

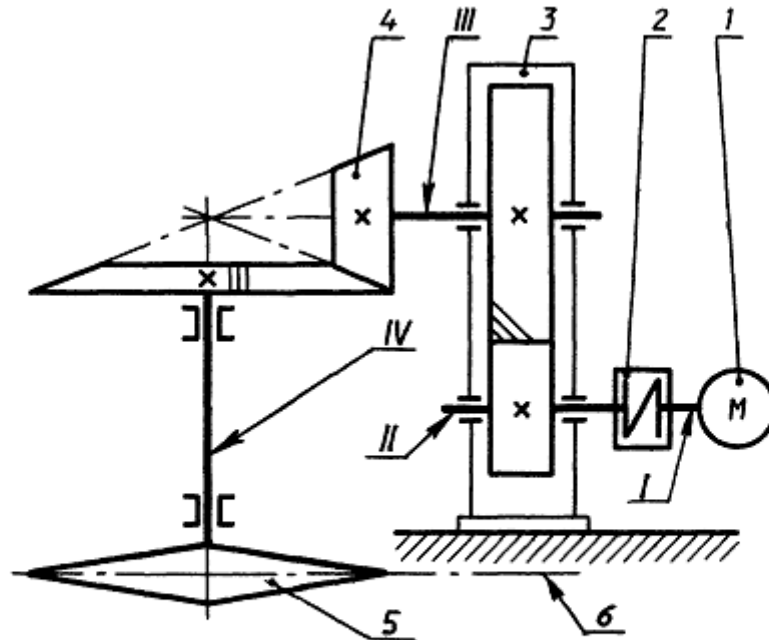
Алтухов С.В.

Методические указания по выполнению курсовой работы по дисциплине
«Детали машин и основы конструирования» для студентов инженерного
факультета Иркутского аграрного университета имени А.А. Ежевского

Иркутск 2018

ЗАДАНИЕ 22

ПРИВОД ПОДВЕСНОГО КОНВЕЙЕРА

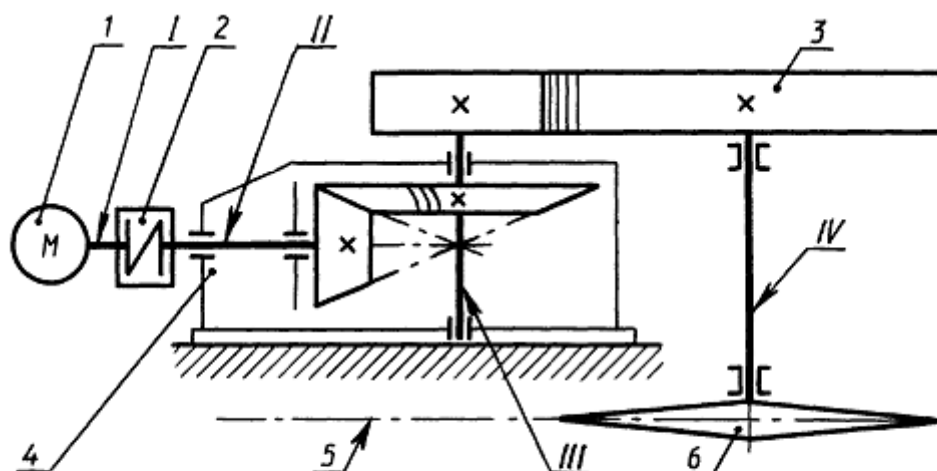


1—двигатель; 2—упругая муфта со звездочкой; 3—цилиндрический редуктор; 4—коническая зубчатая передача; 5—звездочка грузовой цепи; 6—грузовая цепь. I, II, III, IV — валы, соответственно, — двигателя, быстроходный и тихоходный редуктора, рабочей машины

| Исходные данные | Варианты | | | | | | | | | | | |
|---|----------|-----|------|------|-----|------|------|-----|------|-----|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Тяговая сила цепи F , кН | 1.2 | 1.6 | 2 | 2,4 | 2.8 | 3.2 | 3.5 | 4 | 4.5 | 5 | 5.6 | 6.3 |
| Скорость цепи V м/с | 0,2 | 0,3 | 0,25 | 0,28 | 0,4 | 0,25 | 0,32 | 0,4 | 0,45 | 0,5 | 0,35 | 0,28 |
| Шаг грузовой цепи t , мм | 100 | 125 | 160 | 150 | 125 | 160 | 140 | 125 | 100 | 120 | 140 | 100 |
| Число зубьев тяговой звёздочки, Z | 8 | 10 | 9 | 11 | 9 | 10 | 8 | 9 | 10 | 7 | 9 | 10 |
| Допускаемое отклонение скорости, δ % | 3 | 4 | 5 | 6 | 5 | 4 | 5 | 6 | 5 | 6 | 4 | 5 |
| Срок службы привода L . лет | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 5 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 |

ЗАДАНИЕ 23

ПРИВОД ПОДВЕСНОГО КОНВЕЙЕРА



1 — двигатель; 2 — упругая муфта со звездочкой; 3 — цилиндрическая зубчатая передача; 4 — конический редуктор; 5 — грузовая цепь; 6 — звездочка цепи. I, II, III, IV — валы, соответственно, — двигателя, быстроходный и тихоходный редуктора, рабочей машины

| Исходные данные | Варианты | | | | | | | | | | | |
|---|----------|-----|------|-----|-----|-----|------|-----|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Тяговая сила цепи F , кН | 2.5 | 3 | 3.5 | 4 | 4.5 | 5 | 5.6 | 6 | 6.5 | 7 | 7.5 | 8 |
| Скорость цепи V м/с | 0,4 | 0,3 | 0,45 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0.32 | 0.4 | 0.45 | 0.55 | 0.35 | 0.45 |
| Шаг грузовой цепи t , мм | 100 | 80 | 90 | 100 | 125 | 100 | 110 | 125 | 100 | 120 | 100 | 80 |
| Число зубьев тяговой звёздочки, Z | 8 | 7 | 9 | 8 | 9 | 10 | 8 | 9 | 10 | 7 | 9 | 10 |
| Допускаемое отклонение скорости, δ % | 3 | 4 | 5 | 6 | 5 | 4 | 5 | 6 | 5 | 6 | 4 | 5 |
| Срок службы привода L . лет | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 5 | 6 | 7 | 8 | 8 | 9 |

В пояснительной записке привести расчёты привода, быстроходной и тихоходной передач, валов, соединений вал-ступица, подшипников. Графическая часть включает сборочный чертёж редуктора (формат A1), чертёжи зубчатого колеса и вала (A3), к сборочному чертежу прилагается спецификация. Пояснительная записка выполняется на листах A4 в текстовом редакторе Word. Графическая часть КОМПАС (версии 14, 15 или 16.1).

Пример выполнения титульного листа

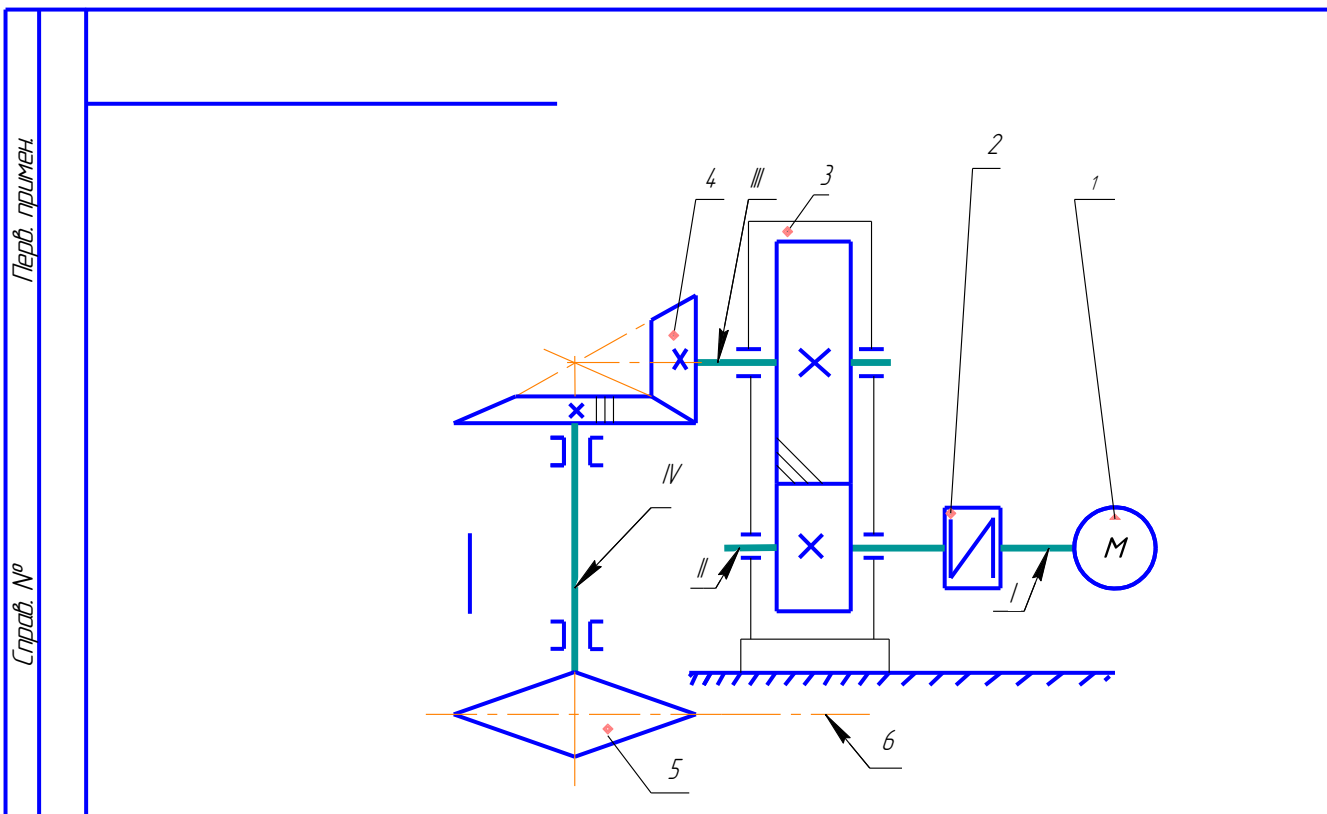
Министерство Сельского Хозяйства Российской Федерации
Иркутский Государственный Аграрный Университет
Имени А.А. Ежевского
Кафедра «Технический сервис и общеинженерные дисциплины»

