

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Агафонов Александр Викторович
Должность: директор филиала
Дата подписания: 06.11.2023 20:50:28
Уникальный программный ключ:
2539477a8ecf706d

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ЧЕБОКСАРСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) МОСКОВСКОГО ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА

Кафедра транспортно-технологических машин



Детали машин и основы конструирования

(наименование дисциплины)

**Методические указания, задания и пример выполнения
расчетно-графической работы**

Направление подготовки

21.03.01 Нефтегазовое дело

(код и наименование направления подготовки)

Квалификация выпускника

бакалавр

Типы задач
профессиональной
деятельности

технологический

Направленность (профиль)
образовательной программы

**Эксплуатация и обслуживание объектов
транспорта и хранения нефти, газа и
продуктов переработки**

(наименование профиля подготовки)

Форма обучения

очная, очно-заочная

Рецензент:

Григорьев А.О. - кандидат технических наук, доцент

Никулин И.В.

Детали машин и основы конструирования: методические указания. - Чебоксары: Политех, 2022. - 33 с.

Методические указания составлены в соответствии с рабочими программами дисциплин «Детали машин и основы конструирования» по выполнению расчетно-графической работы. Здесь определены тематика и объем проекта, этапы проектирования и сроки выполнения проекта, требования по проработке конструкции и расчетно-пояснительной записки, по графическому оформлению чертежей с соблюдением ГОСТов, нормалей, ЕСКД и других нормативных материалов.

Предназначена для студентов 21.03.01 Нефтегазовое дело.

В соответствии с учебным планом студенты направления подготовки 21.03.01 выполняют расчетно-графическую работу по дисциплине «Детали машин и основы конструирования».

В качестве заданий предлагаются приводы ленточных и цепных конвейеров, расчеты которых охватывают основные части дисциплины: соединения, передачи, детали и устройства, предназначены для передачи вращательного движения.

При выполнении расчетно-графической работы студент должен решить следующие вопросы:

- определить требуемую мощность на приводном валу рабочей машины (конвейера) и частоту его вращения;
- определить общий коэффициент полезного действия (КПД) привода;
- определить передаточные числа передач, входящих в кинематическую схему привода;
- выбрать электродвигатель;
- произвести энергокинематический расчет*.

Задание на контрольную работу состоит из кинематической схемы привода ленточного или цепного конвейера (табл. П9.1), а также числовых данных для ленточных (табл. П9.2) и цепных конвейеров (табл. П9.3). Номер схемы конвейера и вариант исходных числовых данных определяются по двум последним цифрам шифра (номера зачетной книжки):

а) номер кинематической схемы привода выбирается по последней цифре шифра;

б) номер варианта числовых данных определяется по предпоследней цифре шифра.

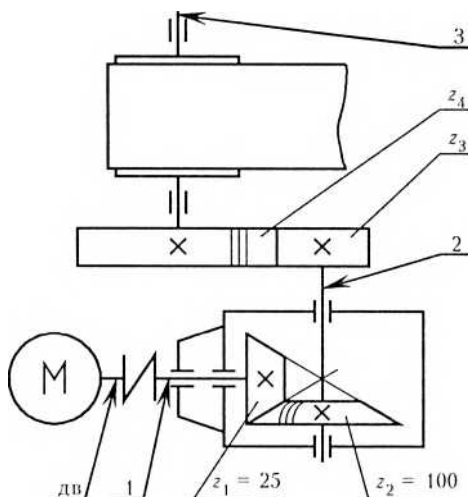
Пример выбора кинематической схемы привода и варианта числовых данных для последних двух цифр шифра 2 и 4.

Из табл. П9.1 выбираем кинематическую схему № 4.

Из табл. П9.2 выбираем второй вариант числовых данных для ленточного конвейера: $v = 0,5$ м/с; $F_t = 6,0$ кН; $D_B = 500$ мм; $d_1 = 90$ мм; $d_2 = 710$ мм. После выбора кинематической схемы привода и числовых данных, используя прил. 12, необходимо проанализировать, из каких элементов состоит привод конвейера. В

* По решению преподавателя студенты дополнительно могут производить расчет зубчатой или червячной передачи редуктора, конструирование тихоходного вала редуктора, расчет шпоночных соединений и предварительный выбор подшипников качения.

