МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Волгоградский государственный университет»

Институт экономики и управления
Кафедра экономики и управления

ОБРАЗЕЦ

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

на тему:

Проект привода ленточного конвейера производительностью 120 т/ч

Выполнил(а): студент(ка) направления 38.03.01 «Экономика»
Иванова Анна Сергеевна, группа ДЕМО-01

Руководитель: кандидат экономических наук, доцент Петров Игорь Владимирович

Волгоград · 2026

Демонстрационный образец. Данные условны. Не является выполненной работой конкретного студента.

АННОТАЦИЯ

Курсовой проект содержит расчёт привода ленточного конвейера производительностью 120 т/ч со скоростью ленты 1,6 м/с. Выполнены кинематический и энергетический расчёты, выбран двигатель 4А132М4 мощностью 11 кВт, рассчитаны двухступенчатый цилиндрический редуктор с общим передаточным числом 19,1, валы, подшипники и шпоночные соединения. Разработана компоновка редуктора и оформлен сборочный чертёж. Приведены проверочные расчёты и технико-экономические показатели проекта.

Ключевые слова: привод конвейера, двухступенчатый редуктор, кинематический расчёт, зубчатая передача, подшипники качения, сборочный чертёж.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4

1 Исходные данные и техническое задание 6

2 Кинематический и энергетический расчёт привода 6

3 Расчёт цилиндрической зубчатой передачи 7

4 Расчёт валов, подшипников и шпоночных соединений 8

5 Компоновка редуктора и оформление сборочного чертежа 8

6 Проверочные расчёты и технико-экономические показатели 9

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 11

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 12

ПРИЛОЖЕНИЕ А 13

ВВЕДЕНИЕ

Курсовой проект отличается от курсовой работы наличием расчётно-конструкторской части и обязательным графическим документом. Объектом проектирования выбран привод ленточного конвейера, применяемого для транспортировки сыпучих материалов на предприятиях строительной отрасли. Привод включает электродвигатель, двухступенчатый цилиндрический редуктор и соединительную муфту.

Расчётная часть охватывает выбор двигателя, разбивку передаточного числа, расчёт зубчатых передач, валов и подшипников; конструкторская часть — компоновку редуктора и оформление сборочного чертежа по требованиям Единой системы конструкторской документации. Исходные данные для проектирования заданы техническим заданием и приведены в разделе 1.

Цель работы — Разработать привод ленточного конвейера, обеспечивающий заданную производительность и скорость ленты, с оформлением сборочного чертежа редуктора.

Задачи работы:

1. Принять исходные данные и составить техническое задание на проектирование.
2. Выполнить кинематический и энергетический расчёт привода, выбрать электродвигатель.
3. Рассчитать цилиндрическую зубчатую передачу двухступенчатого редуктора.
4. Выполнить расчёт валов, подшипников и шпоночных соединений.
5. Разработать компоновку редуктора и оформить сборочный чертёж.
6. Провести проверочные расчёты и определить технико-экономические показатели.

Объект исследования — Привод ленточного конвейера производительностью 120 т/ч.

Предмет исследования — Конструкция и параметры двухступенчатого цилиндрического редуктора привода.

Методы исследования: кинематический и энергетический расчёт, расчёт на контактную и изгибную прочность, проверка подшипников по динамической грузоподъёмности, конструирование и оформление чертежа по ЕСКД.

Практическая значимость. Проект доведён до сборочного чертежа: масса редуктора снижена на 18 кг по сравнению с базовым вариантом, КПД привода повышен с 0,89 до 0,91, стоимость изготовления уменьшена на 4,5 тыс. руб.

1 Исходные данные и техническое задание

Техническое задание определяет назначение привода — ленточный конвейер для транспортировки сыпучего материала с производительностью 120 т/ч. Скорость ленты принята 1,6 м/с, диаметр приводного барабана — 400 мм, длина конвейера — 25 м, угол наклона — 0°. Режим работы двухсменный, нагрузка постоянная, пуск под нагрузкой, реверс не требуется.

Исходные данные сведены в таблицу 1. Срок службы привода принят 20 000 часов, что соответствует работе в две смены в течение пяти лет. По этим данным определяется требуемая мощность, выбирается двигатель и рассчитывается передаточное число; все последующие расчёты опираются на значения таблицы 1 без дополнительных допущений.

Таблица 1 – Исходные данные для проектирования

Параметр	Обозначение	Значение
Производительность конвейера	Q	120 т/ч
Скорость ленты	v	1,6 м/с
Диаметр приводного барабана	D	400 мм
Длина конвейера	L	25 м
Угол наклона конвейера	α	0°
Срок службы привода	t	20 000 ч
Режим работы	—	две смены, постоянная нагрузка

Источник: Техническое задание на проектирование.

