

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 72 страницах, содержит 7 рисунков, 13 таблиц, 19 источников литературы, графическую часть на 6 листах формата А1 - конвейер цепной пластинчатый, участки цепи и привода, приводная станция, натяжное устройство, подшипник скольжения, расчет технических и экономических значений.

Ключевые слова: ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЯ РЕМОНТА, ПЛАСТИНЧАТЫЙ КОНВЕЙЕР, ПОДШИПНИКИ СКОЛЬЖЕНИЯ, ВТУЛКА, ИЗНОС.

Объект исследования: – Модернизация цепного конвейера с целью повышения износостойкости звеньев.

Предмет исследования: – Пластинчатый конвейер

Цель работы – Изучить и проанализировать существующие недостатки пластинчатого конвейера.

Основные задачи:

1. Изучить и проанализировать существующие недостатки пластинчатого конвейера.
2. Произвести расчет трудозатрат по замене комплектующей конвейера - втулки.
3. Определить экономическую эффективность модернизации цепного конвейера.
4. Описать методические указания по установке подшипника скольжения-втулки.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

СОДЕРЖАНИЕ

	ВВЕДЕНИЕ	6
1.	ОБЩАЯ ЧАСТЬ	8
	1.1 Сведения о предприятии	8
2.	ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИНАХ	12
	2.1 Назначение машин непрерывного транспорта	12
	2.2 Основы выбора типа транспортирующей машины	13
	2.3 Характеристика транспортируемого груза	14
	2.3.1 Направление, длина и конфигурация трассы перемещаемого груза	14
	2.3.2 Производственные и климатические условия	15
	2.3.3 Устройство и работа конвейера	15
3.	ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПЛАСТИНЧАТОМУ КОНВЕЙЕРУ	17
	3.1 Требования к надежности	17
	3.2 Устройство и работа конвейера	18
	3.3 Устройство и работа составных частей питателя	19
4.	ПУСК И НАЛАДКА ПЛАСТИНЧАТОГО КОНВЕЙЕРА	25
	4.1 Технические мероприятия по обслуживанию установки	25
	4.2 Техническое обслуживание	26
	4.3 Смазка питателей	26
5.	ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАСТИНЧАТОГО КОНВЕЙЕРА	27
	5.1 Область применения	27
	5.2 Анализ конструкции установки	30
6.	МЕХАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	32
	6.1 Расчёта пластинчатого конвейера общего назначения	32
	6.2 Выбор электродвигателя и кинематический расчет	38
	6.3 Расчет первой ступени редуктора	40
	6.4 Расчет тяговой звездочки	43
	6.5 Расчет приводного вала и расчет подшипников для него	45
	6.6 Выбор типа подшипника	46
	6.7 Смазка зубчатых зацеплений	46
	6.8 Выбор зубчатой муфты	47
7.	СПЕЦИАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ. Модернизация цепного конвейера с целью повышения износостойкости звеньев	49
	7.1 Подшипники скольжения. Общие сведения	
	7.2 Виды разрушений и критерии работоспособности подшипников скольжения	50

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

7.3	Характеристика материала применяемого для изготовления подшипник скольжения	51
7.4	Выбор метода получения и расчет технологического времени на изготовление втулки из бронзы	53
7.5	Обоснование замены материала для изготовления подшипника скольжения - втулки	57
7.5.1	Применение втулок из фторопласта	57
7.5.2	Расчет технологического времени на изготовление втулки из фторопласта	59
8.	РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ	62
8.1	Затраты на основные материалы	62
8.2	Заработная плата основных производственных рабочих	63
8.3	Заработная плата вспомогательных рабочих	63
8.4	Определение расходов на электроэнергию	64
8.5	Затраты на прочие общепроизводственные расходы	64
9.	МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ	66
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	71
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	72

ВВЕДЕНИЕ

Сегодня любое промышленное производство оснащено средствами механизированного межоперационного транспорта. Сборочные конвейеры составляют базу современного машиностроения, обеспечивая согласованное и взаимосвязанное выполнение рабочих процессов, устанавливая стабильный ритм работы предприятий.

Важным преимуществом машин непрерывного транспорта перед грузоподъемными машинами и другими машинами циклического действия является возможность безостановочного транспортирования как насыпных, так и штучных грузов в заданном направлении и, во многих случаях, по сложной трассе. При этом рабочее и обратное движения грузонесущего элемента происходят одновременно. Еще одно положительное свойство – возможность сочетания непосредственно транспортирования груза с выполнением ряда определенных технологических операций. Транспортирующие машины отличаются высокой надежностью, удобством эксплуатации и обслуживания; имеют большую длину транспортирования; работают в автоматическом режиме в комплексе с технологическим оборудованием; обеспечивают высокую производительность благодаря непрерывности процесса транспортирования.

Пластинчатые конвейеры применяют для транспортирования остроугольных, средне- и крупнокусковых, горячих, химически активных, абразивных и других материалов, которые нельзя перемещать, к примеру, ленточными конвейерами, так как это может вызвать повреждение рабочего органа.

Такие конвейеры применяются в различных отраслях промышленности - горнорудной и угольной, машиностроении, химической, стройматериалов, энергетической и др. Значительное распространение имеют пластинчатые конвейеры на различных складах, погрузочно-разгрузочных и упаковочных пунктах, где их используют для подачи различных штучных грузов в жесткой и мягкой упаковке, а также на многих технологических участках, где с транспортируемыми на этих конвейерах грузами производятся и технологические

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

операции – сборка, охлаждение, промывка, сушка, сортировка, термическая обработка.

Для увеличения долговечности трущихся деталей пластинчатых конвейеров подбирают такие материалы, у которых коэффициент трения скольжения в указанных условиях относительно мал, и тепло, выделяющееся в рабочей зоне, легко отводится в корпус машины и окружающую среду. Такие материалы называются антифрикционными.

Для уменьшения трения и износа опор в этих условиях надо подбирать для трущихся пар такие материалы, которые характеризуются наименьшими потерями на трение и возможно низким значением коэффициента сухого трения. Для многих узлов трения, работающих при низкой скорости скольжения, режим жидкостного трения вообще

Первым элементом пары трения обычно является стальной вал. Цапфа вала под используемые подшипники скольжения должна быть обработана с чистотой 0,8-1,6, Ra, иметь точные геометрические размеры, допуск выбранной посадки с зазором, повышенную твердость.

Сочетание высокой прочности и отличных антифрикционных свойств демонстрируют фторопласта втулки, которые в смазке не нуждаются, что упрощает технологическое обслуживание и снижает затраты.

Целью дипломирования является систематизация, расширение, закрепление, углубление и обобщение знаний по учебным дисциплинам профессиональной подготовки, обеспечивающей формирование навыков решения различных задач в ходе самостоятельной профессиональной деятельности: исследования, проектирования, конструирования или методического проектирования, в соответствии с заданной темой.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Сведения о предприятии

Комбинат «Ураласбест» является крупнейшим в мире предприятием по производству асбеста. На его долю приходится порядка 20 процентов мирового производства этого материала. Комбинат обеспечивает около 60 процентов потребностей российских предприятий асбестоцементной промышленности и свыше 80 процентов - предприятий по выпуску асбестотехнических изделий и асбокартона, поставляет асбест более чем в 30 стран мира.

В настоящее время комбинат «Ураласбест» является высокомеханизированным предприятием, оснащенным современным оборудованием. В состав комбината входит 19 подразделений, в том числе рудоуправление, обогатительная фабрика, два автотранспортных предприятия, ремонтно-механический завод, завод по производству взрывчатых веществ, цех взрывных работ, энергоуправление, завод холодного асфальта и ряд других. В целях комплексного использования сырья, для оздоровления экономической ситуации на комбинате, а также учитывая спрос на нерудные строительные материалы для строительства дорог, руководством предприятия была принята программа расширения мощностей по производству нерудных строительных материалов из асбестовых руд, направляемых ранее в отвалы и из скальных пород попутной добычи. Большое внимание на комбинате «Ураласбест» уделяется проблеме повышения качества всей продукции.

Водоснабжение

Водоснабжение обогатительных фабрик заключается в подаче к месту потребления необходимого количества воды требуемого качества с необходимым напором. Потребность в воде фабрики удовлетворяется путем устройства систем водоснабжения водопроводов. Состав сооружений систем водоснабжения зависит от вида, мощности и местонахождения источника водоснабжения, качества воды и ряда других факторов. В зависимости от конкретных условий необходимость в некоторых сооружениях может отпасть, а некоторые соору-

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

жения могут быть совмещены.

Так при заборе воды из подземных источников нет необходимости в очистных сооружениях, а при использовании источника воды, расположенного высоко в горах, не требуются насосные станции.

Качество воды источника водоснабжения определяет необходимую степень и характер ее очистки или обработки. При использовании воды из артезианских скважин, а также поверхностных источников только для охлаждения оборудования можно обходиться без ее очистки.

Системы водоснабжения на обогатительных фабриках могут классифицироваться по ряду признаков, по назначению водопроводы подразделяются на:

- Хозяйственно - питьевые, подающие воду для хозяйственных, гигиенических и питьевых нужд промышленного предприятия;
- Производственные, снабжающие водой предприятия для технических целей;
- Противопожарные, обеспечивающие подачу воды для тушения пожаров. Специальные противопожарные водопроводы сооружают на крупных предприятиях, в остальных случаях воду для тушения пожаров берут из водопроводов других назначений, чаще всего из хозяйственно - питьевых.

Вода на обогатительной фабрике используется для вспомогательных нужд: промывка руды, приготовление раствора, фотореагентов и пульпы, охлаждения подшипников дробилок, хозяйственно - питьевые нужды, увлажнение шихты, охлаждения оборудования, смазочного масла и воздуха, санитарно-технические нужды.

Энергоснабжение

Основной источник электроэнергии промышленных предприятий – это электрические станции, объединенные в энергетические системы. В случаях, когда предприятия находятся в отдаленных районах, питание его может осуществляться от местных электростанций, работающих изолированно друг от друга. В обоих случаях электростанции вырабатывают переменный трехфазный ток частотой 50 Гц.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

Электрическая энергия от источника подается потребителям с помощью линий электропередач (ЛЭП). Напряжение линий выбирают в зависимости от мощности, передаваемой по ним, и их протяженность. Чем выше передаваемая мощность и больше длина ЛЭП, тем выше должно быть ее напряжение. Это позволяет снизить протекающий по ним ток, и, как следствие, уменьшить потери. Для увеличения напряжения вначале ЛЭП устанавливают повышающие трансформаторные подстанции. ЛЭП, питающие промышленные предприятия, имеют напряжение 35, 110 и 220 кВ. Для приема энергии от сети энергосистем и распределения ее между цехами на территории предприятия сооружают одну или несколько понизительных электроподстанций или осуществляют глубокий ввод. В последнем случае напряжение поступает на несколько промежуточных подстанций, понижающих напряжение до 6-10 кВ и обслуживающих группу цехов и механизмов.

Система глубокого ввода способствует уменьшению потерь и увеличению качества электроэнергии. Глубокий ввод осуществляется от узловых распределительных пунктов по радиальной схеме или по сквозным двойным магистралям. Радиальные линии и ответвление от магистральных линий питают подстанцию глубокого ввода ПГВ.

Совокупность источников электроэнергии, ЛЭП, ГПП и ПГВ относится к системе внешнего электроснабжения. Задача состоит в том, чтобы подать электроэнергию от энергосистем к фабрике. Комплекс сооружений, состоящих из цеховых подстанций, распределительных пунктов, внутризаводских, меж- и внутрицеховых сетей, предназначенных для распределения при передаче электроэнергии к потребителю, относится к внутренней системе электроснабжения.

От шин ГПП электроэнергия поступает непосредственно к крупным механизмам (дробилкам, мельницам, вентиляторам). В целом системы электроснабжения должны быть надежны и обеспечивать необходимое качество электроэнергии.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ, О ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ УСТРОЙСТВАХ

2.1 Назначение машин непрерывного транспорта

Транспортирующие машины применяют в качестве транспортных средств на заводах, фабриках, в горнодобывающей промышленности, строительстве, сельскохозяйственном производстве и других отраслях для перемещения различных насыпных (уголь, руда, агломерат, цемент, песок, щебень, гравий, грунт, зерно и т. п.) и штучных (кирпич, пиломатериалы, бревна, трубы, прокатные балки, слитки, детали машин и др.) грузов по заданной трассе.

Высокая производительность машин непрерывного транспорта обеспечивается:

- Непрерывностью процесса перемещения;
- Отсутствием остановок для загрузки или разгрузки;
- Совмещением рабочего и обратного движений грузонесущего элемента.

Например, современный ленточный конвейер на открытых разработках угля может транспортировать до 30000 т/ч груза и заполнить десять вагонов за одну минуту.

Одновременно с перемещением грузов машины могут распределять их по заданным пунктам, складировать, накапливать в определенных местах, перемещать по технологическим операциям. Поточный метод производства и внедрение автоматических линий также основаны на конвейерной передаче изделий от одной технологической операции к другой, когда операции с изделиями последовательно выполняются на движущемся конвейере (например, закалка - отпуск - очистка - охлаждение - окраска - сушка - упаковка и т. д.).

Следовательно, конвейерный транспорт является составной и неотъемлемой частью современного технологического процесса – он устанавливает и регулирует темп производства, обеспечивает его ритмичность. Это обуславливает высокую ответственность МНТ и накладывает высочайшие требования к проектированию, изготовлению и эксплуатации оборудования. Нужно также

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

иметь в виду, что МНТ по транспортно-технологическому назначению не имеют дублеров.

Особую группу транспортирующих машин и установок составляют работающие совместно с ними вспомогательные устройства: питатели, весы, погрузочные машины, бункера, затворы, дозаторы.

2.2 Основы выбора типа транспортирующей машины

Основными критериями для выбора типа транспортирующей машины являются технико-экономическая эффективность ее использования, обеспечение надежности ее работы в заданных условиях, удовлетворение комплексу технических требований, охраны труда и техники безопасности.

Технические факторы выбора транспортирующей машины:

- Характеристика перемещаемого груза;
- Заданная производительность;
- Направление, длина и конфигурация трассы транспортирования;
- Способы загрузки и разгрузки;
- Характеристика производственных процессов, сочетаемых с процессом транспортирования; производственные и климатические условия.

Классы использования и условия эксплуатации машин

непрерывного транспорта

Работу конвейера характеризуют следующие факторы:

- Фактическое (эксплуатационное) время работы;
- Нагрузки, действующие на конвейер и его элементы при обеспечении заданной производительности и продолжительности их действия;
- Условия производства и окружающей среды, в которых работает конвейер.

Совокупность этих показателей определяет классы использования, расчетные и эксплуатационные режимы работы конвейера.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Режимы работы конвейеров

Режим работы конвейера - комплексная характеристика, учитывающая характер внешних нагрузок и интенсивность использования машины во время ее эксплуатации.

