{Lp.x}{Sn} = \frac{34}{1{,}5 \cdot 160} = 0{,}93 \text{ мин}$$

Определение штучно-калькуляционного времени на операцию.

Технические нормы времени в условиях массового и серийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим методом. В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени:

$$\text{Тш-к} = \frac{T_{пз}}{n} + \text{Тшт},$$

где Тпз – подготовительно – заключительное время на операцию.
n – величина партии запуска деталей; n=280 шт

$$Тшт=То+Тв\cdot k+Тоб.от,$$

где То – основное время,
Тв – вспомогательное время:

$$Тв=Тус+Тзо+Туп+Тиз,$$

где Тус – время на установку и снятие детали,
Тзо – время на закрепление и открепление детали,
Туп – время на приемы управления станком,
Тиз – время на измерение детали,
Тоб.от – время на обслуживание рабочего места и перерывов на отдых и личные надобности,
k – коэффициент, учитывающий серийность производства (k=1,85).
$Тоб.от=Т_{оп}\cdot 7\ \%$

$$Т_{оп}=Т_о+Т_в\cdot k$$
$$Т_{оп}=0,24+(0,094+0,068+0,12+0,55)1,85=1,78 \text{ мин}$$
$$Тоб.от=1,78\cdot 0,07=0,125 \text{ мин}$$

Полученные значения норм времени сведем в таблицу 5.

Таблица 5 - значения норм времени

Наименование	
Тус – время на установку и снятие детали, мин	0,094
Тзо – время на закрепление и открепление детали, мин	0,068
Туп – время на приемы управления станком, мин	0,12
Тиз – время на измерение детали, мин	0,55
Тоб.от – время на обслуживание рабочего места и перерывов на отдых и личные надобности, мин	0,125
Тпз – подготовительно – заключительное время, мин	20
То – основное время, мин	0,93
Время на получение и сдачу инструмента, мин	7

На основании таблицы получаем:

$$Тш\text{-}к=\frac{27}{280}+0,24+0,125=2,02 \text{ мин.}$$

Вывод по третьему разделу

В технологической части пояснительной записки выполнялась разработка технологического процесса изготовления детали «фланец». В качестве материала применяется сталь 45 ГОСТ 5632-72. Метод формообразования – поковка.

Были выполнены анализ технических условий на изготовление детали и обоснование размеров и технологических требований на изготовление детали. В связи расчётами по всем показателям в соответствии с ГОСТ 14205-83 деталь является технологичной.

Учитывая, рекомендации по экономической точности обработки и принципа постоянства баз применен следующий маршрут обработки:

- 000 Заготовительная операция
- 005 Токарная операция с ЧПУ
- 015 Протяжная операция
- 020 Сверильная
- 025 Моечная

В данном разделе для каждой технологической операции проведены расчеты режимов резания и норм времени.

4 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Целью организационно-экономической части является расчёт экономической эффективности реализации проекта оптимизации конструкции конвейера.

Для оценки технико-экономической эффективности ленточного конвейера проводится анализ и сравнение основных экономических показателей базовой и новой конструкции: капитальных затрат и эксплуатационных расходов, являющихся основным критерием при выборе оптимального варианта; расхода электроэнергии и материалов на обслуживание конвейера; срока окупаемости капитальных затрат.

4.1 Организационный раздел

В организационном разделе проводится расчёт трудоемкости и длительности этапов НИОКР проектируемой конструкции, с организационной и временной точек зрения.

Планирование и управление различными комплексами работ предполагают использование моделей (графиков) проектов или разработок, достаточно полно отражающих в той или иной форме взаимосвязи и характеристики работ, которые предстоит выполнить. Традиционные методы планирования предполагают использование простейших моделей типа ленточных план-графиков Ганнта, которые позволяют отразить календарные сроки начала и окончания каждого вида работы и длительность цикла выполнения всего комплекса работ.

При расчете трудоемкости и длительности этапов НИОКР могут быть приняты события дипломной работы. Расчет трудоемкости этапов НИОКР проводится на основе нормативной базы. Во веремя расчета трудоемкости этапов НИОКР был использован метод экспертных оценок. В таблице 6 приведена диаграмма Ганнта по выполнению НИОКР.

№ п.п.	Этап работ	Исполнители		Продол-житель-ность, раб. дни	Рабочие дни						
		категория	кол-во		1–10	11–20	21–30	31– 40	41–50	51-60	61– 70
1	Введение	Инженер	1	2							
2	Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений	Инженер	1	7							
3	Описание и обоснование выбранной конструкции	Руководитель проекта Инженер	2	25							
4	Расчеты подтверждающие работоспособность и надежность конструкции	Руководитель проекта Инженер	2	19							
5	Технологический раздел	Инженер	1	10							
6	Организационно-экономический раздел	Консультант по эконом. части Инженер	2	10							
7	Раздел БЖД	Консультант БЖД Инженер	2	8							
8	Заключение	Инженер.	1	5							

Таблица 6 – Диаграмма Ганнта по выполнению НИОКР

4.2 Анализ прогрессивности проектируемой конструкции и оценка эффективности

Все показатели, используемые для оценки технического уровня конструкции можно классифицировать на:

- показатели назначения и тактико-технические данные изделия;
- конструкторские (специальные) показатели, влияющие на функционирование изделия;

В качестве показателей значения выбраны: производительность, мощность двигателя, скорость движения ленты; в качестве технических показателей: ширина конвейера, длина конвейера; в качестве технологических показателей: уровень стандартизации, уровень унификации. Для большей наглядности эти показатели внесены в таблицу 7.

Таблица 7 - Перечень показателя технического уровня и качества изделий.

Показатель	Единица измерения	Базовая модель	Проектируемая модель
Производительность	т/ч	2500	3250
Мощность электродвигателя	кВт	25	30
Скорость движения ленты	м/с	1,4	1,6
Ширина ленты	м	1200	1600
Длина конвейера	м	35,7	40

Предлагаемые реконструктивные мероприятия для участка погрузки минеральных удобрений обеспечивают достижение перечисленных выше целей при максимальном использовании существующего оборудования цеха, а также минимизации объема изготовления новых узлов и механизмов. Вновь изготавливаемое оборудование поставляется с повышенной монтажной готовностью, с выполненными разводками трубопроводов и электрокабелей, комплектуется необходимыми запасными и сменными частями.

Транспортёр разгрузки навалом это техническое устройство которое производит погрузку полувагонов и минераловозов минеральными удобрениями. Режимы работы транспортёра и место расположения не позволял производить погрузку быстрее.

Трудозатраты на модернизацию конвейера погрузки связаны с затратами на ремонтную бригаду, которая будет производить демонтаж старого и монтаж нового оборудования. Объёмы трудозатрат на модернизацию описан в смете на модернизацию оборудования, где приведен полный перечень проводимых работ, с нормой времени на каждую операцию, стоимости часа работы на каждую операцию, общей стоимости операции, итоговая сумма. Кроме того, её можно будет использовать в дальнейшем для оплаты ремонтов данного оборудования.

Таблица 8. Стоимость работ согласно смете

Наименование операции	Время на операцию, час	Стоимость часа работы, руб.	Стоимость операции, руб.
Демонтаж конвейера	24	1000	24000
Подготовит. к монтажу работы	24	1000	24000
Монтаж конвейера	32	1000	32000
Окончательная проверка	6	1000	6000
Итого	86	-	86000

В смету на модернизацию конвейера не включены затраты на механизмы и машины, так как они оплачиваются по актам использования во время проведения ППК и КР, который предъявляется организацией - владельцем техники

Затраты на модернизацию считаются по следующей формуле:

$$З_{мод} = З_{тех.стр} + З_{труд} \quad (31)$$

где $З_{тех,стр}$ - затраты на машины, механизмы и строительные материалы, 22800руб,

$З_{труд}$ - затраты на демонтаж старого и монтаж нового оборудования, 86000руб.

$$З_{мод} = 22800 + 86000 = 108800\,руб$$

Затраты на проведение модернизации складываются из затрат на механизмы и строительные материалы, затрат на демонтаж старого и монтаж нового оборудования, стоимости нового оборудования, для создания запаса и предотвращения аварийной ситуации, составили 108800руб.

4.2 Оценка эффективности

Целью установки нового конвейера является увеличить грузопоток отгрузки.

Снижение простоя полувагонов и минераловозов достигается за счет применения большей производительности конвейера, обеспечивающего более быструю погрузку железнодорожных вагонов и как следствие снижение простоя, и выплат штрафов за препростой. Сравнение скорости отгрузки полувагона при старом и новом конвейере приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Сравнение скорости отгрузки

	При старом конвейере	При новом конвейере
Скорость отгрузки полувагона, мин	9	5

Экономический эффект от сокращения времени на выгрузку составит:

$$\Delta_{сокр.времени} = \Delta_{время.основное} \cdot \Delta_{время.после} \quad (32)$$

где $\Delta_{времяосновное}$- время на выгрузку одного полувагона до модернизации, мин.

$\Delta_{времяпосле}$- время на выгрузку одного полувагона после модернизации, мин.

$$\Delta_{сокр.времени} = 9 - 5 = 4 мин$$

$$Э_{экон.простоя} = \Delta_{сокр.времени} \cdot C_{простой} \cdot N_{вагон} \cdot N_{смен} \quad (33)$$

где Nваг.=100- среднее количество погруженных полувагонов в смену,

$N_{смен}$=730 - количество смен в год,

$C_{простой}$=13 - стоимость простоя одного полувагона в минуту, руб.

$$Э_{экон.простоя} = 2,5 \cdot 13 \cdot 100 \cdot 730 = 2375250 руб / год.$$

Сокращение расходов на ремонтные работы достигается за счёт установки более надёжного и современного оборудование с более высоким запасом прочности и ресурсом вновь установленного оборудования. Это оборудование имеют десятилетний гарантийный срок эксплуатации и не требуют замены узлов по истечения гарантийного срока эксплуатации, что позволит снизить эксплуатационные затраты на данный вид оборудования. Затраты, проводимые для обслуживания конвейера разгрузки в течение годового срока эксплуатации приведены в таблице 10.