примере (рис. П9.1) привод состоит из электродвигателя, упругой муфты, одноступенчатого редуктора, представляющего собой закрытую коническую передачу с круговыми зубьями, открытой прямозубой цилиндрической передачи и приводного вала с барабаном ленточного конвейера.



Р и с. П9.1. Кинематическая схема привода ленточного конвейера

Затем необходимо определить требуемую мощность на приводном валу конвейера и частоту его вращения.

Мощность на приводном валу для ленточных и цепных конвейеров $P_{р.м.}$ (кВт) определяем по формуле

$$P_{р.м.} = F_t v,$$

где F_t — окружное усилие на барабане ленточного конвейера или на звездочке цепного конвейера, кН; v — скорость тяговой ленты или цепи, м/с.

В примере: $P_{р.м.} = 6 \cdot 0,5 = 3$ кВт.

Частота вращения приводного вала ленточных и цепных конвейеров $n_{р.м.}$ (мин⁻¹) определяется соответственно по формулам

$$n_{р.м.} = \frac{60\,000v}{\pi D_B},$$

где D_B — диаметр барабана ленточного конвейера, мм;

$$n_{р.м.} = \frac{60\,000v}{z\rho}$$

где z — количество зубьев приводной звездочки цепного конвейера;
 p — шаг тяговой цепи, мм.

В нашем примере частота вращения приводного вала ленточного конвейера будет равна: $n_{p.m.} = \frac{60\,000 \cdot 0,5}{3,14 \cdot 500} = 19,1 \text{ мш}^{-1}$.

Общий КПД привода определяем по формуле

$$\eta_0 = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4,$$

где $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \eta_4$ — КПД отдельных элементов привода (см. табл. 3.1). В нашем случае

$$\eta_0 = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \eta_4^m,$$

где η_1 — КПД муфты, $\eta_1 = 0,98$; η_2 — КПД закрытой зубчатой конической передачи, $\eta_2 = 0,96$; η_3 — КПД открытой зубчатой цилиндрической передачи, $\eta_3 = 0,95$; η_4 — КПД подшипников качения для одной пары, $\eta_4 = 0,99$; m — количество пар подшипников качения, $m = 3$.

$$\eta_0 = 0,98 \cdot 0,96 \cdot 0,95 \cdot 0,99^3 = 0,87.$$

Определяем общее передаточное число привода u_0 :

$$u_0 = u_{ред} u_{o.п.}$$

где $u_{ред}$ и $u_{o.п.}$ — передаточное число закрытой зубчатой или червячной передачи (редуктора) и открытой передачи.

Для зубчатых, червячных и цепных передач передаточное число u определяем по формуле

$$u = z_2/z_1 \quad \text{или} \quad u = z_4/z_3,$$

где $z_2(z_4)$ и $z_1(z_3)$ — для зубчатых передач количество зубьев колеса и шестерни; z_2 и z_1 — для червячных передач количество зубьев червячного колеса и число заходов червяка; z_4 и z_3 — для цепных передач количество зубьев ведомой и ведущей звездочек.

Значения z_2 и z_1 приведены в расчетных схемах (см. табл. П9.1), а z_4 и z_3 — в табл. П9.2 и П9.3.

В случае ременных передач для определения передаточного числа u воспользуемся формулой, учитывающей явление упругого скольжения по шкиву:

$$u = \frac{d_2}{d_1(1-\varepsilon)},$$

где d_2 и d_1 — диаметры ведомого и ведущего шкивов, мм (см. табл. П9.2 и П9.3); ε — коэффициент упругого скольжения, $\varepsilon = 0,01 \div 0,02$.