Классификация по режимам работы имеет большое значение. Она дает возможность подобрать определенный конвейер, механизм или сборочные единицы и поэтому служит основой взаимоотношений между потребителем и изготовителем.

Расчетчик и конструктор получают исходные данные для проектирования с учетом эксплуатации, чтобы обеспечить требуемый уровень безопасности, долговечности и надежности.

Характеристика «режим работы» является определяющей при выполнении расчетов на прочность, выносливость деталей механизмов и металлоконструкций, при выборе стандартных изделий (канаты, тормоза, редукторы и т. д.).

Каждая машина имеет свои пределы оптимальных скоростей и производительности. При заданном значении производительности машины, с увеличением скорости соответственно уменьшается количество груза на единице длины конвейера, и машина получается более компактной.

2.3 Характеристика транспортируемого груза

Характеристика, подлежащего транспортированию груза, подробный анализ свойств подлежащего перемещению груза может сразу значительно снизить перечень возможных к использованию типов транспортирующих машин. При учете этого фактора необходимо принимать во внимание размера транспортируемого груза, требования его сохранности в процессе транспортирования (некоторые машины вызывают дробление, скачивание или повреждение обработанных поверхностей) и надежности работы машины, обеспечение благоприятных условий труда.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

2.3.1 Направление, длина и конфигурация трассы перемещаемого груза

Каждая транспортирующая машина имеет разные оптимально возможные длины и трассы. Необходимо выбирать такую машину, которая обеспечивала бы выполнение поставленной перед ней задачей по возможности единым составом при отсутствии или при минимальном количестве промежуточных перегрузок

2.3.2 Производственные и климатические условия

Характеристики производственных процессов, сочетаемых с перемещением грузов-изделий. Выбранная машина должна обеспечивать надежное совмещение транспортных и технологических операций в заданных условиях.

Производственные и климатические условия окружающей среды, в которых должна работать машина, так же имеют большое значение на выбор транспортирующего средства. Машина может быть установлена в помещении (одноэтажном, многоэтажном, отапливаемом или не отапливаемом) или на открытом месте. Необходимо учитывать климатические условия района нахождения предприятия и их влияние на обслуживание, смазку в разное время года, набор соответствующих материалов, выбор исполнения машины.

На выбор типа транспортирующей машины, оказывает влияние и условия обеспечения унификации и однотипности оборудования, представленном на предприятии, возможности дальнейшего расширения области применения выбранного транспортного устройства, длительность его действия (временная и постоянная) вопросы охраны труда, техники безопасности и условия эксплуатации.

При выборе транспортирующего средства необходимо рассматривать и предрасположенность способа транспортировки к автоматизации. Если используется машина непрерывного действия с постоянным режимом непрерывной работы по строго определенной трассе, то имеются предпосылки автоматизации технологического блока, возможность подчинения управления

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

транспортной машины единой управляющей системе технологической линии.

При выборе средства транспортировки анализе периодических изданий, специальной литературы, патентную информацию, что на совместных машиностроительных операциях внутрицехового транспортирования выполняются преимущественно конвейерами различного типа. Благодаря непрерывности перемещения груза, отсутствию остановок, совмещению рабочего и обратного движений машины непрерывного действия, каким является цепной конвейер, имеют высокую производительность.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ПЛАСТИНЧАТОМУ КОНВЕЙЕРУ

3.1 Требования к надежности

Полная связь конвейера с общим технологическим процессом на предприятии объясняет его высокую ответственность. Нарушения в режиме работы конвейера в общей транспортно-технологической системе вызваны нарушением работы всего комплекса технологической системы. Любая автоматическая технологическая система не может работать при неисправности транспортных органов. Следует отметить, что конвейеры транспортно - технологическому назначению, как правило, не имеют дублеров. Следовательно, транспортирующие машины непрерывного действия являются исключительно важными и ответственными звеньями технологического оборудования цеха от работы, которых во многом зависит удовлетворительная работа всего оборудования.

Эти машины, конвейеры должны обладать большим запасом надежности, прочности и долговечности, а так же удобными в эксплуатации и обладать способностью работать в автоматическом режиме.

По результатам имитационного моделирования следует сделать следующие выводы:

- Самым ненадежным элементом установки является двигатель;
- Для бесперебойной работы конвейера следует иметь в запасе (резервный) электродвигатель;
- При работе конвейера следует избегать перегрузок, для этого служат тепловые реле в электросистеме, которые при перегрузке конвейера отключают электродвигатель от сети.

Питатели предназначены для равномерной подачи насыпных материалов плотностью до 2,4 т/м³, кусковатостью не более 2,5 ширины полотна и массой куска до 500 кг. Питатели рассчитаны для работы в микроклиматических условиях с умеренным климатом.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

Указание мер безопасности

Вся территория вокруг питателя, как в период монтажа, так и в д эксплуатации, должна, быть очищена от остатков строительных материалов и ненужных предметов.

До монтажа питателей подготовить жесткое основание, соответствующее проекту, установить необходимые грузоподъемные устройства.

Все отверстия и признаки в полу, особенно в период установки привода питателей на фундамент, должны быть перекрыты. В том случае, когда питатели заблокированы с другими машинами и включаются дистанционно, должны быть предусмотрены предупредительные звуковые или световые сигналы.

Все подъемные работы, связанные с монтажом и демонтажом сборных единиц и деталей, вес которых превышает 16 кг, должны быть обеспечены подъемными приспособлениями, гарантирующими безопасность при выполнении работ.

Во избежание несчастных случаев запрещается:

- Эксплуатация питателей со снятыми кожухами, и ограждениями;
- Производить наладочные и ремонтные работы лицами, не имеющими на это соответствующего права и разрешения;
- Производить всевозможный ремонт и обслуживание механической и электрической частей при работающем питателе
- Работать при наличии неисправностей отдельных механизмов у электрических аппаратов и заземлений.

3.2 Устройство и работа конвейера

Питатели выполнены в виде коротких пластинчатых конвейеров.

Привод питателя осуществляется от четырехскоросных электродвигателей переменного тока в обдуваемом исполнении, обеспечивающих ступенчатое регулирование скорости движения ленты питателя и соответственно его производительности. Вал электродвигателя соединяется с быстроходным валом трехступенчатого цилиндрического редуктора, зубчатой муфтой. Соединение тихо-

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

ходного вала редуктора с приводным валом питателя осуществляется зубчатой муфтой. Приводной вал, натяжное устройство верхние и нижние опорные ролики крепятся на раме.

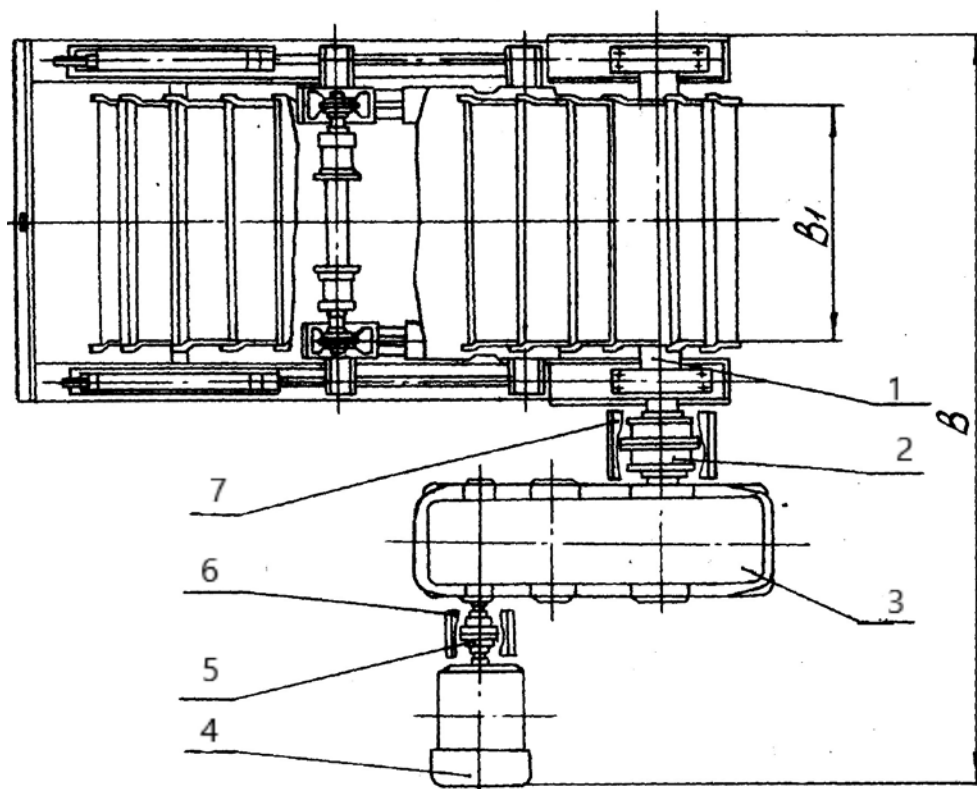


Рисунок 1 - Пластинчатый конвейер

1- вал привода, 2- муфта зубчатая, 3-редуктор, 4- электродвигатель,
5-муфта зубчатая , 6-кожух, 7-кожух.

Лента питателя движется по роликам,зубчатые муфты закрыты кожухами. В зависимости от расположения редуктора с электродвигателем относительно питателя последние изготавливаются.

3.3 Устройство и работа составных частей питателя

Рама является основной частью питателей. Рама выполняется в виде сварной решетчатой металлоконструкции, опирающейся на ряд подставок, посредством которых она устанавливается на бетонном фундаменте или опорной

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

металлоконструкции. На раме питателя имеются установочные места для устройства натяжного, верхних и нижних опорных роликов и приводного вала. Рамы питателей с расстоянием между осями звездочек 12 м выполняются съемными.

При поставке на экспорт съемными выполняются рамы питателей с расстоянием между осями звездочек 9 м и 12 м.

Вал приводной

Вал приводной представляет собой разборный узел крепящийся к раме при помощи болтов. На вал напрессованы две раздорные звездочки и радиальные сферические двухрядные роликовые подшипники. Подшипника со стороны редуктора крепятся от осевого смещения гайкой установочной и стопорной шайбой, а с другой стороны торцевой шайбой, стопорной планкой болтами.

Подшипники устанавливаются в литых неразъемных корпусах, имеющих отверстия с резьбой для подвода смазки.

Крышки и манжеты предохраняют подшипники от попадания в них пыли и грязи.

Устройство натяжное

Устройство натяжное (рисунок 2) винтового типа предназначено для регулирования натяжения ленты питателей.

Натяжка ленты питателя осуществляется посредством гайки и винта. Чтобы не было перекоса используется при натяжке линейка и указатель. На валу 8 напрессованы два катка 7 и радиальные сферические двухрядные подшипники которые перемещаются при натяжки в корпусах натяжного устройства.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

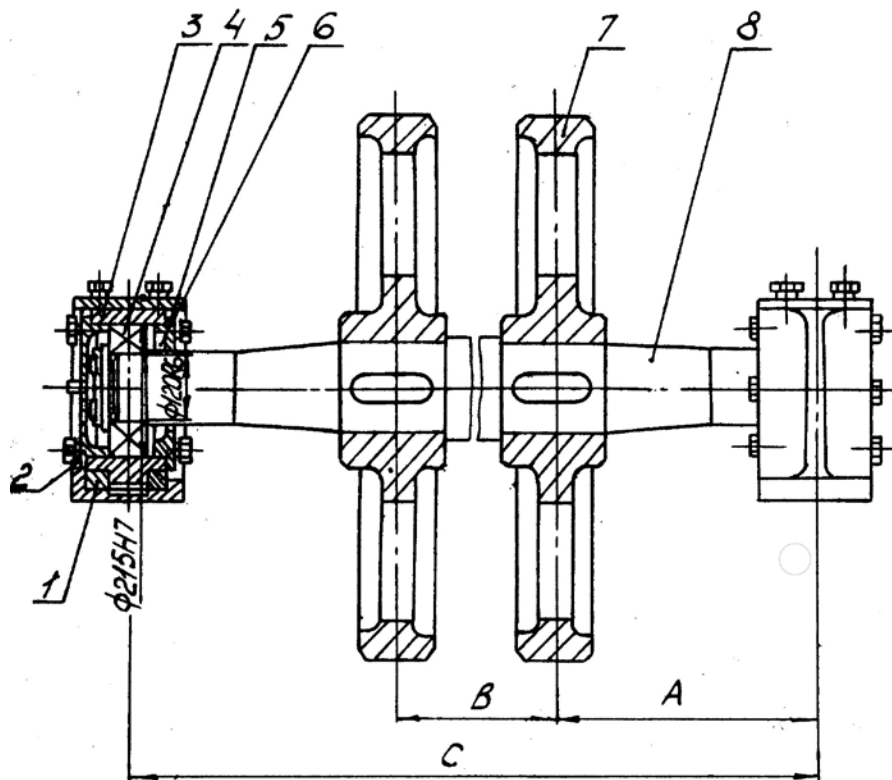


Рисунок 2- Устройство натяжное

1-планка, 2- прокладка, 3-втулка, 4- подшипник, 5-крышка сквозная,
6-манжета, 7-каток, 8-вал.

От осевого смещения каждый подшипник крепится торцевой шайбой, стопорной планкой и болтами. От попадания пыли и грязи предохраняют подшипники глухие и сквозные крышки 5 с манжетами 6 в глухих крышках имеются сквозные отверстия для подвода смазки к подшипникам. Лента питателей состоит из взаимоперекрывающих пластин отлитых из износостойчивой стали. Пластины соединяются между собой при помощи валиков, колец и костылей. Лента питателя имеет гнезда посредством которых входит в зацепление с зубьями звездочек.