Таблица 10 - Годовые затраты на обслуживание

До модернизации				После модернизации			
Наименование операции	Периодичность	Время рем. чел. часов	Время, чел часов в год	Наименование операции	Периодичность	Время ремонта чел. часов	Время, чел. часов в год
Замена вала 2шт.	1 раз в 5лет	120	48	Замена вала 2шт.	нет	-	-
Замена подшипников 4шт	1 раз в 5лет	160	128	Замена подшипников 4шт	нет	-	-
Ревизия редукторов 1 шт	6 раз в год	2	12	Ревизия редукторов 1шт	6 раз в год	2	12
Прокачка узлов трения	6 раз в год	2	12	Прокачка узлов трения	6 раз в год	2	2
Ревизия замена болтовых соедин.	12 раз в год	2	24	Ревизия замена болтовых соедин.	12 раз в год	2	24
Ремонт электродвигателя	1 раз в год	20	20	Ремонт электродвигателя	1 раз в год	20	20
Ревизия электрооборудования	6 раз в год	3	18	Ревизия электрооборудования	6 раз в год	3	18
Итого годовое время обслуживания:			262	Итого годовое время обслуживания:			86

Эффект от сокращения времени на ремонт и обслуживание оборудования:

$$Э_{рем} = (T_{до} - T_{после}) \cdot C_{чел.часа} \quad (35)$$

где $T_{до}$ - годовой фонд времени на ремонты до предложения, 262 человеко-часов

$T_{после}$- годовой фонд времени на ремонты после предложения, 86 человека-часа

$C_{чел.часа}$ - стоимость за час работы, 1000 руб.

$$Э_{рем} = (262 - 86) \cdot 1000 = 176000 \, руб / год$$

.

Также необходимо учесть и сокращение затрат на запасные части и материалы, затраты на электроэнергию. По аналогии с затратами, приведенными в экономии на обслуживание оборудования занесем в таблицу 11 все необходимые данные и проведем расчет на сокращении затрат.

Таблица 11 - Годовые затраты на остальные статьи затрат

До модернизации			После модернизации		
Наименование запчасти, объема, количество	Объем, количество, штук на 5 лет	Общая стоимость руб	Наименование запчасти, объема, количество	Объем, количество, штук на 5 лет	Общая стоимость руб
Вал барабана	1 шт	10500	Вал барабана	-	-
Подшипник	4 шт	10400	Подшипник	-	-
Масло	900 литр	13500	Масло	820	12300
Густая смазка	400 кг	8800	Густая смазка	400 кг	8800
Болты, гайки,	340 кг	9180	Болты, гайки,	340 кг	9180
Пальцы и резина МУВП к ним	150 комп.	5100	Пальцы и резина МУВП к ним	150 комп.	5100
Кабели	50 м	9000	Кабели	50 м	9000
Электроэнергия	1820 кВт	6188	Электроэнергия	1730 кВт	5882
Итого:		72668	Итого:		59262

Эффект от сокращения других статей затрат:

$$Э_{др.статей} = (T_{до} - T_{после}) / 5 \quad (36)$$

где $T_{до}$ - пяти летний фонд затрат до предложения, 72668 руб.

$T_{после}$- пяти летний фонд затрат после предложения, 59262 руб.

5 - промежуток времени за который посчитаны затраты, года

$Э_{др.статьи} = (72668 - 590262) / 5 = 2680\,руб / год$

Общий экономический эффект от реализации данного проекта составит:

$$Э = Э_{простоя} + Э_{рем} + Э_{др.статьи} \quad (37)$$

$$Э = 2375250 + 176000 + 6581 = 2852 \text{ млн.руб./год}$$

Общий экономический эффект от модернизации транспортёра складывается из эффекта от сокращения штрафов на простой полувагонов, сокращению затрат на проведение ремонтных работ и технического обслуживания транспортёра, а также сокращение других затрат.

Основная задача при моделировании инвестиционного процесса, с целью оценки его эффективности, сводится к описанию потока поступлений, которое следует ожидать при замене ленточного конвейера.

Затраты на инвестиции складываются из условия затрат связанных с закупкой материалов, затрат на демонтаж и монтаж оборудования и запасных частей, они составляют:

$$З_{инв} = 108800\,руб.$$

Прибыль складывается из условия сокращения времени на погрузку одного полувагона, уменьшение времени ремонта, уменьшения потребления запасных частей и материалов:

$$П_{инв} = 2{,}852 \text{ млн. руб.}$$

Амортизационные отчисления связаны с затратами на отчисление денежных средств на обновление парка оборудование при старении имеющихся механизмов. Согласно классификатору по сроку службы, устанавливаемое оборудование эксплуатируется 10 лет.

$$A = З_{инв} \cdot H_A \tag{38}$$

где H_A - норма амортизации, %

$$H_A = \frac{100}{T} \tag{39}$$

где T - количество лет эксплуатации, 10 лет

$$H_A = \frac{100}{10} = 10\%,$$

$$A = 108800 \cdot 0{,}1 = 10880\,руб.$$

Остаточная стоимость основных средств после проведения модернизации, которая остаётся при эксплуатации агрегата:

$$C_{ост.ОС} = З_{инв} - A \tag{40}$$

$$C_{ост.ОС} = 108800 - 10880 = 97920\,руб.$$

Налог на имущество, который будет выплачиваться предприятием ежегодно государству:

$$H_{им} = \frac{(C_{ост.ОСпред} + C_{ост.ОСтек})}{2} \cdot C_{нал.им} \quad (41)$$

где $C_{ост.ОСпред}$ - остаточная стоимость основных средств предыдущего года, 108800руб.

$C_{ост.ОСтек}$ - остаточная стоимость основных средств текущего года, 97920 руб.

$C_{нал.им}$ - ставка налога на имущество, 2,2%

$$H_{им} = \frac{(108800 + 97920)}{2} \cdot 0,022 = 2273,92 руб$$

База налога на прибыль составит:

$$Б_{нал.приб} = П_{инв} - А - Н_{им} \quad (42)$$

$$Б_{нал.приб} = 2557831 - 10880 - 2273,92 = 2544677,08 руб.$$

Налог на прибыль:

$$H_{приб} = Б_{нал.приб} \cdot C_{нал.приб} \quad (43)$$

где $C_{нал.приб}$ - ставка налога на прибыль, 20%

$$H_{приб} = 2544677,08 \cdot 0,2 = 508935,416 руб.$$

Чистая прибыль:

$$ЧП_{инв} = Б_{нал.приб} - Н_{приб} \quad (44)$$

$$ЧП_{инв} = 2544677,08 - 508935,416 = 2035741,664 руб.$$

Затраты на инвестиции будем вычитать исходя из условия, что мы понесём эти затраты в пятый год эксплуатации, и эти затраты вычтем из получаемой прибыли, так как по договору мы можем денежными средствами которые нам дали кредиторы пять лет платя лишь процент:

$$З_{инв} = 108800 руб.$$

Прибыль в распоряжении предприятия:

$$ПР = ЧП + А \quad (45)$$

$$ПР = 2035741,664 + 10880 = 2046621,664 руб.$$

Понижающий множитель - это процент на кредит, который был заимствован у кредиторов и составляет 20%, при этом ставка кредита зависит от предприятия, которому он будет выделяться:

$$k = \frac{1}{(1+i)^n} \quad (46)$$

где i - размер ставки кредита, 20%
n - число лет прошедших с момента заимствования, 1 год

$$k = \frac{1}{(1+0,2)^1} = 0,83.$$

Чистый дисконтный доход за первый год эксплуатации оборудования составит:

$$ЧДД = ПР \cdot k \quad (47)$$

$$ЧДД = 2046621,664 \cdot 0,83 = 1698695,98 руб.$$

Коэффициент общей экономической эффективности:

$$Э = \frac{П}{К} \quad (48)$$

где П - годовая прибыль,
К - капитальные вложения

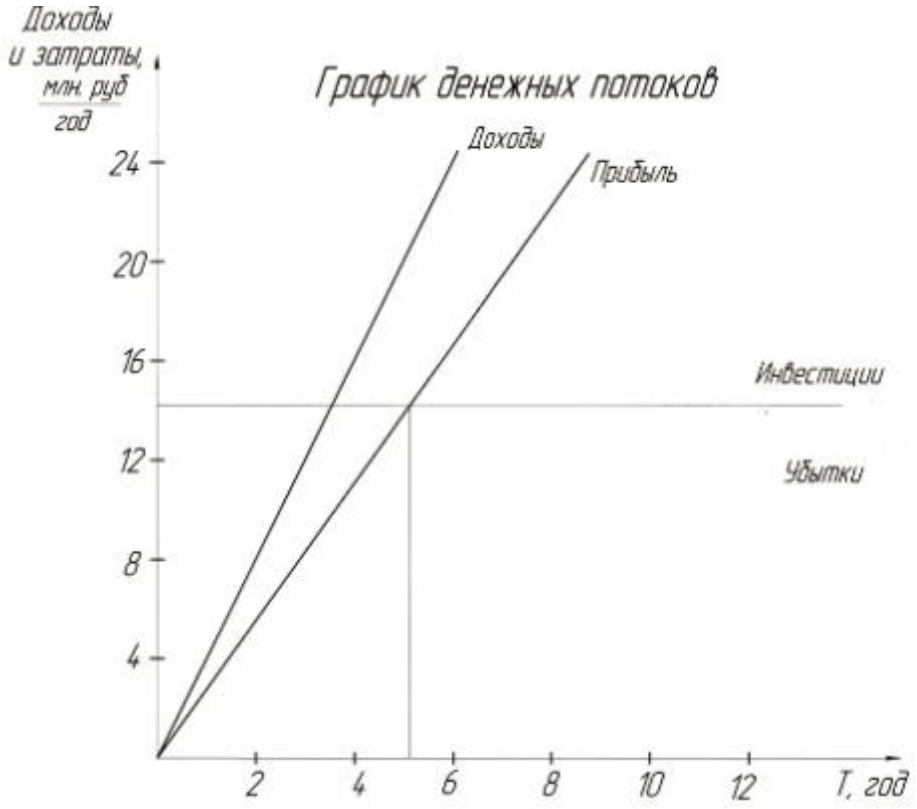
$$Э = \frac{2,852}{108800} = 23,5$$

Срок окупаемости:

$$T = \frac{К}{П} = \frac{108800}{2557831} = 5,2 \text{ года} \quad (49)$$

Графическая иллюстрация срока окупаемости представлена на рисунке 9.