В нашем примере $u_{ред.}$ и $u_{о.п.}$ — передаточные числа закрытой зубчатой конической и открытой цилиндрической передач:

$$u_{ред.} = z_2 / z_1 = 100 / 25 = 4;$$

$$u_{о.п.} = z_4 / z_3 = 280 / 30 = 9,33.$$

Общее передаточное число привода

$$u_o = 4 \cdot 9,33 = 37,32.$$

Выбор электрического двигателя проведем по методике, изложенной в п. 3.1. Определяем требуемую мощность (P'_0) и частоту вращения его вала (n'_0) по следующим зависимостям:

$$P'_0 = \frac{P_{р.м.}}{\eta_o} = \frac{3}{0,87} = 3,45 \text{ кВт},$$

$$n'_0 = n_{р.м.} u_o = 19,1 \cdot 37,32 = 712,8 \text{ мин}^{-1}.$$

Выбор электрического двигателя производим по табл. 3.2. В нашем случае при $P'_0 = 3,45$ кВт и $n'_0 = 712,8 \text{ мин}^{-1}$ выбираем двигатель АИР132S8 с номинальной мощностью $P_0 = 4$ кВт и номинальной частотой вращения вала $n_0 = 716 \text{ мин}^{-1}$ (базовое обозначение двигателя: «Двигатель АИР132S6 ТУ16-525.554-84»).

В энергокинематическом расчете привода необходимо определить частоту вращения валов n (мин^{-1}), мощность P (кВт) и вращающий момент T (Н · м).

При известном значении частоты вращения ведущего вала n_1 частота вращения ведомого вала n_2 определяется по формуле $n_2 = n_1 / u$. В нашем случае частоту вращения определим по следующим зависимостям.

Частота вращения быстроходного n_1 и тихоходного n_2 валов редуктора: $n_1 = n_{дв} = 716 \text{ мин}^{-1}$; $n_2 = n_1 / u_{ред.} = 716 / 4 = 179 \text{ мин}^{-1}$.

Фактическая частота вращения приводного вала конвейера n_3 : $n_3 = n_2 / u_{о.п.} = 179 / 9,33 = 19,19 \text{ мин}^{-1}$.

Определяем мощность P на валах привода. При заданной мощности на ведомом валу P_2 мощность на ведущем валу P_1 устанавливается по формуле

$$P_1 = P_2 / (\eta_1 \eta_2),$$

где η_1 и η_2 — КПД отдельных элементов, входящих в передачу.

В нашем случае требуемая мощность на приводном валу конвейера

$$P_3 = P_{р.м.} / \eta_4 = 3 / 0,99 = 3,03 \text{ кВт};$$

на тихоходном валу редуктора

$$P_2 = P_3 / (\eta_3 \eta_4) = 3,03 / (0,95 \cdot 0,99) = 3,22 \text{ кВт};$$

на быстроходном валу редуктора

$$P_1 = P_2 / (\eta_2 \eta_4) = 3,22 / (0,96 \cdot 0,99) = 3,39 \text{ кВт}.$$

Требуемая мощность на валу двигателя P'_0 определена ранее и равна 3,45 кВт.

Вращающий момент T для вала с мощностью P и частотой вращения n определяется по формуле

$$T = \frac{9550P}{n}.$$

В нашем примере вращающие моменты на валах привода равны:

$$T_3 = \frac{9550P_3}{n_3} = \frac{9550 \cdot 3,03}{19,19} = 1507,9 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$T_2 = \frac{9550P_2}{n_2} = \frac{9550 \cdot 3,22}{179} = 171,8 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