Пояснительная записка к курсовой работе
по ДМ и ОК на тему:
«Проектирование привода подвесного конвейера»
Вариант 21-5

Выполнил: Студент 3 курса з/о
Инженерного факультета
Петров А.В.
Проверил: Алтухов С.В.

ИРКУТСК 2018

Пример выполнения задания на курсовую работу



| | | | | | | | | |
|---|--------------|-------------------------------------|----------|-----------------------------|--|------|--------|---------|
| Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата | Поз | Элементы схемы | Исходные данные | Знач | | |
| | | | 1 | двигатель | Тяговая сила цепи $F, \text{кН}$ | 5,0 | | |
| | | | 2 | упругая муфта со звездочкой | Скорость груз. цепи $v, \text{м/с}$ | 0,50 | | |
| | | | 3 | цилиндрический редуктор | Шаг грузовой цепи $p, \text{мм}$ | 125 | | |
| | | | 4 | коническая зуб. передача | Число зубьевой звездочки z | 8 | | |
| | | | 5 | звездочка грузовой цепи | Допускаемое отклонение скорости грузовой цепи $\delta, \%$ | 6 | | |
| | | | 6 | грузовая цепь | | 7 | | |
| 7 | | Срок службы привода $L, \text{лет}$ | | | | | | |
| Инв. № подл. | И.контр. | Утв. | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Пров. | Т.контр. | Изм. Лист | № докум. | Подп. | Дата | | | |
| | | | | | | | | |
| И.контр. | Утв. | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| Привод подвешенного конвейера Схема кинематическая | | | | | | Лист | Масса | Масштаб |
| | | | | | | | | 1:1 |
| | | | | | | Лист | Листов | 1 |

Раздел 1. Кинематический и силовой расчет привода

Исходные данные:

$$F_f = 5 \text{ кН}, \quad v = 0,50 \text{ м/с}, \quad r = 125 \text{ мм}, \quad z = 8, \quad \delta = 6\%, \quad L = 7 \text{ л.}$$

1) Рассчитаем срок службы приводного устройства

$$L_h = 365 \cdot L \cdot t_c \cdot l_c = 365 \cdot 7 \cdot 8 \cdot 1 = 20440 \text{ ч.}$$

$$L_h = 0,8 \cdot 20440 = 16350 \text{ ч.}$$

$$\text{Примем } L_h = 16000 \text{ ч.}$$

2) Рассчитаем мощность на тяговой звёздочке.

$$P_{p.m} = F_f \cdot v = 5000 \cdot 0,50 = 2500 \text{ Вт.}$$

3) Общий КПД привода

$$\eta_0 = \eta_m \cdot \eta_{цп} \cdot \eta_{кп} = 0,98 \cdot 0,96 \cdot 0,95 = 0,89.$$

4) Требуемая мощность двигателя.

$$P_{т.р} = \frac{P_{p.m}}{\eta_0} = \frac{2500}{0,89} = 2809 \text{ Вт.}$$

$$P_n \geq P_{т.р}$$

Требуемая номинальная мощность двигателя $P_n = 3,0 \text{ кВт} = 3000 \text{ Вт.}$

5) Определяем частоту вращения тяговой звёздочки.

$$n_{p.m} = \frac{60 \cdot v \cdot 1000}{z \cdot r} = \frac{60 \cdot 0,50 \cdot 1000}{8 \cdot 125} = 30 \text{ об/мин.}$$

6) Рассчитываем диапазон передаточных отношений привода

$$u_0 = u_I \cdot u_{II} \quad (u_I - 2 \dots 7,1; \quad u_{II} - 2 \dots 7,1)$$

$$u_{0min} = 2 \cdot 2 = 4 \quad u_{0max} = 7,1 \cdot 7,1 = 50,41$$

$$u_0 = 4 \dots 50,4$$

7) Определяем диапазон частот вращения вала двигателя.

$$n_g = n_{p.m} \cdot u_0 = n_{g \min} = 30 \cdot 4 = 120 \text{ об/мин.}$$

$$n_{g \max} = 30 \cdot 50,41 = 1512,3 \text{ об/мин.}$$

$$n_g = 120 \dots 1512,3 \text{ об/мин.}$$

Выберем подходящие электродвигатели:

1 4AM100S4Y3, номинальная частота вращения $n_g = 1435 \text{ об/мин}$

2 4AM112MA6Y3, $n_g = 955 \text{ об/мин}$

3 4AM112M138Y3, $n_g = 700 \text{ об/мин}$

8) Определяем передаточное отношение привода с выбранным электродвигателем.

$$u_0 = \frac{n_g}{n_{p,m}} = \frac{1435}{30} = 47,8$$

9) Разобьем общее передаточное отношение по ступеням.

$$u_0 = u_I \cdot u_{II} = 47,8 \pm \delta$$

$$u_I = 6,3 \quad u_{II} = u_0 / u_I = 47,8 / 6,3 = 7,59$$

$$u_{оп} = u_I \cdot u_{II} = 6,3 \cdot 7,5 = 47,25$$

$$\delta = \frac{u_{оп} - u_0}{u_0} \cdot 100 = \frac{47,25 - 47,8}{47,8} \cdot 100 = -1,1 < 5\%$$

Принимаем марку двигателя 4М100S4УЗ; и разбивку передаточного отношения по ступеням $u_0 = 6,3 \cdot 7,5 = 47,25$.

10) Определяем частоту вращения валов

$$n_g = n_1 = 1435 \text{ об/мин}, \quad n_2 = n_1 = 1435 \text{ об/мин (после муфты)}$$

$$n_3 = n_2 / u_I = 1435 / 6,3 = 227,8 \text{ об/мин.}$$

$$n_4 = n_3 / u_{II} = 227,8 / 7,5 = 30,4 \text{ об/мин.}$$

11) Определяем угловую скорость валов.

$$\omega_1 = \omega_2 = \pi \cdot n_1 / 30 = 3,14 \cdot 1435 / 30 = 150,2 \text{ [с}^{-1}\text{]};$$

$$\omega_3 = \omega_2 / u_I = 150,2 / 6,3 = 23,8 \text{ [с}^{-1}\text{]};$$

$$\omega_4 = \omega_3 / u_{II} = 23,8 / 7,5 = 3,18 \text{ [с}^{-1}\text{]};$$

12) Определим мощность на валах привода

$$P_1 = 2809 \text{ Вт}; \quad P_2 = P_1 \cdot \eta_m = 2809 \times 0,98 = 2753 \text{ Вт};$$

$$P_3 = P_2 \cdot \eta_{уп} = 2753 \times 0,96 = 2643 \text{ Вт}; \quad P_4 = P_3 \cdot \eta_{кп} = 2643 \times 0,95 = 2510 \text{ Вт};$$

13) Определим крутящие моменты на валах привода

$$T_1 = P_1 / \omega_1 = 2809 / 150,2 = 18,7 \text{ Н}\cdot\text{м}; \quad T_2 = P_2 / \omega_2 = 2753 / 150,2 = 18,3 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$T_3 = P_3 / \omega_3 = 2643 / 23,8 = 111 \text{ Н}\cdot\text{м}; \quad T_4 = P_4 / \omega_4 = 2510 / 3,18 = 789 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