Рисунок 9 – График денежных потоков.



Точка безубыточности проекта – критический объём производства $A_{кр}$, при котором прибыль становится нулевой, так как прибыль от реализации совпадает с издержками производства.

Точка безубыточности определяется по формуле:

$$A_{кр} = \frac{B}{Ц_{опт} - a}; \quad (50)$$

где, В – условно-постоянные издержки на весь выпуск, руб./год;

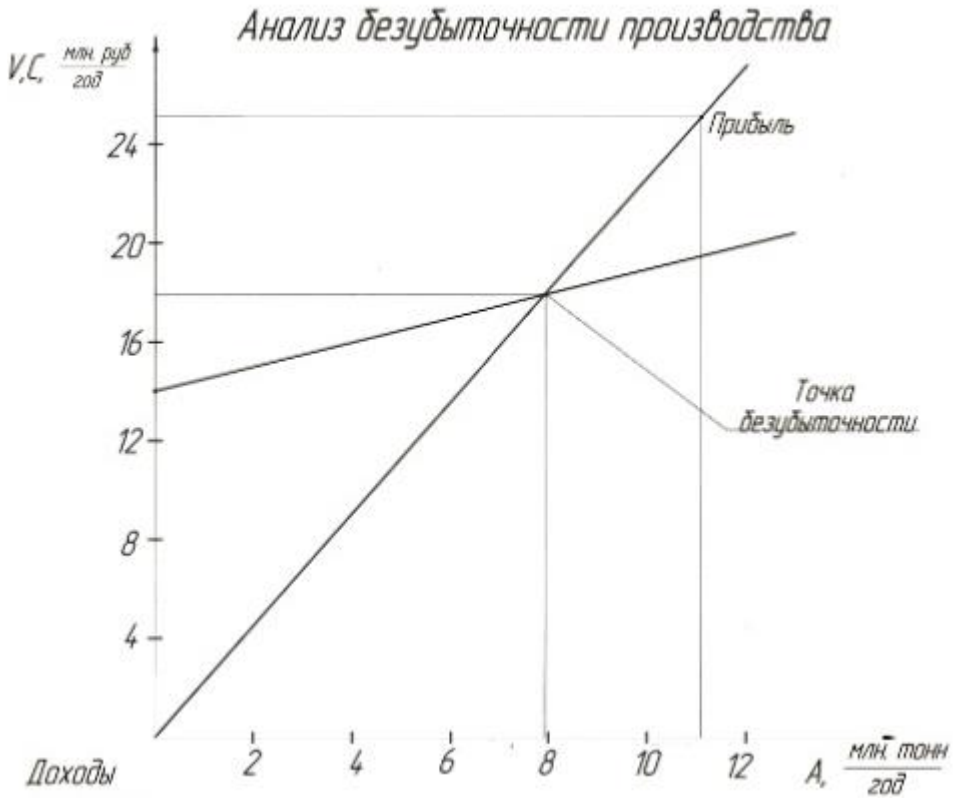
$Ц_{опт}$ - оптовая цена производства 1 тонны, руб./тонн.;

а – условно-переменные издержки на 1 тонну продукции, руб./ тонн.

$$A_{кр} = \frac{354629000}{471656,57 - 35000} = 8$$ млн.тонн/год

Графическая иллюстрация «Точки безубыточности» представлена на рисунке 10.

Рисунок 10 – Анализ безубыточности производства



Исходя из расчётов в таблице 12 приведено сравнение технико-экономических показателей базовой конструкции и проектируемой.

Таблица 12 – Сравнение технико-экономических показателей

Показатель	Размерность	Базовое	Новое
Долговечность	-	5	9
Удобство управления	-	6	8
Производительность	т/час	2400	3600
Скорость ленты	м/с	1,4	1,6
Годовая программа	млн.тонн	2,5	4,0
Полная себестоимость	руб.	-	812000
Годовой доход	млн. руб.	-	2,852
Прибыль	млн. руб./ч	-	1,577
Инвестиции	млн. руб.	-	4,616
Простая норма прибыли	%	-	0,58
Срок окупаемости	год	-	5,2
Точка безубыточности	млн.тонн/год	-	8

Существующий проект по оптимизации конвейера увеличит годовую программу предприятия до 4 млн. тонн. Срок окупаемости проекта 5,2 лет. Исходя из вышеперечисленных критериев можно сделать вывод о том, что проект по замене ленточного конвейера целесообразен.

Выводы по четвертому разделу.

В экономической части пояснительной записки производился расчёт экономической эффективности проекта. Для оценки технико-экономической эффективности ленточного конвейера проводится анализ и сравнение основных экономических показателей базовой и новой ленточных установок: капитальных затрат и эксплуатационных расходов, являющихся основным критерием при выборе оптимального варианта; расхода электроэнергии и материалов на обслуживание конвейера; срока окупаемости капитальных затрат.

Затраты на проведение модернизации складываются из затрат на механизмы и строительные материалы, затрат на демонтаж старого и монтаж нового оборудования, стоимости нового оборудования, для создания запаса и предотвращения аварийной ситуации, составили 108800руб.

Существующий проект по оптимизации конвейера увеличит годовую программу предприятия до 4 млн. тонн.

Годовой доход составит 2852 млн.руб..

Срок окупаемости проекта 5,2 лет.

Исходя из вышеперечисленных критериев можно сделать вывод о том, что проект по замене ленточного конвейера целесообразен.

Исходя из вышеперечисленных критериев можно сделать вывод о том, что проект по оптимизации конструкции ленточного конвейера целесообразен.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Общие требования по охране труда

В конвейерах, установленных с наклоном трассы, должна быть исключена возможность самопроизвольного перемещения грузонесущего элемента с грузом при отключении привода.

На ленточных конвейерах длиной более 15 м для предотвращения боковых смещений ленты должна быть предусмотрена установка направляющих и центрирующих устройств. Не допускается буксование ленты на приводном барабане. В случае возникновения, буксование должно быть ликвидировано различными способами (увеличение натяжения лепты, увеличение давления прижимного ролика).

Наклонные участки конвейеров должны быть снабжены ловителями для захвата тягового элемента в случае его обрыва.

Многоприводные конвейеры должны иметь тормозные устройства на каждом приводе.

Уровни вибрации на рабочих местах обслуживания конвейеров не должны превышать значения установленных санитарными нормами

Движущиеся части конвейеров (приводные, натяжные и отклоняющие барабаны, натяжные устройства, опорные ролики и ролики нижней ветви ленты в зонах рабочих мест, открытые передачи, шкивы, муфты), к которым возможен доступ обслуживающего персонала, должны быть ограждены.

Защитные ограждения должны быть откидные (на петлях, шарнирах) или съемные. Ограждения приводных, натяжных и отклоняющих барабанов ленточных конвейеров должны закрывать сверху и с торцов барабаны и участки лепты, набегающей на барабаны, на длине не менее R+1, м (R-радиус барабана).

Ограждения изготовляются из листовой стали и сетки с ячейкой 20х20 мм. Из прутков и полос ограждения изготовлять запрещается.

Конвейеры, в головной и хвостовой частях, должны быть оборудованы аварийными кнопками "стоп". Конвейеры подлежат ежесменному техническому осмотру.

Переходы, мостики для обслуживания и осмотра должны иметь рифленую поверхность.

Температура окружающего воздуха:

- для электрооборудования, размещенного в отапливаемых помещениях (шкафы, пульты управления, НКУ, и т.п.) от +5о до +35о С, при относительной влажности 30 ÷ 80 %;

- для электрооборудования размещенного в неотапливаемых помещениях и открыто на механизмах (электродвигатели, силовые трансформаторы, датчики, аппараты управления и т.п.) от -25о до +35о С, при относительной влажности 30 ÷ 90 %.[5]

Запыленность рудничной пылью (не токопроводящей):

- для электрооборудования устанавливаемого в помещениях - до 10 мг/м3 ;

- для электрооборудования устанавливаемого открыто - до 115 мг/м3 .