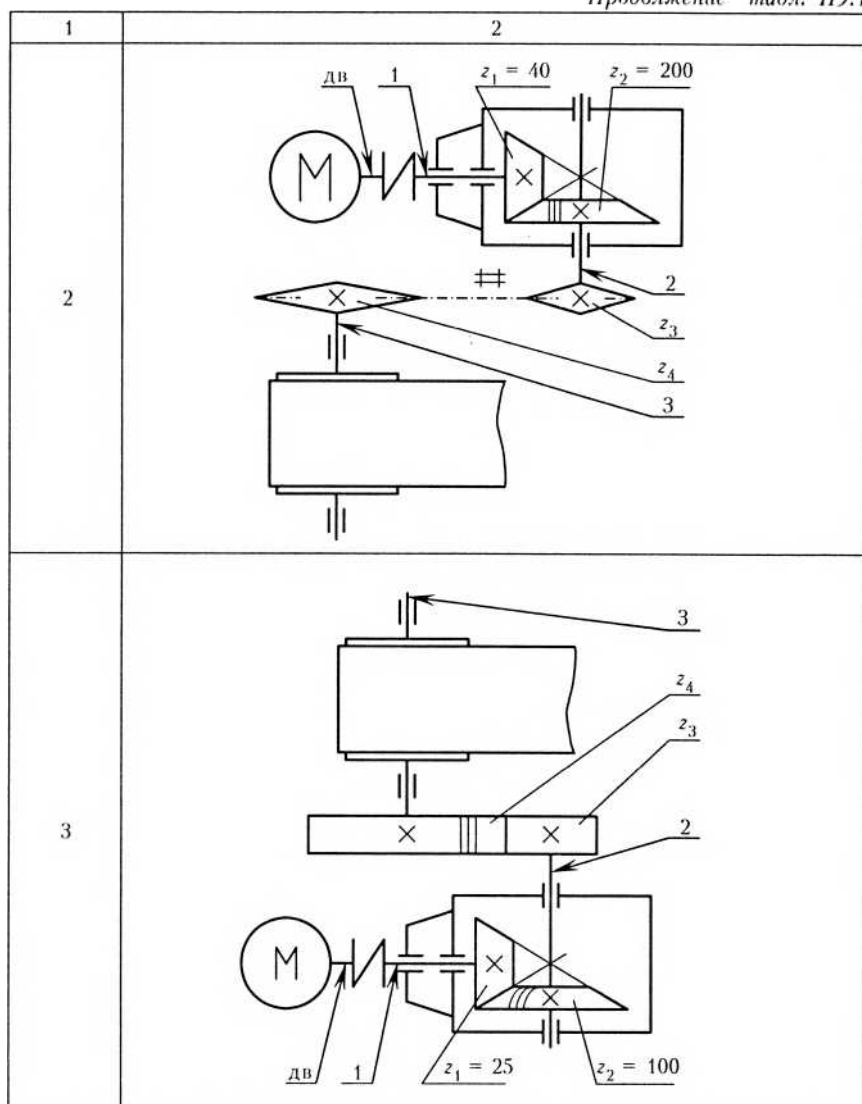
$$T_1 = \frac{9550P_1}{n_1} = \frac{9550 \cdot 3,39}{716} = 45,2 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

