

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ» (ДГТУ)

Факультет «Инженерно-строительный»
Кафедра «Безопасность технологических процессов и
производств»

На правах рукописи

Методические указания
к контрольной работе по дисциплине
«Безопасность отрасли в техносфере»
для обучающихся заочной формы обучения
по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность

7-й семестр

Ростов-на-Дону
2018

Составитель: к.т.н., доцент Бадалян Л.Х.,
аспирант Овчаренко А.М.

УДК 355.77(07)

Методические указания к контрольной
работе по дисциплине «Безопасность
отрасли в техносфере» для
обучающихся заочной формы обучения
по направлению 20.03.01 Техносферная
безопасность. 7-й семестр / ДГТУ,
Ростов н/Д, 2018. — 44 с.

Рецензент кандидат технических наук, доц. В.И. Гаршин

Научный редактор кандидат технических наук,
доц. А.В. Рамзаев

СОДЕРЖАНИЕ

1. ТЕМАТИКА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	4
2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	4
3. ВЫБОР ВАРИАНТА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	4
4. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	4
5. ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	5
6. ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	5
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	23
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	25

1. ТЕМАТИКА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Решение теоретических и практических задач по изученным разделам дисциплины «Безопасность отрасли в техносфере».

2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа для заочной формы обучения представляет собой решение задач по изученным разделам дисциплины. Задача контрольной работы – систематизация, закрепление и углубление теоретических знаний по дисциплине «Безопасность отрасли в техносфере», умение использовать физические законы и нормативные акты для определения источников опасности на рабочих местах. Выполнение контрольной работы способствует приобретению опыта по формированию системы управления ОТ на конкретном предприятии.

3. ВЫБОР ВАРИАНТА КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Номер варианта для выполнения контрольной работы равен порядковому номеру студента в списке группы плюс один.

4. СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа должна содержать:

Титульный лист установленного образца (прил. А) с подписью студента.

Содержание, где отражается перечень вопросов, содержащихся в контрольной работе.

Введение, где отражаются цели и задачи контрольной работы.

Индивидуальное задание, где излагаются ответы на вопросы контрольной работы в соответствии с вариантом.

Список литературы - при написании контрольной работы необходимо использовать научно-теоретические источники (учебники, учебные пособия, Интернет - сайты и т.п.), которые рекомендуют преподаватели по изучаемым дисциплинам.

Текст должен быть оформлен в текстовом редакторе Word for Windows версии не ниже 6.0. Тип шрифта: Times New Roman Cyr. Шрифт основного текста: обычный, размер 14 пт. Шрифт заголовков разделов: полужирный, размер 16 пт. Шрифт заголовков подразделов: полужирный, размер 14 пт. Межсимвольный интервал: обычный. Межстрочный интервал: одинарный. Формулы должны быть оформлены в редакторе формул MathType и вставлены в документ как объект. Размеры шрифта для формул: - обычный - 14 пт; - крупный

индекс - 10 пт; - мелкий индекс - 8 пт; - крупный символ - 20 пт; - мелкий символ - 14 пт.

Иллюстрации должны быть вставлены в текст. Текст отчета выполняется на листах формата А4 (210x297 мм) без рамки, соблюдая следующие размеры полей: левое - не менее 30 мм, правое - не менее 10 мм, верхнее - не менее 15 мм, нижнее - не менее 20 мм. Страницы следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту. Номер страницы проставляют внизу страницы от центра без точки в конце.

5. ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Рассчитать режимы работы и параметры литейной печи со следующими данными (табл. Б1, прил. Б).

2. Определить параметры резьбового соединения (табл. Б2, см. прил. Б).

3. Рассчитать параметры локальной вибрации (табл. Б3, см. прил. Б).

4. Выполнить расчет защитного ограждения металлообрабатывающего станка (табл. Б4, см. прил. Б).

5. Рассчитать производительность общеобменной вентиляции на участке обработки детали и найти массу пыли, выбрасываемую в атмосферу после очистки (табл. Б5 – Б13, см. прил. Б).

6. ХОД ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

6.1. Расчет режимов работы и параметров литейной печи

При выполнении первого задания контрольной работы необходимо рассчитать режимы работы и параметры литейной печи указанного вида. Ниже приведены алгоритмы расчета каждого из трех встречающихся в задании типов литейных печей.