Верхние опорные ролики

Верхние опорные ролики предназначены для удержания верхней рабочей ветви ленты питателя. На валу 10 напрессованы два ролика 9 и два роликовых радиальных сферических подшипника.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

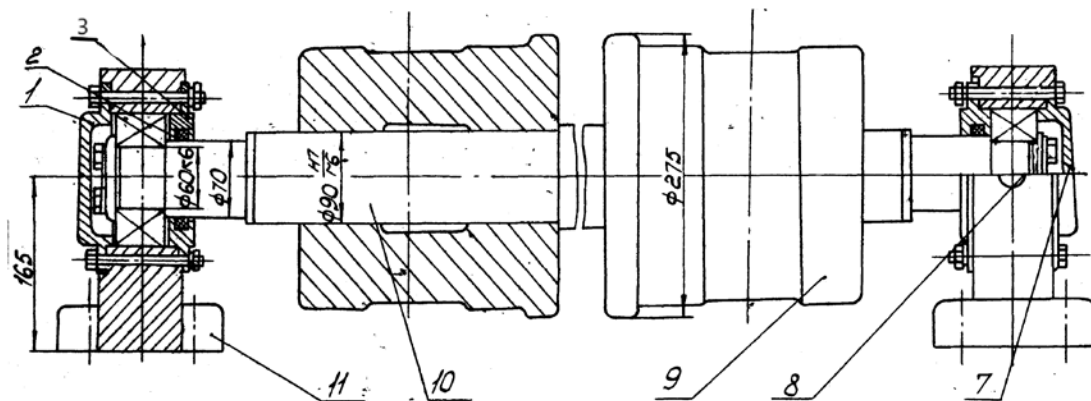


Рисунок 3 - Верхние опорные ролики

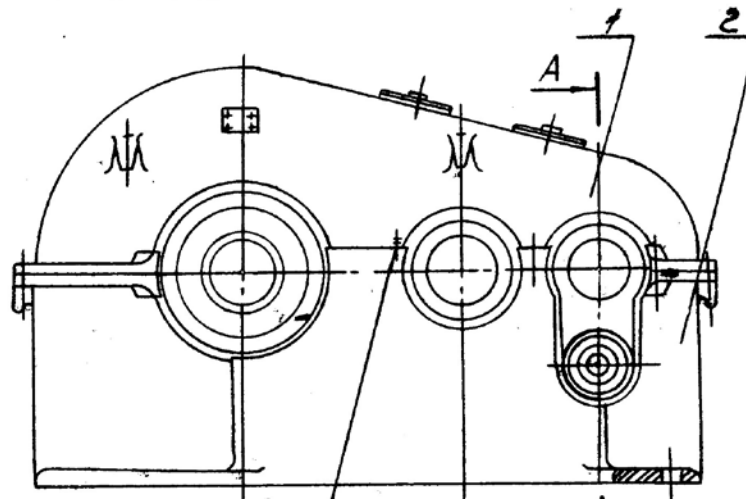
1 - крышка глухая, 2 - манжета, 3 - крышка сквозная, 4- подшипник, 5 - прокладка,
6 - крышка сквозная, 7 - крышка глухая, 8 - пробка, 9 - ролик,
10 - вал, 11 - корпус.

От продольного смещения подшипники закреплены упорными шайвами, стопорными планками и болтами. Подшипники установлены в литых неразъемных корпусах. Корпуса имеют боковые отверстия с резьбой для подвода смазки и по четыре отверстия на лапах для крепления к раме при помощи болтов. Глухие и сквозные крышки предохраняют подшипники от попадания пыли и грязи.

Редукторы

В приводах питателей применены цилиндрические горизонтальные трехступенчатые редукторы. Редукторы предназначены для изменения крутящего момента и числа оборотов. Редуктор представляет собой трехступенчатую зубчатую передачу, состоящую из трех пар цилиндрических косозубых колес. Первый и второй промежуточные валы 4,12 и тихоходный вал 9 находятся в одной плоскости, быстроходный вал под первым промежуточным. Валы 4, 12 и 7 установлены на роликовых конических подшипниках 6,5 и а тихоходный вал 9 на роликовых сверических подшипниках 10, смонтированных в стальном корпусе. Корпус редуктора служит масляной ванной и снабжен спускной кнопкой. На крышке редуктора имеются два смотровых люка.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21



14

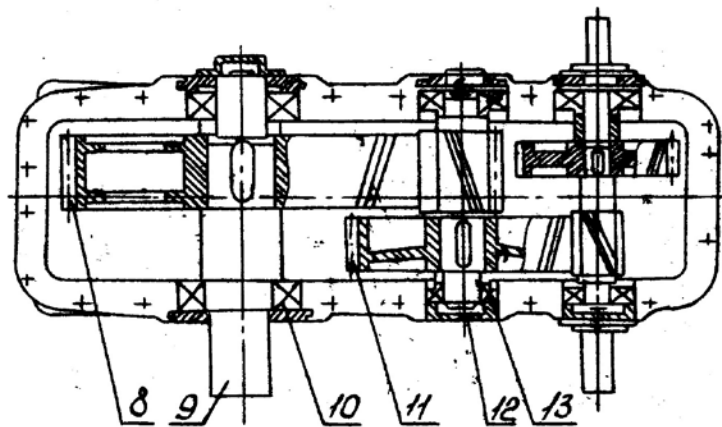


Рисунок 5 - Схема сборки

1-крышка, 2-корпус, 3-колесо зубчатое, 4-вал шестерни, 5,6-подшипник, 7-вал-шестерни, 8-колесо зубчатое, 9-вал, подшипник, 11-колесо зубчатое, 14-маслоуказатель

Для регулировки конических подшипников на быстроходном валу, предусмотрена возможность установки прокладок. На промежуточных валах с одной стороны имеются в крышках гайки для регулировки зацепления зубчатых передач. Для контроля уровня масла в редукторе имеется маслоуказатель 14. Нижняя риска на маслоуказатели соответствует минимуму масла.

Муфта зубчатая

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Муфты зубчатые предназначены для соединения вала электродвигателя с быстроходным валом редуктора и соединения тихоходного вала редуктора с приводным валом питателя а также передачи крутящего момента. Муфта, а зубчатая состоит из втулок 4 с наружными зубьями эвольвентного профиля? обточенными по шаровым поверхностям с центром на оси вала, и обойм зубчатых 5 и 7 с внутренними зубьями. Эти обоймы зубчатые охватывают втулки 4, насаживаемые на концы валов. Обоймы зубчатые соединены болтами. С обеих сторон муфта закрыта торговыми крышками 1 с встроенными в них манжетами.

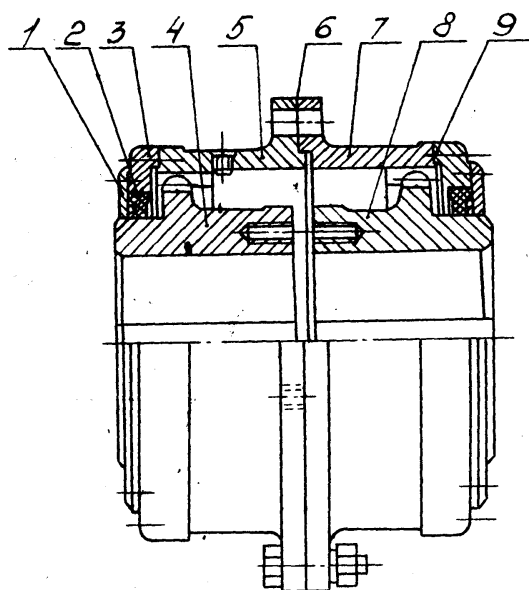


Рисунок 6 - Муфта зубчатая

1-крышка, 2-манжета, 3-крышка, 4-втулка, 5-обойма, 6-прокладка, 7-обойма, 8-втулка, 9-прокладка.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

4. ПУСК И НАЛАДКА ПЛАСТИНЧАТОГО КОНВЕЙЕРА

По окончании монтажа производится проверка эйльности установки всех сборочных единиц питателя, их расположения и крепления.

Перед пуском необходимо, проверить:

- Заземление электрооборудования;
- Заполнение маслом корпуса редукторхх, зубчатых муфт, а также смазку остальных смазываемых точек питателя;
- Убедиться в отсутствии посторонних предметов в рабочей зоне питателя;
- Произвести пробный пуск питателя с целью проверки электрооборудования и проходимости ленты. Пробный пуск должен быть краткофемным 15-20 минут и производиться кнопочным постом станции управления на малой скорости.

До начала работы питателя включением автоматического выключателя 1А подать в силовунэ цепь напряжение 320 В и включением автоматичес кого выключателя 2А подать в цепь управления нап ряжение 220 В.

Для пуска питателя нажать кнопку, соответствующую необходимой скорости движения ленты питателя.

Проверить работу питателя на ходу. При нормальной работе лента питателя должна передвигаться равномерно без сотрясений и толчков . Все элементы привода делжны работать плавно. Убедиться в правильности напряжения движения рабочего полотна и при работе на малой скорости окончательно отрегулировать его на- яжение. В случае сползания рабочего полотна в сторону, нужно подтягивать тот винт натяжного устройства, в сторону которого сползает лента рабочего полотна. выключить питатель, произвести тщательный осмотр и устранить все выявленные дефекты.

4.1 Технические мероприятия по обслуживанию установки

Ежемесячное обслуживание (ЕО), выполнять перед началом, в течение и

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

после окончания смены; ЕО включает в себя осмотр конвейера перед началом работы, регулирование и смазывание (при необходимости), наблюдение за работой конвейера, своевременное выявление и устранение простых отказов, чистку и мойку механизмов после окончания работы. На проведение ЕО ответи 0,5 - 0,7 часа.

4.2 Техническое обслуживание

ТО включает в себя: проверку металлоконструкции, механизмов, работы электрооборудования, уровня масла в картерах редукторов и механизмов, смазку деталей механизмов при частичной разборке, проверку работы осветительной и сигнальной аппаратуры. Средняя продолжительность ТО 3 плюс 6 часов.

Текущий ремонт - вид ремонта, при котором заменой и восстановлением деталей вышедших из строя обеспечивают нормальную работу цепного конвейера.

Капитальный ремонт - необходим для обеспечения полного (или близкого к полному) ресурса цепного конвейера. В этом случае цепной конвейер полностью разбирают, проводят диффектовку, ремонт, сборку, регулировку и испытание. При ремонте с целью сокращения сроков проведения ремонта, снижения стоимости ремонтных работ применять агрегатно-узловой способ ремонта.

Для своевременного комплектования запасными частями необходимо руководствоваться РТМ 24.005 - 87 "Средние нормы износа деталей ГП и Т машины" [16].

4.3 Смазка питателей

Смазка подшипниковых узлов натяжного устройства, верхних и нижних опорных роликов и приводного вала должна производиться насосам. Смазка подшипниковых узлов редуктора и зубчатых муфт жидкая. Способ подачи смазки в подшипниковые узлы редуктора-разбрызгиванием.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

5. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАСТИНЧАТЫХ КОНВЕЙЕРОВ

5.1 Область применения пластинчатых конвейеров

Пластинчатыми конвейерами называют машины непрерывного действия, грузонесущим элементом которых является жесткий металлический или деревянный, пластмассовый, резинотканевый настил (полотно), состоящий из отдельных пластин; тяговым элементом является одна или две пластинчатые цепи, огибающие концевые (приводную и натяжную) звездочки. Транспортируемый груз перемещается верхней ветвью конвейера; нижняя ветвь холостая.

Пластинчатые конвейеры используют для транспортирования в горизонтальном и наклонном направлениях насыпных и штучных грузов в машиностроительной, химической, горнорудной, энергетической и других отраслях промышленности.

Пластинчатые конвейеры (рисунок 1) применяют для транспортирования остrokромочных, средне- и крупнокусковых, горячих, химически активных, абразивных и других материалов, которые нельзя перемещать, к примеру, ленточными конвейерами, так как это может вызвать повреждение рабочего органа. Такие конвейеры применяются в различных отраслях промышленности – горнорудной и угольной, машиностроении, химической, стройматериалов, энергетической и другие.

Значительное распространение имеют пластинчатые конвейеры на различных складах, погрузочно-разгрузочных и упаковочных пунктах, где их используют для подачи различных штучных грузов в жесткой и мягкой упаковке, а также на многих технологических участках, где с транспортируемыми на этих конвейерах грузами производятся те или иные технологические операции – сборка, охлаждение, промывка, сушка, сортировка, термическая обработка и пр.

По направлению транспортирования пластинчатые конвейеры могут быть горизонтальными, наклонными и комбинированными. Угол подъема у

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

наклонных конвейеров может достигать до $30-35^{\circ}$, а при наличии гребней у настила – до $45-60^{\circ}$.

Производительность пластинчатых конвейеров может достигать $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ и выше. Наиболее употребительная ширина настила 400-1400 мм; отдельные исполнения имеют ширину 2500 мм.

Длина пластинчатых конвейеров при одноприводном исполнении достигает 200 м и более, при многоприводном исполнении - практически не ограничена. Максимальная скорость v тяговой цепи 1-1,5 м/с, но обычно ее значение лежит в диапазоне 0,05-0,68 м/с.

Возможность весьма различного конструктивного исполнения ходовой части пластинчатых конвейеров и, в частности, их настилов, в зависимости от характеристики подлежащих транспортированию грузов и многих местных условий обуславливает следующие их основные достоинства по сравнению, например, с ленточными конвейерами:

а) Металлический настил необходимой прочности допускает транспортирование на этих конвейерах крупнокузовых тяжелых материалов и материалов, обладающих повреждающими свойствами;

б) Применение в качестве тягового органа высокопрочных цепей позволяет выполнять эти конвейеры со значительными тяговыми усилиями, что бывает необходимо при большой длине конвейера и значительной высоте подъема, а также для обеспечения его высокой производительности;

в) Исполнение настила коробчатой формы, а также устройство в лотковом (бортовом) настиле специальных поперечных перегородок (диафрагм) позволяет транспортировать насыпные грузы с весьма большими углами наклона трассы конвейера к горизонту. Трассы пластинчатых конвейеров могут выполняться со значительно меньшими, чем у ленточных конвейеров, радиусами на участках переходов с горизонтального направления на наклонное. Этими качествами пластинчатых конвейеров обеспечивается компактность транспортных схем и уменьшение до минимума потерь производственных площадей на участках подъемов;

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

г) Лотковая (бортовая) форма настила, несущего груз, позволяет иметь большое значение площади поперечного сечения материала на конвейере, чем достигается высокая производительность этих конвейеров при транспортировании массовых насыпных грузов;

д) Конструкция ходовой части и работа на сравнительно небольших скоростях облегчает равномерную загрузку пластинчатых конвейеров и допускает возможность их самостоятельного питания, например, при поступлении на них насыпных грузов из бункеров;

е) Относительная простота устройства на настиле конвейеров различных элементов (например, для фиксации грузов) и возможность выполнения настила в соответствии с требованиями разнообразных технологических условий позволяет широко использовать пластинчатые конвейеры в поточном производстве для различных видов обработки транспортируемых на них изделий;

ж) Специальные исполнения ходовой части допускают перегибы, как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскости, чем обеспечивается возможность осуществления пластинчатых конвейеров с криволинейными в плане трассами и бесперегрузочное транспортирование на них материала;

з) Спокойный и бесшумный ход;

и) Возможность использования конвейеров в технологических процессах и поточных линиях при высоких и низких температурах.

Наряду с указанными достоинствами, пластинчатые конвейеры имеют и недостатки, к числу которых можно отнести большой вес конструкции и, в частности, ходовой части; относительную сложность изготовления и высокую их первоначальную стоимость; наличие в ходовых частях большого количества шарниров и катков.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1 - Область применения пластинчатых конвейеров

Тип конвейера	Область применения
Пластинчатый	<p>Машиностроение - горячие поковки, отливки, остроконечные отходы штамповочного производства; поточные линии сборки, охлаждение, промывка, сушки, сортировки, термической обработки.</p> <p>Металлургия - крупнокусковая руда, горячий агломерат.</p> <p>Химические заводы и предприятия строительных материалов - нерудные крупнокусковые материалы.</p> <p>Тепловые электростанции - крупнокусковой уголь.</p> <p>Горнорудная и угольная промышленность - крупнокусковые, тяжелые и остроконечные материалы. Лесная и деревообрабатывающая промышленность - бревна, пиломатериалы.</p> <p>Различные отрасли промышленности - перемещение пассажиров по наклонным и горизонтальным трассам.</p>

5.2 Анализ конструкции установки

Пластинчатые конвейеры применяют для транспортировки в горизонтальном и наклонном направлениях различных насыпных и штучных грузов в машиностроительной, металлургической, химической, горнорудной, энергетической и других отраслях промышленности. Такими конвейерами перемещают крупнокусковые, абразивные и прочие материалы.

