

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
“Оренбургский государственный университет”

Кафедра технологии строительных материалов и изделий

**Т.И. ШЕВЦОВА**

# **ТРАНСПОРТИРУЮЩИЕ МАШИНЫ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОМУ  
ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом  
Государственного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
“Оренбургский государственный университет”

Оренбург  
ИПК ГОУ ОГУ  
2010

УДК 691.621.926.37.002.5(07)

ББК 38.5

Ш 31

Рецензент – доцент, кандидат технических наук, В.И.Турчанинов

**Шевцова, Т.И.**

- Ш 31** Транспортирующие машины: методические указания для студентов по самостоятельному выполнению курсовой работы. / Т.И.Шевцова; Оренбургский гос. ун-т - Оренбург: ГОУ ВПО ОГУ, 2010. – 61с.

Методические указания предназначены для самостоятельного выполнения курсовой работы по образовательному модулю «Подъемно-транспортные машины» для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования, направления 270000 – Строительство и архитектура, специальности 270106 – «Производство строительных материалов, изделий и конструкций».

УДК 691.621.926.37.002.5(07)

ББК 38.5

©Шевцова Т.И., 2010

© ГОУ ВПО ОГУ, 2010

## Содержание

1	Цели и задачи выполнения работы.....	4
2	Задание на курсовую работу.....	4
3	Состав, объем и оформление работы.....	4
4	Организация проектирования.....	6
5	Содержание расчетно-пояснительной записки.....	7
6	Порядок самостоятельного выполнения курсовой работы.....	8
7	Расчет транспортирующих машин.....	9
8	Методика выбора электропривода.....	19
9	Расчёт ленточного конвейера.....	24
	Список использованных источников.....	39
	Приложение А (обязательное) Пример задания на курсовую работу.....	40
	Приложение Б (обязательное) Пример оформления титульного листа курсовой работы.....	41
	Приложение В (обязательное) Кодирование документов.....	42
	Приложение Г (обязательное) Пример оформления страницы текста.....	44
	Приложение Д (обязательное) Пример оформления содержания.....	45
	Приложение Ж (обязательное) Пример оформления таблицы.....	46
	Приложение И (обязательное) Пример оформления рисунка.....	47
	Приложение К (обязательное) Пример оформления спецификации оборудования.....	48
	Приложение Л (обязательное) Пример оформления списка использованных источников.....	49
	Приложение М (обязательное) Пример оформления основной надписи.....	50
	Приложение Н (обязательное) Коэффициенты перевода отдельных, часто встречающихся единиц измерения физических величин из других систем в СИ.....	51
	Приложение П (обязательное) Рекомендуемые обозначения некоторых величин.....	52
	Приложение Р (обязательное) Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименований.....	54
	Приложение С (обязательное) Название и написание букв латинского и греческого алфавитов.....	55
	Приложение Т (обязательное) Литература, рекомендуемая для выполнения курсовой работы.....	57
	Приложение Ф (обязательное) Справочные данные к выбору электродвигателя.....	60

## **1 Цели и задачи выполнения работы**

Курсовая работа является промежуточным этапом в проверке знаний при изучении курса "Механическое оборудование предприятий строительной индустрии" и способствует закреплению, углублению, обобщению знаний, полученных студентами при изучении разделов "Детали машин" и "Подъемно-транспортные устройства", и применению этих знаний к решению инженерной задачи по проектированию.

## **2 Задания к курсовой работе**

Темой курсовой работы может быть любое технологическое оборудование, предназначенное для транспортирования и подъема сырья при производстве строительных изделий:

1 Конвейеры: ленточный, пластинчатый, винтовой, скребковый.

2 Ковшовый элеватор.

3 Питатели.

В задании указываются:

- вид транспортируемого сырья;
- характеристики сырья;
- вид и производительность установки (оборудования);
- специальная разработка.

## **3 Состав, объем и оформление работы**

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки (15-20 стр.), в которой разрабатываются и последовательно располагаются следующие разделы:

- 1 Введение (1 – 2 стр.)
- 2 Описание установки (1 – 2 стр.)

- 3 Расчет конструктивно-технологических параметров установки (4 – 8 стр.)
- 4 Описание спроектированной установки (1 стр.)
- 5 Специальное задание (2 – 4 стр.)
- 6 Техника безопасности (2 стр.)
- 7 Список использованных источников (1 стр.)

Текст пояснительной записки выполняется на компьютере через 1 - 1,5 интервала, 14 шрифтом на бумаге формата А4 (210 мм × 97 мм). Для этого делается на листе рамка - слева поля 20 мм, по другим сторонам поля - 5 мм, в нижнем правом углу этой рамки вычерчивается прямоугольник 10 мм × 15 мм для нумерации страниц (приложение Г). Расстояние от рамки до границы текста оставляет в начале строк не менее 5 мм, в конце не менее 3 мм, вверху и внизу не менее 10 мм. Абзацы начинаются с отступа 15 - 17 мм.

Нумерация страниц записки должна быть сквозной: первой страницей является титульный лист, последней - лист со списком использованных источников и приложениями. За титульным листом подшивается бланк задания на выполнение курсовой работы, затем следует содержание с указанием страниц по разделам и далее помещается текст пояснительной записки. На странице 1 (титульный лист) и бланках задания номер страницы не ставится.

Ссылки на литературные источники отмечаются в тексте двумя квадратными скобками [ ]. В списке литературы источники следует располагать в порядке появления ссылок в тексте пояснительной записки. Сведения об источнике в списке литературы оформляются в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1-2003. Каждый раздел пояснительной записки должен начинаться с новой страницы. Перенос слов в заголовках не допускается. Записка должна быть сброшюрована и сшита в жесткой обложке (папка).

Графическая часть работы в объеме одного листа представляется чертежом общего вида установки и рабочими чертежами ее деталей.

Графическая часть выполняется на листе формата А1 (594 мм \* 841 мм) карандашом либо на компьютере в системе проектирования «AutoCAD».

Оборудование изображается в масштабах 1:5; 1:10; 1:20; 1:50; 1:100 в зависимости от габаритов.

В правом нижнем углу чертежа выполняется основная надпись (приложение М). Спецификацию выполняют на листе формата А1 (приложение К).

## **4 Организация проектирования**

Проектирование оборудования (машин) и их деталей является особым видом инженерного искусства. Для правильного проектирования недостаточно знания одной лишь теории. Необходимо:

1 Знакомство с существующими конструкциями и умение в них критически разбираться.

2 Знание условий работы проектируемой установки.

3 В этот период целесообразно посетить промышленное предприятие и ознакомиться с работой аналогичной установки.

Одним из требований, предъявляемых к курсовой работе, является самостоятельность работы над ней.

Консультации и контроль осуществляются преподавателем, ведущим занятия. Консультации имеют цель стимулировать творческую самостоятельную работу студента, углубленную проработку им изучаемого курса. Поэтому за консультациями студент должен обращаться со своим готовым решением.

Законченная работа, подписанная студентом и преподавателем, допускается к защите.

Защита работы осуществляется перед комиссией, состоящей не менее, чем из двух преподавателей, как правило, в присутствии других студентов.

Общая оценка работы складывается из четырех частных оценок.

1 Степень самостоятельности студента при разработке темы, соблюдение сроков выполнения разделов и курсовой работы в целом, объем изученной литературы.

2 Содержание, стиль и оформление расчетно-пояснительной записки.

3 Техническая грамотность и качество выполнения графической части работы.

4 Защита курсовой работы, включая способность в отведенное время доложить о выполненной работе, отразить и обосновать конструкторское решение, а также ответы на вопросы комиссии.

Если в результате защиты выяснилось, что работа выполнена не самостоятельно, то она снимается с защиты и студенту выдается новое задание. Студент, получивший за курсовую работу неудовлетворительную оценку, продолжает дополнительно работать над проектом или же выполняет новое задание по решению комиссии. Студент должен объяснить методику расчета выполненного в процессе проектирования, знать назначение и работу всех деталей и узлов.

## **5 Содержание расчетно-пояснительной записки**

### **5.1 Введение**

Во введении пояснительной записки описываются виды транспортирующих установок, с помощью которых можно перемещать материал при производстве строительных материалов.

### **5.2 Описание установки**

В этой части работы дается описание конструкции, приводятся схемы агрегатов установки, сравнительная характеристика предложенного оборудования и обоснование необходимости использования его в этом технологическом переделе.

### **5.3 Расчет конструктивно-технологических параметров установки**

В расчетной части записки излагается расчет технологических параметров оборудования по формулам с расшифровкой всех параметров, входящих в эту формулу. Рассчитываются и выбираются электродвигатели (приложение Т). Составляется кинематическая схема привода.

## **5.4 Описание спроектированной установки**

В этой части дается описание компоновки установки с конкретными рассчитанными параметрами и выбранными узлами.

## **5.5 Специальное задание**

В этом разделе дается описание и расчет заданного узла.

## **5.6 Техника безопасности**

В данном разделе приводятся правила техники безопасности при эксплуатации разрабатываемой машины, предотвращающие профессиональные заболевания и травмы рабочих.

# **6 Порядок самостоятельного выполнения курсовой работы**

**Шаг 1 – в библиотеке взять методические указания по выполнению курсовой работы и рекомендованные учебники.**

**Шаг 2 – изучить материал настоящих методических указаний.**

**Шаг 3 – в учебнике изучить раздел, соответствующий заданию.**

**Шаг 4 – посмотреть в рекомендованных журналах и сети Интернет материал на соответствующую тему.**

**Шаг 5 – написать введение.**

**Шаг 6 – посмотреть стандарт на проектируемую установку (библиотека, «строительный кодекс»).**

**Шаг 7 – выполнить описание проектируемой установки (учебники, Интернет, стандарт).**

**Шаг 8 – выполнить технологический расчет проектируемой установки (методические указания, учебники).**

**Шаг 9 – сдать расчет на проверку преподавателю.**

**Шаг 10 – составить уточненное описание спроектированной установки**

(по собственному материалу).

**Шаг 11 – разработать специальное задание (учебники, Интернет, стандарт).**

**Шаг 12 – написать раздел по технике безопасности при работе на проектируемой установке (учебники).**

**Шаг 13 – оформить пояснительную записку и сдать на проверку.**

**Шаг 14 – на формате А4 выполнить чертеж проектируемой установки в 3<sup>х</sup> проекциях, специального задания и кинематическую схему привода.**

**Шаг 15 – показать чертеж преподавателю.**

**Шаг 16 – после консультации с преподавателем перенести чертеж на формат А1.**

**Шаг 17 – устранить замечания, сделанные преподавателем.**

**Шаг 18 – защитить выполненную курсовую работу.**

## **7 Расчет транспортирующих машин**

### **7.1Общий метод определения мощности привода машин**

Сущность расчета транспортирующих машин заключается в определении мощности привода и выбора электродвигателя, который необходимо установить, чтобы перемещать груз определенного объема на заданное расстояние [1; 2].

Рассмотрим общий случай, т.е. перемещение груза по наклонному участку. Определение мощности привода [4].

При транспортировании энергия расходуется на преодоление: силы тяжести (массы) материала при движении его наклонно вверх, сопротивлений передвижению транспортируемого материала и движущихся элементов конвейера, вредных сопротивлений в механизме привода.

Необходимая мощность  $N$  привода в общем случае, т. е. при перемещении груза по наклонному участку, может быть определена на основе следующего

(рисунок 1).

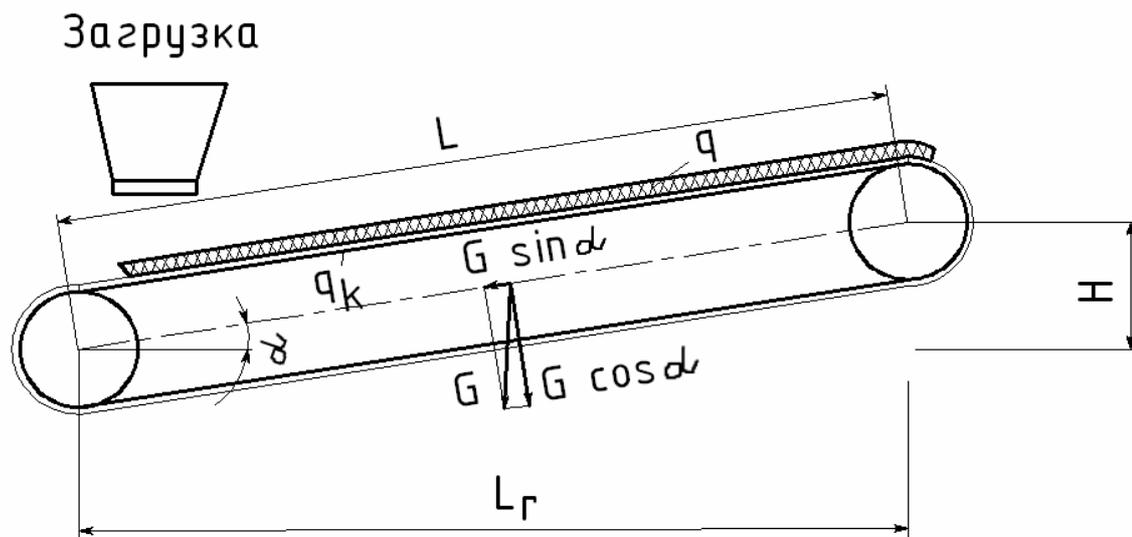


Рисунок 1- Схема определения мощности транспортирующей машины

При длине конвейера  $L$  (м), (расстояние между крайними осевыми точками) вес находящегося на нем материала определяется по формуле:

$$G_M = q_M L g , \tag{1}$$

где  $g = 9.81 \text{ м/с}^2$  – ускорение свободного падения;

$q_M$  – погонная масса материала (кг/м), равна произведению поперечного сечения потока материала  $F$  ( $\text{м}^2$ ) на длину 1 (м) и на насыпную плотность материала ( $\text{кг/м}^3$ ).