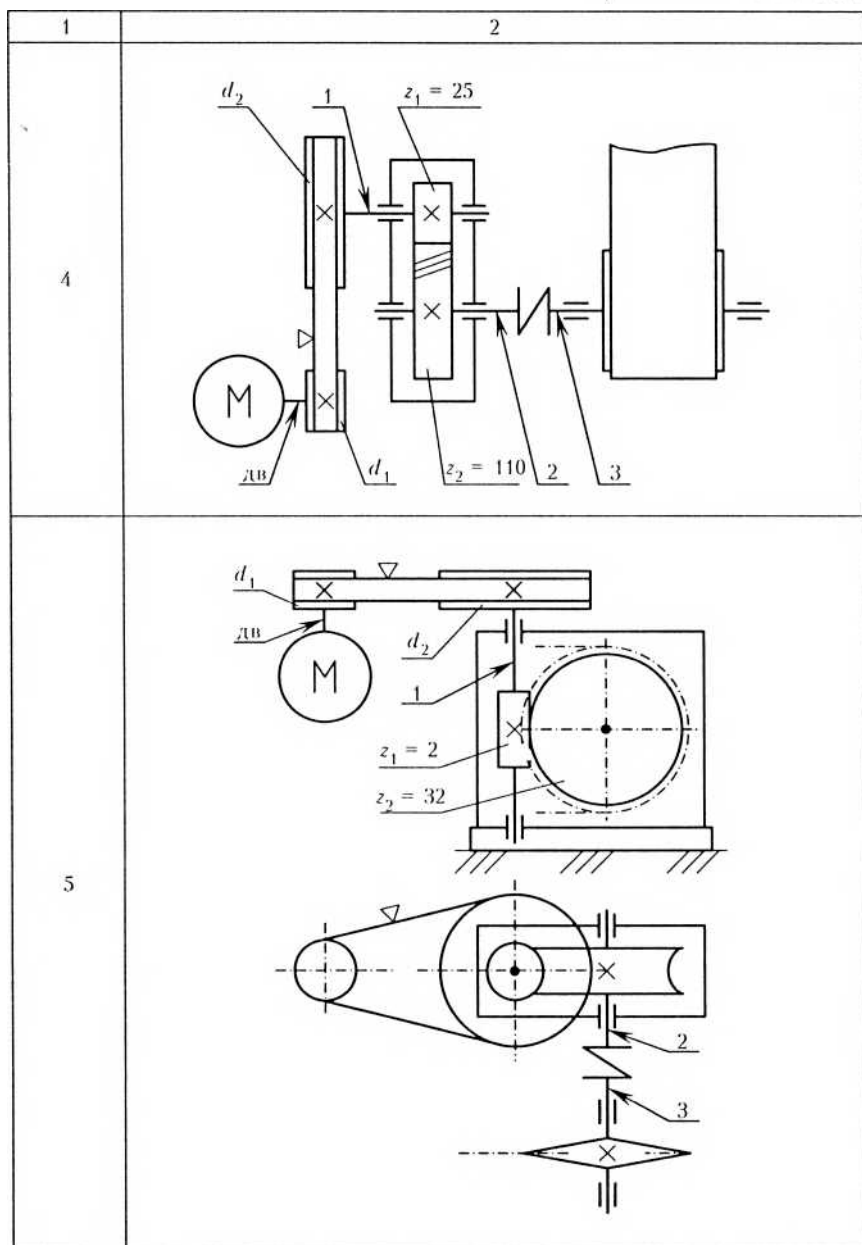
Вращающий момент на валу двигателя $T_{\text{дв}}$ при передаче заданного тягового усилия $F_t = 6 \text{ кН}$:

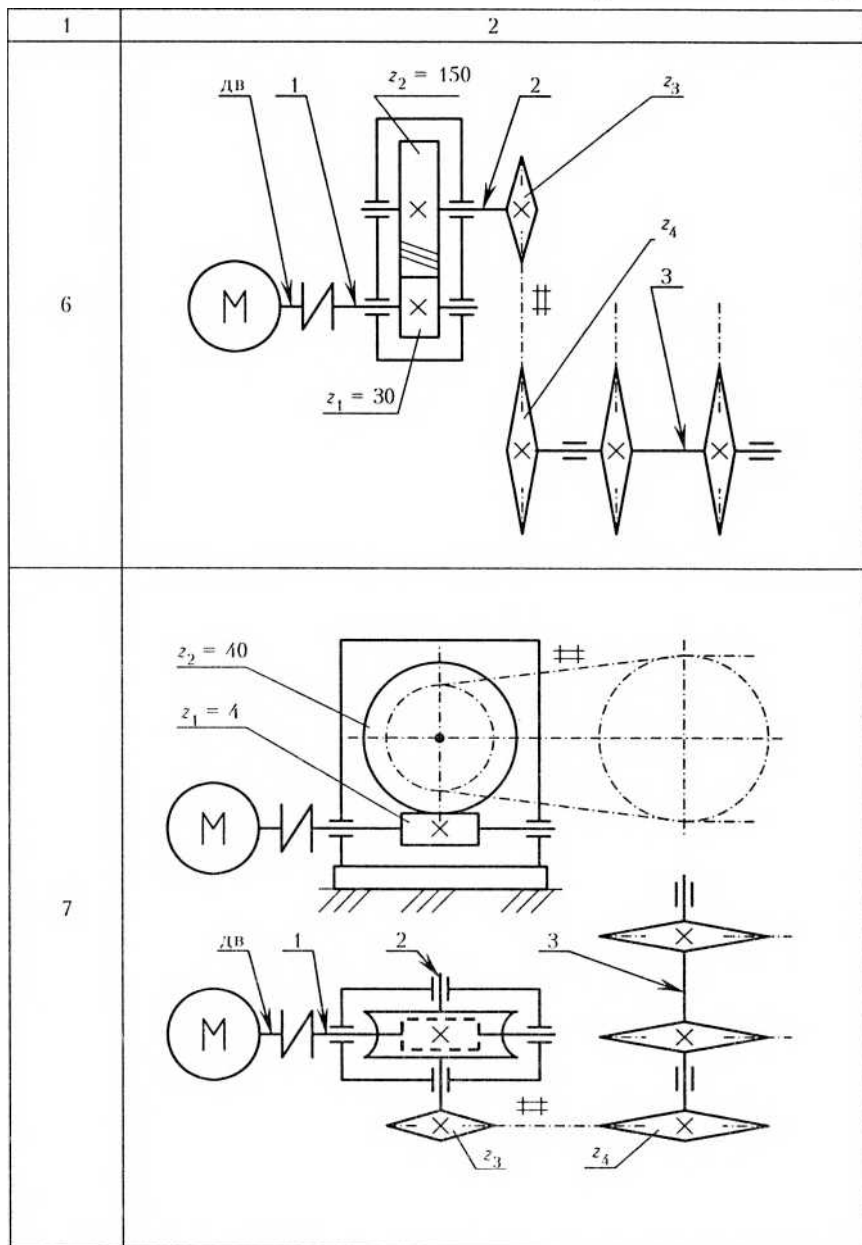
$$T_{\text{дв}} = \frac{9550P'_{\text{дв}}}{n_{\text{дв}}} = \frac{9550 \cdot 3,45}{716} = 46,0 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

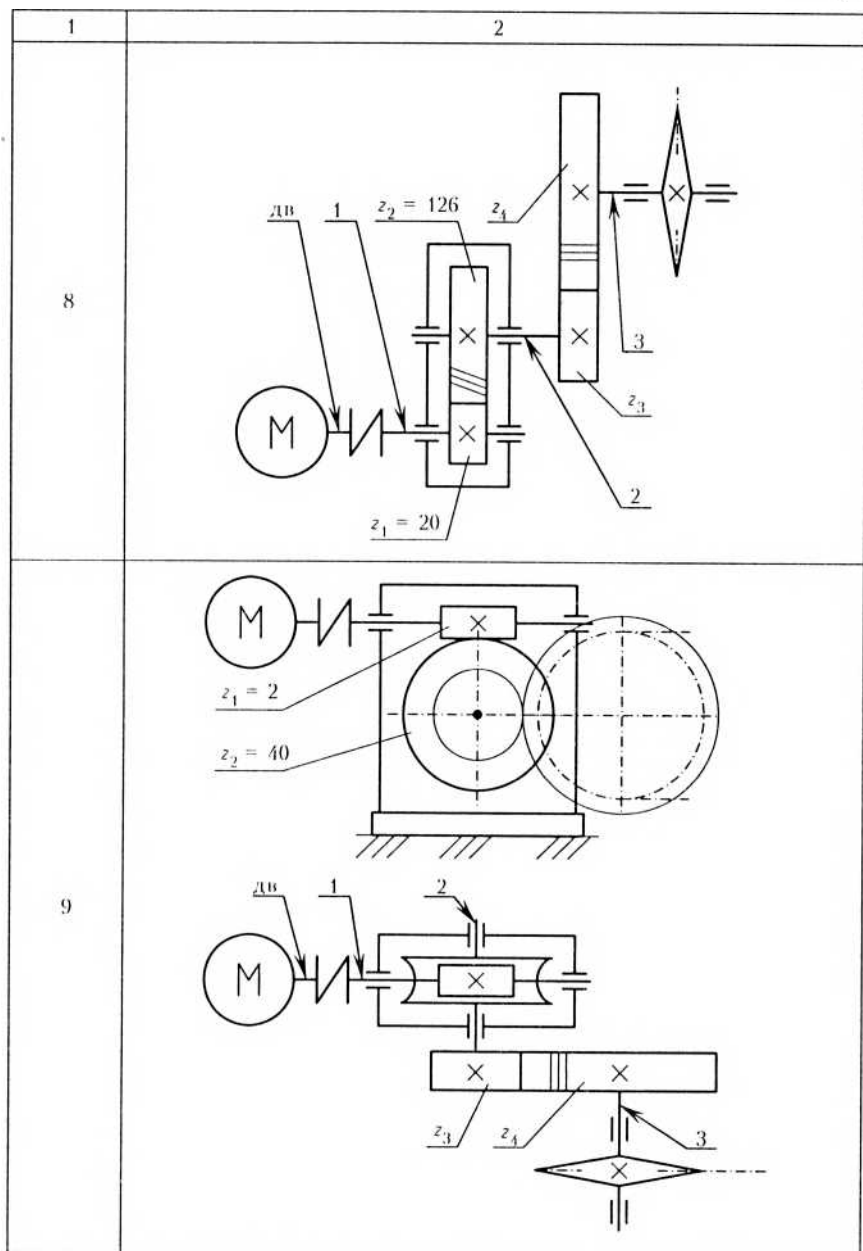
Кинематические схемы приводов ленточных и цепных конвейеров
(последняя цифра шифра)