В нашем случае мы имеем цепной напольный конвейер для перемещения штучных грузов габаритными размерами 380x285x114 мм, на расстояние 12000 мм. Ширина настила рабочей части конвейера равна 400 мм. Скорость движения цепи конвейера - равна 0,4 м/с. Трасс конвейера - горизонтальная.

В качестве тягового элемента на конвейере используются тяговые цепи типа ПВР - пластинчатая втулко-роликовая цепь.

Грузонесущим элементом конвейера является две ленты, закрепленные на тяговых элементах. Натяжение цепи происходит за счет провисания цепи. Привод цепного конвейера состоит из приводной звездочки, цепной передачи,

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

редуктора и электродвигателя. В состав цепного конвейера входят следующие сборочные элементы:

- Привод цепного конвейера;
- Секция промежуточная;
- Секция концевая; -цепь.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6. МЕХАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1 Расчёт пластинчатого конвейера общего назначения

В соответствии с ГОСТ 22281–92 [17] выбирается тип конвейера и тип настила. Настил применяется трех типов:

- легкий – при насыпной плотности транспортируемого груза $\rho < 1 \text{ т/м}^3$;
- средний – при $\rho = 1–2 \text{ т/м}^3$;
- тяжелый – при $\rho > 2 \text{ т/м}^3$.

Высота бортов h бортового настила для насыпных грузов выбирается из нормального ряда (по справочнику), для штучных грузов $h = 100–160 \text{ мм}$.

Угол наклона конвейера зависит от типа настила и характеристики перемещаемого груза (таблица 2), выбранный угол наклона конвейера должен удовлетворять условию β меньше или равно φ_1 ($7–10^\circ$), где φ_1 – угол естественного откоса груза в движении.

Таблица 2 - Рекомендации к выбору типа настила пластинчатого конвейера

Тип настила	Угол наклона конвейера β (град)
Гладкий без бортов	9
Волнистый без бортов	5
Коробчатый без бортов	35
Гладкий с бортами	6
Волнистый с бортами	3
Коробчатый с бортами	35

На настиле без бортов насыпной груз располагается по треугольнику с углом свободного расположения груза в поперечном сечении движущегося настила $\varphi_1 = 0,4\varphi$.

где φ – угол естественного откоса груза в покое.

Большая жесткость настила и малая его скорость позволяют принимать угол φ_1 больше, чем для ленточных конвейеров.

По этой же причине ширина расположения груза на настиле b также принимается большей, а именно $b=0,85B$.

Таблица 3- Значение коэффициента

Угол наклона конвейера, град	Настил	
	Без бортов	С бортами
До 10	1	1
11...20	0,9	0,95
Свыше 20	0,85	0,9

Таблица 4 - Данные для выбора высоты бортов пластинчатого конвейера

В, мм	h, мм	Объёмная производительность конвейера V (м ³ /ч) при скорости U (м/с)					
		0,125	0,16	0,2	0,25	0,315	0,4
400	100	16	20	25	30	40	50
500	125	25	30	40	50	65	80
650	160	40	50	65	80	100	125
800	200	65	80	100	125	160	200
1000	250	100	125	160	200	250	320
1200	320	160	200	250	320	400	500

Таблица 5 - Ориентировочные значения коэффициента сопротивления движению ходовой части на катках и опорных роликах

Условия работы конвейера	Катки на подшипниках	
	скольжения	качения
Хорошие (закрытые отапливаемые помещения, отсутствие абразивного загрязнения).	0,06...0,08	0,02
Средние (закрытые помещения, наличие загрязнения).	0,08...0,1	0,03
Тяжёлые (на открытом воздухе, интенсивное загрязнение).	0,1...0,13	0,045

Рассчитать пластинчатый конвейер, предназначенный для транспортирования асбестовой руды из склада в отделение дробления.

Условия эксплуатации конвейера тяжёлые: интенсивное абразивное загрязнение. Расчётная производительность конвейера $Q=850$ т/ч;

Размер типичного куска 200 мм; насыпная плотность груза $\rho = 2,4$ т/м³; угол естественного откоса груза в покое $\alpha_n = 40^\circ$, а в движении $\alpha'_n = 0,7 \cdot \alpha_n = 0,7 \cdot 40 = 28$; коэффициент трения груза по стальному настилу (минимальное значение) $f_v = 0,5$.

Для заданных условий выбираем цепной пластинчатый конвейер общего назначения с длиннозвенными тяговыми пластинчатыми цепями и звёздочками с малым числом зубьев. С учётом этого принимаем скорость конвейера $v = 0,25$ м/с.

Объёмная производительность, соответствующая расчётной производительности $Q=850$ т/м³, составляет:

$$V = Q / \rho = 850 / 1,6 = 354 \text{ м}^3 / \text{ч}. \quad (1)$$

Находим требуемую ширину настила по формуле:

$$B = \sqrt{\frac{850}{3600 \cdot v \cdot \rho \cdot k_n}} = \sqrt{\frac{850}{3600 \cdot 0,25 \cdot 2,4 \cdot 0,29}} = 1500 \text{ м}, \quad (2)$$

где Q - производительность конвейера;

ρ - насыпная плотность груза;

v - скорость конвейера;

Из ряда по ГОСТ 22281-76 [17], принимаем ближайшее большее значение ширины настила равной 1500 мм.

Распределённая масса транспортируемого груза определяем по формуле:

$$q = \frac{Q}{3,6 \cdot v} = \frac{850}{3,6 \cdot 0,25} = 944 \text{ кг / м}. \quad (3)$$

Масса настила с цепями определяется по формуле:

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$q = 60 \cdot B + A = 60 \cdot 1,5 + 150 \text{ кг/м}, \quad (4)$$

где $A=150$ кг/м.

С учётом эксплуатации в тяжёлых условиях (на открытом воздухе, интенсивное загрязнение) принимаем коэффициент сопротивления движению для ребордных катков на подшипниках скольжения $\nu = 0,13$.

Коэффициента сопротивления при огибании отклоняющих устройств:

$$K_1 = 1,04 \text{ при угле перегиба } \alpha_n \leq 90^\circ$$

$$K_2 = 1,08 \text{ при угле перегиба } 180^\circ.$$

Определение натяжений в характерных точках трассы.

Принимаем натяжение в точке 4 $S_4 = 2000$ Н.

При обходе трассы от точки 4 по направлению движения полотна определяем натяжения в точках:

$$S_5 = S_4 \cdot K_1 = 1,04 \cdot 2000 = 2080 \text{ Н}$$

$$S_6 = S_5 + q \cdot L_3 \cdot \nu = 2080 + 210 \cdot 9,81 \cdot 20 \cdot 0,13 = 7436 \text{ Н}$$

$$S_7 = K_2 + S_6 = 1,08 + 7436 = 8031 \text{ Н}$$

$$S_8 = S_7 + (q+q_0) \cdot L_3 \cdot \nu = 8031 + (389+210) \cdot 9,81 \cdot 20 \cdot 0,13 = 23309 \text{ Н}$$

$$S_9 = K_1 + S_8 = 1,04 + 23309 = 24241 \text{ Н}$$

$$S_{10} = S_9 + (q+q_0) \cdot q \cdot (L_2 \cdot \nu + H) = 24241 + (389+210) \cdot 9,81 \cdot (25 \cdot 0,13 + 10) = 102101 \text{ Н}$$

$$S_{11} = K_1 + S_{10} = 1,04 + 102101 = 106185 \text{ Н}$$

$$S_{12} = S_{\max} = S_{11} + (q+q_0) \cdot q \cdot L_1 \cdot \nu = 106185 + (389+210) \cdot 9,81 \cdot 0,13 \cdot 10 = 113824 \text{ Н}$$

Для определения натяжений в точках 1 и 3 холостой ветви производим обход против направления движения полотна:

$$S_3 = S_4 - q \cdot q_0 \cdot (L_3 \cdot \nu - H) = 2000 - 210 \cdot 9,81 \cdot (25 \cdot 0,13 - 10) = 15906 \text{ Н}$$

$$S_2 = S_4 / K_1 = 15906 / 1,04 = 15294 \text{ Н}$$

$$S_1 = S_2 - q \cdot q_0 \cdot L_1 \cdot \nu = 15294 - 210 \cdot 9,81 \cdot 10 \cdot 0,13 = 12616 \text{ Н}$$

Определение тягового усилия на приводных звёздочках и мощности привода.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Тяговое усилие на приводных звёздочках определяется по формуле:

$$W_0 = (S_{н6} + S_{с6} + (S_{н6} + S_{с6})) \cdot (k_2 - 1) = S_{12} - S_1 + (S_{12} + S_1) \cdot (k_2 - 1), \quad (5)$$

$$W_0 = 113824 - 12616 + (1.08 - 1) = 110314 \text{ Н.}$$

Принимаем коэффициент запаса равным $K_3=1,5$ и КПД привода $\eta_0 = 0,9$

Мощность двигателя определяем по формуле:

$$P = \frac{k_3 \cdot W_0 \cdot v}{1000 \cdot \eta_0} = \frac{1,5 \cdot 110314 \cdot 0,25}{1000 \cdot 0,9} = 35,2 \text{ кВт.} \quad (6)$$

Определение расчётного натяжения тягового элемента. По аналогии с применяемыми конструкциями принимаем тяговый элемент, состоящий из двух параллельно расположенных пластинчатых цепей с шагом равным $t=300$ мм приводную звёздочку с числом зубьев $Z = 10$.

При заданной схеме трассы конвейера максимальное натяжение тягового элемента будет равно:

$$S_{\max} = S_{н6} = S_{12} = 113824 \text{ Н.} \quad (7)$$

Длину контура тягового элемента определяем по формуле:

$$L = 2 \cdot \sum L_i = 2(L_1 + L_2 + L_3) \quad (8)$$

где $L_1; L_2$ - длины контура тягового элемента.

$$L = 2 \cdot (10 + 25 + 20) = 110 \text{ м.}$$

Масса груза, находящегося на конвейере определяется по формуле

$$m_r = q \cdot L/2, \quad (9)$$

$$m_r = 389 \cdot 110/2 = 21395 \text{ кг.}$$

Масса ходовой части конвейера определяется по формуле:

$$m = q_0 \cdot L,$$

$$m_{ч} = 210 \cdot 110 = 23100 \text{ кг,} \quad (10)$$

где q_0 – вес 1 погонного метра ходовой части конвейера,
значения берут из каталогов

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Динамическое усилие определяем по формуле:

$$S_{\text{дин}} = K_u \cdot \frac{2\pi \cdot v}{Z_0} \cdot \frac{K \cdot m + k'' \cdot m_x}{t},$$

Динамическое усилие равно:

$$S_{\text{дин}} = 1,5 \cdot \frac{23,14 \cdot 0,25}{6} \cdot \frac{0,8 \cdot 21395 + 0,75 \cdot 23100}{0,4} = 8837 \text{ Н},$$

где K^1 - коэффициент участия в колебательном процессе массы перемещаемого груза = 0,8 (при $\beta > 20^0$);

- Коэффициент участия в колебательном процессе массы ходовой части конвейера $K^1 = 0,75$ (при $L=110\text{м}$).

Определяем расчётное натяжение тягового элемента:

$$S_{\text{рас}} = S_{\text{max}} + S_{\text{дин}} = 113824 + 8834 = 122658 \text{ Н}.$$

Расчётное натяжение цепи двухцепного конвейера определяется по формуле:

$$S_{\text{рас.ц}} = S_{\text{рас}} / C_n = \frac{122658}{1,8} = 68143 \text{ РН}, \quad (11)$$

где C_n - коэффициент неравномерности натяжения, равен 1,8,

$S_{\text{рас}}$ - расчётное натяжение тягового элемента.

По ГОСТ 588-81 [18], выбираем катковую цепь М450 с разрушающей нагрузкой $Q_{\text{рв}} = 450 \text{ кН}$.

Определяем запас прочности этой цепи по формуле:

$$K_3 = Q_{\text{рв}} / S_{\text{рас.ц}} = 450000 / 68143 = 6,6 \quad (12)$$

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

По ГОСТ 558-81 выбранная цепь имеет следующие основные параметры и размеры: шаг 400 мм; диаметр валика 36 мм; диаметр втулки 150 мм; диаметр катка 140 мм; диаметр реборды катка 175 мм; распределённую массу 25,8 кг/м.

Усилие натяжного устройства конвейера определяется по формуле:

$$P_{\text{нбн}} = 2,1 \cdot S_{\text{нб}} + TН, \quad (13)$$

где $S_{\text{нб}}$ - усилие в точке набегания гибкого элемента на натяжное устройство;
 $TН$ - потери на передвижение натяжной тележки или ползунов.
 Усилие натяжного устройства конвейера равно:

$$P_{\text{нбн}} = 2,1 \cdot 2080 + 0 = 4368 \text{ Н/мм}^2.$$

6.2 Выбор электродвигателя и кинематический расчет

Расчет ведем по [1]

Мощность привода (мощность на выходе) определяется по формуле:

$$P_{\text{вых}} = F_t \cdot v / 10^3. \quad (14)$$

Мощность привода равна:

$$P_{\text{вых}} = 16300 \cdot 0,75 / 10^3 = 12 \text{ кВт},$$

где F_t - окружная скорость на барабане,
 v - скорость цепей.

Требуемая мощность двигателя определяем по формуле:

$$P_{\text{э потр}} = P_{\text{вых}} / \eta_{\text{общ}}, \quad (15)$$

где $\eta_{\text{общ}}$ – общий КПД привода.

Общий КПД привода определяем по формуле:

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_{\text{рп}} \cdot \eta_{\text{ред}} \cdot \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{п}}, \quad (16)$$

По таблице 1.1 из [1] принимаем:

$\eta_{\text{ред}} = 0,91$ - КПД редуктора;

$\eta_{\text{цп}} = 0,97$ - КПД закрытой цилиндрической передачи;

$\eta_{\text{п}} = 0,99$ - КПД пары подшипников качения;

$\eta_{\text{м}} = 0,98$ - КПД муфты;

$\eta_{\text{рп}} = 0,95$ - ременная передача.

Общий КПД привода равен:

$$\eta_{\text{общ}} = 0,95 \cdot 0,91 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 0,84.$$

Требуемая мощность двигателя равна:

$$P_{\text{э потр}} = 12 / 0,84 = 14,2 \text{ кВт.}$$

Частота вращения вала электродвигателя определяется по формуле:

$$n_{\text{э}} = n_{\text{вых}} \cdot U_{\text{рп}} \cdot U_1 \cdot U_2, \quad (17)$$

где $U_{\text{рп}}$ – передаточное число ременной передачи;

U_1 – передаточное число цилиндрической передачи (1 ступень);

U_2 – передаточное число цилиндрической передачи (2 ступень).