Результаты кинематического расчета

$$u_{оп} = u_I \cdot u_{II} = 6,3 \cdot 7,5 = 47,25$$

| параметр \ вал | 1 | 2 | 3 | 4 |
|----------------------------|-------|-------|-------|------|
| n , об/мин | 1435 | 1435 | 227,8 | 30,4 |
| ω , с ⁻¹ | 150,2 | 150,2 | 23,8 | 3,18 |
| P , Вт | 2809 | 2753 | 2643 | 2510 |
| T , Н м | 18,7 | 18,3 | 111 | 789 |

Раздел 2 Расчёт первой ступени привода

APM ltd

Заданные параметры (Страница: 1)

Передача : Прямозубая внешнего зацепления

Тип расчета : Проектировочный

Основные данные

| | |
|--|--------------|
| Рабочий режим передачи | Постоянный |
| Термообработка колес | |
| Шестерня | Улучшение |
| Колесо | Улучшение |
| Расположение шестерни на валу | Симметричное |
| Нереверсивная передача | |
| Момент вращения на ведомом валу, Нм | 278.50 |
| Частота вращения ведомого вала, об./мин. | 163.80 |
| Передаточное число | 2.80 |
| Ресурс, час | 20000.00 |
| Число зацеплений | |
| Шестерня | 1 |
| Колесо | 1 |

Дополнительные данные

Результаты APM Trans (Страница 2)

Таблица 1 . Основная геометрия

| Описание | Симео л | Шестерня | Колесо | Едини- цы |
|------------------------|------------|----------|---------|--------------|
| Межосевое расстояние | a_w | 120.000 | | мм |
| Модуль | m | 2.000 | | мм |
| Угол наклона зубьев | β | 0.000 | | град. |
| Делительный диаметр | d | 64.000 | 176.000 | мм |
| Основной диаметр | d_b | 60.140 | 165.386 | мм |
| Начальный диаметр | d_w | 64.000 | 176.000 | мм |
| Диаметр вершин зубьев | d_a | 68.000 | 180.000 | мм |
| Диаметр впадин | d_f | 59.000 | 171.000 | мм |
| Коэффициент смещения | x | 0.000 | 0.000 | - |
| Высота зубьев | h | 4.500 | 4.500 | мм |
| Ширина зубчатого венца | b | 45.000 | 42.000 | мм |
| Число зубьев | z | 32 | 88 | - |

Таблица 2 . Свойства материалов

| Описание | Символ | Шестерня | Колесо | Единицы |
|-----------------------------------|---------------|----------|---------|---------|
| Допускаемые напряжения изгиба | σ_{Fa} | 285.882 | 285.882 | МПа |
| Допускаемые контактные напряжения | σ_{Ha} | 554.545 | | МПа |
| Твёрдость рабочих поверхностей | - | 27.0 | 27.0 | HRC |
| Действующие напряжения изгиба | σ_{Fr} | 171.204 | 164.346 | МПа |
| Действующие контактные напряжения | σ_{Hr} | 542.051 | | МПа |

Таблица 3 . Силы

| Описание | Символ | Шестерня | Колесо | Единицы |
|---|--------|----------|--------|---------|
| Тангенциальная сила | F_t | 3164.773 | | Н |
| Радиальная сила | F_r | 1151.883 | | Н |
| Осевая сила | F_a | 0.000 | | Н |
| Расстояние от торца колеса до точки приложения силы | B | 22.500 | | мм |
| Плечо силы | R | 32.000 | | мм |

Результаты APM Trans (Страница 3)

Таблица 4 . Параметры торцевого профиля

| Описание | Символ | Шестерня | Колесо | Единицы |
|---|------------|----------|--------|---------|
| Угол профиля зубьев в точке на окружности вершин | α_a | 27.820 | 23.247 | град. |
| Радиус кривизны профиля зуба в точке на окружности вершин | ρ_a | 15.868 | 35.523 | мм |
| Радиус кривизны активного профиля зуба в нижней точке | ρ_p | 5.520 | 25.175 | мм |

Таблица 5 . Параметры постоянной хорды

| Описание | Символ | Шестерня | Колесо | Единицы |
|--|-----------|----------|--------|---------|
| Постоянная хорда зуба | s_c | 2.774 | 2.774 | мм |
| Высота до постоянной хорды | h_c | 1.495 | 1.495 | мм |
| Радиус кривизны разноимённых профилей зубьев в точках, определяющих положение постоянной хорды | ρ_s | 12.421 | 31.574 | мм |
| Основной угол наклона зубьев | β_b | 0.000 | | град. |

Таблица 6 . Параметры общей нормали

| Описание | Символ | Шестерня | Колесо | Единицы |
|---|------------|----------|--------|---------|
| Угол профиля | α_x | 20.000 | 20.000 | град. |
| Радиус кривизны профиля в точках пересечения с общей нормалью | ρ_w | 10.781 | 29.278 | мм |
| Длина общей нормали | W | 21.561 | 58.555 | мм |
| Число зубьев в общей нормали | z_{nr} | 4 | 10 | - |

Результаты APM Trans (Страница 4)

Таблица 7 . Параметры по хорде

| Описание | Символ | Шестерня | Колесо | Единицы |
|--|-------------|----------|---------|---------|
| Заданный диаметр | d_y | 64.000 | 176.000 | мм |
| Угол профиля в точке на заданном диаметре | α_y | 20.000 | 20.000 | град. |
| Окружная толщина зубьев на заданном диаметре | s_{ty} | 3.142 | 3.142 | мм |
| Угол наклона зубьев на заданном диаметре | β_v | 0.000 | 0.000 | град. |
| Половина угловой толщины зубьев | ψ_{yv} | 2.813 | 1.023 | град. |
| Толщина по хорде зуба | s_y | 3.140 | 3.141 | мм |
| Высота до хорды зуба | h_{ay} | 2.039 | 2.014 | мм |

Таблица 8 . Контроль по роликам

| Описание | Символ | Шестерня | Колесо | Единицы |
|---|------------|----------|---------|---------|
| Диаметр ролика | D_0 | 3.500 | | мм |
| Диаметр окружности проходящей через центр ролика | d_D | 65.482 | 177.552 | мм |
| Торцевой размер по роликам | M | 68.982 | 181.052 | мм |
| Угол профиля на окружности проходящей через центры ролика | α_d | 23.302 | 21.333 | град. |
| Радиус кривизны профиля в точках касания с роликом | ρ_m | 11.202 | 30.546 | мм |

Таблица 9 . Параметры взаимного положения профилей зубьев

| Описание | Символ | Шестерня | Колесо | Единицы |
|----------------|------------|----------|--------|---------|
| Шаг зацепления | p_α | 5.904 | | мм |
| Осевой шаг | p_x | 0.000 | | мм |
| Ход зубьев | p_z | 0.000 | 0.000 | мм |

Таблица 10 . Проверка качества зацепления

| Описание | Символ | Шестерня | Колесо | Единицы |
|--|----------------------|----------|--------|---------|
| Мин. число зубьев нарезаемых без подреза при данном смещении | z_{min} | 17.097 | | - |
| Угол наклона линии вершины зубьев | β_a | 0.000 | 0.000 | град. |
| Нормальная толщина зуба на поверхности вершин | s_{na} | 1.486 | 1.605 | мм |
| Радиальный зазор в зацеплении | c | 0.500 | 0.500 | мм |
| Коэффициент торцевого перекрытия | ε_α | 1.753 | | - |
| Коэффициент осевого перекрытия | ε_β | 0.000 | | - |
| Коэффициент перекрытия | ε_γ | 1.753 | | - |
| Угол зацепления | α_{tw} | 20.000 | | град. |

Раздел 3 Расчёт второй ступени

APM ltd

Заданные параметры (Страница: 1)

Передача :
Тип расчета :

Коническая прямозубая
Проектировочный

Основные данные

| Стандарт | ГОСТ |
|--|------------------|
| Исходный контур | |
| Рабочий режим передачи | Средненормальный |
| Термообработка колес | |
| Шестерня | Улучшение |
| Колесо | Улучшение |
| Тип опоры вала шестерни | Не выбран |
| Нереверсивная передача | |
| Момент вращения на ведомом валу, Нм | 1378.00 |
| Частота вращения ведомого вала, об./мин. | 28.90 |
| Передаточное число | 7.10 |
| Ресурс, час | 16000.00 |