6.1.1. Алгоритм расчета индукционной тигельной печи

1. Полезная емкость тигля, т

$$G = (T_1 + T_2) \Pi,$$

где T_1 и T_2 – продолжительность плавки, а также загрузки и разливки печи, ч; Π – производительность печи, т/ч.

2. Объем жидкого металла в печи, м³

$$V_{\text{м}} = \frac{G}{\gamma_{\text{м}}},$$

где $\gamma_{\text{м}}$ – плотность жидкого металла, т/м³ (табл. В1, прил. В).

3. Внутренний диаметр тигля, м (рис. 1)

$$d_0 = \sqrt[3]{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{V_M}{B}},$$

где B – коэффициент, зависящий от емкости печи: $B = (1,5 - 2)$ для $G \leq 1$ т; $B = (1,35 - 1,5)$ для $G = (1 - 3)$ т; $B = (1 - 1,35)$ для $G \geq 3$ т.

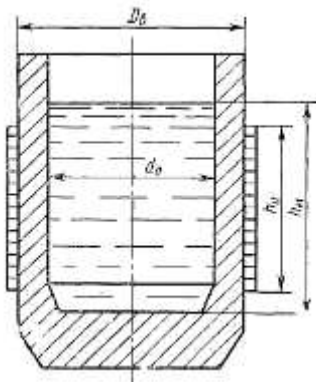


Рис. 1. К расчету индукционной тигельной печи

4. Высота металла в тигле, м

$$h_M = B d_0.$$

5. Толщина стенки тигля, мм

при $G \leq 0,5$ т

$$s_1 = (0,25 - 0,3) d_0,$$

при $G = (0,5 - 3)$ т

$$s_1 = (0,15 - 0,25) d_0,$$

при $G \geq 3$ т

$$s_1 = (0,1 - 0,15) d_0.$$

6. Толщина изоляционного слоя асбеста между тиглем и индуктором, м

$$S_2 = 0,005 \text{ для } G \leq 3 \text{ т;}$$

$$S_2 = (0,005 - 0,01) \text{ для } G = (3 - 15) \text{ т;}$$

$$S_2 = (0,01 - 0,015) \text{ для } G \geq 15 \text{ т.}$$

7. Внутренний диаметр индуктора, м

$$D_i = d_0 + 2(s_1 + s_2).$$

8. Полезная тепловая мощность, выделяющаяся в садке, кВт

$$P_{\text{пол}} = W_{\text{теор}} \Pi,$$

где $W_{\text{теор}}$ — теоретический удельный расход энергии, кВт·ч/т (см.

табл. В1, прил. В).

9. Активная мощность печи, кВт

$$P_a = \frac{P_{пол}}{\eta_{терм}},$$

где $\eta_{терм}$ – термический КПД печи, равный 0,7—0,9.

10. Минимальная частота питающего тока, Гц

$$f_{min} = 25 \cdot 10^6 \frac{\rho_m}{\mu_m d_c^2},$$

где ρ_m – удельное электрическое сопротивление садки, Ом·м; μ_m – относительная магнитная проницаемость садки; d_c – диаметр садки, м (для жидкого металла $d_c = d_0$ (см. рис. 1), для металлолома в качестве параметра d_c принимается средний размер куска металла).

Расчет минимальной частоты питающего тока выполняется для следующих характерных условий: тигель заполнен твердой шихтой, обладает и не обладает магнитными свойствами (для стали и чугуна), и жидким металлом.

А. Тигель заполнен твердой шихтой. Выбираем соответствующие температуру t , удельное электрическое сопротивление ρ_m и относительную магнитную проницаемость μ_m по табл. В2 (см. прил. В), средний размер куска металла принимаем равным 0,2 м.

Б. Тигель заполнен твердой шихтой с температурой 800 °С (условие выполняется только для чугуна или стали, см. табл. В2, прил. В).

В. Тигель заполнен жидким металлом (см. табл. В2, прил. В). Диаметр садки в этом случае равен внутреннему диаметру тигля.

Согласно заданию частота тока – 50 Гц, но печь должна работать на режиме с “болотом” (с металлом, постоянно находящимся в печи), т. е. в ней постоянно находится жидкий металл, в который добавляют металлолом. Величина “болота” примерно 60–65 % общей емкости печи.