По таблице 1.2 из [1] примем рекомендуемые значения передаточных чисел:

$$U_{\text{рп}} = 2;$$

$$U_1 = 3;$$

$$U_2 = 3.$$

Частота вращения вала электродвигателя на выходе равна:

$$n_{\text{вых}} = 60 \cdot 10^3 v / (D_{\text{зв}} \cdot P) = 60 \cdot 10 \cdot 0,75 / (20 \cdot 100) = 45 \text{ об/мин.}$$

Частота вращения вала электродвигателя равна:

$$n_{\text{э}} = 45 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 3 = 910 \text{ об/мин.}$$

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$P = 7,5 \text{ кВт}; n = 1000 \text{ об/мин.}$

Общее передаточное число привода определяем по формуле:

$$U_{\text{общ}} = U_{\text{рп}} \cdot U_1 \cdot U_2 = n / n_{\text{вых}}, \quad (18)$$

Общее передаточное число привода равно:

$$U_{\text{общ}} = 1000/45 = 22,2,$$

Возьмем $U_{\text{рп}} = 3$, тогда:

$$U_{\text{ред}} = U_{\text{общ}} / U_{\text{рп}} = 22,2 / 3 = 7,4,$$

$$U_1 = U_{\text{ред}} / U_2 = 7,4 / 2 = 3,7.$$

Принимаем по каталогу $n_{\text{дв}} = 1000 \text{ об/мин};$

Частота вращения валов определяем по формулам:

$$n_1 = n_{\text{дв}} / U_{\text{рп}} = 1000 / 3 = 333 \text{ об/мин};$$

$$n_2 = n_1 / U_1 = 333 / 3 = 111 \text{ об/мин};$$

$$n_3 = n_{\text{вых}} = 45 \text{ об/мин.}$$

Угловые скорости валов:

$$\omega_1 = \pi n_1 / 30 = 3,14 \cdot 333 / 30 = 35 \text{ рад/с};$$

$$\omega_2 = \pi n_2 / 30 = 3,14 \cdot 111 / 30 = 11,6 \text{ рад/с};$$

$$\omega_3 = \omega_{\text{вых}} = \pi n_3 / 30 = 3,14 \cdot 45 / 30 = 4,7 \text{ рад/с.}$$

Крутящие моменты на валах определяются по формуле:

$$T_i = 9550 \cdot P_i / n_i, \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (19)$$

где T_i - крутящий момент на i -ом валу, $\text{Н} \cdot \text{м};$

P_i - мощность на i -ом валу, $\text{кВт};$

n - частота вращения i -ого вала, $\text{мин}^{-1}.$

Крутящие моменты определяем по формулам:

$$T_1 = 9550 \cdot P_1 / n_1 = 9550 \cdot 2,82 / 333 = 80,8 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (20)$$

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$T_2 = 9550 \cdot P_2 / n_2 = 9550 \cdot 2.71 / 195,77 = 132 \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (21)$$

$$T_3 = 9550 \cdot P_3 / n_3 = 9550 \cdot 2.6 / 48,94 = 506 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (22)$$

Мощности на валах определяются по формулам:

$$P_1 = P \cdot \eta_{рп} \cdot \eta_{п} = 3 \cdot 0,95 \cdot 0,99 = 2,82 \text{ кВт}, \quad (23)$$

$$P_2 = P_1 \cdot \eta_{щп} \cdot \eta_{п} = 2,82 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 2,71 \text{ кВт}, \quad (24)$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{щп} \cdot \eta_{п} = 2,71 \cdot 0,97 \cdot 0,99 = 2,6 \text{ кВт}, \quad (25)$$

$$P_{\text{вых}} = P_3 \cdot \eta_{м} \cdot \eta_{п} = 2,6 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 2,52 \text{ кВт}. \quad (26)$$

Таблица 6 - Результаты произведенных расчетов

Валы	Мощности на валах, кВт	Частоты вращения валов, мин ⁻¹	Крутящие моменты на валах, Н·м	Передаточные числа передач
I	2,82	333	80,8	U ₁ =7,4
II	2,71	112	132	U ₂ =3
III	2,6	45	506	

6.3 Расчет первой ступени редуктора

Исходные данные: U₁ = 7,4; T₁ = 80,8 Н·м; n₁ = 333 об/мин.

Диаметр внешней делительной окружности колеса определяется по формуле:

$$d_{e2} \geq 1,75 \cdot 10^4 \sqrt{\frac{U_1 \cdot T_{н\beta} \cdot K_{н\beta}}{v_n \cdot [\sigma]_н^2}} = 1,75 \cdot 10^4 \sqrt{\frac{2,44 \cdot 103 \cdot 1,9}{0,85 \cdot (514 \cdot 10^6)^2}} = 0,3 \text{ м}, \quad (27)$$

где K_{нβ} - коэффициент учитывающий неравномерность распределения нагрузки по длине контактных линий;

v_н - передаточное число;

[σ]_н - допускаемое контактное напряжение, Н/мм² (МПа);

Коэффициент для прямозубых колес принимаем таблица 2.7 [1]:

$$v_n = 0,85;$$

$$K_{н\beta} = 1,9;$$

$$\Psi_d = 0,166 \sqrt{U_1^2 + 1} = 0,44;$$

$$T_{HE2} = K_{HD} T_2 = 0,78 \cdot 132 = 103 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Угол делительного конуса колеса:

$$\delta_2 = \arctg(U_1) = \arctg 7,4 = 67,7^\circ; \sin \delta_2 = \sin 67,7 = 0,93.$$

Конусное расстояние:

$$R_e = d_{e2} / 2 \sin(\delta_2) = 300 / 2 \cdot 0,93 = 139 \text{ мм}.$$

Ширина зубчатого венца шестерни и колеса:

$$b = 0,285 R_e = 0,285 \cdot 139 = 40 \text{ мм}.$$

Внешний торцовый модуль определяется по формуле:

$$m_e \geq \frac{14 \cdot T_{FB2}}{v_F \cdot d_{e2} \cdot b \cdot [\sigma]_F} K_{FB}, \quad (27)$$

$$K_{FB} = K_{FB}^0 (1 - X) + X = 1,67 (1 - 0,5) + 1 = 1,835,$$

$$K_{FB}^0 = 1,67 - \text{табл. 2.6 [1]}.$$

$$X = 0,5 [1].$$

$v_F = 0,85$ – для прямозубых колес,

$$T_{FE2} = K_{FD} T_2 = 1 \cdot 132 = 132 \text{ Н}\cdot\text{м},$$

$$m_e = \frac{14 \cdot 132 \cdot 1,835}{0,85 \cdot 0,3 \cdot 0,040 \cdot 253 \cdot 10^6} = 0,003 \text{ м}.$$

Число зубьев колеса и шестерни:

$$z_2 = d_{e2} / m_e = 300 / 2 = 150;$$

$$z_1 = z_2 / U_1 = 150 / 7,4 = 21.$$

Фактическое передаточное число:

$$U_{1\phi} = z_2 / z_1 = 150/21 = 7,1$$

Углы делительных конусов колеса и шестерни определяем по формуле:

$$\delta_2 = \arctg(U_1) = \arctg 7,4 = 67,6^\circ; \delta_1 = 90^\circ - \delta_2 = 22,4^\circ, \quad (28)$$

$$\cos \delta_2 = \cos 67,6^\circ = 0,38; \cos \delta_1 = \cos 22,4^\circ = 0,92; \sin \delta_1 = ; \sin 22,4^\circ = 0,38.$$

Делительные диаметры равны:

$$d_{e1} = m_e z_1 = 3 \cdot 21 = 63 \text{ мм};$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

$$d_{e2} = m_e z_2 = 3 \cdot 150 = 450 \text{ мм.}$$

Внешние диаметры равны:

$$d_{ae1} = d_{e1} + 2(1 + X_{e1}) m_e \cos \delta_1 = 63 + 2(1+0,22) 3 \cdot 0,92 = 181 \text{ мм,}$$

$$d_{ae2} = d_{e2} + 2(1 + X_{e2}) m_e \cos \delta_2 = 450 + 2(1 - 0,22) 3 \cdot 0,38 = 514 \text{ мм.}$$

$X_{e1} = 0,22$; $X_{e2} = - X_{e1} = -0,22$ – коэффициенты смещения, таблице 2.10

[1].

Силы в зацеплении определяем по формуле:

$$F_t = \frac{2T_2}{d_{m2}} \text{ Н,} \quad (29)$$

$$F_t = \frac{2 \cdot 132}{0,440} = 600 \text{ Н.}$$

$$d_{m2} = 0,857 d_{ae2} = 0,857 \cdot 514 = 440 \text{ мм.}$$

Радиальная сила определяется по формуле:

$$F_{r1} = F_{a2} = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \delta_1 = 600 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \cdot 0,92 = 200 \text{ Н.} \quad (30)$$

Осевая сила определяется по формуле:

$$F_{a1} = F_{r2} = F_t \cdot \operatorname{tg} \alpha \cdot \sin \delta_1 = 600 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \cdot 0,38 = 83 \text{ Н.} \quad (31)$$

Напряжения изгиба в зубьях колеса определяем по формуле:

$$\sigma_{F2} = 1,17 Y_{F2} \frac{F_{\text{тб}}}{v_f b m_e} K_{F\beta} K_{Fv} \leq [\sigma]_{F2}, \quad (32)$$

где $K_{F\beta}$ - коэффициент концентрации нагрузки равен 1,835,

K_{Fv} - динамический коэффициент 1,5 таблице 2.7 [1].

Напряжения изгиба в зубьях шестерни:

$$\sigma_{F1} = \sigma_{F2} Y_{F1} / Y_{F2} \leq [\sigma]_{F1}.$$

Окружная скорость в зацеплении:

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$V = \frac{\pi d_{m2} \cdot n_2}{60} = 3,14 \cdot 0,192 \cdot 295,1 / 60 = 2,97 \text{ м/с.}$$

Эквивалентные числа зубьев:

$$z_{v2} = z_2 / \cos \delta_2 = 150 / 0,38 = 394,$$

$$z_{v1} = z_1 / \cos \delta_1 = 21 / 0,92 = 23,$$

$$Y_{F1} = 3,57, Y_{F2} = 3,62 - \text{таблице 2.8 [1].}$$

$$\sigma_{F2} = 1,17 \cdot 3,62 \frac{1358}{0,85 \cdot 0,0343 \cdot 0,002} \cdot 1,835 \cdot 1,5 = 232 \text{ МПа} \leq [\sigma]_{F2} = 256$$

МПа.

$$\sigma_{F1} = 232 \cdot 3,57 / 3,62 = 229 \text{ МПа} \leq [\sigma]_{F1} = 294 \text{ МПа.}$$

Условие выполняется.

Находим расчетное контактное напряжение:

$$K_{Hv} = 1,2 - \text{табл. 2.9 [1].}$$

$$T_{HE2} = K_{HD} T_2 = 0,78 \cdot 132 = 101,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$\sigma_H = 1,9 \cdot 10^6 \sqrt{\frac{101,7 \cdot 2,43}{0,85 \cdot 0,224^2}} \cdot 1,9 \cdot 1,2 = 462 \text{ МПа} \leq [\sigma]_H = 514 \text{ МПа,}$$

Условие выполняется.

6.4 Расчет тяговой звездочки

Выберем цепь: М112-1-80-2 ГОСТ 588-81. Шаг цепи: $t = 80$ мм. Окружная сила на звездочке: $F_4 = 40$ кН. Скорость тяговой цепи: $V_4 = 0,05$ м/с. Число зубьев звездочки: $Z = 10$.

$$D_{\text{Ц}} = 21 \text{ мм} - \text{диаметр элемента зацепления.}$$

Геометрическая характеристика зацепления равна:

$$\lambda = t / D_{\text{Ц}} = 80 / 21 = 3,81 \quad (33)$$

где t - шаг цепи

$D_{\text{Ц}}$ - диаметр элемента зацепления

Шаг зубьев звездочки:

$$tZ = t = 80 \text{ мм.}$$

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Диаметр делительной окружности:

$$\text{в шагах: } dt = \operatorname{cosec} (180^\circ / z) = \operatorname{cosec} (180 / 8) = 2,6131;$$

$$\text{в мм: } d_d = dt \cdot t = 2,6131 \cdot 80 = 209 \text{ мм.}$$

Диаметр наружной окружности:

$$D_e = t(K + KZ - 0,31 / \lambda) = 80 (0,7 + 2,41 - 0,31 / 3,81) = 242 \text{ мм,}$$

$K = 0,7$ – коэффициент высоты зуба,

$KZ = \operatorname{ctg} (180^\circ / z) = \operatorname{ctg} (180^\circ / 10) = 2,41$ – коэффициент числа зубьев.

Диаметр окружности впадин:

$$D_i = d_d - (D_{\text{ц}} + 0,175) = 209 - (21 + 0,175) = 185,47 \text{ мм.}$$

Радиус впадины зубьев:

$$R = 0,5 (D_{\text{ц}} - 0,05t) = 0,5 \cdot (21 - 0,05 \cdot 80) = 8,5 \text{ мм.}$$

Половина угла заострения зуба:

$$\gamma = 13 \text{ — } 20^\circ; \gamma = 16^\circ.$$

Угол впадины зуба:

$$\beta = 2 \gamma + 360^\circ / z = 2 \cdot 16 + 360^\circ / 8 = 77^\circ.$$

Ширина зуба звездочки:

$$b_{f_{\max}} = 0,9b_3 - 1 = 0,9 \cdot 31 - 1 = 26,9 \text{ мм;}$$

$$b_{f_{\min}} = 0,87b_3 - 1,7 = 0,87 \cdot 31 - 1,7 = 25,27 \text{ мм;}$$

$$b_f = 26,085 \text{ мм.}$$

Ширина вершины зуба:

$$b = 0,83 b_f = 0,83 \cdot 26,085 = 21,65 \text{ мм.}$$

Диаметр венца:

$$D_C = tKZ - 1,3h = 80 \cdot 2,41 - 1,3 \cdot 40 = 140 \text{ мм.}$$

Окружная сила на звездочке: $F_4 = 40$ кН. Центробежная сила на валы и опоры не передается. Нагрузку на них от полезного натяжения и собственной силы тяжести цепи условно принимают равной: $F_r = 1,15F_t = 1,15 \cdot 40 = 46$ кН.

6.5 Расчет приводного вала и расчет подшипников для него

Принимаем: выходной диаметр 200 мм, под подшипники – диаметр 220 мм, под тяговую звездочку – диаметр 260 мм.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Усилие от муфты: $F_M = 15968 \text{ Н}$,

$F_t = F_4 = 40000 \text{ Н}$, $F_r = 46000 \text{ Н}$, $p = 100 \text{ мм}$, $s = 200 \text{ мм}$, $t = 200 \text{ мм}$.