Дополнительные данные

Результаты APM Trans (Страница 2)
Таблица 1 . Основная геометрия

| Описание | Символ | Шестерня | Колесо | Единицы |
|-----------------------------------|----------|----------|---------|---------|
| Число зубьев | z | 25 | 177 | - |
| Средний угол наклона линии зубьев | β | 0.000 | | град. |
| Внешний делительный диаметр | d_e | 86.427 | 611.903 | мм |
| Средний делительный диаметр | d | 75.053 | 531.375 | мм |
| Коэффициент смещения | x | 0.390 | -0.390 | - |
| Угол делительного конуса | δ | 8.039 | 81.961 | град. |
| Средний окружной модуль | m | 3.002 | | мм |
| Внешний окружной модуль | m_e | 3.500 | | мм |
| Внешнее конусное расстояние | R_e | 312.824 | | мм |
| Среднее конусное расстояние | R | 268.324 | | мм |
| Ширина зубчатого венца | b | 89.000 | | мм |

Таблица 2 . Свойства материалов

| Описание | Символ | Шестерня | Колесо | Единицы |
|-----------------------------------|---------------|----------|---------|---------|
| Допускаемые напряжения изгиба | σ_{Fa} | 285.882 | 330.860 | МПа |
| Допускаемые контактные напряжения | σ_{Ha} | 554.545 | | МПа |
| Твёрдость рабочих поверхностей | - | 27.000 | 27.000 | HRC |

| | | | | |
|-----------------------------------|---------------|---------|---------|-----|
| Действующие напряжения изгиба | σ_{Fr} | 158.519 | 164.509 | МПа |
| Действующие контактные напряжения | σ_{Hr} | 552.042 | | МПа |

Таблица 3 . Силы

| Описание | Символ | Шестерня | Колесо | Единицы |
|---|--------|----------|--------|---------|
| Тангенциальная сила | F_t | 5186.547 | | Н |
| Расстояние от торца колеса до точки приложения силы | L | 44.500 | | мм |
| Плечо приложения равнодействующей силы | R | 37.526 | | мм |
| Осевая сила | F_a | 264.032 | 0.000 | Н |
| Радиальная сила | F_r | 1869.349 | 0.000 | Н |

Результаты APM Trans (Страница 3)

Таблица 4 . Геометрические параметры

| Описание | Символ | Шестерня | Колесо | Единицы |
|---|------------|----------|---------|---------|
| Внешний диаметр вершин | d_{ae} | 96.061 | 612.500 | мм |
| Внешняя высота головки зубьев | h_{ae} | 4.865 | 2.135 | мм |
| Внешняя высота ножки зубьев | h_{fe} | 3.010 | 5.740 | мм |
| Внешняя высота зубьев | h_e | 7.875 | 7.875 | мм |
| Внешняя толщина зубьев | s_e | 6.725 | 4.271 | мм |
| Угол головки зубьев | θ_a | 1.051 | 0.551 | град. |
| Угол ножки зубьев | θ_f | 0.551 | 1.051 | град. |
| Угол конуса вершин | δ_a | 9.091 | 82.512 | град. |
| Угол конуса впадин | δ_f | 7.488 | 80.909 | град. |
| Расстояние от вершины конуса до плоскости вершин зубьев | B | 305.271 | 41.099 | мм |

Группа результатов 5 . Проверка качества зацепления

| | | | |
|----------------------------------|----------------------|-------|---|
| Коэффициент торцевого перекрытия | ε_α | 1.667 | - |
| Коэффициент осевого перекрытия | ε_β | 0.000 | - |
| Коэффициент перекрытия | ε_γ | 1.667 | - |

Таблица 6 . Параметры контроля

| Описание | Символ | Шестерня | Колесо | Единицы |
|---|-----------|----------|--------|---------|
| Постоянная хорда зуба | s_{ce} | 5.938 | 3.771 | мм |
| Высота до постоянной хорды | h_{ce} | 3.784 | 1.449 | мм |
| Половина угловой толщины зуба в норм. сечении | ψ_e | 4.414 | 0.056 | град. |
| Делительная толщина зуба по хорде | s_{e0} | 6.718 | 4.271 | мм |
| Высота до хорды | h_{ae0} | 4.995 | 2.136 | мм |

Раздел 4 Расчёт валов редуктора

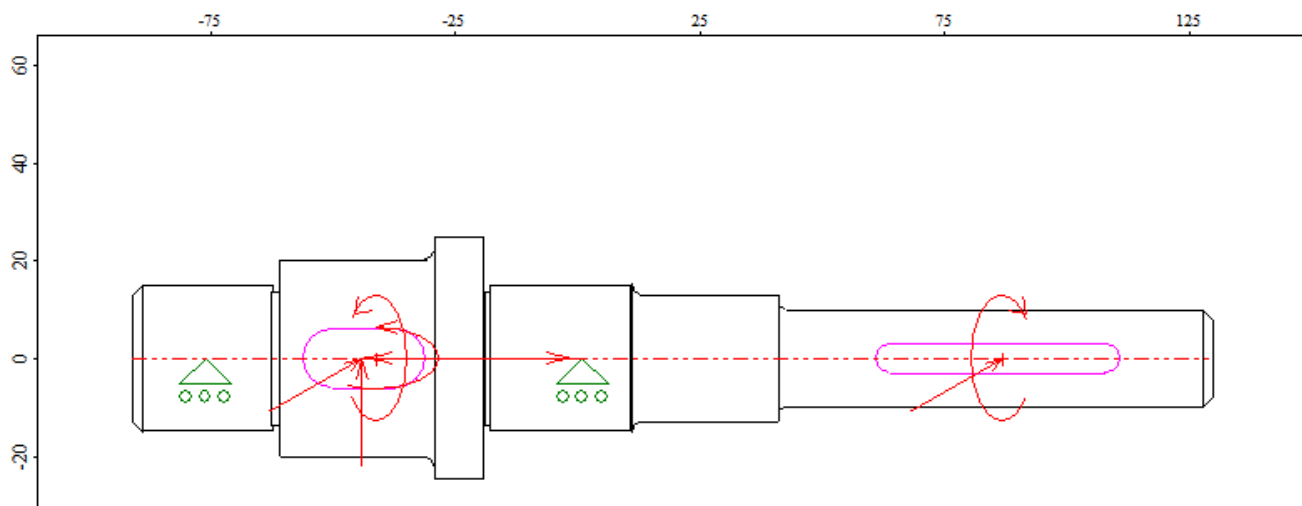


Таблица: Нагрузки

Радиальные силы

| N | Расстояние от левого конца вала, мм | Модуль, Н | Угол, град |
|---|-------------------------------------|-----------|------------|
| 0 | 47.00 | 1433.87 | 20.62 |
| 1 | 178.00 | 200.00 | 90.00 |

Моменты изгиба

| N | Расстояние от левого конца вала, мм | Модуль, Нхм | Угол, град |
|---|-------------------------------------|-------------|------------|
| 0 | 50.00 | 19.00 | 90.00 |

Осевые силы

| N | Расстояние от левого конца вала, мм | Значение, Н |
|---|-------------------------------------|-------------|
| 0 | 48.00 | -248.00 |
| 1 | 90.00 | 248.00 |