11. Высота индуктора, м

$$h_u = (0,7 - 1,3) h_m.$$

Для печей повышенной частоты высота индуктора больше высоты металла в тигле, для печей промышленной частоты она меньше высоты металла в тигле примерно на 15 %, т. е.

$$h_u = 0,85 h_m.$$

12. Глубина проникновения тока в садку, м

$$\Delta_3 = 503 \sqrt{\frac{\rho_m}{\mu_m f}},$$

где f – частота тока питающего индуктор, Гц.

13. Напряженность магнитного поля в индукторе, А/м

$$H = \frac{10^3}{k_s} \sqrt{\frac{P_a}{6, 2d_0 h_m \sqrt{\rho_m \mu_m f} A_m}},$$

где k_s – коэффициент, учитывающий самоиндукцию и взаимоиндукцию между индуктором и садкой, $k_s = 0,85–0,95$; A_m – поправочный коэффициент активной мощности, учитывающий кривизну металлической садки в тигле и зависящий от отношения диаметра садки к глубине проникновения тока в нее, т. е. d_0 / Δ_3 (рис. 2).

14. Толщина стенки индуктора, мм, определяется из условий минимальных потерь активной мощности в индукторе

$$s_{mp} = 1,3 \cdot 10^3 \cdot \Delta_3.$$

15. Потери активной мощности в индукторе, кВт

$$P_{a.u} = 6,2 \cdot 10^{-6} H^2 D_6 h_u \sqrt{\rho_u \mu_u f} \cdot \frac{A_u}{k_{3.u}},$$

где ρ_u – удельное электрическое сопротивление медного индуктора, $\rho_u = 2 \cdot 10^{-8}$ Ом·м (см. табл. В2, прил. В); μ_u – относительная магнитная проницаемость материала индуктора; A_u – поправочный коэффициент активной мощности, учитывающий кривизну индуктора согласно отношению $D_6/\Delta_{3.u}$ (рис. 3), для медного индуктора $\Delta_{3.u} = 0,013$; $k_{3.u}$ – коэффициент заполнения индуктора, равный 0,7–0,9.

16. Реактивная мощность в индукторе, квар

$$P_p = 6,2 \cdot 10^{-6} H^2 D_6 h_u \frac{R_u}{k_{3.u}},$$

где R_u – поправочный коэффициент реактивной мощности, учитывающий кривизну индуктора, определяют по штриховым линиям для различных $D_6/\Delta_{3.u}$ (см. рис. 3).

17. Общая активная мощность, кВт

$$P_{o.a} = P_a + P_{a.u}.$$

18. Общая реактивная мощность, квар

$$P_{o.p} = P_{p.c} + P_{p.3} + P_{p.u}.$$

19. Полная мощность системы индуктор-садка, кВт·А

$$P_o = \sqrt{P_{o.a}^2 + P_{o.p}^2}.$$

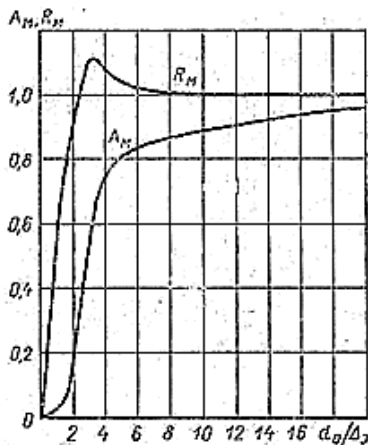


Рис. 2. Поправочные коэффициенты активной и реактивной мощности для садки

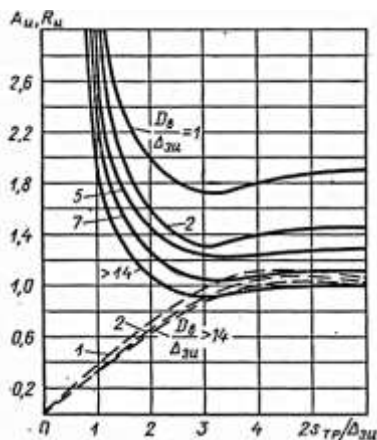


Рис. 3. Поправочные коэффициенты активной и реактивной мощности для индуктора

20. Ток в индукторе, А

Печь подключают к трансформатору с максимальным напряжением 2430 В, плавности регулирования достигают переключением на различные ступени (10 ступеней).

$$I = 10^3 \frac{P_o}{U_u},$$

где U_u – напряжение на индукторе, В.