Реакции от усилий в зацеплении:

$R_{Lx} (s + t) - F_t s = 0$; $R_{Lx} = F_t s / (s + t) = 40000 \cdot 0,2 / 0,4 = 20000 \text{ Н}$,

$R_{Kx} = F_t - R_{Lx} = 40000 - 20000 = 20000 \text{ Н}$,

$M_y = R_{Kx} s = 20000 \cdot 0,2 = 4000 \text{ Н} \cdot \text{м}$,

$R_{Ly} = F_r s / (s + t) = 46000 \cdot 0,2 / 0,4 = 23000 \text{ Н}$,

$R_{Ky} = F_r - R_{Ly} = 46000 - 23000 = 23000 \text{ Н}$,

$M_x = R_{Ky} s = 23000 \cdot 0,2 = 4600 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Реакции от усилия муфты:

$F_M (s + t + p) - R_{LF_M} (s + t) = 0$,

$R_{LF_M} = F_M (s + t + p) / (s + t) = 15968 \cdot 0,5 / 0,4 = 19960 \text{ Н}$,

$R_{KF_M} = R_{LF_M} - F_M = 19960 - 15968 = 3992 \text{ Н}$,

$R_L = 30480 \text{ Н}$,

$R_K = 30480 \text{ Н}$.

Для расчета подшипников:

$R_L = R_L + R_{LF_M} = 30480 + 19960 = 50440 \text{ Н}$,

$R_K = R_K + R_{KF_M} = 30480 + 3992 = 34472 \text{ Н}$.

Опасное сечение I - I. Концентрация напряжений в сечении I - I вызвана напрессовкой внутреннего кольца подшипника на вал с натягом.

Материал вала - сталь 40X, $H_B = 240$, $\sigma_B = 780 \text{ МПа}$, $\sigma_T = 540 \text{ МПа}$, $\tau_T = 290 \text{ МПа}$,

$\sigma_{-1} = 360 \text{ МПа}$, $\tau_{-1} = 200 \text{ МПа}$, $\psi\tau = 0,09$, [2].

Расчет вала в сечении I - I на сопротивление усталости.

$\sigma_a = \sigma_u = M_{LF_M} / 0,1d^{4/3} = 1597 \cdot 10^3 / 0,1 \cdot 100^3 = 16 \text{ МПа}$,

$\tau_a = \tau_k / 2 = T_{\text{вых}} / 2 \cdot 0,2d^{4/3} = 4080 \cdot 10^3 / 0,4 \cdot 100^3 = 10,2 \text{ МПа}$,

$K_\sigma / K_d \sigma = 3,8$ [2]; $K_\tau / K_d \tau = 2,2$ [2],

$K_F \sigma = K_F \tau = 1$ [2]; $K_V = 1$ [2],

$K_{\sigma D} = (K_\sigma / K_d \sigma + 1 / K_F \sigma - 1) \cdot 1 / K_V = (3,8 + 1 - 1) \cdot 1 = 3,8$,

$K_{\tau D} = (K_\tau / K_d \tau + 1 / K_F \tau - 1) \cdot 1 / K_V = (2,2 + 1 - 1) \cdot 1 = 2,2$,

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$\sigma_{-1Д} = \sigma_{-1} / K_{\sigma Д} = 360 / 3,8 = 94,7 \text{ МПа},$$

$$\tau_{-1Д} = \tau_{-1} / K_{\tau Д} = 200 / 2,2 = 91 \text{ МПа},$$

$$S_{\sigma} = \sigma_{-1Д} / \sigma_a = 94,7 / 16 = 5,9; S_{\tau} = \tau_{-1Д} / \tau_a = 91 / 10,2 = 8,9,$$

$$S = S_{\sigma} S_{\tau} = 5,9 \cdot 8,9 = 4,9 > [S] = 2,5.$$

Прочность вала обеспечена.

6.6 Выбор типа подшипника

Двухрядный роликовый радиальный сферический самоустанавливающийся подшипник с цилиндрическим посадочным отверстием и несимметричными роликами.

Характеристики подшипника 3544:

- Внутренний диаметр – 220 мм;
- Наружный диаметр – 400 мм;
- Ширина – 108 мм;
- Масса – 62,5 кг;
- Количество роликов в подшипнике - 38 шт.;
- Размеры ролика - 44x39,04;
- Грузоподъемность динамическая - 1370 кН;
- Грузоподъемность статическая - 1230 кН;
- Максимальная номинальная частота вращения - 1000 об/мин.

6.7 Смазка зубчатых зацеплений

Смазка зубчатых зацеплений осуществляется окунанием одного из зубчатых колес в масло на полную высоту зуба.

Вязкость масла по [2]:

$$V_1 = 0,37 \text{ м/с} - V_{40^\circ} = 33 \text{ мм}^2 / \text{с},$$

$$V_2 = 0,12 \text{ м/с} - V_{40^\circ} = 35 \text{ мм}^2 / \text{с},$$

$$V_{40^\circ \text{ ср}} = 34 \text{ мм}^2 / \text{с}.$$

По [2] принимаем масло промышленное И-Г-А-32, у которого

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

$V_{40^{\circ}\text{C}} = 29-35 \text{ мм}^2 / \text{с}$. Подшипники смазываются тем же маслом, что и зацепления за счет разбрызгивания масла и образования масляного тумана.

6.8 Выбор зубчатой муфты

Конструкция и характеристики зубчатой муфты

Зубчатые муфты – наиболее распространенный вид жестких компенсирующих муфт. Их широко применяют для соединения валов, особенно в тяжелом машиностроении, где передают большие моменты и затруднена точная установка узлов.

Зубчатая муфта состоит из двух обоев 1 с внутренними зубьями, находящихся в зацеплении соответственно с двумя зубчатыми втулками 2 с наружными зубьями. Зубчатые сопряжения муфт работают в масляной ванне. В муфтах предусмотрены отверстия для слива и залива в них масла, уплотнения для герметизации

Поверхности наружных зубьев обточены на окружности выступов по сфере радиусом R , по этой поверхности центрируются обоймы. По техническим условиям зубья изготавливаются с эвольвентным профилем с углом зацепления $\alpha = 20^{\circ}$.

Компенсирующую способность муфты обеспечивают созданием зазоров между сопряженными зубьями и приданием бочкообразной формы зубьям зубчатых венцов втулок.

Достоинствами зубчатых муфт являются:

- высокая нагрузочная способность при сравнительно небольших габаритах,
- хорошая компенсирующая способность смещений осей валов,
- технологичность изготовления – использование для нарезки зубьев нормального зубонарезного инструмента.

К недостаткам можно отнести:

- Сравнительно низкую стойкость из-за быстрого износа и разрушения зубьев;

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Отсутствие упруго-демпфирующих свойств.

Муфту выбирают таким образом, чтобы момент муфты T был больше расчетного T_p ($T > T_p$).

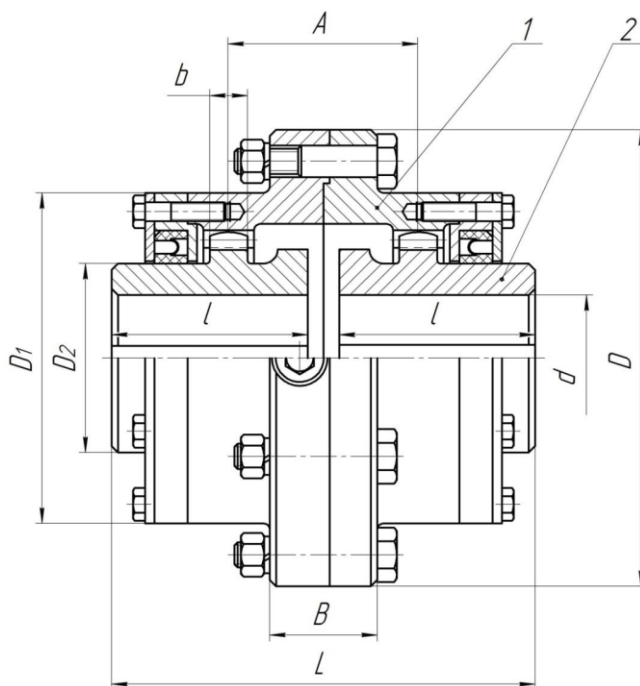


Рисунок 7 – Зубчатая муфта

1- обойма, 2 - зубчатая втулка.

Выбираем муфту типа 63000–200–1 У2 ГОСТ 50895–96 [19].

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

7. СПЕЦИАЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

МОДЕРНИЗАЦИЯ ЦЕПНОГО КОНВЕЙЕРА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ЗВЕНЬЕВ

7.1 Подшипники скольжения. Общие сведения

Подшипник скольжения является основной частью опоры вала, обеспечивает режим вращения вала в условиях относительного скольжения поверхности цапфы вала по соответствующей поверхности подшипника.

Подшипники скольжения воспринимают радиальные и осевые нагрузки, приложенные к валу. От качества опор скольжения во многом зависит работоспособность машины.

Подшипники скольжения состоят из корпуса, вкладышей (втулок) и смазывающих устройств. Опорный участок вала называется цапфой. Форма рабочей поверхности подшипника скольжения, так же как и форма цапфы вала, может быть цилиндрической, конической, плоской. Цапфу называют шипом, если она расположена на конце вала, и шейкой при расположении в середине вала.

Достоинства подшипников скольжения:

- Имеют повышенную долговечность в высокоскоростных механизмах; хорошо воспринимают вибрационные и ударные нагрузки; работают бесшумно; имеют сравнительно малые радиальные размеры;
- Допускают установку на шейки коленчатых валов.

Недостатки подшипников скольжения:

- В процессе работы требуют постоянного контроля за состоянием смазочного материала и возможностью перегрева;
- Имеют сравнительно большие осевые размеры; имеют значительные потери на трение в период пуска и при несовершенной смазке;
- Требуют большой расход смазочного материала, его очистку и охлаждение.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Подшипники скольжения применяют во многих отраслях техники. Обычно их используют в тех случаях, когда применение подшипников качения невозможно или нецелесообразно:

- Для валов изделий, работающих с ударными и вибрационными нагрузками (двигатели внутреннего сгорания, прокатные станы, молоты и др.);
- Для валов больших диаметров (валы гидротурбин, валы прокатных станов и др.);
- Для валов высокоскоростных машин (центрифуги и др.); для устройств повышенной точности (шпиндели станков, опоры механизмов телескопов и др.);
- В тихоходных машинах, бытовой технике;
- В приборах с малыми диаметрами валов и осей (часы, хронометры и др.);
- В машинах, работающих в воде и агрессивных средах.

7.2 Виды разрушений и критерии работоспособности подшипников скольжения

Обязательным условием работы подшипника скольжения является наличие масляного слоя между трущимися поверхностями, для образования которого в посадке должен обеспечиваться гарантированный зазор. В подшипниках имеет место жидкостное, полужидкостное и граничное трение.

Наименьшие потери (f 0,001-0,003) и наименьший износ наблюдается при жидкостном трении. При нем потери определяются коэффициентом трения f в потоке жидкости, надежно разделяющем трущиеся поверхности.

Граничное трение характеризуется очень тонким слоем смазки (менее 0,1 мк), разделяющим трущиеся поверхности. Пограничный тонкий слой смазки обладает особыми свойствами, зависящими от природы и состояния трущихся поверхностей, и образует устойчивые пленки на поверхностях деталей. Полужидкостное трение – смешанное.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Жидкостное трение возникает лишь в специальных подшипниках при соблюдении определенных условий. Большинство подшипников скольжения работают в условиях полужидкостного трения, а в периоды пуска и остановки – в условиях граничного трения.

Подшипники скольжения могут выйти из строя по следующим причинам:

1. Абразивный износ является результатом работы подшипников скольжения в условиях граничного (полупускового) трения, а также следствием попадания со смазкой абразивных частиц.

2. Задиры или заедание возникают при перегреве из-за понижения вязкости масла: масляная пленка местами разрывается, образуется металлический контакт с температурными пиками. Причиной заедания могут служить перекосы валов, а также перегрузки, которые тоже приводят к выдавливанию смазки.

3. Усталостное выкрашивание поверхности происходит довольно редко в основном характерно при действии нагрузок по отнулевому (пульсирующему) циклу.

4. Коррозия рабочих поверхностей.

Критериями работоспособности подшипников в условиях несовершенной смазки (граничная и полужидкостная) является износостойкость и сопротивление заеданию.

Для жидкостного трения таким критерием является сохранение минимальной толщины масляного слоя при заданных режимах работы (угловая скорость, удельное давление, температура и вязкость масла).

Смазка может подаваться специальным шприцем через масленку. В сложных конструкциях с большим числом точек смазки используют централизованные системы с нагнетанием смазки масляным насосом из центрального бака по трубопроводам. Нередко вместо отдельного корпуса используют расточки деталей конструкции, в которые запрессовываются антифрикционные втулки.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

7.3 Характеристика материала применяемого для изготовления

подшипник скольжения

Подшипник скольжения втулка, выполняется из бронзы. Бронзовые втулки скольжения выдерживают удельную нагрузку до пятнадцати МПа и хорошо работают при окружной скорости валов до десяти м/с.

Преимущества бронзовых втулок:

- Низкая адгезия бронзовых втулок – важный фактор втулок из бронзового литья, который обеспечивает антифрикционные свойства при трении, это незначительная способность или полная неспособность к схватыванию с материалом сопрягаемой детали. При трении по стали максимально низкая адгезия наблюдается у серебра, олова, меди, свинца, висмута, сурьмы и различных специальных сплавов этих металлов.
- Высокая теплопроводность и теплоемкость бронзовых втулок – фактор обусловленный физическими свойствами и видом молекулярной кристаллической решетки, способствует образованию прочных пограничных слоев, уменьшающих трение.
- Прирабатываемость подшипников скольжения из бронзового литья - фактор, который способствует распределению нагрузки по границе соприкосновения равномерно. Бронзовые втулки имеют способность при попадании на границу трения твердых абразивных частиц поглощать их, затягивая их в глубину дальше от поверхности соприкосновения. Это предохраняет от износа стальные валы оборудования.
- Стабильность механических свойств и большой ресурс бронзовых втулок и вкладышей обеспечивает расширенный гарантийный срок службы до капитального ремонта.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 7 - Область применения материала

Марка и стандарт	Область применения	Допускаемый режим работы		
		[p] кг/см ²	[v] м/с	[pv] кг·м/(см ² ·с)
БрОФ 10-1 литейная БрОФ 6,5-0,15 (ГОСТ 5017-49) Обрабатывается давлением	Подшипники турбин, электродвигателей, генераторов, центробежных насосов, компрессоров и т. п. машин, работающих с постоянной нагрузкой	150	10	150
БрОЦС 5-5-5 БрОЦС 6-6-3 БрОЦС 4-4-17 литейные		80 50 100	3 3 4	120 100 100
БрАЖ 9-4 прутки и поковки БрАЖ9-4Л литейная	Подшипники редукторов, металлорежущих станков, транспортеров, центробежных насосов, прокатных станов.	150	4	120
БрАЖМц 10-3-1,5 прутки, поковки, литье		200	5	150
БрАЖС 7-1,5-1,5 литейная (ГОСТ 493-54)		250	8	200
БрС30 литейная, отливка в металлическую форму	Подшипники двигателей внутреннего сгорания, поршневых компрессоров и насосов и других машин, работающих с переменной и ударной нагрузками	250	12	300

7.4 Выбор метода получения и расчет технологического времени на изготовление втулки из бронзы

Метод выполнения заготовок деталей машин определяется назначением конструкции детали, материалом, техническими требованиями, масштабом и серийностью выпуска, а также экономичностью изготовления. Выбрать

заготовку - значит установить способ ее получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления. От правильного выбора заготовки зависит трудоемкость и себестоимость обработки.