При работе электрооборудование подвергается воздействию:
- вибрации в вертикальной плоскости с ускорением Iд , частотой 2 ÷ 19 Гц;
- одиночных ударов с ускорением uд , длительностью 30 ÷ 40 мс;
Режим работы конвейера – круглосуточный, круглогодичный.
На конвейере приняты напряжения:
- питающее 3 ~ 50 Гц, 6000 В;
- высоковольтных потребителей 3 ~ 50 Гц, 6000 В;
- низковольтного потребления 3 ~ 50 Гц, 220 В, 380 В;
- цепей управления и сигнализации 50 Гц, 220 В, 380 В, -24 В, -220 В;
- цепей рабочего освещения 50 Гц, 220 В.
Колебания напряжения питающей сети ±15%

5.2 Требования по нормализации микроклимата

В связи с тем, что при работе конвейера в забое имеет место интенсивное образование пыли, электродвигатели всех механизмов имеют закрытое исполнение. Для очистки воздуха подаваемого на охлаждение электродвигателей привода ленты предусмотрена установка пылеотделителей.

Микроклиматические условия в производственных помещениях регламентируются СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».[21]

Помимо этого все помещения с электрооборудованием имеют избыточное давление, либо вынесены за пределы интенсивного пылеобразования на консоль, либо отделены от мест перегрузки пыленепроницаемыми перекрытиями и кожухами (электрооборудование опорной части, контактные устройства, токоподводы). Обслуживающие помещения, в которых в процессе работы постоянно находится обслуживающий персонал, снабжены калориферами и оборудованы специальными фильтровентиляционными системами.[15]

Допустимые нормы температуры, скорости движения воздуха и относительной влажности воздуха на рабочих местах обслуживающего персонала в рабочих помещениях машин для открытых горных работ - указанны в таблице 13.

Таблица 13- Нормы температуры, скорости движения воздуха и относительной влажности воздха на рабочих местах

Сезон года	Рабочее место	Температура воздуха. °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Теплый период	Постоянное временное пребывание	Не выше плюс 31 Не выше плюс 33	55-75 55-75	0,2 - 0.7 Не более 1,0
Холодный и переходный периоды	Постоянное временное пребывание	От плюс 15 до плюс 23 Не ниже плюс 10	Не более 75 Не более 75	0,2 - 0,4 0,2 - 0.4

Примечание: Вертикальный и горизонтальный перепад температур не превышает 4°С.

В конструкции машин для открытых производственных работ предусмотрены: покрытия, отражающие солнечную радиацию; средства защиты от метеорологических осадков и солнечной радиации, расположенные на рабочих площадках; средства нормализации температуры воздуха помещений закрытого типа (кондиционеры, системы обогрева и т. д.).

5.3 Требования по борьбе с шумом и вибрацией

Защиту от шума следует выполнять в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности и СП 51.13330.2011Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003[25].

В производственных помещениях уровни шума на рабочих местах не должны превышать предельно допустимых значений, установленных в соответствии с действующими санитарно-эпидемиологическими нормативами.

Шум вредно действует на организм и снижает производительность труда. В зависимости от уровня и спектра шума воздействие его на организм человека различно: нормой является шум с уровнем 50 дБ, а шум с уровнем 80 дБ затрудняет разборчивость речи, вызывает снижение работоспособности и мешает нормальному отдыху; шум с уровнем 100-120 дБ на низких частотах и 80-90 дБ на средних и высоких частотах может вызывать необратимые изменения и привести к понижению слуха, а в дальнейшем к развитию тугоухости, шум с уровнем 120-140 дБ способен вызвать механическое повреждение органов слуха.

Шум в производственных помещениях регламентирован ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности».[12]

5.4 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Одним из критериев опасности является оценка уровня запахов. На атмосферный воздух приходится более 70 % всех вредных воздействий производства. Концентрация вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, должна соответствовать ГОСТ 32548-2013[9] и ГН 2.2.5.2308-07 [14].

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны и воздухе населенных мест не должно превышать установленных ПДК.

Оборудование или отдельные части, являющиеся источником выделения влаги, газов и пыли должны быть конструктивно укрыты и максимально герметизированы. При недостаточной герметизации оборудование должно иметь встроенные устройства, улавливающие и удаляющие вредные вещества, с очисткой выбрасываемого в атмосферу воздуха до санитарных норм. Сосуды и аппараты, работающие под давление свыше 0,7 кгс/см2 (0,07 мПа), должны соответствовать требованиям "Правил устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением".[2]

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоне приведены в таблице 14.

Таблица 14 – ПДК вредных веществ в воздухе производственной зоны

Вещество	ПДК, мг/м3
Нефтепродукты	300
Окись углерода	20
Окислы азота	2,0
Окислы серы	10
Свинец	0,01
Бенз-а-пирен	0,00015
Акролеин	0,7
Формальдегид	0,5

5.5 Требования к освещению

Требования к освещению помещений устанавливает СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение»[24].

Для обеспечения нормальных условий эксплуатации механизмов и приборов внутри помещений и машинных отделений, освещенность обеспечивается не менее 50 лк. Во избежание ослепления применяют светильники рассеянного типа.

Освещенность приборов и указателей в отдельности или на приборной панели не должна давать бликов на стеклах этих приборов, действовать раздражающе на глаза оператора и исключать необходимость менять оператора позу при обзоре прибора.

Исходя из этих требований, освещение приборов и указателей принимается в пределах 0,3 ÷ 1,1 лк, обеспечиваемое заливающим светом, индивидуальным освещением. При заливающем свете белого или красного цвета, светильники устанавливают сверху панели. Индивидуальное освещение применяют для каждого прибора путем размещения малогабаритного светильника за панелью прибора.

В темное время суток зона работы конвейера достаточно освещена. Запрещается пользоваться переносными светильниками на напряжение выше предусмотренного на конвейере для цепей местного освещения – 12В.

Цветовое оформление машины и сооружений считается рациональным, если время адаптации глаз минимально, утомление зрения минимально и исключается отблеск окраски при отраженном солнечном освещении. Машины и механизмы для открытых горных работ с электроприводом и дизельным ДВС оснащены

автономными осветительными приборами с коэффициентом запаса освещенности 1,5. Освещенность, в люксах, рабочих мест, поверхностей и помещений от осветительных установок машин, а в горизонтальной плоскости при использовании ламп накаливания соответствует следующим значениям приведенным в таблице 15.

Таблица 15 - Освещенность рабочих мест.

Объект	лк
Пульт управления	30
Пульт управления со средствами отображения информации	150
Стол для записей	150
Зона объекта различения (поверхность забоя, горной массы и т. д.)	75
Зова ремонтных и профилактических работ	100

Размещение осветительных установок исключает попадание прямого света в глаза обслуживающего персонала и обеспечивает соотношение максимальной и минимальной освещенности при комбинированном и общем освещении соответственно не более 1,8 и 3.Светильники имеют арматуру прямого света.

Требования к освещению помещений промышленных предприятий для данного класса зрительной работы представлены в таблицах 16 и 17.

Таблица 16- Требования к освещению помещений промышленных предприятий часть 1

Характеристика зрительной работы	Наименьший или эквивалентный размер объекта различения,мм	Подразряд зрительной работы	Контраст объекта с фоном	Х-ка фона
Очень высокой точности	Св 0,15 до 0,30	а	малый	темный
		б	малый средний	средний темный
		в	малый средний большой	светлый средний темный
		г	средний большой	светлый средний

Таблица 17 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий часть 2

Освещенность, лк			Сочетание нормируемых величин показателей дискомфорта и коэффициента пульсации	
При системе комбинированного освещения		При системе общего освещения	UGR, не более	$К_п$, %
Всего	В том числе от общего			
4000	400	-	22	10
3000	300	750	22	10
2000	200	500	22	10
1000	200	400	22	10

5.6 Меры безопасности при организации работы конвейера и предупреждение аварийных ситуаций

Для конвейера, всех его механизмов, а также для оборудования имеются паспорта и инструкции по технике безопасности. К управлению оборудованием допускается рабочие, имеющие удостоверения на право управления этим оборудованием.

Перед пуском в эксплуатацию конвейера, на который распространяются правила Гостехнадзора, его подвергают техническому освидетельствованию. Это освидетельствование включает осмотр, а также статические и динамические испытания.

Статические испытания имеют целью проверить прочность конвейера и его устойчивость.

Динамические испытания конвейера имеют целью проверку действия механизмов с максимальными нагрузками.

Осмотру и проверке в работе подлежат все механизмы, электрооборудование, приборы безопасности, тормоза, аппараты управления, освещение, сигнализация, заземления, а также состояние металлоконструкций.

Пространство, в котором производится работа движущихся частей конвейера, считается недопустимым для нахождения посторонних лиц, других машин, сооружений, высоковольтных линий электроснабжения и т.д. – называется зоной работы конвейера.[4]

Опасной зоной – считается пространство в габаритах зоны работы машины при отсутствии ограждения или других предупреждающих средств. Так, к опасным зонам относятся участки движения ленты, загрузочная и разгрузочная станции, подборщики просыпей и т.п. Эти участки ограждают щитами, сборно-разборными инвентарными ограждениями или же устанавливают предупреждающие надписи, а в темное время суток зажигают красный свет.

Одной из важных задач, которую приходится решать при проектировании автоматизированного электропривода конвейеров, особенно ленточных большой протяженности, является ограничение ускорений в ленте конвейера при пуске. В основе схем управления такими транспортными системами лежат следующие требования:

1. Пуск двигателей конвейеров должен производиться в направлении, обратном технологическому потоку, чтобы на конвейерах не образовывалось завала транспортируемого груза.

2. При остановке, одного из конвейеров двигатели других конвейеров, подающих материалы на останавливаемый, сразу отключаются, двигатели остальных конвейеров могут продолжать работать.

3. При общей остановке транспортной линии, большой производительности первым должен быть отключен двигатель того конвейера, с которого поступает материал на другие конвейеры, а затем поочерёдно отключаются остальные двигатели.

4. Для предотвращения большого снижения напряжения в питающей сети при пуске двигатели конвейеров значительной мощности должны пускаться поочередно.