21. Число витков в индукторе

$$W = \frac{Hh_u}{J}.$$

22. Шаг витка индуктора (рис. 4), м

$$\tau = \frac{h_u}{W}.$$

23. Высота трубки индуктора, м

$$h_{mp} = \tau k_{3.u}.$$

24. Толщина изоляции между витками, м

$$h_{изол} = \tau - h_{mp}.$$

25. Напряжение тока между витками индуктора, В

$$U_6 = \frac{U_n}{W}.$$

26. Напряжение на 1 см изоляции между витками, В

$$U_{1,0} = 1 \cdot 10^{-2} \frac{U_6}{h_{\text{изол}}},$$

Допускается не более 200 В на 1 см изоляции.

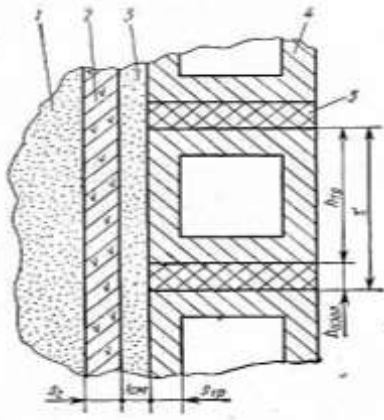


Рис. 4. К расчету шага витка индуктора:

1 – тигель; 2 – асбест; 3 – кварцевая обмазка;
4 – индуктор; 5 – межвитковая изоляция

27. Ширина трубки индуктора, мм

Размер трубки в поперечном сечении определяется из условия, при котором плотность тока j должна быть не более 20 А/мм²

$$s = \sqrt{\frac{4I}{j\pi}}.$$

28. Естественный угол $\cos \phi$ печи

$$\cos \phi = \frac{P_{o.a}}{P_o}.$$

29. Емкость конденсаторной батареи, мкФ

$$C = \frac{P_{o.p} 10^9}{2\pi f U_\kappa^2},$$

где U_κ – напряжение на конденсаторе, В.

Мощность конденсаторной батареи P_c в квар должна быть равна общей реактивной мощности, т. е. $P_c = P_{op}$. Тогда контур «индуктор – конденсаторная батарея» рассчитывают на полную мощность системы

P_o , а подводящую электрическую линию – только на общую активную мощность $P_{o.a}$. Напряжение на конденсаторе принимаем равным напряжению высшей ступени трансформатора, т.е. 2430 В.

30. Общее сечение магнитопроводов, м^2

$$Q_{\text{мг}} = \frac{U_{\text{и}}}{4,44 fWB},$$

где B – индукция в магнитопроводе, Вб/ м^2 , при частоте 50 Гц $B = 0,6-1$.

31. Сечение одного магнитопровода, мм^2

$$q_{\text{мг}} = 10^6 \frac{Q_{\text{мг}}}{N_{\text{мг}}}.$$

где $N_{\text{мг}}$ – число пакетов магнитопровода вокруг индуктора.

Исходя из величины $q_{\text{мг}}$, подбираются длина и ширина магнитопровода, мм.

6.1.2. Алгоритм расчета индукционной канальной печи

1. Полезная тепловая мощность, передаваемая жидкому металлу, кВт

$$P_{\text{пол}} = q_{\text{теор}} \Delta t \Pi,$$

где $q_{\text{теор}}$ – теоретический удельный расход энергии на перегрев металла на 1 °С, кВт·ч/т (см. табл. В1, прил. В); Δt – температура перегрева металла, °С; Π – производительность печи, т/ч.

2. Активная мощность печи, кВт

$$P_a = \frac{P_{\text{пол}}}{\eta_{\text{терм}}},$$

где $\eta_{\text{терм}}$ – термический КПД печи, $\eta_{\text{терм}} = (0,85 - 0,95)$.

3. Активная мощность индукционной единицы, кВт

$$P_{a.\text{инд}} = \frac{P_a}{N},$$

где N – число индукционных единиц на печи.

4. Глубина проникновения тока в жидкий металл, м

$$\Delta_{\text{э}} = 503 \sqrt{\frac{\rho}{\mu f}},$$

где ρ – удельное электрическое сопротивление жидкого металла, Ом·м (см. табл. В2, прил. В); μ – относительная магнитная проницаемость выплавляемого металла; f – частота питающего тока, Гц.