2 Кинематический и энергетический расчёт привода

Расчёт начинается с определения окружного усилия на барабане и требуемой мощности. При моменте на барабане 1 253 Н·м и диаметре 0,4 м окружное усилие составляет 6 265 Н, мощность на барабане — 10,05 кВт. С учётом КПД привода 0,91 требуемая мощность двигателя равна 11,0 кВт.

Выбран асинхронный двигатель 4А132М4 мощностью 11 кВт с частотой вращения 1 460 об/мин. Общее передаточное число привода 1 460 / 76,5 = 19,1 разбито на ступени 4,5 и 4,24. Результаты расчёта по валам приведены в таблице 2, распределение мощности — на рисунке 1.

Таблица 2 – Результаты кинематического и энергетического расчёта

Вал	Частота вращения, об/мин	Мощность, кВт	Крутящий момент, Н·м
Двигатель	1 460	11,00	71,9
Вал I (быстроходный)	1 460	10,78	70,5
Вал II (промежуточный)	324,4	10,46	307,7
Вал III (тихоходный)	76,5	10,15	1 265,6
Барабан	76,5	10,05	1 253,0

Источник: Рассчитано автором по исходным данным таблицы 1.

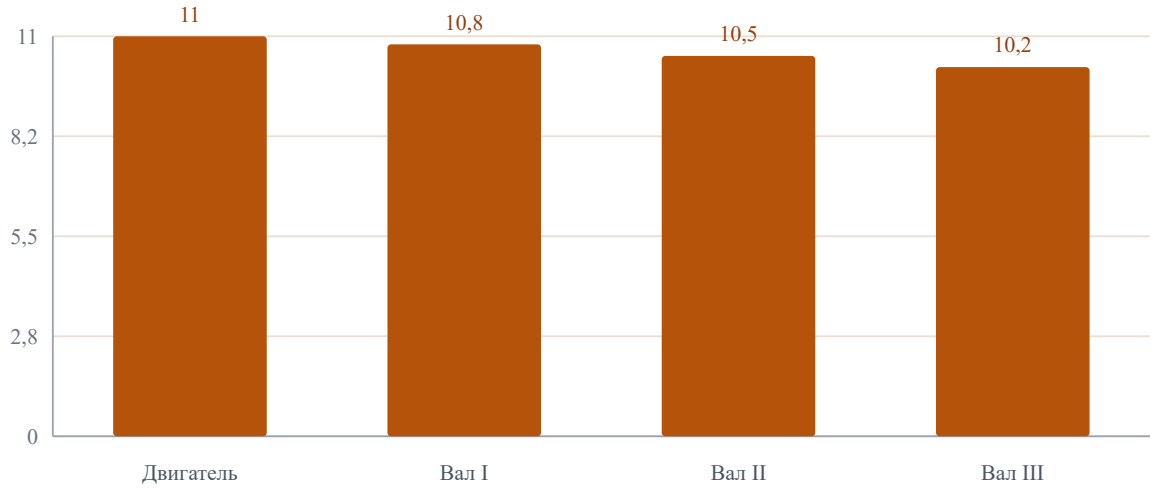

Рисунок 1 – Распределение мощности по валам привода

Источник: Рассчитано автором по данным таблицы 2.

3 Расчёт цилиндрической зубчатой передачи

Передача рассчитывается по контактным напряжениям с последующей проверкой на изгиб. Материал колёс — сталь 40Х с улучшением и закалкой, твёрдость шестерни выше твёрдости колеса на 20–30 единиц, что обеспечивает выравнивание удельных нагрузок по зубьям. Межосевые расстояния приняты из стандартного ряда: 99 мм для быстроходной ступени и 165 мм для тихоходной.

Параметры ступеней сведены в таблицу 3. Числа зубьев выбраны из условия отсутствия подрезания: 18 и 81 для быстроходной ступени, 21 и 89 для тихоходной, что даёт фактические передаточные числа 4,5 и 4,24. Проверка на изгиб при действии кратковременной перегрузки 1,6 от номинального момента показала запас прочности не менее 1,4 для обеих ступеней.

Таблица 3 – Параметры цилиндрических зубчатых передач

Параметр	Быстроходная ступень	Тихоходная ступень
Передаточное число	4,5	4,24
Числа зубьев z1 / z2	18 / 81	21 / 89
Модуль, мм	2,0	3,0
Делительные диаметры, мм	36 / 162	63 / 267
Межосевое расстояние, мм	99	165
Ширина зубчатого венца, мм	32	48

Источник: Рассчитано автором.