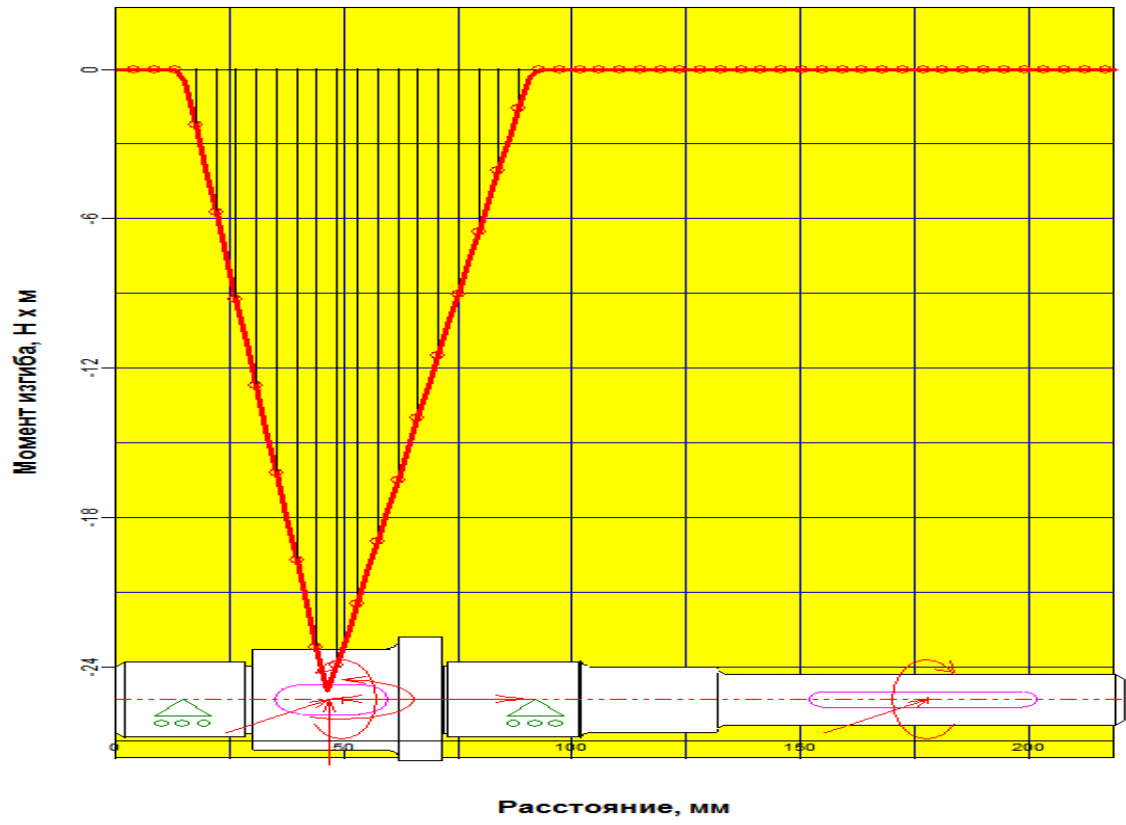
Моменты кручения

| N | Расстояние от левого конца вала, мм | Значение, Нхм |
|---|-------------------------------------|---------------|
| 0 | 50.00 | 103.00 |
| 1 | 178.00 | -103.00 |

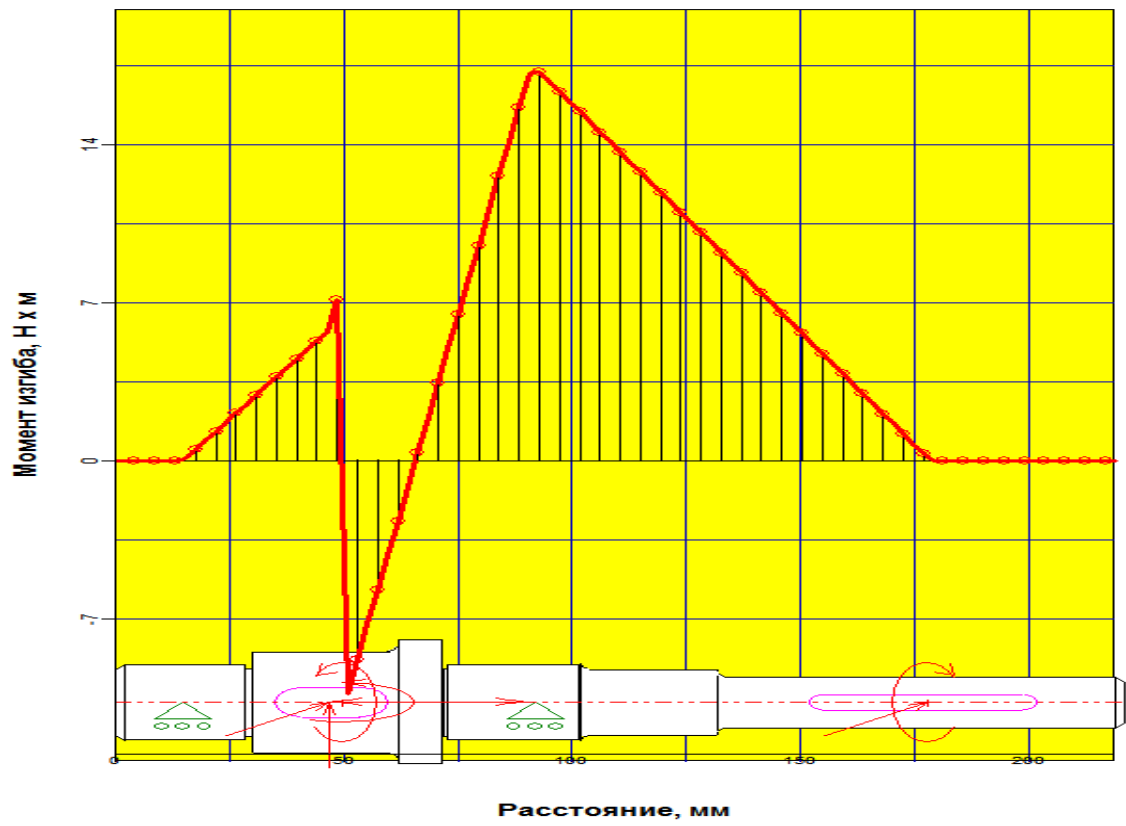
Реакции в опорах

| N | Расстояние от левого конца вала, мм | Реакция верт., Н | Реакция гориз., Н | Реакция осевая, Н | Модуль, Н | Угол, град |
|---|-------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-----------|------------|
| 0 | 15.00 | -784.29 | 180.19 | 0.00 | 804.72 | -77.06 |
| 1 | 92.00 | -557.71 | -885.19 | 0.00 | 1046.24 | -147.79 |