Массу движущихся элементов самого конвейера, представляющих собой бесконечный замкнутый контур с рабочей и холостой ветвями, можно также учитывать как погонную массу  $q_k$  (кг/м)

$$q_k = q_l + q_p + q_x , \tag{2}$$

где  $q_l$ ,  $q_p$ ,  $q_x$  – соответственно погонная масса ленты, вращающихся частей роликов рабочей ветви, холостой ветви.

Тогда вес движущихся элементов конвейера определяется:

$$G_k = 2 q_k L g \quad (3)$$

Поскольку масса поднимающихся элементов конвейера уравновешивается массой спускающихся, общее сопротивление (Н) перемещению будет рассчитываться по формуле:

$$W = G_M \sin \alpha + G_M \cos \alpha \omega + G_k \cos \alpha \omega, \quad (4)$$

где  $\omega$  - общий коэффициент сопротивления перемещению (таблица 1).

Потребная мощность (кВт) привода:

$$N = \frac{Wv}{1000} = \frac{G_M \sin \alpha + G_M \cos \alpha \omega + G_k \cos \alpha \omega v}{1000}, \quad (5)$$

где  $v$  – скорость движения материала (м/с).

Так как длина горизонтальной проекции конвейера  $L_\Gamma = L \cos \alpha$

и высота транспортирования  $H = L \sin \alpha$ , то с учетом значения  $G_M$  и  $G_k$  мощность (кВт):

$$\begin{aligned} N &= \frac{q_M g L v \sin \alpha}{1000} + \frac{(q_M + 2 q_k) g L v \omega \cos \alpha}{1000} = \\ &= \frac{q_M g v H}{1000} + \frac{(q_M + 2 q_k) g v L_\Gamma \omega}{1000} \end{aligned} \quad (6)$$

Учитывая, что погонная масса материала (кг/м)  $q_M = \frac{\Pi}{3.6v}$  и  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ,

где  $\Pi$  – производительность конвейера (т/ч),

получаем после преобразования получаем базовую формулу для определения мощности (кВт) привода:

$$N = \frac{ПН}{367} + \frac{ПL_r \dot{\omega}}{367} + 0,02q_k L_z v \dot{\omega} \quad (7)$$

В этой формуле первый член представляет мощность, реализуемую на подъем материала на высоту Н, второй член – мощность, реализуемую на перемещение материала, на расстояние  $L_r$ . А третий – мощность, реализуемую на перемещение движущихся частей конвейера, то есть мощность холостого хода.

При наличии на конвейере принудительно действующих загрузочных и разгрузочных устройств в формулу добавляется член, учитывающий мощность этих устройств. Эту мощность в общем случае можно считать функцией производительности конвейера. Следовательно, мощность привода, в кВт:

$$N = \frac{ПН}{367} + \frac{П L_r \dot{\omega}}{367} + 0,02q_k L_r v \dot{\omega} + kП , \quad (8)$$

где k - эмпирический коэффициент, зависящий от конструкции и принципа действия загрузочных и разгрузочных устройств.

Необходимая мощность двигателя:

$$N = \frac{N}{\eta} , \quad (9)$$

где  $\eta$  - КПД привода.

По этим, общим для всех транспортирующих машин непрерывного действия

формулам, мощность привода конвейера может быть определена лишь в том случае, если известен общий коэффициент сопротивления, являющийся определенной величиной лишь для конвейеров простой конструкции.

Для конвейеров сложной конструкции, с перегибами, поворотами, промежуточными разгрузочными устройствами, определять необходимую мощность двигателя по этим формулам не рекомендуется, так как расчеты не будут достаточно точными.

В этом случае следует применять излагаемый далее метод обхода контура конвейера по точкам с определением потребного тягового усилия в каждой из них, по коэффициенту сопротивления на данном участке [4].

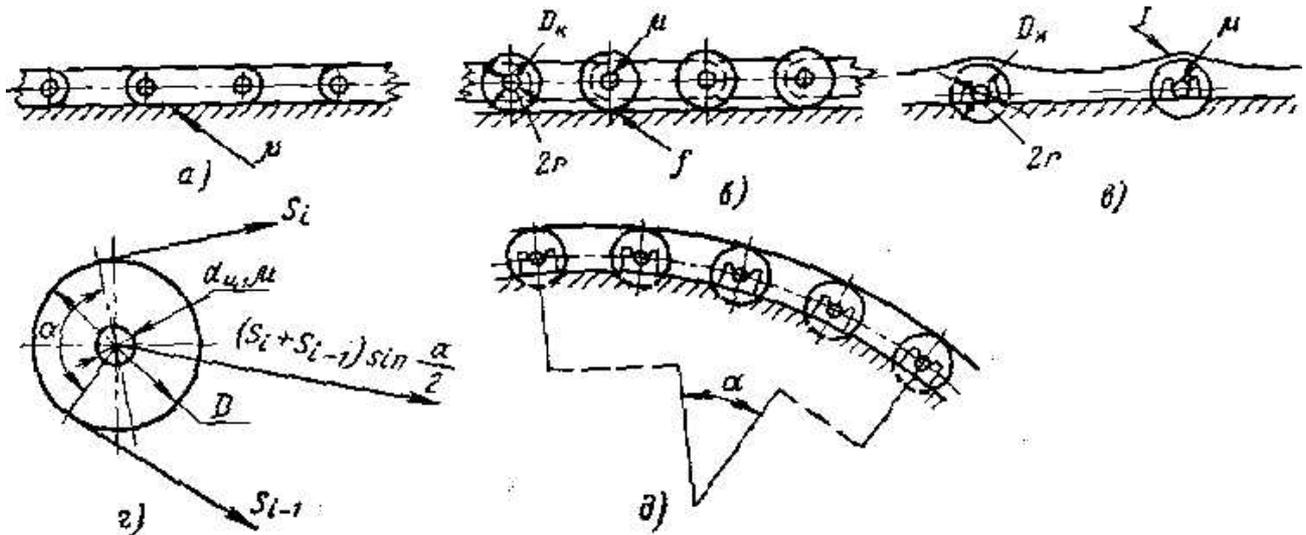
## **7.2 Определение натяжения тягового органа в отдельных точках тягового контура**

Этот метод основывается на том, что натяжение в  $S_i$  каждой точке контура тягового органа равно натяжению в предыдущей точке  $S_{i-1}$  плюс сопротивление  $W_{i/i-1}$  перемещенного тягового органа на участке между этими точками:

$$S_i = S_{i-1} + W_{i/i-1} \quad (10)$$

Следовательно, для того чтобы определить натяжение в любой точке тягового органа, необходимо знать сопротивление перемещения тягового органа на отдельных участках.

Характерные формы участков: прямолинейные – горизонтальный и наклонный груженые, горизонтальный и наклонный порожние; криволинейные – порожние при огибании барабанов и звездочек, груженые и порожние при огибании переходов от горизонтальных участков к наклонным, и наоборот; участки, с размещенными на них разгрузочными устройствами [4].



- а - скольжение по направляющим
- б - качение по направляющим
- в - ленты по роликовым опорам
- г - при огибании барабана или звездочек
- д - при огибании ряда роликов

Рисунок 2 - Схемы для определения сопротивлений перемещению тягового органа

**Прямолинейные участки.** Основываясь на изложенном выше материале, сопротивление  $W_{г.н}$  на грузе, наклонном под углом  $\alpha$  к горизонту прямолинейном участке длиной  $L_{г.н}$  при погонных массах материала  $q_m$  в кг/м и движущихся элементов конвейера  $q_k$  в кг/м можно представить так:

$$W_{г.н} = (q_m + q_k)g L_{г.н} \omega \cos \alpha \pm (q_m + q_k) g L_{г.н} \sin \alpha = (q_m + q_k)g L_{г.н} (\omega \cos \alpha \pm \sin \alpha) \quad (11)$$

Знак плюс относится к движению вверх, знак минус – к движению вниз.

Очевидно, что принимая в формуле  $q_m = 0$  можно получить сопротивление для порожнего участка:

$$W_{п.н.} = q_k g L_{п.н.} (\acute{\omega} \cos \alpha \pm \sin \alpha) \quad (12)$$

принимая  $\alpha = 0$  ( $\sin \alpha = 0$ ,  $\cos \alpha = 1$ ), получим сопротивление для горизонтальных участков:

$$W_{г.г} = (q_m + q_k) g L_{г.г} \acute{\omega} \quad (13)$$

Коэффициент сопротивления перемещению  $\acute{\omega}$  зависит от типа тягового органа и его опор.

При скольжении тягового органа по направляющим (рисунок 2а) коэффициент сопротивления перемещению равен коэффициенту трения скольжения, т.е.  $\acute{\omega} = \mu$ .

При перемещении тягового органа на колесах по направляющим (рисунок 2б) коэффициент сопротивления перемещению определяется по формуле:

$$\acute{\omega} = \varphi = \frac{2k}{D_k (f + \mu r)} \quad (14)$$

где  $D_k$  – диаметр ролика в м;

$\mu$  – коэффициент трения в цапфе ( $\mu \approx 0,11$  при подшипниках скольжения и  $\mu \approx 0,025$  при подшипниках качения);

$r$  – радиус цапф в м;

$f$  – коэффициент трения на поверхности ролика ( $f \approx 0,0007$  м);

$k$  – коэффициент, учитывающий трения на торцевых частях ступицы и трения от поперечного скольжения колеса по рельсу ( $k = 1,3$  при подшипниках скольжения и  $k = 2,0$  при подшипниках качения) [4].

Для ленты, перемещающейся по роликам и барабанам (рисунок 2в), коэффициент  $\acute{\omega}$  определяют по этой же формуле. При этом под  $f$  следует понимать

условный коэффициент трения на поверхности ролика, учитывающий, кроме потерь, связанных с преодолением трения качения, также и потери на преодоление жесткости тягового органа при огибании им ролика и добавочного давления на опору из-за обхвата ролика лентой. Для данного случая  $\omega$  определяют экспериментально.

Так как отношение  $2kr/D_k$  колеблется в узких пределах ( $1/3 - 1/6$ ), коэффициент трения качения примерно постоянен, коэффициент сопротивления перемещению  $\omega$  является в основном функцией коэффициента трения в цапфе  $\mu$ . Рекомендуемые для практических расчетов значения  $\omega$  даны в таблице 1 [3]:

Таблица 1 – Рекомендуемые для практических расчетов значения коэффициента сопротивления перемещению –  $\omega$

Наименование	Значение $\omega$
скольжение тягового органа по направляющим	0,30-0,40
перемещение цепного тягового органа на опорных колесах с:	
а) подшипниками скольжения по направляющим	0,08 - 0,12
б) подшипниками качения	0,03- 0,04
перемещение цепного тягового органа по опорным роликам с:	
а) подшипниками скольжения	0,12 – 0,16
б) подшипниками качения	0,05-0,08
перемещение ленточного тягового органа по опорным роликам с подшипниками качения	0, 03 - 0,04

Таблица 2 – Значения коэффициентов трения  $\mu$  ленты о поверхность барабана

Материал барабана	Окружающая среда	$\mu$ при ленте	
		резинотканевой и резинотросовой	стальной
Чугун или сталь	Влажная	0,20	–
	Сухая	0,30	–
	Очень влажная	0,10	–
Футеровка из резинотканевой ленты	Влажная	0,20	0,15
	Сухая	0,30	0,20
	Очень влажная	0,15	–
Футеровка из дерева	Влажная	0,25	–
	Сухая	0,40	0,35
	Очень влажная	0,35	0,30

**Криволинейные участки.** Сопротивление  $W_k$  на криволинейном участке (рисунок 2г) складывается из сопротивления  $W_{кт}$  трения в цапфах опорных элементов и сопротивления  $W_{ж}$  перегибу тяговых органов.