5. Форма поперечного сечения канала

Для расчета принимается канал прямоугольной формы со следующими параметрами:
ширина канала, мм

$$b_k = \Delta_3;$$

высота канала, мм

$$h_k = (1,5 - 3)b_k;$$

радиус закруглений принять $r_k = 20$ мм. Тогда площадь поперечного сечения канала, мм²

$$S_k = b_k h_k - 0,86r^2.$$

6. Сечение магнитопровода, см²

$$S_{\text{мг}} = 0,3 \sqrt{\frac{P_{\text{а.инд}} \Psi 10^5}{B j_1 f \cos \varphi}},$$

где Ψ – отношение массы стали магнитопровода к массе меди первичной катушки (5–25 – при воздушном принудительном охлаждении катушки, 0,9–1,3 – при водяном); B – магнитная индукция в магнитопроводе, принимаем 1,5 Тл; j_1 – допустимая плотность тока в катушке, А/мм² (принимаем $j_1 \leq 4$ при воздушном принудительном охлаждении и $j_1 = 20$ при водяном); $\cos \varphi$ – коэффициент мощности индукционной единицы (для предварительных расчетов принять $\cos \varphi = [0,6-0,75]$ для чугуна; $\cos \varphi = [0,4-0,5]$ для алюминия).

7. Диаметр сердечника магнитопровода, мм

$$d_{\text{мг}} = \frac{10}{k_d} \sqrt{\frac{4S_{\text{мг}}}{\pi}},$$

где k_d – коэффициент заполнения окружности сердечником; $k_d = (0,78-0,88)$.

8. Наружный диаметр первичной катушки, мм

$$d_{\text{кат}} = d_{\text{мг}} + 2s_{\text{кат}},$$

где $s_{\text{кат}}$ – толщина катушки, зависящая от числа рядов намотки и равная 20–50 мм.

9. Внутренний диаметр канала, мм

$$d_{\text{к.в}} = d_{\text{кат}} + 2s_1 + 2s_2,$$

где s_1 – толщина футеровки между каналом и катушкой, мм ($s_1 = (70-120)$ мм при плавке алюминия; $s_1 = (135-180)$ мм – чугуна; $s_1 = (65-70)$ мм – сплавов на медной основе и цинка); s_2 – зазор между катушкой и футеровкой, равный 10–15 мм.

10. Средний диаметр канала, мм

$$d_{\text{к.ср}} = d_{\text{к.в}} + b_k.$$

11. Длина канала, мм

Под длиной канала подразумевается длина замкнутого контура, проходящего как по самому каналу, так и по ванне печи (рис. 5). Длину канала определяем по длине его средней линии. По длине канал состоит из четырех участков: одного криволинейного длиной $\frac{\pi d_{\text{к.ср.}}}{2}$, двух вертикальных каждый длиной $\frac{d_{\text{к.ср.}}}{2}$ и одного горизонтального длиной $d_{\text{к.ср.}}$. Тогда

$$l_{\text{к}} = \frac{\pi d_{\text{к.ср.}}}{2} + 2d_{\text{к.ср.}}$$

12. Активное сопротивление канала, Ом

$$R = \rho \frac{l_{\text{к}}}{S_{\text{к}}}$$

13. Индуктивность канала, Гн

Индуктивность канала определяют как сумму внешней и внутренней индуктивностей отдельных его участков. Внешнюю индуктивность определяют для пространства, заключенного между каналом и первичной катушкой. Внешняя индуктивность какого-либо участка, Гн

$$L_{\text{к.вн}} = 2l_{\text{к-1}} \ln \frac{R_1}{R_2} \cdot 10^{-7},$$

где $l_{\text{к-1}}$ - длина данного участка канала, м; R_1 — расстояние от оси канала до катушки или противоположного участка канала, м; R_2 — расстояние от оси канала до поверхности канала, м, т. е. $R_2 = b_{\text{к}}/2$.

Внутренняя индуктивность определяется для пространства, занимаемого самим каналом, Гн

$$L_{\text{к.в}} = 0,5l_{\text{к}} \cdot 10^{-7}.$$

Для принятой формы канала (см. рис. 5) внешняя индуктивность его отдельных участков различна (рис. 6). Необходимые параметры различных участков канала для расчета внешней индуктивности представлены в табл. 1.