5. Для опробования и наладки конвейеров следует обеспечить возможность пуска и остановки любого из них независимо, от других конвейеров (обычно пуск и остановка при наладке производятся с рабочего места).

6. В тяговом органе конвейера при неодинаковых характеристиках двигателей возникает дополнительное натяжение, обусловленное разностью моментов двигателей. Поэтому при установке на приводных станциях конвейера асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором следует проверять характеристики и применять машины с одинаковыми параметрами. Если для привода используются двигатели с фазным ротором, то соответствие характеристик может быть получено введением дополнительных сопротивлений в цепь ротора.[6]

По окончании пуска источник тормозного момента должен быть отключен от вала двигателя.

5.7 Требования к электробезопасности

Электробезопасность обеспечивается соблюдением ряда условий. При этом согласно ГОСТ 12.1.038-82:

Подача напряжения на конвейер возможна только после проверки состояния изоляция, исправности распределительных устройств, исправности заземления всего электрооборудования и заземления металлоконструкции конвейера.

При подаче напряжения на конвейер весь эксплуатационный персонал и лица производящие работы (наладчики, монтажники, ремонтники), должны быть оповещены ответственным лицом по приему напряжения и приняты меры предосторожности исключающие несчастные случаи.

Запрещается подача высокого напряжения при снятых кожухах и высоковольтных токоподводов. Спецключи от замков высоковольтных

распредустройств, кожухов высоковольтных токоподводов должны находиться у лиц ответственных за данный участок работы. Запрещается эксплуатация при открытых дверях высоковольтных распредустройств, станций и пультов управления и при снятых защитных кожухах о электрооборудования. Запрещается в высоковольтных распредустройствах открывать двери шкафа верхнего отсека при наличии напряжения на сборных шинах и питающих кабелях. Во всех случаях осмотра каждого шкафа после открывания дверей верхнего отсека должна производиться проверка напряжения на всех частях, которые могут быть под напряжением.

При выполнении работ по ремонту и наладке электрооборудования на конвейере, строго выполнять требования правил безопасности по снятию напряжения ограждению мест работы и вывешиванию предупредительных плакатов с надписями «Не включать - работают люди», «Стой - высокое напряжение», «Стой - опасно для жизни», «Работать здесь», и др.

На конвейере всегда должны иметься в наличии исправные и прошедшие испытания в установленные сроки изолирующие защитные средства, диэлектрические боты, перчатки, резиновые коврики, указатели напряжения штанги, переносные защитные заземления и др.

Переносные заземления изготовляются на месте и должны удовлетворять следующим условиям:

- провода для закорачивания и заземления должны быть выполнены из гибких медных жил сечением не менее 25мм2 ;
- зажимы для присоединения закорачивающих проводов должны быть такой конструкции, чтобы при прохождении тока короткого замыкания переносное заземление не было сорвано с места динамическими усилиями;
- все присоединения элементов переносного заземления должны быть выполнены прочно и надежно путем опрессования, сваривания, скручивания с последующей пайкой (применение одной только пайки запрещается).

При наложении заземления сначала присоединяют заземляющих провод к земле, затем проверяют отсутствие напряжения на заземляемых токоведущих частях, после чего зажимы закорачивающих проводов с помощью штанги накладывают на токоведущие части и закрепляют там этой же штангой или руками, в диэлектрических перчатках.

Операции по наложению и снятию переносных заземлений выполняются с применением диэлектрических перчаток.

При операциях с приводами разъединителей, масляных выключателей и пускорегулирующей аппаратурой; при оперативных переключениях в станциях управления и распределительных пунктах применяются диэлектрические перчатки и коврики.

Запрещается производить сочленение и расчленение штепсельных разъемов кабелей, находящихся под напряжением. Перенос питающего кабеля находящегося под напряжением можно производить только в диэлектрических перчатках или с помощью специальных устройств с изолированными рукоятками. Запрещается пользоваться изолирующими защитными средствами на открытом

воздухе при сырой погоде: во время дождя, снега, тумана и изморози. Работа на конвейере во время грозы запрещается. Машина должна быть отключена от сети, а обслуживающий персонал должен находиться в помещениях, пребывание около конвейера запрещается, в темное время суток зона работы конвейера, должна быть достаточно освещена.

Запрещается пользоваться переносными светильниками на напряжение выше предусмотренного на конвейере для цепей местного освещения 12В.

Эксплуатационному персоналу запрещается:

- приступать к работе при обнаружении перед началом работы неисправностей электрооборудования; заземления; питающего кабеля, также при отсутствии сигнализации и защитных средств;
- продолжать работу при обнаружении в процессе работы неисправностей электрооборудования, заземления, питающего кабеля;
- производить осмотры, чистку, смазку, регулировку и ремонт механизмов при работающих электродвигателях. Электрооборудование должно быть отключено от сети с обеспечением двойного разрыва со стороны питания.
- переезжать через лежащий кабель, а также бросать на него тяжести (трубы; доски и т.п.), тормозить руками вращающиеся детали механизмов;
- пролезать через движущиеся детали и механизмы;
- работать с переносной лампой без защитной сетки;
- производить смену ламп при наличии напряжения в патроне;
- производить чистку низковольтных клеммных сборок, контактов и электроаппаратуры находящейся под напряжением, и т.д.

Все работы, связанные с измерением переносными приборами токоизмерительными клещами. мегометром и др. производится в установках напряжением свыше 1000В двумя лицами: одно из которых должно иметь квалификацию не ниже IV группы, а в установках ниже 1000В- одним лицом, с квалификацией не ниже III-й группы.

При работах со снятием напряжения с конвейера или участков схем для выполнения работ следует:

1. отключить напряжение, при этом должны быть обесточены токоведущие части, на которых будут производиться работы.
2. вывесить плакаты на всех рукоятках приводов распредустройств с надписями «не включать - работают люди» и т.д. Снимать плакаты может только то лицо, которое их выносило.
3. Проверить отсутствие напряжения исправным и проверенным указателем напряжения.
4. разрядить кабель от емкостных токов.
5. наложить переносные заземления.

Основными нормативными документами по защите от поражения электрическим током являются ГОСТ 12.1.019-79 «Электробезопасность[10]: Общие требования» и ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление», ПУЭ «Правила устройства электроустановок. Издание 7».[11]

5.8 Требования к пожарной безопасности

Регламентирующий документ: ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования; Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 "О противопожарном режиме" (с изменениями и дополнениями)[13].

Основными причинами возникновения пожаров являются следующие:

- не предусмотрены противопожарные мероприятия: не соблюдена необходимая огнестойкость строительных конструкций, нет молниезащиты и отсутствует заземление от статического электричества, транспортировка горючих жидкостей в открытом состоянии;
- неправильная пожарная профилактика;
- перегрузка и неисправность электрических сетей и электродвигателей, утечка газов в соединениях;
- неосторожное обращение с огнем: курение в запрещенных местах, пользование открытым огнем.

При работе конвейера опасность возникновения пожара в большинстве случаев возникает из-за перегрузок, возникающих в электродвигателях, электрооборудовании, электросетях. В результате этого возможен их нагрев или искрение, что в последствии может привести к короткому замыканию. При коротком замыкании сопротивление электрической цепи уменьшается, приближаясь к нулю и согласно закону Ома электрический ток возрастает до величины много превышающей номинальное значение. По закону Джоуля-Ленца, количество выделяемого тепла пропорционально силе тока, поэтому происходит быстрое выделение тепла, загорается изоляция или другие горючие материалы.

Допустимой по условиям пожаробезопасности является температура нагрева приводных барабанов конвейеров 65±10 °С. Так как такая температура возникает при пробуксовках свыше 25%, то средства защиты должны отключать привод конвейера при снижении скорости ленты до 75% номинальной ее величины. Для этого используются датчики (реле) скорости типа УПДС, оборудованные устройствами блокировки, исключающими возможность повторного включения конвейера в случае превышения регулируемого параметра в установленных пределах. Выходной сигнал от датчика скорости (пробуксовки) поступает в цепи управления магнитной станции или пускатель.

В случае возгорания электрооборудования запрещается тушить его водой, пенными огнетушителями или другими жидкостями. Следует в первую очередь отключить поврежденный участок, тушение пожара производить углекислотными огнетушителями или песком, не касаясь электроустановки.

При тушении электроустановок напряжением свыше 1000 В, в целях предотвращения поражения электрическим током, людям, работающим со стволами, следует надевать поверх электротехнических перчаток перчатки из латунной сетки. Последние заземляют проводом под спецодеждой с подошвами из латуни или меди.

5.9 Охрана труда при обслуживании и ремонте

В конвейерах с наклоном должна быть исключена вероятность самопроизвольного перебрасывания грузонесущего ингредиента при выключении привода.

Ленточные конвейеры обязаны иметь узлы для вытаскивания с нижней поверхности ответвлений просыпавшихся или упавших грузов.

На ленточных конвейерах длиной более 15 м для отведения боковых отстранений должно быть предусмотрено устройство направляющих и центрирующих конструкций.

Не допускается буксование ленты на приводном барабане. В случае возникновения буксования оно должно быть ликвидировано методами, предусмотренными приспособлением конвейера (ростом натяжения ленты, увеличением нажима прижимного ролика и т.д.).

На трассах конвейеров с передвижными загрузочными и разгрузочными приспособлениями должны быть установлены последние выключатели и упоры, ограничивающие ход загрузочно-разгрузочных устройств.

Движущиеся части конвейеров должны быть ограждены в зонах постоянных рабочих мест, связанных с технологическим процессом на конвейере, или по всей трассе конвейера, если имеет место свободный доступ или постоянный проход вблизи конвейера лиц, не связанных с обслуживанием конвейера.