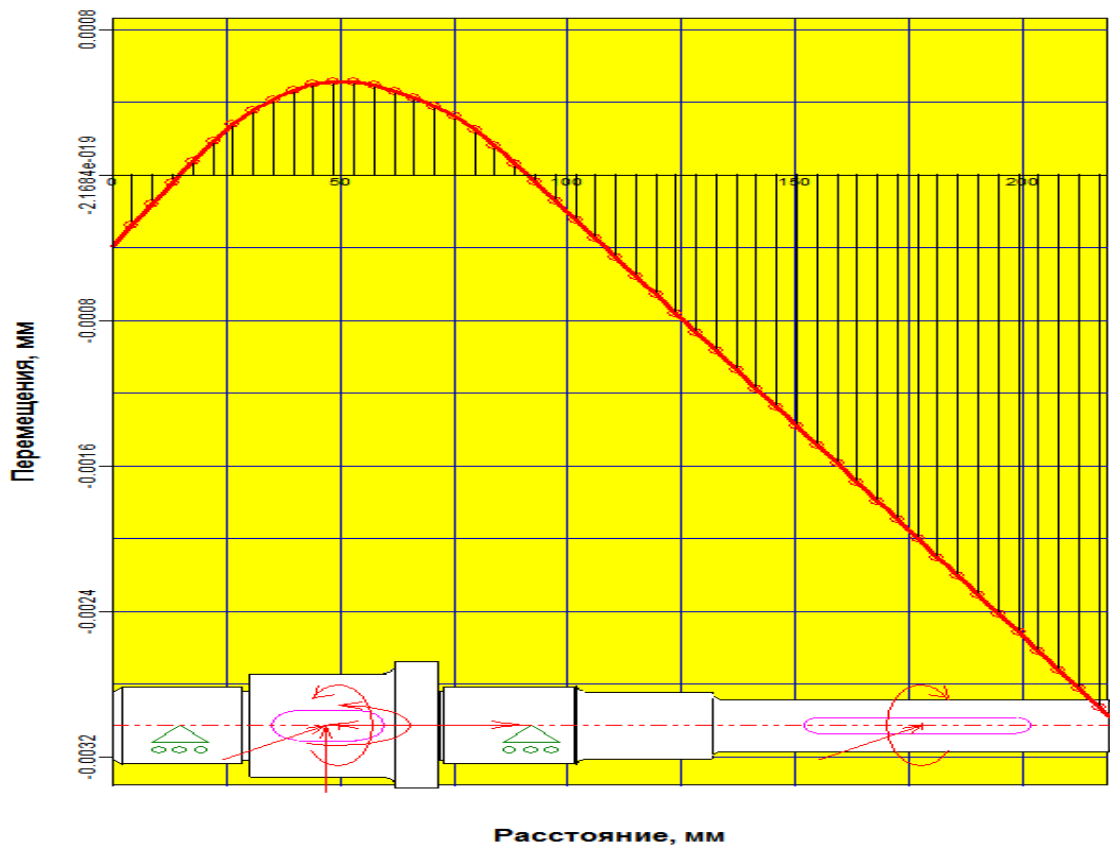
Момент изгиба в вертикальной плоскости



Момент изгиба в горизонтальной плоскости



Перемещения в вертикальной плоскости



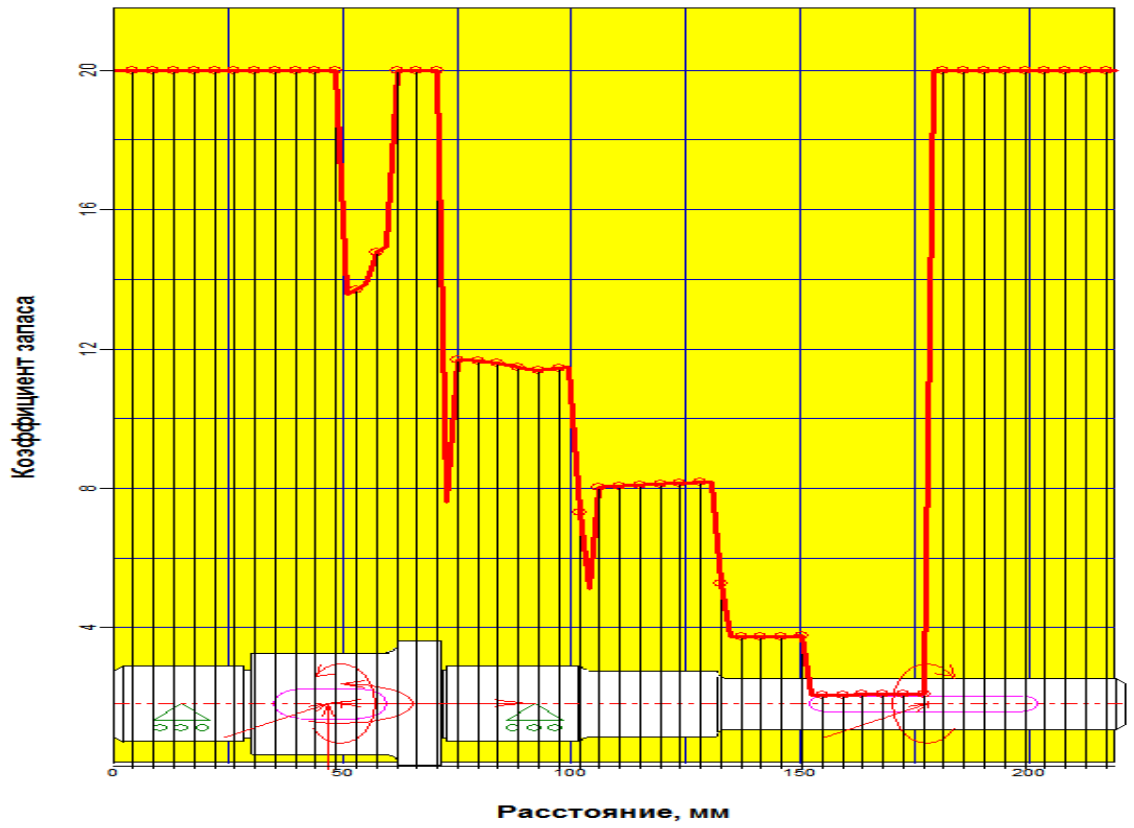
Перемещения в горизонтальной плоскости



Эквивалентное напряжение



Коэффициент запаса по усталостной прочности



Раздел 5 Расчёт подшипников качения

Роликовый радиально-упорный подшипник (Нагруженный) Подшипник 2007106 ГОСТ 333-79

Исходные данные

Геометрия

| | | |
|----------------------|--------|------|
| Внешний диаметр | 55.000 | мм |
| Внутренний диаметр | 30.000 | мм |
| Диаметр тела качения | 5.310 | мм |
| Число тел качения | 19.000 | |
| Длина ролика | 10.300 | мм |
| Угол контакта | 9.000 | град |

Точность

| | | |
|---------------------------------|-------|----|
| Радиальные биения внешн. кольца | 0.025 | мм |
| Радиальные биения внутр. кольца | 0.020 | мм |

Условия работы

| | | |
|----------------------------------|------------|--------|
| Осевая сила | 248.000 | Н |
| Радиальная сила на нагр.опоре | 805.000 | Н |
| Радиальная сила на ненагр. опоре | 1046.000 | Н |
| Осевая сила преднатяга | 50.000 | мм |
| Скорость вращения | 95.000 | об/мин |
| Кэфф. динамичности | 1.500 | |
| Тип нагрузки | Постоянная | |
| Тип установки | Схема "X" | |

Резюме:

| | | |
|------------------------------------|-------------|---------|
| Средняя долговечность | 1432363.624 | час |
| Максимальное контактное напряжение | 1759.783 | Н/кв.мм |
| Выделение тепла | 2391.523 | Дж/час |
| Динамическая грузоподъемность | 31575.819 | Н |
| Осевые биения | 35.523 | мкм |
| Радиальные биения | 1.787 | мкм |
| Боковые биения | -0.500 | мкм |
| Момент трения | 0.067 | Н x м |
| Потери мощности | 0.664 | Вт |

Раздел 6 Расчёт соединений вал-ступица

Соединение: Призматической шпонкой колеса с тихоходным валом

Исходные данные

| | | |
|---------------------|-------------|----|
| Диаметр вала | 40.0 | мм |
| Передаваемый момент | 103.4 | Нм |
| Тип нагрузки | Постоянная | |
| Тип соединения | Неподвижное | |
| Материал вала | 40 | |
| Материал шпонки | 35 | |
| Материал втулки | 45 | |

Результаты расчёта

| | | |
|-------------------------------|--------|-----|
| Ширина шпонки | 12.0 | мм |
| Высота шпонки | 8.0 | мм |
| Глубина паза на валу | 5.0 | мм |
| Глубина паза во втулке | 3.3 | мм |
| Длина шпонки | 7.0 | мм |
| Допускаемое напряжение смятия | 252.0 | МПа |
| Напряжение смятия | 246.19 | МПа |
| Допускаемое напряжение среза | 126.0 | МПа |
| Напряжение среза | 61.548 | МПа |

Раздел 7 Подбор муфты

ПОДБОР МУФТЫ

Исходные данные: тип муфты - упругая, передаваемый момент $T_2=194,2\text{ Нм}$; режим работы нереверсивная нагрузка с умеренными толчками; поломка муфты приводит к аварии машины без человеческих жертв.

1. Определяем расчетный момент муфты

$$T_{p.m.} = K T_M,$$

где T_M - номинальный момент на муфте; $T_M = T_2 = 194,2 \text{ Нм}$; K - коэффициент режима работы.

Коэффициент, учитывающий режим работы $K = K_1 K_2$, где $K_1 = 1,2$ - коэффициент безопасности; (поломка муфты вызывает аварию машины); $K_2 = 1,3$ - коэффициент, учитывающий характер нагрузки (при нереверсивной нагрузке).

$$K = 1,2 \cdot 1,3 = 1,56$$

$$T_{p.m.} = K T_M = 1,56 \cdot 194,2 = 303 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

2. Применим муфты МЦ–36 МН 2091-61 по ГОСТ 20742-81, имеющей $T_{мкат} = 320 \text{ Нм}$, диаметр отверстия под вал 36 мм , $L = 120 \text{ мм}$, наружный диаметр муфты $D = 140 \text{ мм}$, число зубьев звездочки $z = 12$, шаг цепи $p = 25,4 \text{ мм}$.

3. Определение силы, действующей со стороны муфты на вал

$$F_{tm} = (0,2 \dots 0,3) F_{tm},$$

где F_{tm} - окружная сила на муфте, $F_{tm} = 2T/d_p$; здесь T - крутящий момент на валу, $T = T_2 = 194,2 \text{ Нм}$; d_p - расчетный диаметр, м.

Для цепных муфт диаметр делительной окружности звездочки

$$d_p = D_0 = p / \sin(180^\circ / z) = 25,4 / \sin(180 / z) = 98 \text{ мм}$$

Окружная сила на муфте

$$F_{tm} = 2 \cdot 194,2 / 0,098 = 3963 \text{ Н}$$

Следовательно, нагрузка от муфты на вал

$$F_{ri} = (0,2 \dots 0,3) 3963 = (792 \dots 1189) \text{ Н}.$$

Принимаем $F_{tm} = 900 \text{ Н}$

| | | | | | | |
|------|------|----------|---------|------|--|------|
| | | | | | | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подпись | Дата | | 22 |