При диаметре цапфы  $d_{ц} = 2r$ , радиусе криволинейного участка  $R = D/2$  и натяжениях  $S_i$  и  $S_{i-1}$  сопротивление трения в цапфах ветвей тягового органа определяется:

$$W_{кт} = \overline{(S_i + S_{i-1})} \frac{d_{ц}}{D} \mu \approx \overline{(S_i + S_{i-1})} \frac{d_{ц}}{D} \mu, \quad (15)$$

где  $\overline{S_i}$  – геометрическая сумма натяжений ветвей ленты, огибающих барабан (без большой погрешности можно принимать равной  $2S_1$ ).

Сопротивление перегибу  $W_{ж}$  зависит от жесткости тягового органа, определяется из уравнения моментов относительно центра кривизны огибаемого элемента:

$$S_i R - S_{i-1} R - (S_i + S_{i-1}) r \mu - W_{ж} R = 0 \quad (16)$$

откуда:

$$W_{ж} = S_i - S_{i-1} - (S_i + S_{i-1}) \frac{r}{R} \mu \sin \frac{\alpha}{2} \quad (17)$$

или

$$W_{ж} = \overline{(S_i - S_{i-1})} \left( \frac{S_i - S_{i-1}}{S_i + S_{i-1}} - \frac{r}{R} \mu \sin \frac{\alpha}{2} \right) = \xi (S_i + S_{i-1}), \quad (18)$$

где  $\xi$  - коэффициент жесткости тягового органа, определяемый опытным путем.

Общее сопротивление на криволинейном участке:

$$W_k = \overline{S_i} \left( \frac{d_u}{D} \mu \sin \frac{\alpha}{2} \right) \quad (19)$$

Для резинотканевых лент при  $\frac{d_u}{D} \approx 5$ ;  $\sin \frac{\alpha}{2} \approx 1$ ;  $\xi = 0,0085$  получим:

при подшипниках качения:

$$W_k^k = 0,014 \overline{(S_i + S_{i-1})} \quad (20)$$

при подшипниках скольжения:

$$W_k^c = 0,03 \overline{(S_i + S_{i-1})} \quad (21)$$

Вследствие малой разности  $\overline{(S_i + S_{i-1})}$  при огибании тяговым органом барабанов или звездочек можно принимать:

$$W_k^k \approx 0,03 S_i \quad \text{и} \quad W_k^c \approx 0,06 S_i$$

Если огибаемый участок состоит из ряда роликов (рисунок 2д), то выведенная выше формула остается справедливой при постановке вместо члена вышеуказанного значения  $\omega$ . В этом случае:

$$W_k = 2S_i \left( \omega \sin \frac{\alpha}{2} \right) \quad (22)$$

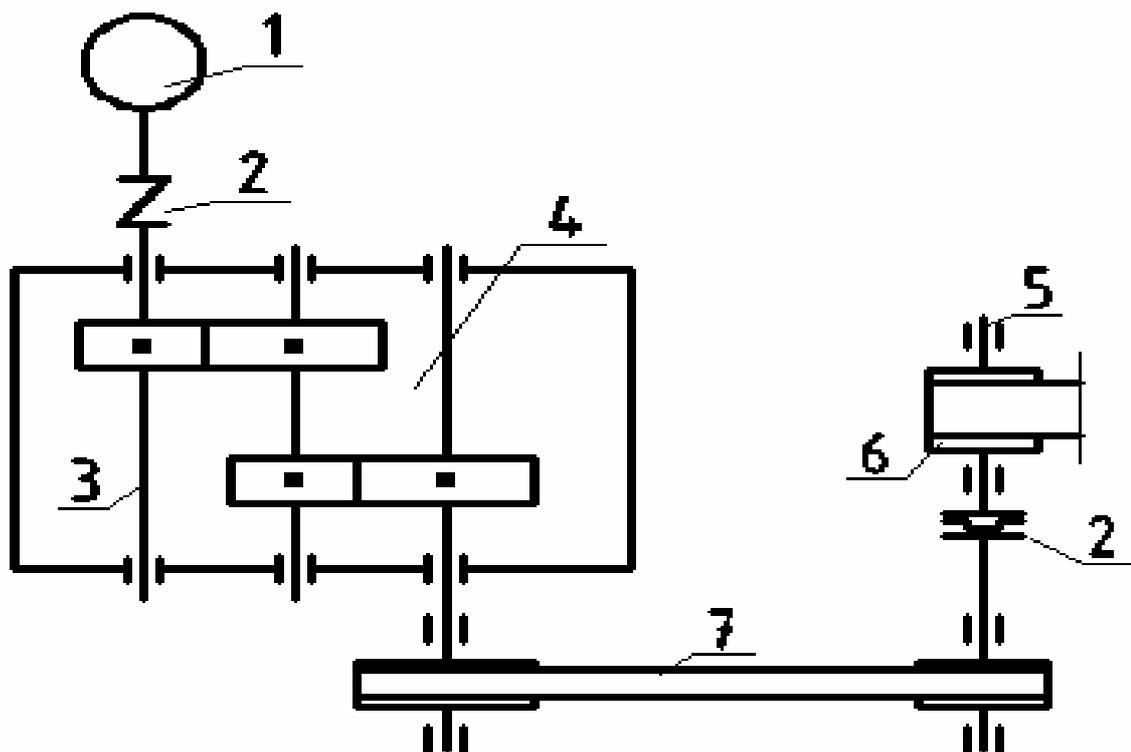
Таблица 3 – Ориентировочные значения коэффициента жесткости  $\xi$ , [2]

Вид тягового элемента	Значения	Примечание
Резинотканевые ленты	$0,35 i / 1,3 D_{\delta}$ $\approx 0,0085$	$i$ – число прокладок прорезиненной ленты;
Стальные ленты	$\Delta / D_{\delta}$	$D_{\delta}$ – диаметр барабана или блока в см;
Проволочные канаты	$0,05 d_k^2 / D_{\delta}$	$\delta$ – толщина стальной ленты в см;
Тяговые цепи	$\mu_{\text{в}} d_{\text{в}} / D_{\text{зв}}$	$d_k$ – диаметр каната в см;
		$\mu_{\text{в}}$ – коэффициент трения ролика цепи во втулке;
		$d_{\text{в}}$ – диаметр ролика цепи в см;
		$D_{\text{зв}}$ – диаметр звездочки в см.

## 8 Методика выбора электродвигательного привода

Для выбора электродвигательного привода необходимо знать:

- 1 Кинематическую схему привода.
- 2 Мощность на ведомом валу привода.(      ; кВт.).
- 3 Частоту его вращения ( $n_{\text{вм}}$ ; об/мин.).



1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – ведущий вал; 4 – редуктор двухступенчатый с прямозубыми колесами; 5 – ведомый вал; 6 – барабан; 7 – открытая ременная передача.

Рисунок 3 - Кинематическая схема привода

Мощность (кВт) на ведущем валу определяется по формуле:

$$N_{вщ} = \frac{N_{вк}}{\eta} , \quad (23)$$

где  $\eta$  – КПД привода;

– мощность на ведомом валу.

Общий КПД привода определяется по формуле:

$$\eta = \eta_0 \eta_1 \eta_2 \dots \eta_k , \quad (24)$$

где  $\eta_1$  – КПД 1ой передачи;

$\eta_2$  – КПД 2ой передачи (порядковые номера передачи можно принимать от любого вала-ведущего или ведомого);

$k$  – число передач привода;

$\eta_0$  – КПД пары подшипников валов (0,99 – КПД одной пары подшипников, т.е. двух подшипников одного вала);

$n$  – число пар подшипников.

Для представленной схемы КПД складывается:

$$\eta = \eta_{рп} \eta_{зп} \eta_{зп} \eta_0^n, \quad (25)$$

где  $\eta_{рп}$  – КПД ременной передачи;

$\eta_{зп}$  – КПД закрытой передачи;

$\eta_0$  – КПД подшипников.

Средние значения КПД различных передач представлены в таблице 4

Таблица 4 - Значение КПД различных передач

Тип передачи	Значение КПД		Примечания
	в масляной ванне	открытая	
Зубчатая цилиндрическая	0,96-0,98	0,94-0,96	Для самотормозящей передачи
Зубчатая коническая	0,96-0,97	0,92-0,94	
Червячная при числе заходов червяка:	$z_1 = 1$	0,44-0,48	
	$z_2 = 2$		
	$z_3 = 3$		
	$z_4 = 4$		
Цепная передача	0,95-0,97	0,92-0,95	
ременная:			
	с плоским ремнем		0,96-0,98
с клиновым ремнем			0,95-0,97

Чтобы выбрать электродвигатель, необходимо также предварительно определить частоту вращения ведущего вала по формуле:

$$n_{\text{вщ}} = n_{\text{вм}} i_{\text{ор}} , \quad (26)$$

где  $n_{\text{вм}}$  – частота вращения ведомого вала, об/мин;

$i_{\text{ор}}$  – ориентировочное значение передаточного числа привода, вычисляемое через частное передаточное число отдельных передач привода, которые принимают также ориентировочно, т.е.

$$i_{\text{ор}} = i_1 i_2 \dots i_k , \quad (27)$$

где  $k$  – число передач привода.

Частота вращения ведомого вала привода определяется по формуле:

$$n_{\text{вм}} = \frac{60v}{\pi D} , \quad (28)$$

где  $D$  - диаметр барабана (м) или звездочки транспортера или другой соответствующей рабочей машины, приводимых в движение электродвигателем посредством привода;

$v$  – скорость движения (м/с) тягового органа (ленты, цепи и т.д.).

Для представленной кинематической схемы:

$$i_{\text{ор}} = i_{\text{рп}} i_{\text{зп}} i_{\text{зп}} , \quad (29)$$

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

$i_{\text{зп}}$  – передаточное число зубчатой передачи.

Значения передаточного числа  $i$  приведены в таблице 5.

После определения мощности и частоты вращения ведущего вала по каталогу подбирается соответствующий электродвигатель, откуда принимаются технические данные для него, в том числе его номинальная мощность, угловая скорость или частота вращения и основные размеры [10].

При выборе электродвигателя следует учитывать, что асинхронные двигатели являются самыми распространенными в промышленности и могут допускать длительную перегрузку не выше 50 %. Кратковременные перегрузки для них допустимы: на 25 % в течение 30 мин., на 50 % в течение 3 мин., на 100 % в течение 30 с.

Следует заметить, что при выборе электродвигателя по каталогу необходимо принимать быстроходный электродвигатель, т.к. тихоходный при равной мощности тяжелее и больше по габаритам, чем быстроходный. Выбрать электродвигатель можно по таблице (приложение Т). Буквенное обозначение двигателя: А - защитное исполнение; АО - закрытое обдуваемое исполнение; Л - исполнение со станиной и подшипниковыми щитами из алюминиевых сплавов; Ш-2 - исполнение с двумя щитовыми подшипниками со свободным концом вала без фундаментальной плиты, 2 - индекс, характеризующий новую единую серию с синхронной частотой вращения (3000, 1500, 1000, 750, 600 об/мин).

АОЛ-2-11-1 - цифра после второго дефиса обозначает типоразмер, в котором первая цифра - порядковый номер наружного диаметра сердечника статора, вторая цифра - порядковый номер длины двигателя, цифра после третьего дефиса - число полюсов.

После подбора электродвигателя, определения мощности ведущего вала привода  $N_{вщ}$  и его угловой скорости  $\omega_{вщ}$  или частоты вращения  $n$  вычисляется действительное передаточное число привода по формуле:

$$\dot{i} = \quad \text{или} \quad \dot{i} = \quad (30)$$

Вычисление делается с точностью до второго знака после запятой. Далее

производится разбивка этого передаточного числа привода на передаточные числа отдельных передач по формуле:

$$i = i_{рп} i_{зп} i_{зп}$$

Таблица 5 – Значения передаточного числа различных передач

Тип передачи	Среднее значение	Наибольшее значение
Зубчатая передача редуктора: а) цилиндрическими колесами: прямозубыми косозубыми шевронными б) коническими колесами	3...4 3...5 4...6 2...3	12,5 12,5 12,5 6
Открытая зубчатая передача с цилиндрическими колесами	4...6	20
Червячная: в редукторе открытая	8...40 15...60	90 100
Цепная	3...4	8
Ременная: плоскоременная открытая плоскоременная с натяжным роликом клиноременная	2...4 3...5 2...4	10 15 10

## 9 Расчёт ленточного конвейера

При расчёте ленточного конвейера необходимо на действующей модели изучить его конструкцию, обратив внимание на выбор типа ленты и угла наклона в зависимости от перемещаемого материала.

Общая схема ленточного конвейера показана на рисунке 4.

Угол наклона ленточного конвейера не должен превышать значений угла внутреннего трения материала в движении [8].