В соответствии с требованиями Правил безопасности ленточные конвейера должны оборудоваться: датчиками контроля бокового схода ленты типа КСЛ, отключающими привод конвейера при сходе ленты в сторону более 10% ее ширины; устройствами по очистке лент и барабанов; тормозными устройствами; устройствами, улавливающими грузовую ветвь ленты при ее разрыве, или устройствами, контролирующими целостность тросов и стыковых соединений резинотросовых лент в выработках с углом наклона более 10°; средствами защиты, обеспечивающими отключение привода конвейера при превышении допустимого уровня транспортируемого материала в местах перегрузки, снижении скорости ленты до 75% номинальной (пробуксовка), превышении номинальной скорости ленты конвейеров на 8%; устройством для отключения привода конвейера из любой точки по его длине; средствами пылеподавления в местах перегрузок; средствами автоматического и ручного пожаротушения.

Сход конвейерной ленты может привести к разрушению ее бортов, воспламенению ленты (пожару) от трения о неподвижные элементы конвейера.

При отключении привода наклонного (более 6°) конвейера возможно самопроизвольное движение ленты вниз из-за различного натяжения ее ветвей, что может привести к завалу грузом отдельных мест конвейера, поломке его узлов и явиться причиной травмирования людей. В уклонных конвейерах в качестве тормозных устройств могут быть применены колодочные и ленточные тормозы, а также обратные остановы, работающие по принципу механического зацепления и фрикционного заклинивания.[8]

Улавливание оборвавшейся конвейерной ленты производится ловителями, которые прижимают ленту к роликоопорам (на грузо-людских конвейерах в целях

безопасности людей только по краям ленты) при срабатывании датчиков, реагирующих только на обрыв ленты независимо от направления ее движения.

5.10 Охрана окружающей среды

Охрана окружающей среды - комплекс мероприятий по оптимизации или сохранению окружающей природной среды. Цель охраны окружающей среды - противодействие негативным изменениям в ней, которые имели место в прошлом, происходят сейчас или предстоят. Основные принципы охраны окружающей среды допускают воздействие предприятий на природную среду, исходя из требований в области охраны окружающей среды. При этом снижение негативного воздействия на окружающую среду должно достигаться на основе использования наилучших существующих технологий с учетом экономических и социальных факторов.

Общие требования при эксплуатации предприятий установлены в главе 8 федерального закона «Об охране окружающей среды». В соответствие с требованиями федерального закона «Об охране окружающей среды» юридические и физические лица обязаны соблюдать утвержденные технологии и требования в области охраны окружающей среды и обязаны обеспечивать соблюдение нормативов качества окружающей среды на основе применения технических средств и технологий обезвреживания отходов производства и потребления.

Проект по охране окружающей среде на предприятии должен быть разработан в соответствии с ГОСТ 12.2.022.

Основные принципы охраны окружающей среды допускают воздействие предприятий на природную среду, исходя из требований в области охраны окружающей среды. При этом снижение негативного воздействия на окружающую среду должно достигаться на основе использования наилучших существующих технологий с учетом экономических и социальных факторов.

В соответствие с требованиями федерального закона «Об охране окружающей среды» руководители предприятий и специалисты, ответственные за принятие решений при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, которая оказывает или может оказать негативное воздействие на окружающую среду, должны проходить подготовку и переподготовку в области охраны окружающей среды и экологической безопасности.

Действующее предприятие оказывает техногенное воздействие на все компоненты окружающей среды - на атмосферу, территорию, поверхностные и подземные воды. На вышепоименованные компоненты окружающей среды оказывают влияние:

- масса и виды выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ;
- количество сбрасываемых сточных вод, их состав, степень очистки, условия сброса в водные объекты и параметры разбавления сточных вод;
- степень загрязнения поверхности земель;
- наименование и количество отходов, способы их удаления, складирования или утилизации.

– Более конкретные экологические требования к эксплуатации предприятий в части охраны атмосферного воздуха, охраны поверхностных вод и охраны от неблагоприятного воздействия отходов производства и потребления, введены соответствующими законами Российской Федерации.

Во исполнении требований федерального закона «Об охране атмосферного воздуха» при эксплуатации объектов хозяйственной и иной деятельности, должно обеспечиваться не превышение нормативов качества атмосферного воздуха в соответствии с экологическими, санитарно-гигиеническими, а также со строительными нормами и правилами. Юридические лица, имеющие стационарные источники выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, обязаны:

– обеспечивать проведение инвентаризации выбросов вредных веществ в атмосферный воздух и разработку предельно допустимых выбросов;
– внедрять малоотходные и безотходные технологии в целях снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха;
– планировать и осуществлять мероприятия по улавливанию. утилизации, обезвреживанию выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, сокращению или исключению таких выбросов;
– осуществлять мероприятия по предупреждению и устранению аварийных выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, а также по ликвидации последствий его загрязнения;
– осуществлять учет выбросов вредных веществ в атмосферный воздух и их источников, проводить производственный контроль за соблюдением установленных нормативов выбросов вредных веществ в атмосферный воздух;
– соблюдать правила эксплуатации сооружений, оборудования, предназначенных для очистки и контроля выбросов вредных веществ в атмосферный воздух;
– обеспечивать соблюдение режима санитарно-защитных зон объектов хозяйственной и иной деятельности, оказывающих вредное воздействие на атмосферный воздух;
– обеспечивать своевременный вывоз загрязняющих атмосферный воздух отходов с соответствующей территории объекта хозяйственной и иной деятельности на специализированные места складирования или захоронения таких отходов, а также на другие объекты хозяйственной и иной деятельности, использующие такие отходы в качестве сырья;
– немедленно передавать информацию об аварийных выбросах, вызвавших загрязнение атмосферного воздуха, которое может угрожать или угрожает жизни и здоровью людей либо нанесло вред здоровью людей и (или) окружающей природной среде, в государственные органы надзора и контроля.

В процессе эксплуатации любой объект потребляет определенное количество чистой воды, а также сбрасывает очищенные или неочищенные сточные воды в окружающую среду, что приводит к загрязнению поверхностных вод. В общем

случае, источниками загрязнения поверхностных и подземных вод являются неочищенные или недостаточно очищенные производственные и бытовые сточные воды; поверхностный сток с промплощадок; фильтрационные утечки вредных веществ из емкостей, трубопроводов и других сооружений; аварийные сбросы и проливы сточных вод на сооружениях и промышленных объектах; осадки, выпадающие на поверхность водных объектов и содержащие пыль и загрязняющие вещества от промышленных выбросов. При эксплуатации хозяйственных и других объектов запрещается:

- осуществлять сброс в водные объекты неочищенных и необезвреженных в соответствии с установленными нормативами сточных вод;
- производить забор воды из водных объектов, существенно влияющий на их состояние;
- осуществлять сброс сточных вод, содержащих вещества, для которых не установлены предельно допустимые концентрации, или содержащих возбудителей инфекционных заболеваний.

При эксплуатации промышленных объектов особую актуальность приобретают вопросы удаления и складирования, а в дальнейшем утилизации и захоронения отходов производства. Промышленные отходы требуют для складирования не только значительных площадей, но и загрязняют вредными веществами, пылью, газообразными выделениями атмосферу, территорию, поверхностные и подземные воды. Во исполнении требований закона «Об отходах производства и потребления» (ст. 11) индивидуальные предприниматели и юридические лица при эксплуатации предприятий, зданий, сооружений и иных объектов, связанной с обращением с отходами, обязаны:

- соблюдать экологические, санитарные и иные требования, установленные законодательством Российской Федерации в области охраны окружающей природной среды и здоровья человека;
- разрабатывать проекты нормативов образования отходов и лимитов на размещение отходов в целях уменьшения количества их образования;
- внедрять малоотходные технологии на основе новейших научно-технических достижений;
- проводить инвентаризацию отходов и объектов их размещения;
- проводить мониторинг состояния окружающей природной среды на территориях объектов размещения отходов;
- предоставлять в установленном порядке необходимую информацию в области обращения с отходами;
- соблюдать требования предупреждения аварий, связанных с обращением с отходами, и принимать неотложные меры по их ликвидации;
- в случае возникновения или угрозы аварий, связанных с обращением с отходами, которые наносят или могут нанести ущерб окружающей природной среде, немедленно информировать об этом государственные территориальные экологические специализированные органы и органы исполнительной власти субъектов Российской Федерации.

Лица, которые допущены к обращению с опасными отходами, обязаны иметь профессиональную подготовку, подтвержденную свидетельствами (сертификатами) на право работы с опасными отходами. Ответственность за допуск работников к работе с опасными отходами несет соответствующее должностное лицо организации.

На любом большом предприятии есть продукта отхода, которые необходимо утилизировать. Выбросы в атмосферу, например от сжигания топлива, ухудшает экологическую обстановку в зоне предприятия. Мероприятия по охране окружающей среды направлены на минимизацию вреда природе и человеку, которые работает на заводе и живет вблизи него.

Во исполнении требований федерального закона «Об охране атмосферного воздуха», юридические лица, имеющие стационарные источники выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, обязаны:

- обеспечивать проведение инвентаризации выбросов вредных веществ в атмосферный воздух и разработку предельно допустимых выбросов;
- внедрять малоотходные и безотходные технологии в целях снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха;
- планировать и осуществлять мероприятия по улавливанию. утилизации, обезвреживанию выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, сокращению или исключению таких выбросов;
- осуществлять мероприятия по предупреждению и устранению аварийных выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, а также по ликвидации последствий его загрязнения;
- осуществлять учет выбросов вредных веществ в атмосферный воздух и их источников, проводить производственный контроль за соблюдением установленных нормативов выбросов вредных веществ в атмосферный воздух;
- соблюдать правила эксплуатации сооружений, оборудования, предназначенных для очистки и контроля выбросов вредных веществ в атмосферный воздух;
- обеспечивать соблюдение режима санитарно-защитных зон объектов хозяйственной и иной деятельности, оказывающих вредное воздействие на атмосферный воздух;
- обеспечивать своевременный вывоз загрязняющих атмосферный воздух отходов с соответствующей территории объекта хозяйственной и иной деятельности на специализированные места складирования или захоронения таких отходов, а также на другие объекты хозяйственной и иной деятельности, использующие такие отходы в качестве сырья.