0114.01.000.05

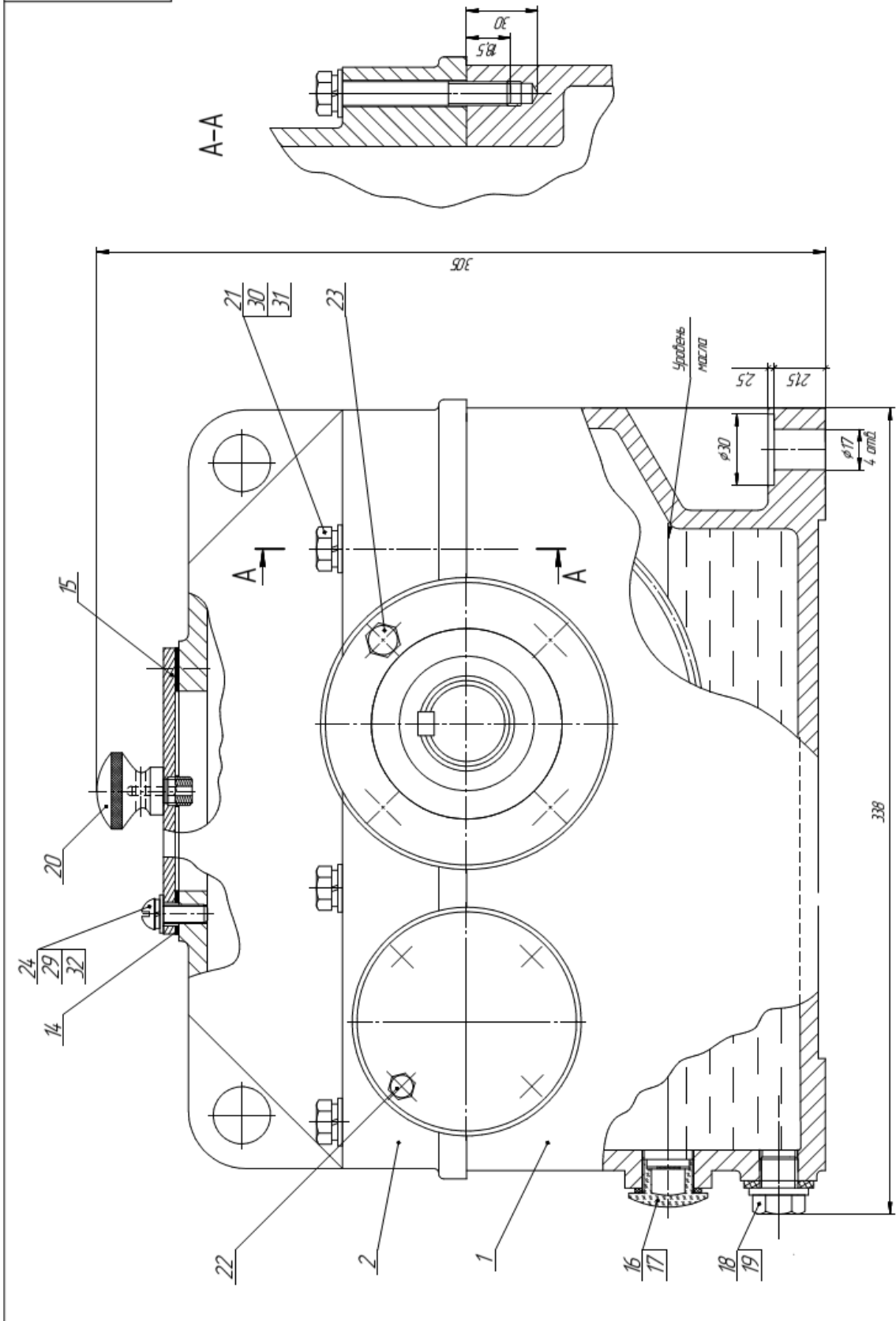
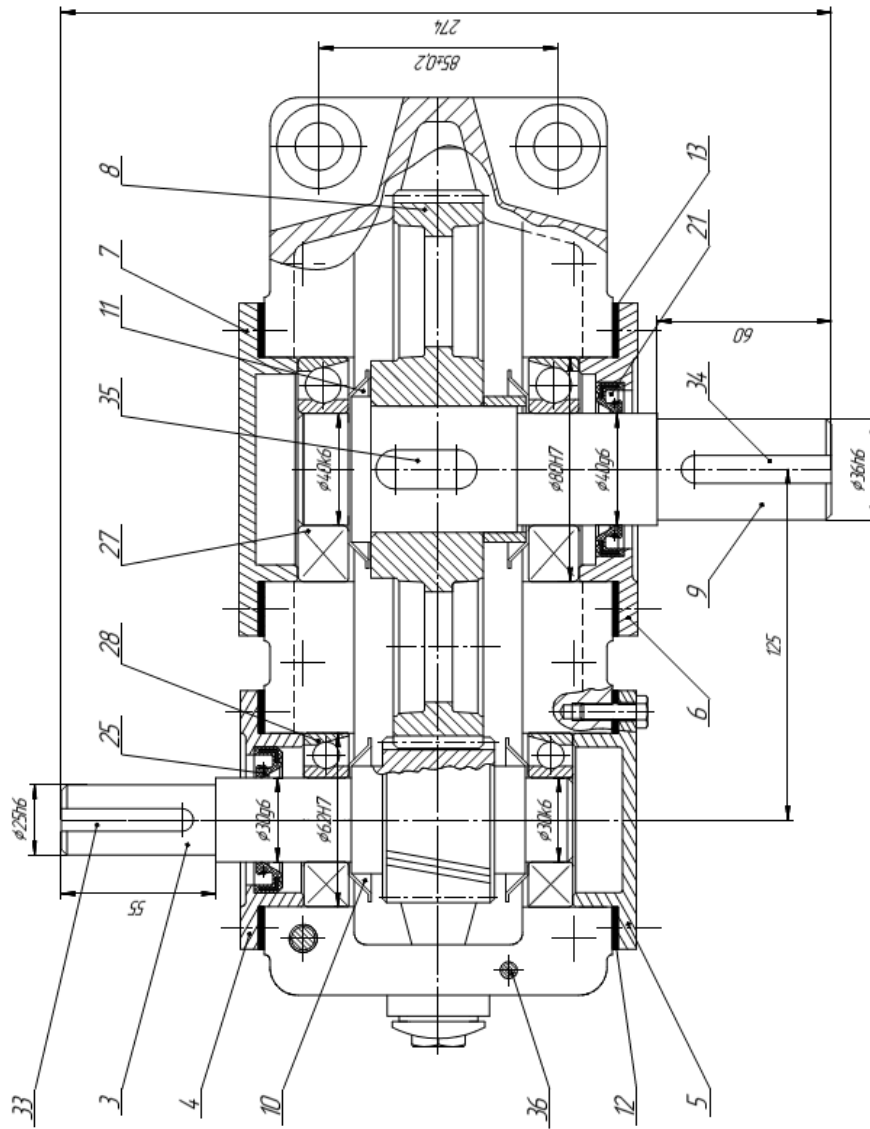


Рис. Редуктор цилиндрический одноступенчатый (вид спереди)



Технические требования

1. Необработанные поверхности литых деталей, находящихся в масляной ванне, красить маслястой краской.
2. Наружные поверхности корпуса красить серой эмалью ПР-1Б ГОСТ 6465-76.
3. Плоскости, разъемы покрывать тонким слоем герметика УГ-34 ГОСТ 24285-80 при окончательной сборке.

Технические характеристики

1. Вращающий момент на выходном валу, Н*м 194,2
2. Частота вращения выходного вала, об/мин 333,8
3. Общее передаточное число редуктора 3,55
4. Степень точности изготовления зубчатой передачи 9-8
5. Коэффициент полезного действия редуктора 0,97

| | | | | | | | |
|----------------|--|--------|--|--------|--|--------|--|
| 0114.01000.05 | | Дет. | | Масса | | Число | |
| Редуктор | | У | | У | | 11 | |
| ЦИЛИНДРИЧЕСКИЙ | | Дет. | | Масса | | Число | |
| Корпус | | У | | У | | 11 | |
| Исполн. | | М.А.С. | | И.А.С. | | И.А.С. | |
| Дата | | 2014 | | 2014 | | 2014 | |
| Лист | | 1 | | 1 | | 1 | |
| Итого | | 1 | | 1 | | 1 | |
| Всего | | 1 | | 1 | | 1 | |
| Корпус | | У | | У | | 11 | |
| Исполн. | | М.А.С. | | И.А.С. | | И.А.С. | |
| Дата | | 2014 | | 2014 | | 2014 | |
| Лист | | 1 | | 1 | | 1 | |
| Итого | | 1 | | 1 | | 1 | |
| Всего | | 1 | | 1 | | 1 | |

Рис. Редуктор цилиндрический одноступенчатый (вид сверху, разрез).

| Формат | Зона | Лист | Обозначение | Наименование | Кол | Примечание |
|---------------------|------|------|--------------------------|--------------------------|-------|-----------------|
| | | | | | | |
| <u>Документация</u> | | | | | | |
| A1 | | | 01.14.01.000 СБ | Сборочный чертёж. | | |
| <u>Детали</u> | | | | | | |
| A1 | 1 | | 01.14.01.001 | Корпус | 1 | |
| | 2 | | 01.14.01.002 | Крышка корпуса | 1 | |
| | 3 | | 01.14.01.003 | Вал-шестерня | 1 | |
| | 4 | | 01.14.01.004 | Крышка | 1 | |
| | 5 | | 01.14.01.005 | Крышка | 1 | |
| | 6 | | 01.14.01.006 | Крышка | 1 | |
| | 7 | | 01.14.01.007 | Крышка | 1 | |
| A3 | 8 | | 01.14.01.008 | Колесо зубчатое | 1 | |
| A2 | 9 | | 01.14.01.009 | Вал | 1 | |
| | 10 | | 01.14.01.010 | Шайба маслоотражательная | 2 | |
| | 11 | | 01.14.01.011 | Шайба маслоотражательная | 2 | |
| | 12 | | 01.14.01.012 | Прокладка | 2 | |
| | 13 | | 01.14.01.013 | Прокладка | 2 | |
| | 14 | | 01.14.01.014 | Прокладка | 1 | |
| | 15 | | 01.14.01.015 | Крышка люка | 1 | |
| | 16 | | 01.14.01.016 | Маслоуказатель I-22 | 1 | |
| | 17 | | 01.14.01.017 | Прокладка | 1 | |
| | 18 | | 01.14.01.018 | Пробка сливная | 1 | |
| | 19 | | 01.14.01.019 | Прокладка | 1 | |
| | 20 | | 01.14.01.020 | Отдушина | 1 | |
| | | | 01.14.01.000 СП | | | |
| | | | Изм. Лист | № докум. | Подп. | Дата |
| | | | Разраб. Петров | | | |
| | | | Проб. Алтухов | | | |
| | | | Н.контр. | | | |
| | | | Утв. | | | |
| | | | Редуктор | | | Лист 1 Листов 2 |
| | | | ИрГАУ, инженерный ф-тет, | | | Формат А4 |

Рис. Спецификация к сборочному чертежу.