Общая индуктивность канала, Гн

$$L_{\text{к}} = \sum L_{\text{к.вн}} + L_{\text{к.в}}.$$

14. Индуктивное сопротивление канала, Ом

$$X_1 = 2\pi f L_{\text{к}}.$$

15. Полное сопротивление канала, Ом

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}.$$

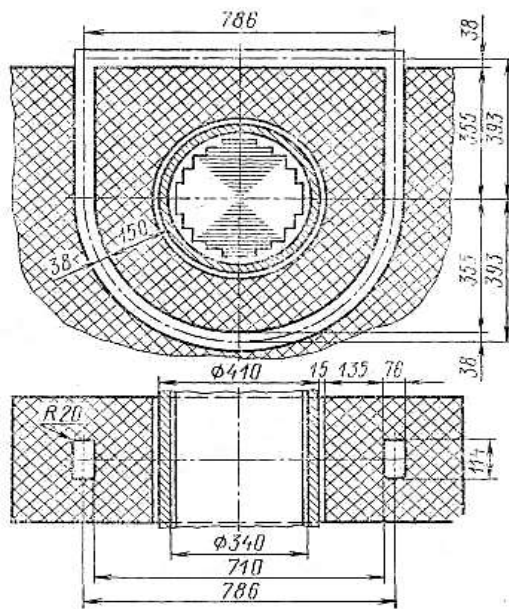


Рис. 5. К расчету размеров индукционной единицы
канальной печи

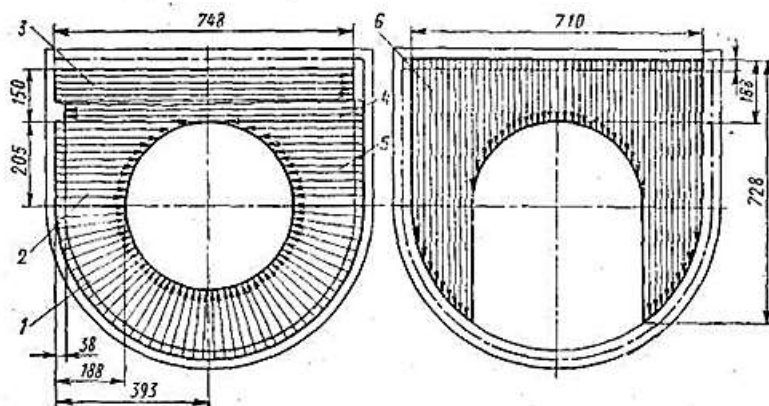


Рис. 6. К расчету индуктивности канала

Таблица 1 – К расчету внешней индуктивности участков канала

Участок канала	Характеристики участка	
	l_{k-1}	R_1
Криволинейный (см. рис. 6, поз. 1)	$\frac{\pi d_{к.ср.}}{2}$	$\frac{d_{к.ср.} - d_{к.вн.}}{2}$
Вертикальные (см. рис. 6, поз. 2 и 5)	$\frac{d_{к.вн.}}{2}$	$\frac{d_{к.ср.} - 0,5 d_{к.вн.}}{2}$
Вертикальные (см. рис. 6, поз. 3 и 4)	$\frac{d_{к.ср.} - b_k - d_{к.вн.}}{2}$	$d_{к.ср.} - \frac{b_k}{2}$
Горизонтальный (см. рис. 6, поз. 6)	$d_{к.ср.}$	$\frac{d_{к.ср.} - d_{к.вн.}}{4} + \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{d_{к.ср.}}{2}\right)^2 - \left(\frac{d_{к.вн.}}{2}\right)^2}$

16. Активное напряжение в канале, В

$$U_{а.к} = \sqrt{P_{а.инд} R}.$$

17. $\cos \phi$ канала

$$\cos \phi = \frac{R}{Z}.$$

18. Полное напряжение в канале, В

$$U_k = \frac{U_{а.к.}}{\cos \phi}.$$

19. Полная мощность индукционной единицы, кВт·А. Пренебрегая потерями в первичной катушке и магнитопроводе

$$P_{инд} = \frac{P_{а.инд}}{\cos \phi}.$$

20. Реактивная мощность индукционной единицы, квар

$$P_{р.инд} = \sqrt{P_{инд}^2 - P_{а.инд}^2}.$$

21. Полная мощность печи, кВт·А

$$P = NP_{инд}.$$

22. Реактивная мощность печи, квар

$$P_p = NP_{р.инд}.$$

23. Число витков первичной катушки

$$W = \frac{U_1}{U_k},$$

где U_1 – напряжение, подаваемое на первичную катушку и зависящее от выбранного типа трансформатора, В.