Практические значения предельных углов (в градусах) подъёма конвейера принимают для материалов:

песок нормальной влажности ..... 18-20

песок повышенной влажности ..... 25-27

гравий сортированный.....12-14

щебень.....20-22

цемент.....18-20

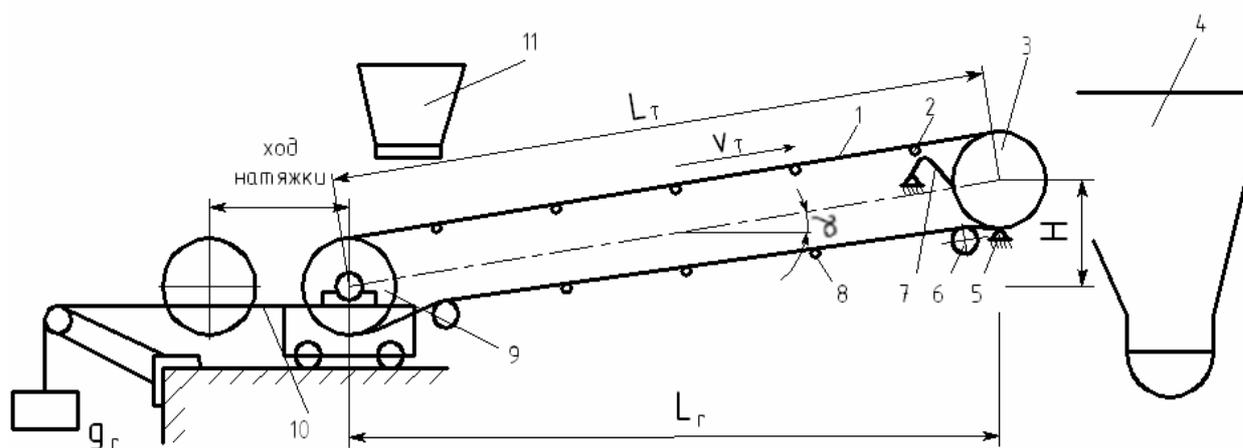
Насыпная плотность – , углы естественного откоса материала в покое

–в движении – , коэффициент внутреннего трения сыпучего материала

$f = \text{tg } \varphi$  , коэффициент трения о сталь в покое  $f_c$  приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Характеристики транспортируемых строительных материалов

Материал	$\rho$	$\text{tg}$	$\varphi_1$	$\varphi_2$	$f_c$
Глина сухая мелкокусковая	1,2–1,5	0,5–0,9	50	38	0,75
Гравий	1,5–1,9	0,5–1,0	45	30	0,84
Земля рыхлая сухая	1,2–1,6	0,6–1,0	45	30	1,00
Зола	0,4-0,6	0,8–1,2	50	40	0,84
Камень бутовый, известняк крупный	1,6–2,0	0,7–1,2	45	30	0,56–1,0
Песок крупный различной влажности	1,4–1,9	0,6–0,9	45	30	0,7–1,0
мелкий влажный	1,9–2,05		45	30	
мелкий сухой	1,4–1,65		45	30	
Портландцемент	0,9–1,6	0,5–0,9	43	38	0,65
Шлакопортландцемент	0,9–1,2	0,5–0,9	43	38	0,65
Шлак	0,6–1,0	0,6–1,2	45	35	1,19
Щебень	1,4–2,0	0,8–1,0	50	35	0,63
Гипс дробленый кусковой	1,3–1,6		40	30	0,61–0,82
Клинкер цементный	1,28–1,52		45	30	0,56–1,0



1 – тяговый орган (лента); 2 – роlikоопоры рабочей ветви; 3 – ведущий барабан; 4 – бункер; 5 – устройство для очистки ленты; 6 – отклоняющий барабан; 7 – ленточный останов; 8 – роlikоопоры холостой ветви; 9 – натяжной барабан; 10 –

натяжное устройство; 11 – загрузочный лоток.

Рисунок 4 – Схема ленточного конвейера

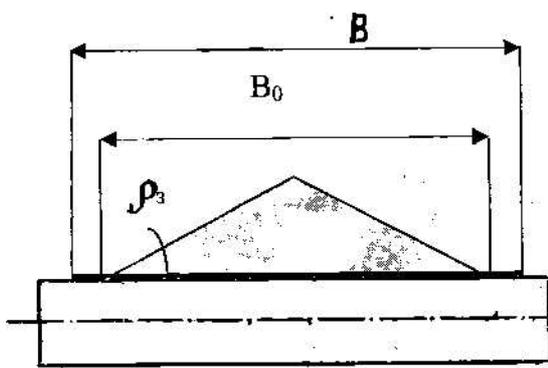
### **9.1 Определение ширины и выбор типа ленты**

Для транспортирования строительных материалов при работе с перепадом температур от плюс  $60^0$  до минус  $25^0$  обычно применяют тканевые прорезиненные ленты (ГОСТ 20-85). Конвейерные ленты выполняют функции тягового и несущего элемента. Растягивающую нагрузку в ленте воспринимают только тканевые прокладки, которые могут быть хлопчатобумажными (Б-820 и ОПБ), уточно-шнуровыми и синтетическими – капроновыми (К-12-3) и анидными (А-12-3). Относительное удлинение при разрыве прокладок доходит до 32-37 % для синтетических тканей. Для устранения вытяжки ленты в эксплуатации применяют 10-12 – кратный запас прочности. Допускаемое усилие на разрыв 1 см ширины прокладки принимают 60 Н/см (6 кгс/см) для хлопчатобумажных и 300 Н/см (30 кгс/см) для синтетических бельтинггов.

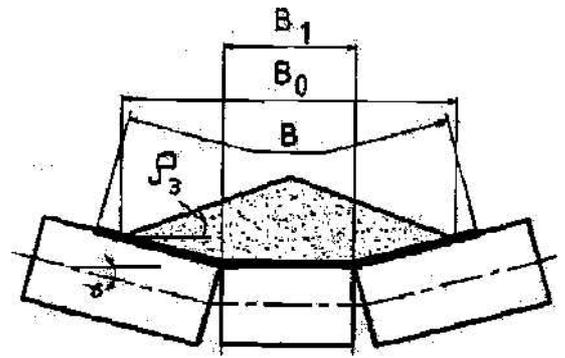
#### **9.1.1 Определение площади поперечного сечения материала на ленте**

В целях получения наибольшей производительности конвейера выбирают желобчатую роlikоопору (рисунок 5,б), при прохождении по которой лента принимает корытообразную форму и при той же ширине способна нести больше материала по сравнению с плоской (рисунок 5,а).

Роlikоопоры устанавливают с шагом: в месте загрузки 0,4 – 0,5 м, на линии рабочей ветви 1,1 – 1,5 м, на линии холостой ветви 2,5 – 3,0 м.



а) прямая (плоская)



б) желобчатая трехроликовая

Рисунок 5 – Типы роликовых опор

Из формулы производительности ленточного конвейера:

$$\Pi = 3600 F v \quad (31)$$

находят площадь поперечного сечения материала на ленте ( $m^2$ ):

$$F = \frac{\Pi}{3600 \rho_3}, \quad (32)$$

где  $\Pi$  – производительность конвейера по заданию, т/ч;

$v$  – скорость движения ленты конвейера, м/с;

$\rho_3$  – насыпная плотность материала, т/м<sup>3</sup> (таблица 7).

Скорость ленты выбирают в зависимости от категории абразивности груза. При транспортировании мелкосыпучих неабразивных и малоабразивных материалов (песок, уголь рядовой) скорость ленты – 1,5 - 2,5 м/с; при транспортировании абразивных мелко- и среднекусковых материалов (гравий, шлак, щебень) – 1,25 – 2 м/с; при транспортировании абразивных крупнокусковых ( $a_{\max} > 160$  мм) материалов (горная порода, камень) 1 - 1,6 м/с.

У специальных конвейеров, входящих в комплект роторных экскаваторов, скорость ленты достигает 5—5,5 м/с.

### 9.1.2 Определение ширины ленты В (м)

Для плоской ленты:  $B = \dots$  (33)

Для желобчатой ленты:

при  $\alpha' = 20^\circ$   $B = \dots$  (34)

при  $\alpha' = 30^\circ$   $B = \dots$  (35)

где  $\alpha'$  – угол наклона боковых роликов желобчатых роликоспор;

$F$  – площадь поперечного сечения материала на ленте,  $m^2$ .

В целях наилучшего использования конвейера выбирают лотковую форму верхней ветви ленты, т.е. верхние роликоспоры принимают желобчатыми [9].

### 9.1.3 Проверка ширины ленты по гранулометрическому составу

При транспортировании кусковых материалов и штучных грузов ширина ленты  $B$  должна быть выбрана так, чтобы исключить их рассыпание, и должна составлять:

- для рядового материала  $B \geq 2a_{\max} + 200$  мм;
- для сортированного материала  $B \geq 3,3a_{\max} + 200$  мм;

где  $a_{\max}$  - максимальный размер куска или штучного груза, мм.

По наибольшему значению  $B$  подбирают размер стандартной ленты (ГОСТ-

20-85), пользуясь данными таблицы 7.

Таблица 7 - Ширина и количество прокладок в стандартных конвейерных лентах

Марка бельтинга	Ширина ленты, мм										
	300	400	500	650	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000
	Число прокладок										
Уточно- шнуровой и ОПБ	-	-	-	3-5	3-6	4-8	5-9	6-10	7-10	8-12	9-12
Б-820	3-4	3-5	3-6	3-7	4-8	5-10	6-10	7-10	-	-	9-12

Окончательное значение ширины В и числа прокладок подбирают после расчёта ленты на разрыв [9].

#### 9.1.4 Определение длины транспортирования материала по горизонтали $L_r$ и конструктивной длины конвейера $L_T$ по центрам ведущего и натяжного барабанов

Длина транспортирования материала (м) по горизонтали определяется по формуле:

$$L_r = \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha} , \quad (36)$$

где  $H$  – высота подъёма материала, м; принимают по заданию;

$\alpha$  – угол наклона конвейера, град.

Если угол  $\alpha$  в задании не указан, то его необходимо принимать в зависимости от транспортируемого материала, но не более

$$\alpha \leq \frac{2}{3} \rho_3, \quad (37)$$

где  $\rho_3$  – угол естественного откоса материала.

Конструктивная длина конвейера определится как

$$L_r = \frac{H}{\sin \alpha} \quad (38)$$

### 9.1.5 Определение окружного усилия на ведущем барабане

Для определения максимального натяжения ленты необходимо знать окружное усилие на барабане (рисунок 6).

Из формулы мощности:

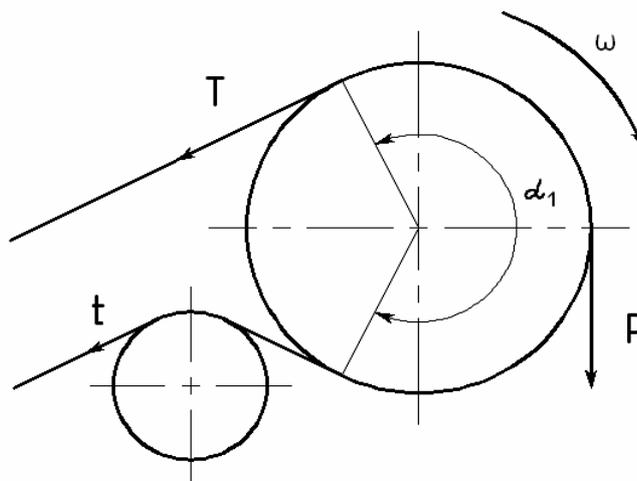
$$N = \frac{Pv}{1000} \quad (39)$$

Находят окружное усилие ( $H$ ):

$$P = \frac{1000N}{v}, \quad (40)$$

где  $N$  – мощность на валу ведущего барабана, кВт;

– скорость движения ленты конвейера, м/с.



$P$  – окружное усилие;  $T$  и  $t$  – усилие в набегающем и сбегающем концах ленты;  $\alpha_1$  – угол обхвата барабана лентой.

Рисунок 6 – Схема сил, действующих на ведущем барабане

### 9.1.6 Определение усилия натяжения в ветвях ленты

Зная окружное усилие  $P$  и задавшись углом охвата барабана лентой и материалом рабочей поверхности приводного барабана, можно определить натяжение в набегающем  $T$  и сбегающем  $t$  концах ленты.

По теории трения гибких нитей, разработанной Эйлером, усилия ( $H$ ) в набегающем и сбегающем концах ленты определяют как:

$$T = \frac{P}{e^{\mu \alpha}} \quad \text{и} \quad t = \frac{P}{e^{\mu \alpha}}, \quad (41)$$

где  $\mu$  – коэффициент характеризующий тяговую способность барабана (тяговый фактор);

$e = 2,718$  – основание натуральных логарифмов;

$\alpha_1$  - угол обхвата приводного барабана лентой, ( $\alpha_1 = 220^\circ$  при наличии отклоняющего барабана,  $\alpha_1 = 180^\circ$  при отсутствии последнего,  $\alpha_1 = 250^\circ$  при поджатой холостой ветви);

$\mu$  - коэффициент трения между лентой и рабочей поверхностью приводного барабана (таблица 2).