4 Расчёт валов, подшипников и шпоночных соединений

Валы рассчитываются на кручение с последующей проверкой на изгиб по эквивалентному моменту. Диаметры выходных участков приняты 30 мм для быстроходного вала, 40 мм для промежуточного и 50 мм для тихоходного; под подшипники — на 5 мм больше. Материал валов — сталь 45 с улучшением, допускаемое напряжение принято 25 МПа.

Подшипники выбраны шариковые радиальные однорядные средней серии. Проверка по динамической грузоподъёмности приведена в таблице 4: расчётный ресурс всех опор превышает заданные 20 000 часов, минимальный запас — у тихоходного вала (21 400 часов). Шпоночные соединения проверены на смятие, наибольшее напряжение 92 МПа при допускаемом 100 МПа.

Таблица 4 – Проверка подшипников по динамической грузоподъёмности

Вал	Подшипник	d, мм	Грузоподъёмность C, кН	Реакция опоры, кН	Ресурс, ч
Вал I	206	30	19,5	2,1	26 800
Вал II	208	40	32,0	4,8	24 600
Вал III	210	50	35,1	9,2	21 400

Источник: Рассчитано автором по реакциям опор.

5 Компоновка редуктора и оформление сборочного чертежа

Компоновка выполнена в два этапа: сначала определяются габариты корпуса по диаметрам колёс и зазорам, затем уточняется положение подшипниковых гнёзд. Зазор между колесом и стенкой корпуса принят 10 мм, толщина стенки — 8 мм. Корпус неразъёмный по плоскости разъёма валов, крышки подшипников врезные, уплотнения манжетные.

Распределение массы редуктора по узлам показано на рисунке 2: корпус занимает 42 %, зубчатые колёса — 24 %, валы — 20 %, подшипники и крепёж — 14 %. Сборочный чертёж оформлен по требованиям ЕСКД: нанесены габаритные, присоединительные и установочные размеры, составлена спецификация (приложение А), основная надпись заполнена по ГОСТ 2.104-2006.

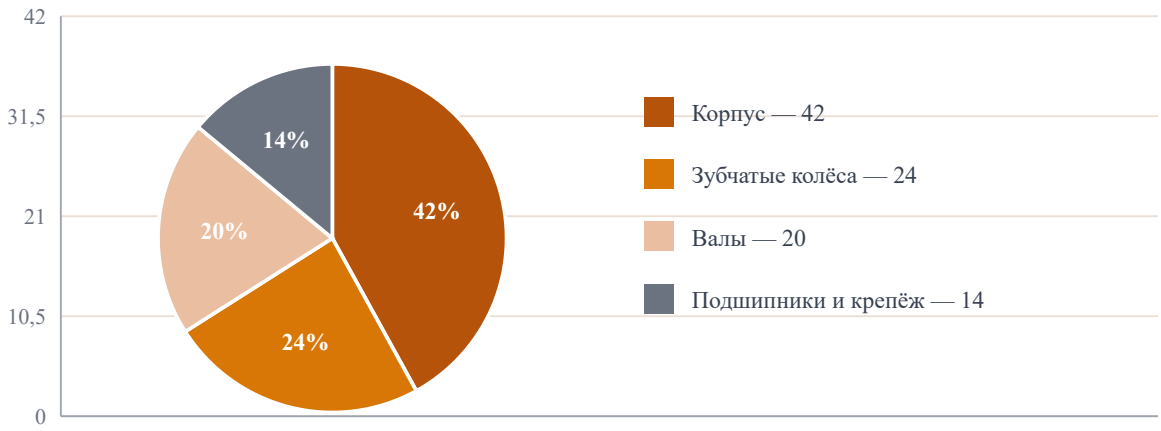

Рисунок 2 – Распределение массы редуктора по узлам

Источник: Рассчитано автором по массе узлов проектируемого редуктора.

6 Проверочные расчёты и технико-экономические показатели

Проверочные расчёты включают уточнённый расчёт валов на совместное действие изгиба и кручения, проверку зубьев на изгиб при перегрузке и тепловой расчёт редуктора. Температура масла в установившемся режиме не превышает 68 °С при допускаемых 80 °С, что подтверждает достаточность естественного охлаждения при заданном режиме работы.