В качестве исходной заготовки используют прутки круглого сечения, трубный прокат.

Определить техническую норму времени при точении заданной детали по следующим исходным данным:

1. Поверхности обработки:

- торец 1, шероховатость Ra 2,5;
- наружная – диаметр 150h8, шероховатость Ra 2,5;
- внутренняя – диаметр 120H9, шероховатость Ra 10.

2. Материал детали – БрАЖМц, $\sigma_{\text{в}} = 500 \text{ Н/мм}^2$.

3. Станок – токарно-винторезный модель 16К20.

4. Приспособление – самоцентрирующий трёхкулачковый патрон.

5. Размер партии $n = 1$ штук.

6. Припуски на обработку:

- для наружной поверхности плюс 0,030мм;
- для внутренней поверхности плюс 0,070 мм.

Определяем количество операций:

- *подрезание торца* – заданную шероховатость можно достичь черновым и чистовым подрезанием.

- *обработка наружной поверхности* – заданную поверхность можно достичь черновым и чистовым точением.

- *расточка отверстия* – заданную поверхность можно достичь черновым и чистовым растачиванием.

Содержание операции:

- Установить и снять деталь.
- Подрезать торец начерно и начисто.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Точить наружную поверхность начерно и начисто.
- Расточить отверстие начерно и начисто.
- Переустановить деталь.
- Подрезать торец начерно и начисто.
- Точить наружную поверхность начерно начисто.
- Расточить пазына начерно и начисто.

Выбор режущего инструмента:

- Для обработки детали принимаем марку режущей части резца – Т15К6.
- Для подрезания торца и наружной обработки резец токарный сборный проходной с механическим креплением твёрдосплавных пластин клин - прихватом с размерами $b \times h \times L = 20 \times 25 \times 140$ с главным углом в плане $\varphi = 45^\circ$ и длиной режущей кромки 16 мм.
- Для расточки отверстия принимаем резец проходной с ромбической пластиной $d \times h \times L = 25 \times 23 \times 200$ с главным углом в плане $\varphi = 95^\circ$.

Рассчитаем затраты на механическую обработку проката.

Число проходов определим по формуле:

$$n = \frac{D - d}{3} = \frac{170 - 150}{3} = 7 \text{ прохода} \quad (34)$$

где D - диаметр исходной заготовки

d - диаметр готовой детали

Принимаем глубину резания для заданной шероховатости $Ra = 0,8$:

- для чистовой обработки – $t = 0,3$ мм,
- для черновой обработки – $t = 3$ мм.

Определим время на черновую обработку детали:

$$T = 0,00017 \cdot d_i \cdot l_i \quad (35)$$

где d - диаметр заготовки,

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

l - длина заготовки.

Черновое точение:

$$T_1 = 0,00017 \cdot d_1 \cdot l_1 = 0,00017 \cdot 170 \cdot 90 = 2,6 \text{ мин,}$$

$$T_2 = 0,00017 \cdot d_1 \cdot l_1 = 0,00017 \cdot 167 \cdot 90 = 2,5 \text{ мин,}$$

$$T_3 = 0,00017 \cdot d_1 \cdot l_1 = 0,00017 \cdot 164 \cdot 90 = 2,44 \text{ мин,}$$

$$T_4 = 0,00017 \cdot d_1 \cdot l_1 = 0,00017 \cdot 161 \cdot 90 = 2,42 \text{ мин,}$$

$$T_5 = 0,00017 \cdot d_1 \cdot l_1 = 0,00017 \cdot 158 \cdot 90 = 2,4 \text{ мин,}$$

$$T_6 = 0,00017 \cdot d_1 \cdot l_1 = 0,00017 \cdot 155 \cdot 90 = 2,37 \text{ мин,}$$

$$T_7 = 0,00017 \cdot d_1 \cdot l_1 = 0,00017 \cdot 150 \cdot 90 = 2,3 \text{ мин.}$$

Сверление внутреннего отверстия диаметром на 30 мм:

$$T_8 = 0,00052 \cdot d_1 \cdot l = 0,00052 \cdot 25 \cdot 90 = 2 \text{ мин}$$

Сверление внутреннего отверстия диаметром на 50 мм:

$$T_9 = 0,00052 \cdot d_2 \cdot l = 0,00052 \cdot 50 \cdot 90 = 2,4 \text{ мин.}$$

Черновое растачивание отверстия на 120 мм:

Подача: $S=0,5 \text{ мм/об.}$

$$T_{10} = 0,00052 \cdot d_2 \cdot l = 0,00052 \cdot 120 \cdot 90 = 5,4 \text{ мин.}$$

Отрезание:

$$T_{11} = 0,00019 \cdot D^2 = 0,00019 \cdot 150 = 4,3 \text{ мин.}$$

Технологическое время на точение втулки

$$\sum T = 31,3 \text{ мин.}$$

Точение выполняется на токарно-револьверном станке (1341), тогда $\varphi = 1,98$.

Определим штучно-калькуляционное время точения:

$$T_{шт} = \varphi \cdot 31,3 = 61,9 \text{ мин.}$$

Результаты расчетов заносятся в таблицу 8.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Таблица 8 - Технологический процесс на изготовление втулки

Наименование и содержание операции	Оборудование (код, наименование, инвентарный номер)	Кол-во рабочих	ОП	Тшт/ час
		Разряд работы		
<u>Заготовительная</u> (1. Отрезать заготовку заданных размеров . 2.Контроль произвести исполнителем.)	Ленточно-пильный станок	1/3	1	0,07
<u>Токарная</u> (1.Установить (переустановить) "Втулку", выверить и надёжно закрепить. 2. Торцевать заготовку в размер В=90мм, точить ф150 (с припуском под шлифовку)мм, снять фаску3х30°, сверлить и расточить вн. отверстие ф120 (с припуском под шлифовку) мм, острые кромки притупить, выдерживая размеры и шероховатость согл.чертежа. 3. Контроль произвести исполнителем	Станок токарно-винторезный	1/5	1	0,44
<u>Фрезерная</u> (1.Установить (переустановить) заготовку, выверить и надёжно закрепить. 2. Фрезеровать 2 канафки. Ф4х75мм, острые кромки притупить, выдерживая размеры и шероховатость согл.чертежа. 3. Контроль произвести исполнителем	Станок токарно-расточной	1/5	1	0,5
<u>Шлифовальная</u> <u>Настройка станков: (внутришлифовального и круглошлифовального)</u> (1.Установить (переустановить) "Втулку", выверить и надёжно закрепить. 2. Шлифовать: ф150 х90мм ; отверстие ф120х75мм ; выдерживая размеры и шероховатость согл. черт. 3.Контроль произвести исполнителем)	Станок шлифовальный	1/5 1/5 1/5	1 1	0,08 0,06 0,35
<u>Итого</u>				1,56 часа

7.5 Обоснование замены материала для изготовления подшипника скольжения - втулки

Износостойкость фторопластов в 40 раз выше, чем бронзы и в 10 раз выше, чем баббита. Показателем износа служит потеря массы за определенное время.

Фторопласт эксплуатируется при температурах от минус 269 до плюс 260°С, причем верхний предел ограничивается не потерей химической стойкости, а снижением физико-механических свойств.

Фторопласт хорошо обрабатывается точением, сверлением, фрезерованием и шлифованием.

7.5.1 Применение втулок из фторопласта

Фторопласт - это уникальный материал, который используется в различных сферах промышленности и быту. Физико-механические свойства и химическая стойкость делают его незаменимым даже в сравнении с капролоном. Одна из разновидностей изделий из этого материала – втулки из фторопласта. Они изготавливаются методом экструзии или прессования, с последующей термообработкой изделия. Втулки из фторопласта-4, изготавливаемые методом прессования с последующей термообработкой, предназначены для изготовления уплотнительных, электроизоляционных, антифрикционных, химически стойких элементов конструкций, применяемых в различных отраслях промышленности, в том числе пищевой, и в медицине в качестве деталей технологического оборудования (прокладки, вкладыши). Изготовление деталей из втулок производится методом механической обработки.

Фторопластовые втулки предназначены для производства различных элементов конструкций: электроизоляционных, уплотнительных, антифрикционных и химически стойких. Изделия используются в различных отраслях промышленности, начиная от химической, электротехнической и машиностроительной промышленности и заканчивая легкой, пищевой и медицинской.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Втулки эксплуатируются в таком температурном диапазоне – от минус 269°С до плюс 250°С.

Технические характеристики фторопласта;

- Высокие диэлектрические характеристики и стойкость к электрической дуге;

- Высокая прочность электрическая;

- Стойкость к воздействию химических веществ;

- Низкие показатели водопоглощения; небольшой коэффициент трения;

- Малый уровень адгезии;

- Биологическая инертность;

- Способность сохранять свои свойства в температурном диапазоне.

Преимущество изделий из фторопласта:

- Небольшой удельный вес – от 1,0 до 1,8 г/см³. Приблизительно можно говорить о 5-кратном преимуществе по сравнению с черными и цветными металлами в общей оценке;

- Высокая антикоррозийная стойкость;

- Фенопласт не только не подвергается разрушительному воздействию кислорода, но и успешно противостоит другим агрессивным химическим средам;

- Слабое сопротивление оказывается материалом только при взаимодействии с концентрированными кислотами и щелочами;

- Высокая механическая прочность, которая может превышать прочность чугуна.

Готовые детали успешно трудятся не только в ременных передачах, но на основе этого полимера изготавливаются подшипники скольжения. Здесь также проявляется антифрикционная стойкость материала, когда для работы, где присутствует трение, не требуется дополнительная смазка.

Пластичность. Это свойство может достигаться при определенных условиях, что позволяет получить не только прочные изделия, но и наделяет их необходимой гибкостью.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Непроводимость электрического тока. Это свойство позволяет использовать фенoplast в электротехнике в качестве диэлектрика.

Светопроницаемость. Наряду с дневным светом фенoplast пропускает лучи в ультрафиолетовом диапазоне, что является важным преимуществом в сравнении с силикатным стеклом.

Низкая теплопроводность. При среднем показателе 0,3 материал успешно используется как теплоизоляционный.

7.5.2 Расчет технологического времени на изготовление втулки из фторопласта

Число проходов определим по формуле:

$$n = \frac{D - d}{5} = \frac{170 - 150}{5} = 4 \text{ прохода.}$$

Определим основное время:

Черновое точение:

$$T_1 = 0,00017 \cdot d_1 \cdot l_1 = 0,00017 \cdot 170 \cdot 90 = 2,6 \text{ мин.}$$

$$T_2 = 0,00017 \cdot d_1 \cdot l_1 = 0,00017 \cdot 165 \cdot 90 = 2,44 \text{ мин.}$$

$$T_3 = 0,00017 \cdot d_1 \cdot l_1 = 0,00017 \cdot 160 \cdot 90 = 2,4 \text{ мин.}$$

$$T_4 = 0,00017 \cdot d_1 \cdot l_1 = 0,00017 \cdot 155 \cdot 90 = 2,29 \text{ мин.}$$

Сверление внутреннего отверстия диаметром на 30 мм:

$$T_8 = 0,00052 \cdot d_1 \cdot l = 0,0003 \cdot 30 \cdot 90 = 1 \text{ мин.}$$

Сверление внутреннего отверстия диаметром на 50 мм:

$$T_9 = 0,00052 \cdot d_2 \cdot l = 0,0003 \cdot 50 \cdot 90 = 1,5 \text{ мин.}$$

Растачивание отверстия на 120 мм:

$$T_{10} = 0,00052 \cdot d_2 \cdot l = 0,0003 \cdot 120 \cdot 90 = 3,2 \text{ мин.}$$

Отрезание:

$$T_{11} = 0,00019 \cdot D^2 = 0,0001 \cdot 150 = 2,2 \text{ мин.}$$

Технологическое время на точение втулки

$$\sum T = 17,6 \text{ мин.}$$

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Точение выполняется на токарно-револьверном станке (1341),

тогда $\varphi = 1,98$.

Определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт} = \varphi \cdot 17,6 = 35 \text{ мин.}$$

Таблица 9 - Технологический процесс на изготовление втулки из фторопласта

Наименование и содержание операции	Оборудование (код, наименование, инвентарный номер)	Кол-во рабочих	ОП	Тшт/ час
		Разряд работы		
<u>Заготовительная</u> (1. Отрезать заготовку заданных размеров . 2.Контроль производства исполнителем.)	Ленточно-пильный станок	1/3	1	0,07
<u>Токарная</u> (1.Установить (переустановить) "Втулку", выверить и надёжно закрепить. 2. Торцевать заготовку в размер В=90мм, точить $\varphi 150$ (с припуском под шлифовку)мм, снять фаску $3 \times 30^\circ$, сверлить и расточить вн. отверстие $\varphi 120$ (с припуском под шлифовку) мм, острые кромки притупить, выдерживая размеры и шероховатость согл.чертежа. 3. Контроль производства исполнителем	Станок токарно-винторезный	1/5	1	0,3
<u>Фрезерная</u> (1.Установить (переустановить) заготовку, выверить и надёжно закрепить. 2. Фрезеровать 2 канавки. $\varphi 4 \times 75$ мм, острые кромки притупить, выдерживая размеры и шероховатость согл.чертежа. 3. Контроль производства исполнителем	Станок токарно-расточной	1/5	1	0,3
<u>Шлифовальная</u> <u>Настройка станков: (внутришлифовального и круглошлифовального)</u> (1.Установить (переустановить) "Втулку", выверить и надёжно закрепить. 2. Шлифовать: $\varphi 150 \times 90$ мм ; отверстие $\varphi 120 \times 75$ мм ; выдерживая размеры и шероховатость согл. черт. 3.Контроль производства исполнителем)	Станок шлифовальный	1/5 1/5 1/5	1 1	0,08 0,06 0,25
<u>Итого</u>				1,06 час

7.5.3 Расчет по критерию износостойкости

Целью расчета подшипника сухого трения является установление допустимых значений действующей нагрузки, скорости скольжения, температуры и других параметров и их соответствия физико-механическим свойствам выбранных материалов пары трения втулка — вал при принятых геометрических соотношениях, обеспечивающих наибольший срок службы и достаточно высокие антифрикционные свойства. Речь идет о том, чтобы в отсутствии смазывающего материала на трущейся поверхности получить наибольшую износостойкость подшипника и обеспечить минимальное изменение его геометрических размеров во времени с учетом действующих условий эксплуатации. Расчет на изнашивание производят по величине износа и форме изношенной поверхности. Форма изношенной поверхности рассчитывается в каждом конкретном случае, исходя из геометрических соотношений изнашиваемого сопряжения.