Значения для наиболее распространенных  $\alpha_1$  и различных  $\mu$  даны в таблице 8.

Таблица 8 - Значения

Угол обхвата, град	Коэффициент трения						
	0,1	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
	Значение $e^{\mu\alpha_1}$						
180	1,37	1,6	1,87	2,19	2,57	3,00	3,51
200	1,42	1,69	2,02	2,39	2,85	3,39	4,04
220	1,47	1,78	2,15	2,61	3,16	3,82	4,64
250	1,52	1,93	2,41	3,00	3,74	4,66	5,81

По полученным значениям  $T$  и  $t$  можно произвести проверку правильности определения окружного усилия  $P$ :

$$P = T - t$$

### 9.1.7 Определение необходимого количества прокладок и толщины ленты

Условия работы ленты на разрыв можно представить как

$$T = B \cdot i \cdot K_p \quad (42)$$

Откуда количество прокладок:

$$i = \frac{T}{B \cdot K_p} \quad (43)$$

где  $B$  – ширина ленты (см);

$K_p$  – допускаемое усилие на разрыв 1 см ширины одной прокладки ленты на основе (Н/см).

При бельтинге марки Б-820  $K_p = 60$  Н/см, для лент с уточно-шнуровым и ОПБ бельтингами  $K_p = 130$  Н/см, при бельтинге из синтетических волокон  $K_p = 300$  Н/см.

Полученное значение количества прокладок округляют до целого числа в сторону увеличения. После этого уточняют принятую ранее характеристику ленты по ГОСТ 20-85 (таблица 8).

В случае, если полученное число прокладок больше, чем имеет лента при выбранной ширине, принимают ленту большей ширины с необходимым числом прокладок.

Толщину ленты определяют в зависимости от числа прокладок:

$$\delta = \delta_1 i + (4 \quad ), \quad (44)$$

где  $\delta$  – толщина ленты (мм);

$\delta_1$  – толщина, приходящаяся на одну прокладку вместе с резиновой прослойкой (мм): при бельтинге ОПБ и уточно-шнуровом  $\delta_1 = 2,3$  мм; при бельтинге Б-820  $\delta_1 = 1,5$  мм;

4 – 5 мм — толщина резиновых обкладок ленты с двух сторон. Толщина резиновых обкладок с рабочей стороны ленты примерно в 3 раза больше, чем с нерабочей.

Таблица 9 – Ткани, применяемые для изготовления конвейерных лент (ГОСТ 20—85)

Прочность ткани по основе (Н/мм ширины одной прокладки)	Ткани		
	с основой и утком из комбинированных нитей (полиэфирных и хлопковых)	с основой и утком из полиамидных нитей	с основой из полиэфирных, а утком из полиамидных нитей
65	БКНЛ-65		
100		ТА-100; ТК-100	
200		ТК-200-2	ТЛК-200
300		ТА-300; ТК-300	ТЛК-300

400		ТА-400; ТК-400	
-----	--	----------------	--

Примечание: ТА — ткани с применением анида, ТК — с применением капрона; ТЛ — с применением лавсана; ТЛК — с применением лавсана и капрона; БКНЛ — с применением хлопка и лавсана.

Таблица 10 – Расчетная масса 1 м<sup>2</sup> конвейерных лент с наружными обкладками разной толщины и тканевым каркасом

Ткань тягового каркаса	Толщина наружных обкладок (рабочей/нерабочей), мм	$m_{л}$ , кг/м <sup>2</sup> , при числе тканевых прокладок			
		3	4	5	6
БКНЛ-65	3,0/1,0	7,3	8,2	9,1	10,0
	4,0/2,0	9,7	10,6	11,5	12,4
ТА-100	5,0/2,0	11,6	12,8	14,0	15,2
ТК-100	6,0/2,0	12,8	14,0	15,2	16,4
	8,0/2,0	15,2	16,4	17,6	18,8
ТК-200-2	4,5/3,5	14,6	16,0	17,2	18,8
	6,0/2,0	13,4	14,8	16,2	17,6
	6,0/3,5	15,8	17,2	18,6	20,0
	8,0/2,0	15,8	17,2	18,6	20,0
ТЛК-200	6,0/2,0	14,0	6,6	17,2	18,8
	8,0/2,0	16,4	18,0	19,6	21,2
ТА-300	6,0/2,0	13,7	15,2	16,7	18,2
	6,0/3,5	16,1	17,6	19,1	20,6
	8,0/2,0	16,1	17,6	19,1	20,6
ТЛК-300	6,0/2,0	14,3	16,0	17,7	19,4
	8,0/2,0	16,7	18,4	20,1	21,8
ТК-100	6,0/2,0	14,0	16,6	17,2	18,8
	6,0/3,5	15,8	17,4	19,0	20,6
	8,0/2,0	16,4	18,0	19,6	21,2
	10,0/3,0	20,0	21,6	23,2	24,8

### 9.1.8 Определение размеров приводного барабана

Диаметр барабана (мм) определяют по формуле:

$$D_6 = k i, \quad (45)$$

где  $i$  - число прокладок в ленте;

$k$  - коэффициент, зависящий от числа прокладок;  $k=125$  при  $i = 2 \div 6$  и  $k = 150$  при  $i = 7 \div 12$ .

Полученная величина диаметра барабана должна быть округлена до стандартной (400, 500, 630, 800, 1000, 1200 мм).

Для улучшения центрирования ленты приводные барабаны имеют небольшую стрелу выпуклости (1,5 – 3 мм).

Длина барабана (мм):

$$L_{\text{б}} = B + 100 \quad (46)$$

Диаметр натяжного барабана (мм) принимают не менее 65 % от диаметра приводного или:

$$D_{\text{бн}} \geq D_{\text{б}} \quad (47)$$

Диаметр отклоняющего барабана (мм):

$$D_{\text{бо}} \geq D_{\text{б}} \quad (48)$$

### **9.1.9 Определение величины массы натяжного груза или усилия в винтовой натяжке**

Натяжное усилие должно не только обеспечить необходимую силу трения между лентой и приводным барабаном, но и создать минимальную стрелу провиса ленты между роlikоопорами.

Минимальное потребное натяжное усилие (Н) может быть определено по формуле:

$$g_r = 2t , \quad (49)$$

где  $t$  – усилие в сбегающем конце ленты (Н).

#### **9.1.10 Определение величины хода натяжного устройства и выбор его типа**

Чтобы обеспечить необходимое натяжение ленты, применяют натяжное устройство. Для коротких конвейеров ( $L_T \leq 60$  м ) применяют винтовые натяжные устройства.

Ход натяжного устройства  $h_r$  зависит от удлинения ленты, которое она будет иметь в конце срока службы, и обычно составляет 1-1,5 % от полной длины конвейера. Следовательно, ход натяжки (м):

$$h_r = 0,0125L_T , \quad (50)$$

где  $L_T$  – длина конвейера (м).

#### **9.1.11 Определение потребной мощности привода конвейера и выбор типа двигателя**

При работе конвейера энергия расходуется на преодоление сопротивлений перемещению материала по горизонтали  $N_1$  и по вертикали  $N_2$ , а также на преодоление сопротивления передвижению движущихся элементов конвейера и вредных сопротивлений в механизме  $N_3$  и добавочных сопротивлений  $N_4$  при работе разгрузочных устройств.

Необходимая мощность  $N$  (кВт) привода в общем случае, т.е. при

перемещении груза по наклонному участку пути, может быть определена по формуле:

$$N=N_1+N_2+N_3+N_4 \quad (51)$$

или

$$N = \frac{PN}{367} + \frac{PL_r\omega}{367} + 0,02q_k L_r v \omega + kП$$

Приняв значения коэффициента сопротивления передвижению  $\mu = 0,55$  и погонной массы элементов конвейера  $30B$ , запишем окончательную формулу для определения мощности привода конвейера:

$$N = \frac{(0,003PN + 0,00015PL_r + 0,03L_r Bv)}{k_1 k_2} + kП, \quad (52)$$

где  $k_1$  коэффициент, учитывающий потери энергии от неточности сборки.

В зависимости от длины конвейера принимается:

$$k_1 = 1 \quad \text{при } L_r > 50 \text{ м};$$

$$k_1 = 1,05 \quad \text{при } L_r = 31-50 \text{ м};$$

$$k_1 = 1,15 \quad \text{при } L_r = 15-30 \text{ м};$$

$$k_1 = 1,25 \quad \text{при } L_r < 15 \text{ м};$$

$k_2$  – коэффициент, учитывающий расход энергии на преодоление сопротивлений, возникающих при прохождении ленты через сбрасывающую тележку;

$$k_2 = 1,25 \quad \text{при наличии сбрасывающей тележки};$$

$$k_2 = 1 \quad \text{при отсутствии сбрасывающей тележки};$$

$k$  – коэффициент, учитывающий расход энергии на работу разгрузочного

устройства;

$k = 0$  при разгрузке через барабан;

$k = 0.005$  при разгрузке плужковым сбрасывателем;

$k = 0,003$  при разгрузочной тележке.

Необходимая мощность двигателя (кВт) определяется по формуле:

$$N_{дв} = \quad , \quad (53)$$

где  $\eta$  – КПД редуктора привода конвейера;  $\eta = 0,94$  для двухпарного редуктора на подшипниках качения.

По полученному значению мощности подбирают тип электродвигателя и выписывают табличные значения его мощности и скорости вращения вала двигателя [5; 10].

Для привода конвейеров обычно принимают асинхронные короткозамкнутые электродвигатели (при ПВ=100 %) типа АО или АОЛ для транспортирования пылевидных материалов и типа А или АЛ для транспортирования кусковых и штучных грузов. Основные характеристики указанных двигателей приведены в приложении С.

### 9.1.12 Определение передаточного числа редуктора

Передаточное число редуктора определяют по формуле:

$$i_{ред} = \quad , \quad (54)$$

где  $n_{дв}$  – частота вращения вала двигателя (об/мин);

$n_6$  – частота вращения приводного барабана (об/мин)

$$n_6 = \quad , \quad (55)$$

где  $v$  – скорость движения ленты конвейера (м/с);

$D_6$  – диаметр приводного барабана (м)

Подбор редуктора производится по каталогу [10].

### **Список использованных источников**

1. Александров, М.П. Подъемно-транспортные машины /М.П. Александров – М.: Высшая школа, 1985. – 520 с.
2. Балашов, В.П. Грузоподъемные и транспортирующие машины на заводах строительных материалов / В.П.Балашов - М.: Машиностроение, 1987. – 383 с.
3. Белецкий, Б.Ф. Строительные машины и оборудование: справочное пособие /Б.Ф.Белецкий - Ростов на Дону.: Феникс, 2002. – 592 с.

4. Вайнсон, А.А. Подъемно-транспортные машины /А.А.Вайнсон – М.: Высшая школа, 1985. – 431 с.
5. Волков, Д.П. Строительные машины /Д.П. Волков – М.: АСФ, 2002. – 376 с.
6. ГОСТ 12.2.022-80 Конвейеры. Общие требования безопасности. Введен с 5.09.80- М.: Издательство стандартов, 1984. – 34 с.
7. ГОСТ 20-85 Ленты конвейерные резинотканевые. М.: Издательство стандартов, 1986. – 27 с.
8. Епифанов, С.П. Строительные машины /С.П.Епифанов -М.: Стройиздат, 1991. – 325 с.
9. Зуев,Ф.Г. Подъемно-транспортные установки / Ф.Г.Зуев – М.: «КолосС», 2007. – 471 с.
10. Муха, Т.И. Приводы машин: справочник /Т.И.Муха – М.: Машиностроение, 1982. – 349 с.

## **Приложение А** **(обязательное)**

### **Пример задания на курсовую работу**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
“Оренбургский государственный университет”

Архитектурно – строительный факультет

Кафедра технологии строительных материалов и изделий

### **Задание на курсовую работу**

Разработать ленточный конвейер

Исходные данные:

Вид ленты –

Перемещаемый материал –

Производительность конвейера ( $Q$ , т/ч) –

Плотность материала ( $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>) –

Скорость транспортирования ( $V$ , м/с) –

Угол наклона конвейера ( $\alpha$ ) –

Профиль конвейера –

Разработать: Полный расчет конвейера;  
Кинематическую схему привода;  
Чертеж конвейера в трех видах, (А1)

Специальная разработка: \_\_\_\_\_

Дата выдачи задания «\_14\_»\_февраля\_\_2010г.

Руководитель Шевцова Т.И.

Исполнитель

Студент группы 07СК

Срок защиты работы «\_2\_»\_мая\_\_\_\_\_2010г.

**Приложение Б**  
**(обязательное)**

**Пример оформления титульного листа курсовой работы**

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
“ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ” (14пт)

Архитектурно – строительный факультет

**КУРСОВАЯ РАБОТА** (16 пт)

по дисциплине «Механическое оборудование предприятий строительной  
индустрии»

Проектирование ленточного конвейера (16пт)

Пояснительная записка

ГОУ ОГУ 270106.65.5209.13 ПЗ

Руководитель проекта

\_\_\_\_\_ Шевцова Т.И.,

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_

Исполнитель

студент гр. 08СК \_\_\_\_\_ Петров Р.И.