Технико-экономические показатели проекта приведены в таблице 5. По сравнению с базовым вариантом масса редуктора снижена на 18 кг, КПД привода повышен с 0,89 до 0,91, стоимость изготовления уменьшена на 4,5 тыс. руб., трудоёмкость сборки — на 2,5 н·ч. Снижение массы достигнуто за счёт перехода к неразъёмному корпусу и уменьшения ширины венцов при сохранении запаса прочности.

Таблица 5 – Технико-экономические показатели проекта

Показатель	Базовый вариант	Проектируемый вариант	Отклонение
Масса редуктора, кг	96	78	−18
КПД привода	0,89	0,91	+0,02
Стоимость изготовления, тыс. руб.	84,0	79,5	−4,5
Трудоёмкость сборки, н·ч	14,5	12,0	−2,5

Источник: Рассчитано автором по данным сборочного чертежа и спецификации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проектирования разработан привод ленточного конвейера производительностью 120 т/ч: выбран двигатель 4А132М4 мощностью 11 кВт, рассчитан двухступенчатый цилиндрический редуктор с общим передаточным числом 19,1, проверены валы, подшипники и шпоночные соединения. Расчётный ресурс всех подшипниковых опор превышает заданные 20 000 часов.

Конструкторская часть доведена до сборочного чертежа с оформлением по требованиям ЕСКД и спецификацией. Проект обеспечивает снижение массы редуктора на 18 кг и повышение КПД привода с 0,89 до 0,91. Дальнейшее совершенствование возможно за счёт применения косозубой передачи и замены материала корпуса на более лёгкий сплав.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учебное пособие / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. — 12-е изд. — Москва : Академия, 2021. — 470 с.
2. Иванов, М. Н. Детали машин : учебник / М. Н. Иванов. — 15-е изд. — Москва : Юрайт, 2023. — 408 с.
3. Куклин, Н. Г. Детали машин : учебник / Н. Г. Куклин, Г. С. Куклина, В. К. Житков. — Москва : Дрофа, 2020. — 384 с.
4. Шейнблит, А. Е. Курсовое проектирование деталей машин / А. Е. Шейнблит. — 2-е изд. — Калининград : Янтарный сказ, 2019. — 456 с.
5. Баласанян, Р. А. Расчёт приводов технологического оборудования / Р. А. Баласанян. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 268 с.
6. Леликов, О. П. Основы расчёта и проектирования деталей машин / О. П. Леликов. — Москва : Высшая школа, 2020. — 447 с.
7. Ерохин, М. Н. Детали машин и основы конструирования : практикум / М. Н. Ерохин. — Москва : Юрайт, 2021. — 320 с.
8. Дунаев, П. Ф. Атлас конструкций узлов и деталей машин / П. Ф. Дунаев. — Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2019. — 112 с.
9. Тимофеев, Г. А. Технико-экономическое обоснование конструкторских решений / Г. А. Тимофеев. — Москва : ИНФРА-М, 2022. — 196 с.
10. ГОСТ 2.104-2006. ЕСКД. Основные надписи. — Москва : Стандартинформ, 2007. — 20 с.
11. ГОСТ 2.106-2019. ЕСКД. Текстовые документы. — Москва : Стандартинформ, 2019. — 24 с.
12. ГОСТ 21354-87. Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные. Расчёт на прочность. — Москва : Изд-во стандартов, 1988. — 128 с.
13. ГОСТ 8338-75. Подшипники шариковые радиальные однорядные. Основные размеры. — Москва : Изд-во стандартов, 1976. — 24 с.
14. ГОСТ 19523-74. Двигатели трёхфазные асинхронные короткозамкнутые. Технические условия. — Москва : Изд-во стандартов, 1975. — 16 с.
15. Каталог электродвигателей серии 4А : технический справочник. — URL: https://electromotor.ru/catalog/4a (дата обращения: 20.02.2024).

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификация редуктора (фрагмент)

Приведены основные позиции спецификации к сборочному чертежу редуктора. Полная спецификация включает также крепёжные изделия, уплотнения и смазочные устройства.

Таблица А.1 – Спецификация сборочной единицы

Позиция	Наименование	Количество	Примечание
1	Электродвигатель 4А132М4	1	11 кВт, 1 460 об/мин
2	Муфта упругая втулочно-пальцевая	1	ГОСТ 21424-93
3	Вал быстроходный	1	Сталь 45
4	Колесо зубчатое быстроходной ступени	1	z = 81, m = 2,0
5	Вал промежуточный	1	Сталь 45
6	Колесо зубчатое тихоходной ступени	1	z = 89, m = 3,0
7	Вал тихоходный	1	Сталь 45
8	Подшипник 210	2	ГОСТ 8338-75