Номер схемы	Кинематическая схема привода
0	<p>Кинематическая схема привода с двигателем (М), червяком (1) с $z_1 = 30$ зубьями, зубчатой передачей (2) с $z_2 = 150$ зубьями, червяком (3) с z_3 зубьями и зубчатой передачей (4) с z_4 зубьями.</p>
1	<p>Кинематическая схема привода с двигателем (М), зубчатой передачей (1) с диаметрами d_1 и d_2, червяком (3) с $z_1 = 40$ зубьями и зубчатой передачей (4) с $z_2 = 126$ зубьями.</p>









Числовые данные к приводу ленточного конвейера
(номера схем: 0, 1, 2, 3, 4)

Обозначение параметра и единицы измерения	Вариант (предпоследняя цифра шифра)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
v , м/с	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,9
F_L , кН	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	10
D_B , мм	300	400	500	300	400	500	300	400	500	400
$z_3(d_1)$, мм	20 (125)	25 (100)	30 (90)	35 (112)	24 (140)	32 (160)	36 (180)	22 (140)	28 (200)	30 (250)
$z_4(d_2)$, мм	140 (710)	215 (630)	280 (710)	180 (630)	150 (710)	235 (900)	145 (630)	110 (800)	165 (1000)	125 (900)

Числовые данные к приводу цепного конвейера
(номера схем: 5, 6, 7, 8, 9)

Обозначение параметра и единицы измерения	Вариант (предпоследняя цифра шифра)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
v , м/с	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,8
F_T , кН	10	11	12	12,5	14,5	17	11,5	14	15	16
p , мм	80	100	125	160	200	80	100	125	160	200
z	7	9	6	9	6	8	10	12	11	5
$z_3(d_1)$, мм	22 (100)	28 (112)	32 (125)	40 (140)	20 (160)	25 (100)	30 (112)	34 (125)	38 (140)	40 (180)
$z_4(d_2)$, мм	100 (140)	175 (280)	145 (355)	310 (315)	115 (400)	70 (180)	124 (280)	190 (280)	230 (355)	122 (710)

РАСЧЕТ КОНИЧЕСКОЙ ЗУБЧАТОЙ ПЕРЕДАЧИ

1. Выбор материала для зубчатых колес и определение допускаемых напряжений

Выбор материала для зубчатых колес конической зубчатой передачи и определение допускаемых напряжений производится по методике, изложенной соответственно в п. 3.3 и 3.4 данного пособия.

1.1.