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_

Оренбург 200\_

## Приложение В (обязательное)

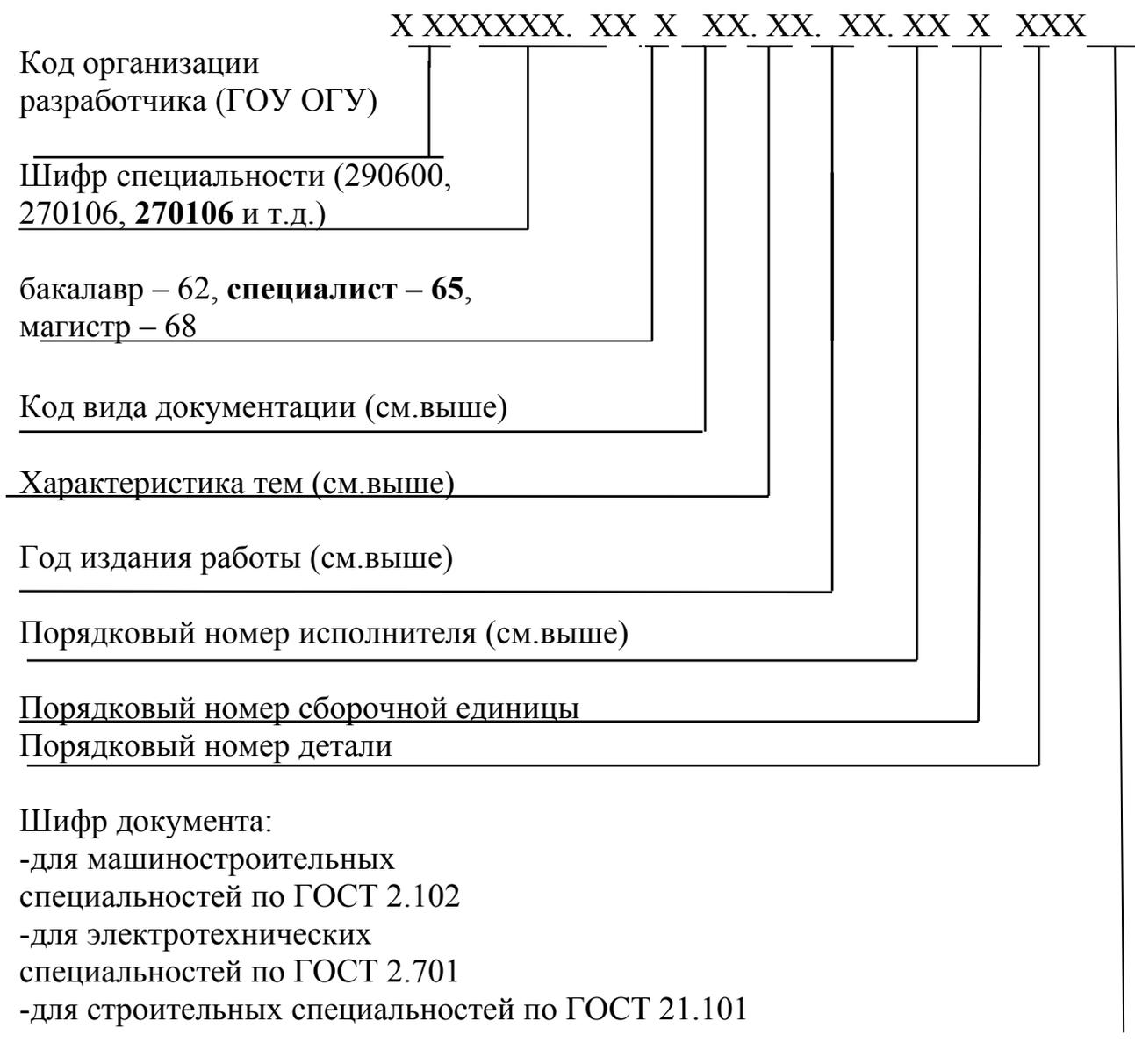
### Кодирование документов

#### Правила присвоения классификационного кода

Структура обозначения учебной документации:

	X	XXXXXX	XX	X	X	XX	XX	XX
Код организации разработчика (ГОУ ОГУ)								
<b>Код специальности</b> (290600, 270106 и т.д.) бакалавр – 62, <b>специалист</b> – 65, магистр – 68								
Код вида документации Дипломный проект - 1 Дипломная работа - 2 Дипломная работа для нетехнических специальностей - 3 Курсовой проект - 4 <b>Курсовая работа - 5</b> РГР – 6 УИРС - 7 Реферат – 8 Практика - 9								
Характеристика тем Без указания - 0 Конструкторская - 1 <b>Технологическая - 2</b> Исследовательская - 3 Комбинированная - 4								
<b>Год издания работы</b> Обозначается двумя последними цифрами календарного года, в котором защищается проект (работа, реферат), <b>09</b>								
<b>Порядковый номер исполнителя.</b> Берется по журналу данной группы, в котором список студентов приведен в алфавитном порядке								
Шифр документа <b>ПЗ - пояснительная записка</b> О - отчет по РГР У - отчет по УИРС Р - реферат П - отчет по практике ОО - для нетехнических специальностей								

Для чертежей устанавливается следующая структура обозначения:



**ПРИМЕР обозначения курсовой работы: ГОУ ОГУ 270106.65.5209.13 ПЗ**

# Приложение Г (обязательное)

## Пример оформления страницы текста

**2 Технологическая часть (16пт)**

**2.1 Расчет транспортирующей машины (14пт)**

15-17 ← Сущность расчета транспортирующих машин заключается в определении мощности привода и выбора электродвигателя, который необходимо установить, чтобы перемещать груз определенного объема на заданное расстояние.

При транспортировании энергия расходуется на преодоление: силы тяжести /массы/ материала, при движении его наклонно вверх, сопротивления передвижению транспортируемого материала, сопротивлению передвижению движущихся элементов конвейера, вредных сопротивлений в механизме.

**2.2 Описание конструкции (14пт)**

При выборе электродвигателя следует учитывать, что асинхронные двигатели самые распространенные в промышленности и могут допускать длительную перегрузку не выше 50 %. Кратковременные перегрузки для них допустимы: на 25 % в течении 30 мин., на 50 % в течение 3 мин., на 100 % в течении 30 сек. Номинальная мощность электродвигательного привода должна быть

	10

**Приложение Д**  
**(обязательное)**

**Пример оформления содержания**

**Содержание**

Введение.....	3
1 Описание установки .....	4
2 Расчет конструктивно-технологических параметров установки .....	7
3 Описание спроектированной установки .....	11
4 Специальное задание .....	16
5 Техника безопасности .....	22
Список использованных источников.....	28
Приложение А Спецификация .....	29


## Приложение Ж (обязательное)

### Пример оформления таблицы

Таблица 2 - Значение КПД различных передач

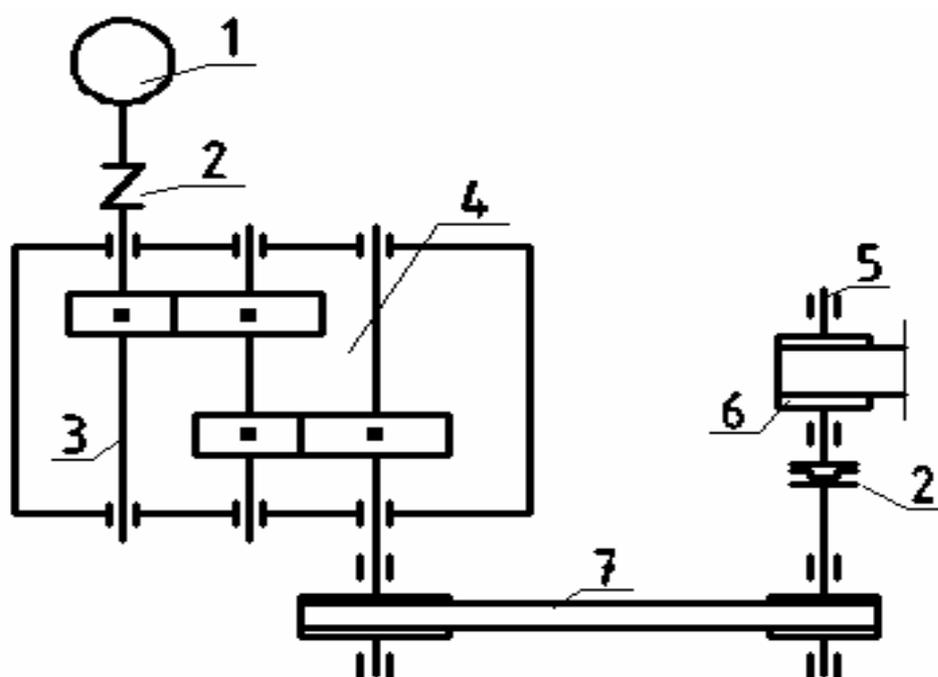
Тип передачи	Значение КПД		Примечания
	в масляной ванне	открытая	
1	2	3	4
Зубчатая цилиндрическая	0,96-0,98	0,94-0,96	Для самотормозящей передачи
Зубчатая коническая			
Червячная при числе заходов червяка:	0,96-0,97	0,92-0,94	
$z_1 = 1$			
$z_2 = 2$	0,65-0,7	0,44-0,48	
$z_3 = 3$	0,70-0,75		
$z_4 = 4$	0,80-0,85		
Цепная передача	0,85-0,90		
ременная:	0,95-0,97	0,92-0,95	
с плоским ремнем		0,96-0,98	
с клиновым ремнем		0,95-0,97	

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Зубчатая цилиндрическая	0,96-0,98	0,94-0,96	Для самотормозящей передачи
Зубчатая коническая			
Червячная при числе заходов червяка:	0,96-0,97	0,92-0,94	
$z_1 = 1$			
$z_2 = 2$	0,65-0,7	0,44-0,48	
$z_3 = 3$	0,70-0,75		
$z_4 = 4$	0,80-0,85		
Цепная передача	0,85-0,90		
ременная:	0,95-0,97	0,92-0,95	
с плоским ремнем		0,96-0,98	
с клиновым ремнем		0,95-0,97	

## Приложение И (обязательное)

### Пример оформления рисунка



1- электродвигатель; 2- муфта; 3- ведущий вал; 4- редуктор двухступенчатый с прямозубым колесом; 5- ведомый вал; 6- барабан; 7- открытая ременная передача.

Рисунок 3 - Кинематическая схема привода

## Приложение К (обязательное)

### Пример оформления спецификации оборудования

Таблица К.1- Спецификация оборудования

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед, кг	Приме- чание
15	60	65	10	15	20
185					

В спецификациях указывают:

- 1) в графе "Поз." — позиции (марки) элементов конструкций, установок;
- 2) в графе "Обозначение" — обозначение основных документов, оборудования, изделия или стандарты (технические условия) на них;
- 3) в графе "Наименование" — наименования элементов конструкций, оборудования и изделий и их марки.  
Допускается на группу одноименных элементов указывать наименование один раз и подчеркивать;
- 4) в графе "Кол." — количество элементов.
- 5) в графе "Масса, ед. кг" — массу в килограммах. Допускается указывать массу в тоннах;
- 6) в графе "Примечание" — дополнительные сведения.

## Приложение Л (обязательное)

### Пример оформления списка использованных источников

- 1 Технологические комплексы и линии для производства строительных материалов и изделий: учебное пособие /В.С.Богданов [и др]- 2 –е изд., перераб. И доп. – М. : Изд-во АСВ, 2003 – 199 с.
- 2 Борщевский, А.А. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий /А.А.Борщевский, А.С.Ильин. – М.: Высшая школа, 1987.- 368 с.
- 3 Бауман, В. А. Строительные машины: справочник/В.А.Бауман – М.: Стройиздат, 1989. – 432 с.
- 4 Белецкий, Б.Ф. Строительные машины и оборудование: справочное пособие /Б.Ф.Белецкий – Ростов на Дону.: Феникс, 2002. – 592 с.
- 5 Гоберман, Л.А. Строительные и дорожные машины: атлас конструкций / Л.А.Гоберман, К.Н. Степанин – М.: Машиностроение 1976. – 434 с.
- 6 Алешин, А.М. Перспективы развития железобетона / Алешин А.М. // Строительные материалы. – 2004. - № 4. – С.57-60.
- 7 ГОСТ 7.1-2003. Плиты перекрытия. – Взамен ГОСТ 7.1-1984. – Введ. 01.07.2004. – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 21 с.
- 8 Образование: исследовано в мире : [ Электронный ресурс] : Междунар. Науч. Пед. Интернет – журнал с библиотекой – депозитарием = oim.ru / под патронажем Рос. Акад. Образования, Гос. Науч. Пед. Б-ки. – М. :OIM.RU, 2000-2001. – Режим доступа: WWW.URL : http: // www. Oim.ru/. – 10.02.2001.