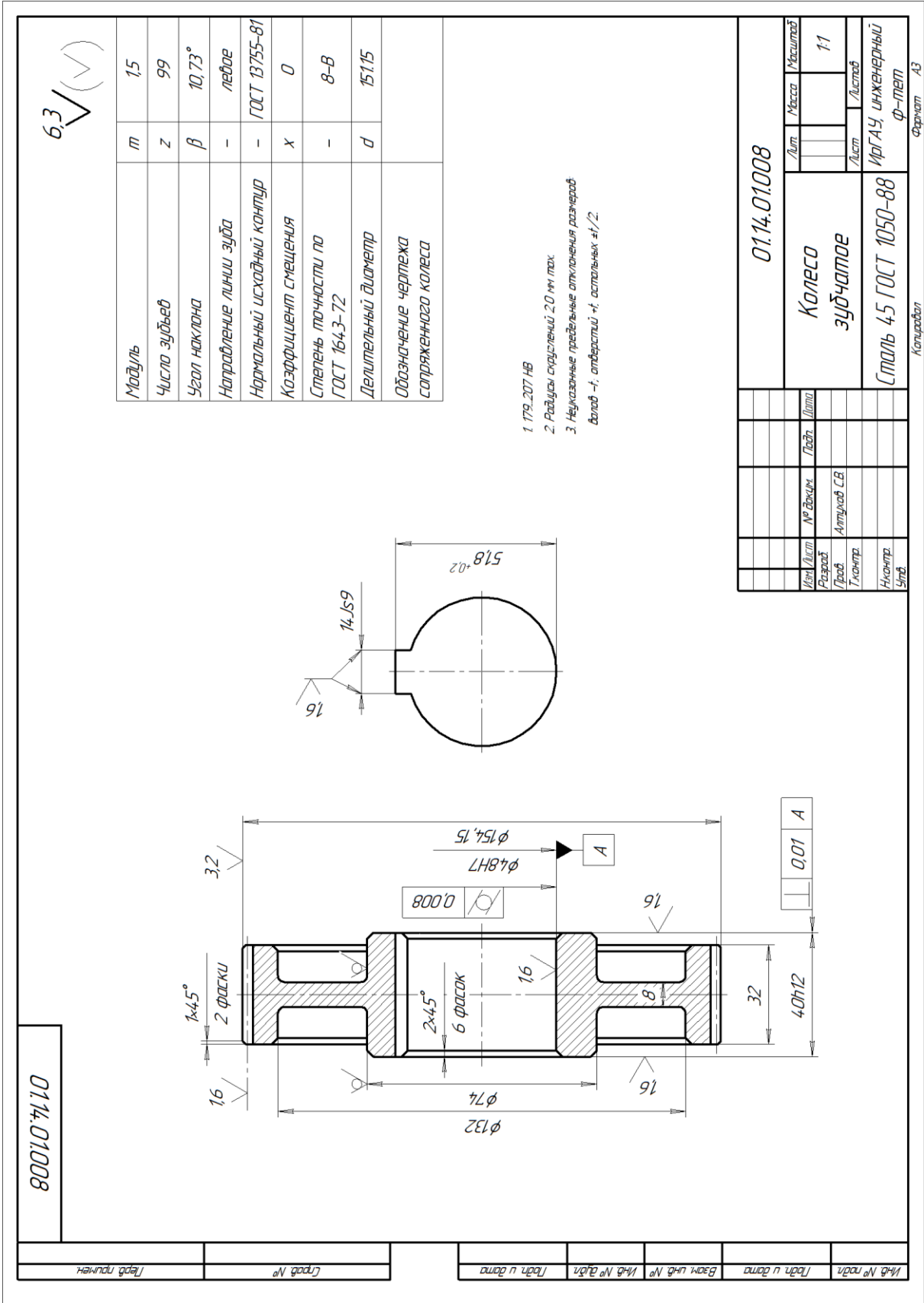
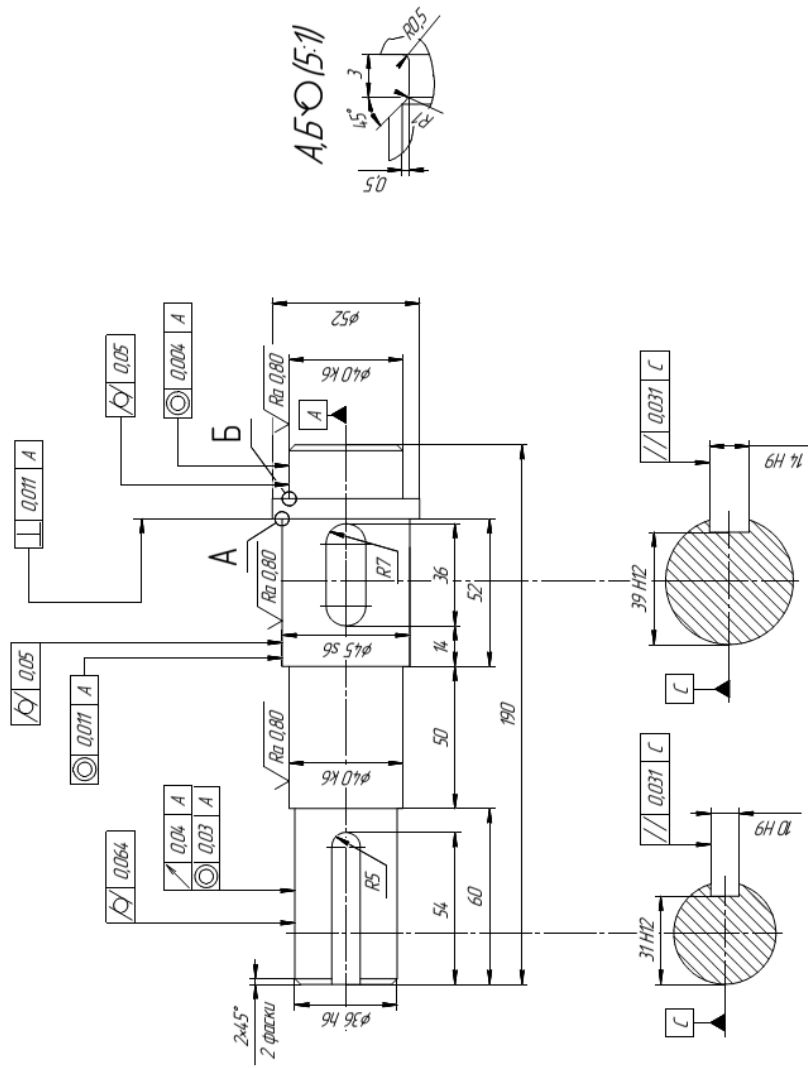


Рис. Колесо зубчатое.

600107110

$\sqrt{Ra\ 12,5}$



АБ0(5:1)

1. Твердость HB 260-280
2. Рекомендуемые отклонения H14, H16, прочие IT14/2
3. Сечение шпоночного паза относительно оси вала 0.1 мм
4. Перекос шпоночного паза относительно оси вала 0.028 мм

| | | | | | |
|------------------------|---------|---------|------------|---------|------|
| Исполн. | Провер. | Утверд. | Дата | Исполн. | Дата |
| | | | | | |
| Исполн. | Провер. | Утверд. | Дата | Исполн. | Дата |
| | | | | | |
| 0114.01009 | | | Вал | | |
| Сталь 40Х ГОСТ 1050-88 | | | Инженерный | | |
| | | | Ф-мент | | |

Рис. Вал тихоходный.