В процессе эксплуатации любой объект потребляет определенное количество чистой воды, а также сбрасывает очищенные или неочищенные сточные воды в окружающую среду, что приводит к загрязнению поверхностных вод. При эксплуатации хозяйственных и других объектов запрещается:

- осуществлять сброс в водные объекты неочищенных и необезвреженных в соответствии с установленными нормативами сточных вод;

- производить забор воды из водных объектов, существенно влияющий на их состояние;
- осуществлять сброс сточных вод, содержащих вещества, для которых не установлены предельно допустимые концентрации, или содержащих возбудителей инфекционных заболеваний.

При эксплуатации промышленных объектов особую актуальность приобретают вопросы удаления и складирования, а в дальнейшем утилизации и захоронения отходов производства. Юридические лица при эксплуатации предприятий, зданий, сооружений и иных объектов, связанной с обращением с отходами, обязаны:

- соблюдать экологические, санитарные и иные требования, установленные законодательством Российской Федерации в области охраны окружающей природной среды и здоровья человека;
- разрабатывать проекты нормативов образования отходов и лимитов на размещение отходов в целях уменьшения количества их образования;
- внедрять малоотходные технологии на основе новейших научно-технических достижений.

Выводы по пятому разделу

Завершающая часть пояснительной записки «Безопасность Жизнедеятельности» раскрывает требования по охране труда и мерах противодействия опасным и аварийным ситуациям при эксплуатации ленточного конвейера.

Защиту от шума следует выполнять в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83. ССБТ. Шум. Общие требования безопасности и СП 51.13330.2011Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.

Микроклиматические условия в производственных помещениях регламентируются СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений».

Концентрация вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, должна соответствовать ГОСТ 32548-2013 и ГН 2.2.5.2308-07.

Требования к освещению помещений устанавливает СП 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение.»

Проект по охране окружающей среде на предприятии должен быть разработан в соответствии с ГОСТ 12.2.022 и СНиП 1.12.01-85.

Основными нормативными документами по защите от поражения электрическим током являются ГОСТ 12.1.019-79 «Электробезопасность: Общие требования» и ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление», ПУЭ «Правила устройства электроустановок. Издание 7».

Требования к пожарной безопасности регламентируются по ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования и Постановление Правительства РФ от 25.04.2012 № 390 "О противопожарном режиме" (с изменениями и дополнениями).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были рассмотрены общие сведения о ленточных конвейерах, дана характеристика основных элементов, а также были произведены расчеты ленточного конвейера с целью его оптимизациии произведён выбор необходимых узлов для проведения модернизации конвейерной установки.

В первой части пояснительной записки была рассмотрена классификация конвейеров, их области назначения, дан обзор ленточных конвейеров и рассмотрены основные преимущества и недостатки ленточных конвейеров.

В расчётной части были выбраны основные узлы ленточного конвейера, включающие в себя ленты; электродвигатель, редуктор, вала приводного барабана, подшипников, соединительных муфт, тормоза и натяжного устройства.

Технологическая часть включает в себя описание детали «Фланец», подбор технологических операций и инструмента для его изготовления.

Раздел «Экономическое обоснование» включает в себя расчёт экономической эффективности проекта, выгоды и срок окупаемости. Существующий проект по оптимизации конвейера увеличит годовую программу предприятия до 4 млн. тонн. Годовой доход составит 2852 млн.руб..Срок окупаемости проекта 5,2 лет. Сделан вывод, что проект по замене ленточного конвейера целесообразен.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» рассмотрены основные опасные и вредные факторы, влияющие на здоровье человека: электробезопасность, пожарная безопасность, предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ, шумы и вибрация, оценка возможных аварийных ситуаций. Раскрыты общие требования по охране труда и мерах противодействия опасным и аварийным ситуациям при эксплуатации ленточного конвейера.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Басов А.И. Механическое оборудование обогатительных фабрик и заводов тяжелых цветных металлов. – М.: Металлургия, 1984.
2. Бернардов Г.Г. и др. Транспортные машины, Караганда.: КарПТИ,1982. 76 с.
7. ГОСТ 21151-75 Резцы токарные сборные проходные с механическим креплением многогранных твердосплавных пластин. - М.: Изд-во стандартов. 1973.-5 с.
8. ГОСТ 25646-83 Эксплуатация строительных машин. Общие требования. - М.: Изд-во стандартов, 1980. - 7 с.
9. ГОСТ 32548–2013. Вентиляция зданий. Воздухораспределительные устройства. Общие технические условия. – М.: Стандартинформ, 2016. – 16 с.
10. ГОСТ 12.1.019–79. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты. – М.: Стандартинформ, 2000. – 8 с.
11. ГОСТ 12.1.030–81. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. – М.: Стандартин- форм, 1988. – 16 с.
12. ГОСТ 12.1.003–83. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. – М.: Изд-во стандартов, 2008. – 18 с.
13. ГОСТ 12.1.004–91.Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2006. – 41 с.
14. ГН 2.2.5.2308-07. Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны. – М.: Минздрав России, 2007. – 19 с.
15. Донченко А.С., Донченко В.А. Справочник механика рудообогатительной фабрики. – М.: Недра, 1975.
16. Евневич А.В. Транспортные машины и комплексы.-М.: Недра, 1975-415с.
17. Кузьмин А.В., Марон Ф.Л. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин МИНСК.: Высшая школа, 1983.-350с.
18. Ленты конвейерные резинотканевые. Технические условия ГОСТ 20-85, М.: Гот. Стандарт СССР,1986.-37с.
19. Марон Ф.П., Кузьмин А.В. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин. – Минск: Высшая школа, 1977.
20. Малыбаев С.К., Данияров А.Н. Специальные виды промышленного транспорта. М.:Транспорт, 1993.-208с.
21. СанПиН 2.2.4.548–96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Минздрав России, 1997 – 38 с.
22. Свирин В.Г. Ремонтно-вспомогательное хозяйство обогатительных фабрик. – М.: Недра, 1978.
23. СНиП 41-01–2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: Госстрой России, 2004. – 45 с.

24. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение.– М.: Минстрой России, 2016. – 102 с.
25. СП 51.13330.2011. Защита от шума. – М.: НИИСФ РААСН, 2011. – 18 с.
26. Спиваковский А.О., Дьяков В.К., Транспортирующие машины. М.:Машиностроение,1983.-483с.
27. Чернавский С.А. и др. Курсовое проектирование деталей машин. – М.: Машиностроение, 1979.
28. Шахмейстер Л.Г., Дмитриев В.Г., Теория и расчет ленточных конвейеров. М.: Машиностроение, 1987,-335с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Расчётные таблицы

Таблица 1. Допустимые скорости и углы наклона ленточных конвейеров

Наименование грузов	Скорость движения ленты, м/с (не более), v	Угол наклона, в град., β
Антрацит мелкий,	3,15	15
кусковый, сухой	1,6	23 – 30
Глина влажная	2,5	12 – 18
Гравий	3,15	23
Известь	1,75	18 – 20
порошкообразная	2,5	18
Кокс среднекусковой	2,5	18 – 20
Песок	1,6 – 2,5	18 – 20
Порода	2,5	15 – 18
Руда	2,5	20
Уголь	1	20
Минеральные	2	18
удобрения		
Цемент		
Щебень		

Таблица 2. Основные размеры роликоопор ленточных конвейеров по ГОСТ 22645 – 77

Ширина ленты B, мм	Диаметр ролика D, мм	Длина ролика				Угол наклона бокового ролика, град	
		L, мм, для конвейеров		L1, мм	L2, мм	α1	α2
		стационарных и катучих	передвижных для карьеров				
1	2	3	4	5	6	7	8
300	63	400	-	-	-	-	-
400	63; 89; 108	500	-	160	-	10; 20; 30 (45;60)	-
500	63; 89; 108	600	-	200	-		-
650		750	-	250	-		-
800	63; 89; 108; 133; 159; 194; 219; 245	950	1150	315	465		-
1	2	3	4	5	6	7	8
1000	89; 108; 133; 159;	1150	1400	380	600	10; 20; 30; 45	10
1200	194; 219; 245	1400	1600	465	670		
1400	108; 133; 159; 194;	1600	1800	530	750		

1600	219; 245	1800	2000	600	900		
1800	133; 159; 194; 219; 245	2000	2200	670	1000		
2000	159; 194; 219; 245	2200	2400	750	1150		
2250		-	-	800	1250		
2500		-	-	900	1400		
2750		-	-	1000	1500		
3000		-	-	1150	1600		

Таблица 3. Значение коэффициента K'

Форма ленты	Угол наклона боковых роликов, град	Угол откоса насыпного груза на ленте	
		15	20
Плоская	-	240	325
Желобчатая на двухроликовой опоре	15	450	535
Желобчатая на трехроликовой опоре	20 30 36	470 550 585	550 625 655