# Приложение М (обязательное)

## Пример оформления основной надписи



Рисунок М. 1 – Основная надпись к чертежам

## Приложение Н (обязательное)

### Коэффициенты перевода отдельных, часто встречающихся единиц измерения физических величин из других систем в СИ

Единицы измерения длины

$$1 \text{ мкм} = 10^{-6} \text{ м}$$

$$1 \text{ дюйм} = 2,540 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Единица измерения линейной скорости

$$1 \text{ м/мин} = 1,67 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$$

Единицы измерения массового расхода

$$1 \text{ кг/ч} = 278 \cdot 10^{-6} \text{ кг/с}$$

$$1 \text{ т/ч} = 0,28 \text{ кг/с}$$

$$1 \text{ кг/мин} = 16,67 \cdot 10^{-3} \text{ кг/с}$$

Единицы измерения мощности

$$1 \text{ (кгс}\cdot\text{м)/с} = 9,81 \text{ Вт}$$

$$1 \text{ эрг/с} = 10^{-7} \text{ Вт}$$

$$1 \text{ л.с.} = 736 \text{ Вт}$$

$$1 \text{ ккал/ч} = 1,16 \text{ Вт}$$

$$1 \text{ кал/с} = 4,19 \text{ Вт}$$

Коэффициенты теплоотдачи и теплопередачи

$$1 \text{ ккал}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{К}) = 1,163 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

$$1 \text{ кал}/(\text{см}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{К}) = 4,1868 \cdot 10^2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Единицы измерения давления

$$1 \text{ дин}/\text{см}^2 = 10^{-1} \text{ Па}$$

$$1 \text{ кгс}/\text{м}^2 = 9,81 \text{ Па}$$

$$1 \text{ бар} = 10^5 \text{ Па}$$

$$1 \text{ мм рт. ст.} = 133 \text{ Па}$$

$$1 \text{ кгс}/\text{мм}^2 = 9,81 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Единица измерения кинематической вязкости

$$1 \text{ Ст} = 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$$

Единицы измерения плотности

$$1 \text{ т}/\text{м}^3 = 1000 \text{ кг}/\text{м}^3$$

$$1 \text{ кгс}\cdot\text{с}^2/\text{м}^4 = 9,81 \text{ кг}/\text{м}^3$$

Единица измерения момента инерции (динамического)

$$1 \text{ кгс}\cdot\text{м}\cdot\text{с}^2 = 9,81 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$$

Единицы измерения динамической вязкости

$$1 \text{ П} = 10^{-1} \text{ Па}\cdot\text{с}$$

$$1 \text{ сП} = 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$$

$$1 \text{ кгс}\cdot\text{с}/\text{м}^2 = 9,81 \text{ Па}\cdot\text{с}$$

Единицы измерения работы, энергии, количества теплоты

$$1 \text{ кгс}\cdot\text{м} = 9,81 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ эрг} = 10^{-7} \text{ Дж}$$

$$1 \text{ Вт}\cdot\text{ч} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ кал} = 4,19 \text{ Дж}$$

$$1 \text{ ккал} = 4186,8 \text{ Дж}$$

Единицы измерения удельного количества теплоты

$$1 \text{ ккал} = 4,1868 \cdot 10^3 \text{ Дж}/\text{кг}$$

$$1 \text{ кал}/\text{г} = 4,1868 \cdot 10^3 \text{ Дж}/\text{кг}$$

Единицы измерения удельной теплоемкости

$$1 \text{ ккал}/(\text{кг}\cdot\text{К}) = 4,1868 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{К})$$

$$1 \text{ кал}/(\text{г}\cdot\text{К}) = 4,19 \cdot 10^3 \text{ Дж}/(\text{г}\cdot\text{К})$$

$$1 \text{ ккал}/(\text{м}^3 \cdot \text{К}) = 4186,8 \text{ Дж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$$

$$1 \text{ кал}/(\text{см}^3 \cdot \text{К}) = 4,1868 \cdot 10^6 \text{ Дж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$$

Коэффициенты теплопроводности

$$1 \text{ ккал}/(\text{м}\cdot\text{ч}\cdot\text{К}) = 1,163 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$$

$$1 \text{ кал}/(\text{см}\cdot\text{с}\cdot\text{К}) = 4,1868 \cdot 10^2 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$$

## Приложение II (обязательное)

**Рекомендуемые обозначения некоторых величин, используемых при выполнении курсовой работы**

Таблица II. 1 - Рекомендуемые обозначения некоторых величин

Величина	Обозначение
Влажность относительная	$\varphi, w$
Время	$\tau$
Высота	$H, h$
Давление	$p$
Диаметр	$D, d$
Длина	$L, l$
Длина пути	$S$
Коэффициент	
полезного действия	$\eta$
трения качения	$k$
трения скольжения	$f, \mu$
Масса	$M, m$
Момент инерции	$J$
Момент силы (вращающий момент)	$M$
Момент сопротивления	$W$
Мощность	$N, P$
Напряжение	
нормальное	$\sigma$
касательное	$\tau$
Объем	$V$
Плотность	$P, \rho$
Площадь	$S, F$
Работа	$A$
Радиус	$R, r$
Сила:	
механическая	$F, P, N, Q$
света	$I$
тока	$I$
тяжести	$G$
тяжести удельная	$\gamma$
Скорость:	
линейная	$v$
угловая	$\omega$

Продолжение таблицы П.1

Величина	Обозначение
Температура по шкале:	
Кельвина	$T$
Цельсия	$t$
Угол плоский	$\alpha, \beta, \varphi$
Удлинение:	
абсолютное	$L$
относительное	$\varepsilon$
Ускорение:	
линейное	$a$
свободного падения	$g$
угловое	$\varepsilon$
Частота вращения	$n$
Ширина	$B, b$
Энергия:	
кинетическая	$E$
потенциальная	$E$

## Приложение Р (обязательное)

### Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименований

Таблица Р.1 – Множители и приставки для образования десятичных кратных и дольных единиц и их наименований

Множитель	Приставка		
	Наименование	Обозначение	
		русское	международное
$10^{18}$	экса	Э	E
$10^{15}$	пета	П	P
$10^{12}$	тера	Т	T
$10^9$	гига	Г	G
$10^6$	мега	М	M
$10^3$	кило	к	k
$10^2$	(гекто)	г	h
$10^1$	(дека)	да	da
$10^{-1}$	(деци)	д	d
$10^{-2}$	(санتي)	с	c
$10^{-3}$	милли	м	m
$10^{-6}$	микро	мк	μ
$10^{-9}$	нано	н	n
$10^{-12}$	пико	п	p
$10^{-15}$	фемто	ф	f
$10^{-18}$	атто	а	a

#### Примечания

1. В скобках указаны приставки, которые допускается применять только в наименованиях кратных и дольных единиц, уже получивших широкое распространение (например, гектар, декалитр, дециметр, сантиметр).

2. Приставки рекомендуется выбирать таким образом, чтобы числовые значения величин находились в пределах 0,1...1000.

## Приложение С (обязательное)

### Название и написание букв латинского и греческого алфавитов

Таблица С. 1 – Латинский алфавит

Печатные буквы				Название букв	Рукописные буквы		Буквы стандартного шрифта	
Прямые		Курсивные			прописные	строчные	прописные	строчные
прописные	строчные	прописные	строчные					
A	a	<i>A</i>	<i>a</i>	а	<b>A</b>	<b>a</b>	<b>A</b>	<i>a</i>
B	b	<i>B</i>	<i>b</i>	бе	<b>B</b>	<b>b</b>	<b>B</b>	<i>b</i>
C	c	<i>C</i>	<i>c</i>	це	<b>C</b>	<b>c</b>	<b>C</b>	<i>c</i>
D	d	<i>D</i>	<i>d</i>	де	<b>D</b>	<b>d</b>	<b>D</b>	<i>d</i>
E	e	<i>E</i>	<i>e</i>	е	<b>E</b>	<b>e</b>	<b>E</b>	<i>e</i>
F	f	<i>F</i>	<i>f</i>	эф	<b>F</b>	<b>f</b>	<b>F</b>	<i>f</i>
G	g	<i>G</i>	<i>g</i>	ге	<b>G</b>	<b>g</b>	<b>G</b>	<i>g</i>
H	h	<i>H</i>	<i>h</i>	аш	<b>H</b>	<b>h</b>	<b>H</b>	<i>h</i>
I	i	<i>I</i>	<i>i</i>	и	<b>I</b>	<b>i</b>	<b>I</b>	<i>i</i>
J	j	<i>J</i>	<i>j</i>	йот	<b>J</b>	<b>j</b>	<b>J</b>	<i>j</i>
K	k	<i>K</i>	<i>k</i>	ка	<b>K</b>	<b>k</b>	<b>K</b>	<i>k</i>
L	l	<i>L</i>	<i>l</i>	эль	<b>L</b>	<b>l</b>	<b>L</b>	<i>l</i>
M	m	<i>M</i>	<i>m</i>	эм	<b>M</b>	<b>m</b>	<b>M</b>	<i>m</i>
N	n	<i>N</i>	<i>n</i>	эн	<b>N</b>	<b>n</b>	<b>N</b>	<i>n</i>
O	o	<i>O</i>	<i>o</i>	о	<b>O</b>	<b>o</b>	<b>O</b>	<i>o</i>
P	p	<i>P</i>	<i>p</i>	пе	<b>P</b>	<b>p</b>	<b>P</b>	<i>p</i>
Q	q	<i>Q</i>	<i>q</i>	ку	<b>Q</b>	<b>q</b>	<b>Q</b>	<i>q</i>
R	r	<i>R</i>	<i>r</i>	эр	<b>R</b>	<b>r</b>	<b>R</b>	<i>r</i>
S	s	<i>S</i>	<i>s</i>	эс	<b>S</b>	<b>s</b>	<b>S</b>	<i>s</i>
T	t	<i>T</i>	<i>t</i>	тэ	<b>T</b>	<b>t</b>	<b>T</b>	<i>t</i>
U	u	<i>U</i>	<i>u</i>	у	<b>U</b>	<b>u</b>	<b>U</b>	<i>u</i>
V	v	<i>V</i>	<i>v</i>	ве	<b>V</b>	<b>v</b>	<b>V</b>	<i>v</i>
W	w	<i>W</i>	<i>w</i>	дубль-ве	<b>W</b>	<b>w</b>	<b>W</b>	<i>w</i>
X	x	<i>X</i>	<i>x</i>	икс	<b>X</b>	<b>x</b>	<b>X</b>	<i>x</i>
Y	y	<i>Y</i>	<i>y</i>	игрек	<b>Y</b>	<b>y</b>	<b>Y</b>	<i>y</i>
Z	z	<i>Z</i>	<i>z</i>	зет	<b>Z</b>	<b>z</b>	<b>Z</b>	<i>z</i>

Таблица С. 2 – Греческий алфавит

Печатные буквы		Название букв	Рукописные буквы		Буквы стандартного шрифта	
прописные	строчные		прописные	строчные	прописные	строчные
А	α	альфа	<i>A</i>	<i>α</i>	<i>A</i>	<i>α</i>
В	β	бета	<i>B</i>	<i>β</i>	<i>B</i>	<i>β</i>
Г	γ	гамма	<i>Г</i>	<i>γ</i>	<i>Г</i>	<i>γ</i>
Δ	δ	дельта	<i>Δ</i>	<i>δ</i>	<i>Δ</i>	<i>δ</i>
Е	ε	эпсилон	<i>E</i>	<i>ε</i>	<i>E</i>	<i>ε</i>
Z	ζ	дзета	<i>Z</i>	<i>ζ</i>	<i>Z</i>	<i>ζ</i>
Н	η	эта	<i>H</i>	<i>η</i>	<i>H</i>	<i>η</i>
Θ	θ	тета	<i>Θ</i>	<i>θ</i>	<i>Θ</i>	<i>θ</i>
I	ι	йота	<i>I</i>	<i>ι</i>	<i>I</i>	<i>ι</i>
К	κ	каппа	<i>K</i>	<i>κ</i>	<i>K</i>	<i>κ</i>
Λ	λ	лямда	<i>Λ</i>	<i>λ</i>	<i>Λ</i>	<i>λ</i>
М	μ	мю (ми)	<i>M</i>	<i>μ</i>	<i>M</i>	<i>μ</i>
N	ν	ню (ни)	<i>N</i>	<i>ν</i>	<i>N</i>	<i>ν</i>
Ξ	ξ	кси	<i>Ξ</i>	<i>ξ</i>	<i>Ξ</i>	<i>ξ</i>
Ο	ο	омикрон	<i>O</i>	<i>ο</i>	<i>O</i>	<i>ο</i>
Π	π	пи	<i>Π</i>	<i>π</i>	<i>Π</i>	<i>π</i>
Ρ	ρ	ро	<i>P</i>	<i>ρ</i>	<i>P</i>	<i>ρ</i>
Σ	σ,ζ	сигма	<i>Σ</i>	<i>σ</i>	<i>Σ</i>	<i>ζ,σ</i>
Τ	τ	тау	<i>T</i>	<i>τ</i>	<i>T</i>	<i>τ</i>
Υ	υ	ипсилон	<i>Υ</i>	<i>υ</i>	<i>Υ</i>	<i>υ</i>
Φ	φ	фи	<i>Φ</i>	<i>φ</i>	<i>Φ</i>	<i>φ</i>
Χ	χ	хи	<i>Χ</i>	<i>χ</i>	<i>Χ</i>	<i>χ</i>
Ψ	ψ	пси	<i>Ψ</i>	<i>ψ</i>	<i>Ψ</i>	<i>ψ</i>
Ω	ω	омега	<i>Ω</i>	<i>ω</i>	<i>Ω</i>	<i>ω</i>