24. Ток в первичной катушке, А

$$I_1 = \frac{P_{инд}}{U_1}.$$

25. Поперечное сечение витка первичной катушки, мм²

$$S_{\text{вит}} = \frac{I_1}{j_1},$$

где j_1 – допустимая плотность тока в катушке, А/мм².

26. Ширина витка катушки, мм

$$b_{\text{вит}} \geq 1,3 \Delta_{\text{э.кат}},$$

где $\Delta_{\text{э.кат}}$ – глубина проникновения тока в катушку, мм. Для медной катушки принимаем минимальную ширину витка 10 мм.

27. Высота витка катушки, мм

$$h_{\text{вит}} = \frac{S_{\text{вит}}}{b_{\text{вит}}}.$$

28. Длина первичной катушки, мм

$$\ell_{\text{кат}} = \frac{(h_{\text{вит}} + h_{\text{изол}})W}{k_{\text{сл}}},$$

где $h_{\text{изол}}$ – толщина изоляции между витками, мм; $k_{\text{сл}}$ – число слоев витков в катушке.

Для уменьшения длины катушки принимаем навивку в два слоя и толщину изоляции 1,5 мм.

6.1.3. Алгоритм расчета дуговой плавильной печи

1. Мощность трансформатора, кВт·А

$$P = \frac{W_{\text{теор}} \Pi}{\eta \cos \varphi},$$

где $W_{\text{теор}}$ – удельный расход электроэнергии на расплавление, кВт·ч/т (см. табл. В1, прил. В); Π – производительность печи, т/ч; η – КПД печи, равный 0,5–0,7; $\cos \varphi$ – коэффициент мощности печной установки, равный 0,8–0,9.

2. Вторичное напряжение выбирают с учетом мощности трансформатора, габаритных размеров печи, ее емкости и т.д. Для печей небольшой емкости вторичное напряжение 225–300 В, для печей средней емкости – 300–400 В, для печей большой емкости – до 600 В.

3. Сила тока в электроде печи при вторичном напряжении, А

$$I_{2\text{л}} = 10^3 \frac{P}{\sqrt{3}U_{2\text{л}}},$$

где $U_{2\text{л}}$ – линейное напряжение, В.

4. Диаметр электрода при допустимой плотности тока в электроде, м

$$d_{эл} = \sqrt{\frac{4I_{эл}}{\pi j}},$$

где j – допустимая плотность тока в электроде, А/м², $j = (15-25) \cdot 10^4$.

5. Полная высота ванны печи (угол наклона 45°) до порога рабочего окна, м

$$H = AG^{0,25},$$

где A – коэффициент для основных печей, равный 0,31–0,345; G – масса стали в печи, т.

6. Диаметр ванны на уровне порога рабочего окна, м

$$d_1 = 0,89H + \sqrt{\frac{2G}{\rho H} - \frac{H^2}{4}},$$

где ρ – плотность жидкого металла, т/м³ (см. табл. В1, прил. В).

7. Диаметр плавильного пространства на уровне верхнего края откоса, м

$$D_1 = d_1 + 2\Delta H,$$

где $\Delta H = (0,14-0,15)H$ для печей емкостью до 20 т и $(0,12-0,13)H$ для печей большей емкости.

8. Высота плавильного пространства печи, м

$$H_1 = (0,5 - 0,6)D_1.$$

9. Толщина футеровки пода, м

$$s = 0,4\sqrt[6]{G}.$$

10. Диаметр кожуха печи при толщине огнеупорного слоя стены, м

$$D_{кож} = D_1 + 2(s_0 + s_T),$$

где s_0 – толщина огнеупорного слоя стен, м ($s_0 = 0,23$ м для печей емкостью 0,5–1,5 т; $s_0 = 0,3$ м для 3–10 т; $s_0 = (0,35-0,4)$ м для 15,0–40 т); s_T – толщина теплоизоляционного слоя стен, м ($s_T = 0,1$ м для печей емкостью 0,5–1,5 т; $s_T = (0,1-0,15)$ м для 3 – 10 т; $s_T = (0,15-0,2)$ м для 15–40 т).