Таблица 4. Классификация насыпных грузов по крупности кусков

Наименование груза	Размер типичных кусков	Примеры груза
Особо крупнокусковой	a' >320	Камни при добыче взрывом
Крупнокусковой	320 ≥ a' > 160	Руда
Среднекусковой	160 ≥ a' > 60	Каменный уголь
Мелкокусковой	60 ≥ a' > 10	Щебень
Крупнозернистый	10 ≥ a' > 2	Гравий мелкий
Мелкозернистый	2 ≥ a' > 0,5	Песок крупный
Порошкообразный	0,5 ≥ a' > 0,005	Песок мелкий
Пылевидный	0,5≥ a'	Цемент

Таблица 5. Характеристика свойств насыпных грузов

Наименование груза	Насыпная плотность, т/м3	Угол естественного откоса, град		Коэффициент трения в состоянии покоя		Группа абразивности
		в покое	в движении	по стали	по резине	
Агломерат железной руды	1,7…2	45		0,8…1		D
Брикеты угольные	1…1,1					
Глина мокрая	1,9…2,0	30…25				B
Гравий рядовой						
Известняк мелкокусковой	1,5…2,0	45				B
Камень крупнокусковой	1,47…2,22	45	30	0,66…0,76		B
Кокс среднекусковой	1,8…2,2	45	30			
Мрамор	0,48…0,53	35…0				D
кусковый и	1,52…1,69			0,84		
зернистый	1,4…1,65		30			
Песок:	1,5…1,7		35			
сухой	2,1…3,5	45				C
влажный		50		0,32…	0,46	
Руда железная		30…50		0,7	0,56	D
мелко- и	0,72…1,28	40		0,52…	0,63	
среднекусковая	0,6…0,8	35…40		0,81		
Соль	0,8…1,0		35			B
техническая	1,0…1,8	40	30	1,2	0,55	C
Уголь	1,2…1,8	45	35	0,49…	0,64	D
каменный:				1,2		
кусковой				0,42…		
рядовой				0,6		
мелкокусковой				0,8…0		
сортированный				,65		
Цемент				0,47…		
Щебень сухой				0,53		

Таблица 6. Значения коэффициента K_β

Угол наклона конвейера β,град	K_β	Угол наклона конвейера β,град	K_β
До 10	1	16	0,92
12	0,97	18	0,89
14	0,95	20	0,85

Таблица 7. Ткани, применяемые для изготовления конвейерных лент (ГОСТ 20 – 76)

Прочность ткани на основе, Н/мм	Марка ткани из нитей	
	комбинированных	полиамидных
65	БКНЛ-65; БКНЛ-65-2	-
100	БКНЛ-100	ТК-100; ТА-100
150	БКНЛ-150	ТК-150; ТА-150
200	-	ТК-200
300	-	ТК-300; ТА-300
400	-	ТК-400; ТА-400

Примечание. БКНЛ – бельтинг из комбинированных нитей с лавсаном, Т – ткань, К – капроновая, А – анидная

Таблица 8. Максимальная допустимая нагрузка тяговых тканевых прокладок резинотканевых конвейерных лент (ГОСТ 20 – 76)

Вид ленты	Угол установки конвейера, град	Число тяговых прокладок	Максимальная допустимая рабочая нагрузка тяговой прокладки при номинальной прочности прокладки, Н/мм					
			400	300	200	150	100	55
Общего назначения, морозостойкая, пищевая, негорючая для угольных шахт	До 10	До 5	50	36	25	18	12	7
		Более 5	45	32	22	16	11	6
	Более 10	До 5	45	32	22	16	11	6
		Более 5	40	30	20	15	10	5,5
	Любой	Любое	-	30	20	15	10	5,5
Теплостойкая Повышенной теплостойкости	Любой	Любое	-	15	10	7,5	5	2,8

Таблица 9. Резинотканевые конвейерные ленты (ГОСТ 20 – 76)

Тип	Назначение	Вид	Условное обозначение	Класс прочности резины наружных обкладок
	Транспортирование высокоабразивных крупнокусковых (куски размером до 500 мм) грузов	Общего назначения Морозостойкая	1 1М	А, Б В
Р	Транспортирование абразивных среднекусковых (куски размером до 350 мм) грузов Транспортирование крупнокусковых угля (куски размером до 700 мм) и породы (куски размером до 500 мм) подземными конвейерами угольных шахт	Общего назначения Морозостойкая Негорючая для угольных шахт	2 2РМ 2РШ	А, Б, В В Г, С
	Транспортирование абразивных, малоабразивных и неабразивных средне- и мелкокусковых грузов (куски размером до 150 мм) Транспортирование среднекусковых угля (куски размером до 500 мм) и породы (куски размером до 300 мм) подземными конвейерами угольных шахт	Общего назначения Морозостойкая Повышенной теплостойкости Теплостойкая Пищевая Негорючая для угольных шахт	2 2М 2П Т 2Т 2П 2Ш	Б, В С В С С С Г, С
	Транспортирование малоабразивных и неабразивных мелкокусковых (куски размером до 80 мм), сыпучих и штучных грузов	Общего назначения Пищевая	3 3П	В С С
	Транспортирование мелкокусковых (куски размером до 80 мм), сыпучих и мелкоштучных грузов	Общего назначения Пищевая	4 4П	С С

Таблица 10. Толщина наружных обкладок резинотканевых конвейерных лент (ГОСТ 20 – 76), мм

Толщина обкладок рабочих поверхностей δр					
Условное обозначение ленты	Класс прочности резины				
	А	Б	В	Г	С
1	6; 4,5	8; 6;	-	-	-
1М	-	4,5	6; 4,5	-	-
2Р	6; 4,5	-	6; 4,5	-	-
2РМ	-	8; 6;	6; 4,5	-	-
2РШ	-	4,5	-	6; 4,5	6; 4,5
2	-	-	6; 4,5;	-	3
2М	-	-	3	-	-
2ПТ	-	8; 6;	6; 4,5;	-	10; 8;
2Т	-	4,5; 3	3	-	6
2П	-	-	-	-	4,5; 3
2Ш	-	-	-	4,5; 3	3
3	-	-	-	-	4,5; 3
3П	-	-	-	-	3; 2
4	-	-	2	-	3; 2
4П	-	-	-	-	3; 2; 1
		-	-		3; 2; 1
		-	-		
		-			

Таблица 11. Толщина тканевых прокладок резинотканевых конвейерных лент (ГОСТ 20 - 76),мм

Номинальная прочность прокладки, Н/мм	Тяговые прокладки с резиновой прослойкой		Тяговые прокладки без резиновой прослойки, из комбинированных нитей
	Из синтетических нитей	Из комбинированных нитей	
400	2,0	-	-
300	1,9	-	-
200	1,4	-	-
150	1,3	1,9	1,6
100	1,2	1,6	1,3
55	-	-	1,15

Таблица 12. Данные для выбора диаметра роликов роликоопоры рабочей ветви резинотканевой конвейерной ленты (ГОСТ 22647 - 77)

Диаметр ролика D, мм	Ширина ленты B, мм	Насыпная плотность транспортируемого материала, т/м3, не более	Скорость движения ленты V1 м/с, не более
63	300…800	1,00	1,25
89	400…650	1,60	2,00
	800		2,50
108	400…650	2,00	
	800…1200	1,60	
133	800…1200	2,00	
159	800…1200	3,15	4,00
	1400	2,00	3,15
	1600…2000	1,25	
194	1400	3,15	4,00
	1600…2000		6,30

Таблица 13. Ориентировочная погонная масса вращающихся частей роликоопор

Ветвь конвейера	Погонная масса вращающихся частей роликоопор, кг/м, при ширине ленты, мм								
	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	2000
Рабочая	8,4	10	10,2	18,4	21	24,2	42	58,4	132,5
Холостая	2,5	3,2	4,4	7,8	9,2	11,1	16,7	23,8	52,5

Таблица 14. Значения коэффициента сопротивления ω для ленточных конвейеров

Тип опор роликов	Условия работы конвейера	ω для роликоопор	
		прямых	желобчатых
Подшипники качения	Чистое сухое помещение без пыли	0,018	0,02
	Отапливаемое помещение, небольшое содержание абразивной пыли, нормальная влажность воздуха	0,022	0,025
	Неотапливаемое помещение и		0,04
Подшипники скольжения	работа вне помещения, большое	0,035	0,06
	содержание абразивной пыли,	0,04	0,065
	повышенная влажность воздуха	0,06	
	Очень тяжелые условия работы		
	Средние условия работы		

Таблица 15. Значения коэффициента сцепления между прорезиненной лентой и барабаном

Материал наружного слоя барабана	Влажность окружающего воздуха	Коэффициент сцепления
Чугун, сталь	Очень влажный	0,1
	Влажный	0,2
	Сухой	0,3
Дерево, резина (футерованные барабаны)	Очень влажный	0,15
	Влажный	0,25
	Сухой	0,4

Таблица 16. Значения коэффициента ks

Коэффициент сцепления барабана с лентой f	Значения коэффициента ks при угле обхвата барабана лентой		
	180º	200º	225º
0,15	1,5	1,42	1,35
0,25	1,85	1,73	1,61
0,35	2,65	2,46	2,26

Таблица 17. Наименьшие значения коэффициента для определения диаметра приводного барабана

Наименование ткани тяговых прокладок прорезиненной ленты	k
БКНЛ-65; БКНЛ-65-2;	125
БКНЛ-100; ТА-100; ТК-100;	140
БКНЛ-150; ТА-150; ТК-150;	150
ТК-200; ТЛК-200;	160
ТА-300; ТК-300; ТЛК-300; МЛК-300;	200
ТА-400; ТК-400; МК-400/120; МЛК-400/120;	250

Таблица 18. Длина барабана для резинотканевых и резинотросовых конвейерных лент (ГОСТ 22644 – 77)

Ширина ленты, мм	Длина барабана, мм
300-650	+100
800-1000	+150
1200-2000	+200