## Приложение Т

*(обязательное)*

**Литература, рекомендуемая для выполнения курсовой работы**

- 1 Александров, М.П. Подъемно-транспортные машины /М.П. Александров – М.: Высшая школа, 1985. - 285 с.
- 2 Балашов, В.П. Грузоподъемные и транспортирующие машины на заводах строительных материалов /В.П.Балашов - М.: Машиностроение, 1987.- 315 с.
- 3 Механическое оборудование предприятия строительных материалов изделий и конструкций /В.А.Бауман [и др] – М.: Высшая школа, 1987. – 353 с.
- 4 Бауман, В.А. Строительные машины: справочник/В.А.Бауман – М.: Машиностроение 1977. – 491 с.
- 5 Бауман, В. А. Строительные машины: справочник/В.А.Бауман – М.: Стройиздат, 1989. – 432 с.
- 6 Белецкий, Б.Ф. Строительные машины и оборудование: справочное пособие /Б.Ф.Белецкий - Ростов на Дону.: Феникс, 2002. - 592 с.
- 7 Боков, В.Н. Атлас по деталям машин: учеб. пособие для студентов /В.Н.Быков, С.П.Фадеев – М.: Высшая школа, 1969. – 367 с.
- 8 Вайнсон, А.А. Подъемно-транспортные машины /А.А.Вайнсон – М.: Высшая школа 1985. – 267 с.
- 9 Вайнсон, А.А. Подъемно-транспортные машины строительной промышленности: атлас конструкций /А.А. Вайнсон – М.: Машиностроение, 1976. – 143 с.
- 10 Волков, Д.П. Строительные машины /Д.П. Волков – М.: АСФ, 2002-376 с.
- 11 Винтовые конвейеры. - М.: Машиностроение, 1972. - 243 с.
- 12 ГОСТ 12.2.022-80 Конвейеры. Общие требования безопасности. Введен с 5.09.80- М.: Издательство стандартов 1984. – 34 с.
- 13 Гузенков, П.Г. Детали машин /П.Г. Гузенков М.: Высшая школа, 1969. – 337 с.
- 14 Григорьев, А.М. Винтовые конвейеры /А.М.Григорьев - М.: Машиностроение,1972. – 235 с.
- 15 Гоберман, Л.А. Строительные и дорожные машины: атлас конструкций / Л.А.Гоберман, К.Н. Степанин – М.: Машиностроение 1976. –434с.
- 16 Горбовец, М.Н. Строительные машины /М.Н. Горбовец – М.: Машиностроение,1991. – 325 с.
- 17 Домокевич, Б.П. Атлас деталей машин /Б.П. Домокевич - Киев: [б.и.] 1955. – 332 с.
- 18 Добронравов, С.С. Строительные машины и оборудование: справочник /С.С.Добронравов - М.: Высшая школа, 1991 – 268 с.
- 19 Динамика машин и управление машинами: справочник / под ред. В.Г. Крейнина.- М.:Машиностроение, 1988.- 240 с.
- 20 Детали машин. Атлас конструкций /под ред. Д.Н. Решетова - М.: Машиностроение,1979. – 288 с.
- 21 Епифанов, С.П. Строительные машины /С.П.Епифанов .-М.: Стройиздат,1991. – 325 с.

- 22 Жуков, К.П. Атлас конструкций механизма, узлов деталей машин К.П.Жуков - М.: Станкин, 2000. – 139 с.
- 23 Зеленский, В.С. Строительные машины примеры расчетов /В.С.Зеленский – М.: Стройиздат, 1983. – 254 с.
- 24 Зеленский, В.С. Подъемно-транспортные и строительные машины / В.С.Зеленский - М.: Высшая школа, 1963. – 520 с.
- 25 Иванченко, Ю.К. Краткий справочник по грузоподъемным машинам /Ю.К.Иванченко – Киев: Техшкола, 1981. - 360с.
- 26 Иванченко, Ю.К. Расчет грузоподъемных и транспортирующих машин /Ю.К.Иванченко – Киев: Вища школа, 1978. - 518 с.
- 27 Иванов, М.Н. Детали машин: учеб для вузов / М.Н.Иванов - М.: Высшая школа 2000.-383 с.
- 28 Кузьмин, Л.В. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных / Л.В.Кузьмин, Ф.Л.Марон – М.: Высшая школа 1976. – 455с.
- 29 Кузьмин, А.В.. Расчеты деталей машин /А.В.Кузьмин - Минск.: Вища школа,1986. – 476 с.
- 30 Копылов, А.В. Справочник по электрическим машинам: в 2т. /А.В.Копылов – М.: Высшая школа.1977. – 462 с.
- 31 Кудрявцев, В.И. Конструкция и расчет зубчатых редукторов: справочное пособие / В.И.Кудрявцев - Л.: Машиностроение, 1971. – 255 с.
- 32 Крупницкий, И.Н. Справочник по строительным машинам и оборудованию /И.Н.Крупницкий - М.: Машиностроение, 1980. – 516 с.
- 33 Кудрявцев, В.И. Конструкции и расчет зубчатых редукторов: справочное пособие /В.И.Кудрявцев - Л.: Машиностроение, 1971. – 245 с.
- 34 Кудрявцев, В.Н. Детали машин /В.И.Кудрявцев - Л.: машиностроение, 1980. – 328 с.
- 35 Лошаков, К.А. Техника безопасности при эксплуатации грузоподъемных машин /К.А.Лошаков – М.: Машиностроение, 1975. – 454 с.
- 36 Теория механизмов и машин и детали машин: учебное пособие для студентов /М.М.Машнев [и др] – М.: Машиностроение, 1985.– 467 с.
- 37 Муха, Т.И. Приводы машин: справочник /Т.И.Муха – М.: Машиностроение, 1982. – 349 с.
- 38 Машины и оборудование для погрузочно-разгрузочных работ: справочное пособие /С.П.Пиоданова – М.: Машиностроение, 1982. – 376с.
- 39 Мартынов, В.Д. Строительные машины: учеб.для студ.спец.”Строит. машины и оборуд.” /В.Д.Мартынов, В.П.Сергеев - М.: Вышш.школа., 1970.- 304 с.:ил.
- 40 Промышленная безопасность и охрана труда – Екатеринбург: Уралюриздат, 2002. - 247 с.
- 41 Полосин, М.Д. Устройства и эксплуатация подъемных транспортирующих и строительных машин /М.Д.Полосин М.: ИРПО Академия,1999. – 391 с.
- 42 Приводы машин: атлас конструкций /под ред. П.Н.Учаева – Киев: Высшая школа, 2001 - 455 с.
- 43 Подъемно-транспортные машины: атлас конструкций. / под ред. М.П.Александрова. - М.: Машиностроение, 1987. – 246 с.

- 44 Руценко, Н.Ф. Курсовое проектирование грузоподъемных машин /Н.Ф.Руценко - М.: Машиностроение, 1971. - 342 с.
- 45 Решетов, Д.Н. Детали машин /Д.Н.Решетов - М.: Машиностроение, 1989. - 514с.
- 46 Строительные и дорожные машины: атлас конструкций. – М.: Машиностроение, 1985. – 461 с.
- 47 Транспортирующие машины: атлас конструкций /под ред. С.М.Спиваковского - М.: Машиностроение,1971. - 268.
- 48 Трофимов Н.П. Землеройные и подъемно-транспортирующие машины /Н.П.Трофимов – М.: Стройиздат 1987. – 390 с.
- 49 Фохт, Л.Г. Машины и оборудование для погрузочно-разгрузочных работ / Л.Г. Фохт, С.П.Епифанов – М.: Стройпосobie, 1982. – 523 с.
- 50 Чернега, К.М. Краткий справочник по машинам /К.М.Чернега -Киев: Вища школа, 1981.- 360 с.
- 51 Шаймейстер, Л.Г. Теория и расчет ленточного конвейера /Л.Г.Шаймейстер - М.: Машиностроение, 1987. – 420 с.

**Приложение Ф**  
**(обязательное)**

## Справочные данные к выбору электродвигателя

Таблица Ф.1 – Электродвигатели асинхронные единой серии с короткозамкнутым ротором в защищенном исполнении (для непрерывного режима работы). Тип А

Марка	N, кВт	n, МИН <sup>-1</sup>	M <sub>наиб</sub> / M <sub>НОМ</sub>	Масса, кг	Марка	N, кВт	n, МИН <sup>-1</sup>	M <sub>наиб</sub> / M <sub>НОМ</sub>	Масса, кг
A31-4	0,6	1410	2,0	17,0	A52-6	4,5	950	1,8	91
A32-4	1,0	1410	2,0	24,0	A61-6	7,0	970	1,8	125
A41-4	1,7	1420	2,0	34,0	A62-6	10,0	970	1,8	140
A42-4	2,8	1420	2,0	42,0	A71-6	14,0	970	1,8	205
A51-4	4,5	1440	2,0	70,0	A72-6	20,0	970	1,8	230
A52-4	7,0	1440	2,0	91,0	A81-6	28,0	975	1,8	360
A61-4	10,0	1450	2,0	125,0	A82-6	40,0	975	1,8	400
A62-4	14,0	1450	2,0	140,0	A91-6	55,0	980	1,8	590
A71-4	20,0	1450	2,0	205,0	A92-6	75,0	980	1,8	665
A72-4	28,0	1450	2,0	230,0	A61-8	4,5	730	1,7	125
A81-4	40,0	1460	2,0	360	A62-8	7,0	730	1,7	140
A82-4	55,0	1460	2,0	400	A71-8	10,0	730	1,7	205
A91-4	75,0	1460	2,0	590	A72-8	14,0	730	1,7	230
A92-4	100,0	1460	2,0	665	A81-8	20,0	730	1,7	360
A41-6	1,0	930	1,8	34	A82-8	28,0	730	1,7	400
A42-6	1,7	930	1,8	42	A91-8	40,0	730	1,7	590
A51-6	2,8	930	1,8	80	A91-8	55,0	730	1,7	665

Таблица Ф.2 – Электродвигатели асинхронные единой серии с короткозамкнутым ротором в закрытом обдуваемом исполнении (для непрерывного режима работы). Тип АО

Марка	N, кВт	n, МИН <sup>-1</sup>	M <sub>наиб</sub> / M <sub>ном</sub>	Масса, кг	Марка	N, кВт	n, МИН <sup>-1</sup>	M <sub>наиб</sub> / M <sub>ном</sub>	Масса, кг
A031-4	0,6	1410	2,0	21	A052-6	4,5	950	1,8	100
A032-4	1,0	1410	2,0	27	A062-6	7,0	980	2,2	165
A041-4	1,7	1420	2,0	37	A063-6	10,0	980	2,2	180
A042-4	2,8	1420	2,0	45	A072-6	14,0	980	2,2	280
A051-4	4,5	1440	2,0	80	A073-6	20,0	980	2,2	310
A052-4	7,0	1440	2,0	100	A082-6	28,0	980	2,2	495
A062-4	10,0	1460	2,3	165	A083-6	40,0	980	2,2	555
A063-4	14,0	1460	2,3	180	A093-6	55,0	985	2,2	805
A072-4	20,0	1460	2,3	280	A094-6	75,0	985	2,2	890
A073-4	28,0	1460	2,3	310	A062-8	4,5	735	2,0	165
A082-4	40,0	1470	2,3	495	A063-8	7,0	735	2,0	180
A083-4	55,0	1470	2,3	555	A072-8	10,0	735	2,0	280
A093-4	75,0	1470	2,3	805	A073-8	14,0	735	2,0	310
A094-4	100,0	1470	2,3	890	A082-8	20,0	735	2,0	495
A041-6	1,0	930	1,8	37	A083-8	28,0	735	2,0	555
A042-6	1,7	930	1,8	45	A093-8	40,0	735	2,0	805
A051-6	2,8	950	1,8	80	A094-8	55,0	735	2,0	890