Таблица 10 - Значение величин применяемых при расчетах

Материал	Предел прочности σ_B , кгс/см ²	Микрогеометрический комплекс Δ ,	Давление в подшипнике P , Н/мм ²	Модуль упругости материала E , кгс/мм ²	Коэффициент трения ξ	Параметр кривой фрикционной усталости t
Фторопласт	630	1,25	5	8500	0,08	5,0
Сталь 3	370	1,25	5	2100	0,15	6,9
Бронза	480	1,25	5	10600	0,12	5,0

Расчет на изнашивание производят по величине износа и форме изношенной поверхности. Форма изношенной поверхности рассчитывается в каждом конкретном случае, исходя из геометрических соотношений изнашиваемого сопряжения.

Расчет на износостойкость находим по формуле:

$$I = K_1 \cdot 0,5^{\tau - \frac{5}{4}} \cdot P^{\frac{1}{5}\tau - 1} \cdot E^{\frac{4}{5}\tau - 1} \Delta^{\frac{2}{5}\tau} \left(\frac{kp\xi}{\sigma_B} \right), \quad (36)$$

где t - параметр кривой фрикционной усталости;

k_1 - коэффициент, определяемый геометрической конфигурацией и расположением по высоте единичных неровностей на поверхности твердого тела ($k_1 = 0,18 \div 0,22$);

P - среднее давление в подшипнике;

E - модуль упругости материала;

Δ - микрогеометрический комплекс;

k_r - коэффициент, характеризующий напряженное состояние и зависящий от вида материала (ориентировочно для хрупких материалов $k_r = 5$, для высокоэластичных $k_r = 3$;

ζ - коэффициент трения;

σ_B - предел прочности материала.

Рассчитываем износостойкость для подшипника изготовленной из бронзы по формуле:

$$I = K_1 \cdot 0,5^{t-\frac{5}{4}} \cdot P^{\frac{1}{5}t-1} \cdot E^{\frac{4}{5}t-1} \Delta^{\frac{2}{5}t} \left(\frac{k_r \zeta}{\sigma_B} \right) = 0,22 \cdot 0,5^{3,75} \cdot 5 \cdot 10600^3 \cdot 1,25^2 \left(\frac{3 \cdot 0,12}{480} \right) = 1600 \text{ НВ.}$$

Расчет для подшипников, изготовленных из фторопласта, ведется аналогично, все расчеты на износостойкость приведены в таблице 11.

Таблица 11 - Расчет износостойкости

Материал	Изнашивания I сопряжения, НВ	Материал	Изнашивания I сопряжения, НВ
Пара трения			
Ранее		Сейчас	
Сталь 3	700	Сталь 3	700
Бронза	1600	Фторопласт	4200

8. РАСЧЕТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ

Расчет затрат технологической себестоимости поэлементным методом сводится к суммированию перечисленных статей:

$$C_T = M + Z_0 + Z_B + Z_{\text{вс. м}} + S_{\text{осн}} + S_э + S_p + S_H + S_{\text{инст}}, \quad (36)$$

где M - затраты на основные материалы;
 Z_0 - заработная плата основных рабочих;
 Z_B - заработная плата вспомогательных рабочих;
 $S_{\text{осн}}$ - амортизационные отчисления на оборудование;
 $S_{\text{инст}}$ - затраты на инструмент;
 $S_э$ - затраты на электроэнергию;
 S_p - затраты на ремонт.

8.1 Затраты на основные материалы

Потребность в основных материалах определяется исходя из их плановых норм расхода на единицу продукции определяем по формуле:

$$M = G \cdot C_m \cdot (1 + K_{\text{мз}}) - G_{\text{от}} \cdot C_{\text{от}}, \quad (37)$$

$$M = 7,54 \cdot 2800 \cdot (1 + 0,15) - 3,04 \cdot 185 = 23716 \text{ руб.}$$

где G - расход материала на единицу изделия, кг;
 C_m - цена единицы измерения массы материала, руб./кг;
 $K_{\text{т.з.}}$ - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные затраты (0,05 - 0,15);
 $G_{\text{от}}$ - масса реализуемых отходов, кг;
 $C_{\text{от}}$ - цена отходов за единицу измерения, руб./кг.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

8.2 Заработная плата основных производственных рабочих

В основе фонда заработной платы лежит прямой фонд заработной платы, включающий оплату труда сдельщиков по расценкам и повременщиков по тарифу.

При повременной системе заработной платы:

$$Z_0 = Ч_{ст} \cdot t_{техн} \cdot (1 + \alpha) \cdot (1 + \beta), \quad (38)$$

$$Z_0 = 100 \cdot 1,5 \cdot (1 + 0,5) \cdot (1 + 0,342) = 302 \text{ руб/час},$$

где $Ч_{ст\ ср}$ - средняя тарифная ставка основных производственных рабочих в данном технологическом процессе, руб./ч,

$t_{техн}$ - трудоемкость технологического процесса, ч,

α – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

β – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды (34,2%).

8.3 Заработная плата вспомогательных рабочих (наладчиков)

Расчет фонда заработной платы вспомогательных рабочих ведется таким же образом и в такой же последовательности, как и для основных рабочих. Отличие состоит лишь в том, что для этой категории рабочих прямой фонд заработной платы включает оплату по тарифу за отработанное время:

$$Z_v = \sum Ч_{ni} \cdot P \cdot F_p \cdot (1 + \alpha) \cdot (\beta + 1),$$

$$Z_v = 88,15 \cdot 1 \cdot 8 \cdot (1 + 0,5) \cdot (1 + 0,342) = 1419 \text{ руб/см},$$

где n - число тарифных разрядов вспомогательных рабочих;

$Ч_{ni}$ - часовая тарифная ставка вспомогательного рабочего данного разряда, руб.;

P_i - количество вспомогательных рабочих соответствующего разряда;

F_p - фонд времени работы рабочего, ч.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

8.4 Определение расходов на электроэнергию

Расходы на электроэнергию рассчитываются согласно установленным нормам расхода электроэнергии и тарифам:

$$S_э = \frac{Ц_э \cdot K_n \cdot K_w \cdot K_{xi}}{\eta}, \quad (39)$$

где $Ц_э$ - цена электроэнергии 1кВтч;

K_n - коэффициент загрузки электродвигателя по мощности;

K_w - коэффициент учитывающий потерю электроэнергии в сети

η - КПД электродвигателя;

K_{xi} - коэффициент учитывающий дополнительные затраты электроэнергии во время холостого хода.

Расходы на электроэнергию равны:

$$S_э = \frac{3,52 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 1,1}{0,95} = 3,2 \text{ кВт/ч.}$$

8.5 Затраты на прочие общепроизводственные расходы

Общепроизводственные расходы - это расходы на содержание и управление производствами, как основными так и вспомогательными. Затраты на общепроизводственные расходы принимаем 25% от заработной платы основных и вспомогательных рабочих.

К общепроизводственным относят следующие расходы:

- по содержанию и эксплуатации машин и оборудования;
- амортизационные отчисления и затраты на ремонт основных средств и иного имущества, используемого в производстве;
- расходы по страхованию указанного имущества;
- расходы на отопление, освещение и содержание помещений;

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

- арендная плата за помещения, машины, оборудование, используемые в производстве;
- оплата труда работников, занятых обслуживанием производства;
- другие аналогичные по назначению расходы.

Затраты на вспомогательные материалы определяются 11 процентов от затрат на основные материалы

Цеховые расходы принимаются 5 процентов от затрат на основные материалы.

Таблица 12 - Сравнительная стоимость для выбора материала заготовки на 1 единицу

Расчетные параметры	Варианты технологического процесса	
	Первый	Второй
	Бронза	Фторопласт
	руб	руб
Затраты на основные материалы	23714	5600
Завтраты на вспомогательные материалы	2608	616
Заработная плата основных производственных рабочих	480	320
Заработная плата вспомогательных рабочих	1419	1419
Затраты на электроэнергию	5,12	3,4
Цеховые расходы	1185	280
Общепроизводственные расходы	6500	1400
ИТОГО	35911,12	9638,4
Экономический эффект		26272

Проанализировав два варианта получения заготовки, принимаем заготовку для изготовления втулки из фторопласта, так как этот метод более целесообразен с экономической точки зрения.

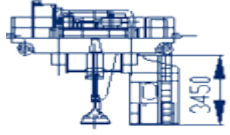
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Причины выхода подшипников из строя могут быть разными: высокие нагрузки, неэффективные уплотнения, чрезмерный натяг в посадке и, неудовлетворительное смазывание.

Повреждения примерно одной трети всех подшипников связаны с нормальным процессом усталости. Еще треть подшипников выходит из строя из-за неудовлетворительного смазывания. Неудовлетворительное смазывание. «Деградация» смазки может, происходит вследствие запредельного нагревания подшипника, повреждения уплотнения, использование неподходящего или низкогокачественного масла в узлах, где установлены подшипники.

Для увеличения срока службы подшипника были разработаны специальные высокопрочные подшипники скольжения из современного материала - фторопласта, которые не требуют смазки. Использование фторопластовых подшипников снижает контактное трение и позволяет увеличить скорость вращения подшипника. Поэтому я в методической части разрабатываем технологическую карту по замене подшипника скольжения в цепном конвейере.

Таблица 13- Технологическая карта по замене подшипника

№	Наименование работ	Инструмент и приспособления	Примечание
1	2	3	4
1	Определить сторону, которой следует ставить подшипник (по общему правилу сторона, на которой нанесено заводское клеймо, должна быть снаружи);		Визуальный осмотр
2	Переместить буксу на ремонтную площадку и разобрать торцевую крышку буксы и снять	Кран, гаечные ключи	
3	Переместить буксу к месту выпрессовки	Кран	

Окончание таблицы 13

1	2	3	4
4	Выпрессовка изношенных втулок	Оснастка, пресс	 при помощи оправки
5	Установка новой втулки для запрессовки	Пресс, оснастка	
6	Приставить монтажный стакан с упором в соответствующее кольцо подшипника; убедиться в примерном соответствии взаимного положения проточек для подачи смазки в корпусах со смазочными отверстиями в наружных кольцах подшипников (необходимо там, где это предусматривает конструкция подшипникового узла)	Оснастка	
7	Приложить небольшую нагрузку и убедиться в отсутствии перекоса в самом начале монтажа	Пресс	
8	Убедиться в правильности сборки уплотняющих устройств		Визуальный осмотр
9	Установка торцевой крышки буксы на болты крепления	Гаечные ключи, кран	
10	Установка буксы на вал	Кран	
11	Завершить монтаж и надежно укрыть подшипниковый узел от попадания на него пыли и иных загрязнений	Слесарный инструмент	
12	Произвести пробный пуск машины без нагрузки и прослушать работу собранного подшипникового узла		
13	Проследить за температурой: в правильно собранном узле подшипник при работе в обычных условиях не должен перегреваться более чем на 30°C относительно температуры окружающей среды.		

Разработанная и представленная в таблице 13 технологическая карта, педназначена для ремонта и монтажа технологического оборудования для рабочих ремонтно-механической службы ОАО «Ураласбест»

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Спроектированный конвейер на основании изучения технической литературы, а так же анализа существующих конструкций, выбрана оптимальная компоновка цепного конвейера (Лист 1).

Кинематическая схема спроектированного цепного конвейера построена в расчете на эффективную работу каждой цепной передачи, каждого узла конвейера.

Прочностные расчеты и расчеты, кинематические выполненные в «разделе б» подтверждают надежность конструкции цепного конвейера и хорошие кинематические параметры установки.

Конструкцию цепного конвейера можно считать оптимальной с точки зрения затрат на изготовление. Это достигнуто применением в конструкции конвейера заменой узлов и однотипных деталей, использованием стандартного проката, требующего минимальное количество механообработки.

При соблюдении норм обслуживания и техники безопасности цепной конвейер является удобной и безотказной в эксплуатации транспортной машиной непрерывного действия.

Конструкция конвейера несложна в исполнении и не вызывает трудностей при техническом обслуживании во время эксплуатации конвейера на производстве.

Спроектированный «цепной конвейер для транспортировки изделий машиностроения» является долговечной и эффективной машиной для механизации транспортных работ.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. П.Ф. Дунаев, С.П.Леликов – Конструирование узлов и деталей машин, Москва, «Высшая школа», 1984 г.
2. Детали машин. Соединительные муфты: справочное пособие сост.: Н. Г. Таровик, Т. А. Кулик, Е. С. Котушенко. – Краматорск : ДГМА, 2013. – 35 с.
3. С.А. Чернавский и др. – Курсовое проектирование деталей машин, Москва, «Машиностроение», 1988 г.
4. М.Н. Иванов – Детали машин, Москва, «Высшая школа», 1998 г.
5. А.Е. Шейнблит – Курсовое проектирование деталей машин,
6. С.А. Чернавский - Подшипники скольжения
7. Егоров М.Е., Дементьев В.И., Дмитриев В. А., Технология машиностроения. М.: Высшая школа, 1976. - 534с
8. Худобин Л.В., Гречитников В.А. и др., Руководство к дипломному проектированию по технологии машиностроения, металлорежущим станкам и инструментам. - М.: Машиностроение, 1986. - 288с
9. Вайтсон А.Л., Подъемно-транспортные машины. Атлас конструкций,- М.: Машиностроение, 1976. -435с
10. Допуски и посадки: Справочник. 22-х ч. Под ред. Мягкова В.Д.- М.: Машиностроение, 1983. - 303с
11. Борбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения, Мн.: Высшая школа, 1983. - 256 с
12. Чернин Н.М. и др. Расчет деталей машин. Минск: Высшая школа, 1974. - 592с.
13. Таубер Б.А., Подъемно-транспортные машины. - М.: Машиностроение, 1991.-386 с
14. Таубер Б.А., Подъемно-транспортные машины. - М.: Машиностроение, 1985. -278 с

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

15. Казак С.А., Курсовое проектирование грузоподъемных машин., .- М.: Машиностроение, 1989. - 387 с.

16. РТМ 24.005 - 87 г «Средние нормы износа деталей ГП и Т машины». Технические условия.

17. ГОСТ 22281–92 г. Конвейеры пластинчатые стационарные.

18. ГОСТ 588-81 г. Цепи тяговые пластинчатые.

19. ГОСТ 50895–96 г. «Муфты зубчатые». Технические условия.

					ДП 44.03.04.117 ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		