6.2. Расчет параметров резьбового соединения

Крышка подшипникового узла редуктора крепится к корпусу винтами (рис. 7). Со стороны вала через подшипник на крышку действует осевая сила F_a . Определить требуемый диаметр винтов при условии, что колебания осевой нагрузки незначительны, а затяжку производят динамометрическим ключом до приложения осевой силы к крышке. Материал крышки и корпуса – чугунное литье. Прокладки между крышкой и корпусом жесткие.

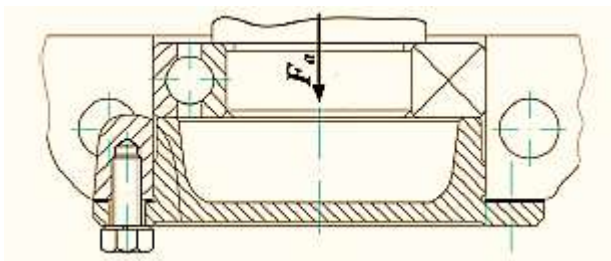


Рис. 7. Эскиз к расчету винтового соединения крышки с корпусом редуктора

Исходные данные представлены в табл. Б2 (см. прил. Б). Расчет выполняется по приведенному ниже алгоритму.

Алгоритм расчета

1. Нагрузка, приходящаяся на один винт, Н

$$F = \frac{F_a}{Z},$$

где F_a – действующая на крышку осевая сила, Н; Z – число винтов.

2. Допускаемое напряжение растяжения, МПа

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_p}{[s]_r},$$

где σ_p – предел текучести материала винта (табл. В3, см. прил. В), МПа; $[s]_r$ – коэффициент запаса прочности; для углеродистых сталей $[s]_r = (1,7 - 2,2)$; для легированных сталей – $[s]_r = (2 - 3)$.

3. Сила затяжки винтов F_0 при установке крышек, обеспечивающая нераскрытие стыка, Н

$$F_0 = K_{\text{зат}} (1 - \chi) F,$$

где $K_{\text{зат}}$ – коэффициент запаса предварительной затяжки (при постоянной нагрузке принимают $K_{\text{зат}} = 1,25 - 2$); χ – коэффициент основной (внешней) нагрузки (для соединений стальных и чугунных деталей без упругих прокладок принимают $\chi = 0,2$).

4. Расчетная сила $F_{\text{расч}}$, Н

При затягивании стержень винта испытывает растяжение и скручивание моментом сил сопротивления трению в резьбе, который после снятия ключа продолжает скручивать стержень винта. Расчет винтов, работающих на совместное действие растяжения и кручения, ведут только на растяжение по увеличенной в 1,3 раза силе. Поэтому с

учетом скручивания винта при затяжке

$$F_{расч} = 1,3F_0 + \chi F.$$

5. Из условия прочности на растяжение по эквивалентному напряжению $\sigma_{эkv}$, учитывающему действие растяжения и кручения, определяют значение расчетного диаметра d_p резьбы винта

$$\sigma_{эkv} = \frac{4F_{расч}}{\pi d_p^2} \leq [\sigma]_p.$$

В инженерных расчетах принимают $d_p \approx d_1$, где d_1 – внутренний диаметр метрической резьбы по ГОСТ 24705-2004. Тогда

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4F_{расч}}{\pi [\sigma]_p}}.$$

6. Далее по рассчитанному значению d_1 из таблицы метрических резьб (табл. В4, см. прил. В) находят винт с ближайшим большим стандартным диаметром d_1 и приводят его условное обозначение.

7. Глубину завинчивания винта в чугунный корпус принять равной $2d$, где d – номинальный диаметр резьбы (наружный диаметр винта).

6.3 Расчет параметров локальной вибрации

Даны значения виброскорости в октавных полосах частот, измеренные на рукоятки пневматического молотка. Определить уровни скорости вибрации в децибелах для каждой октавной полосы. Сравнить полученные значения с нормативными. Вычислить эффективность вибродемпфирующего покрытия. Исходные данные представлены в таб. Б3 (см. прил. Б). расчет выполняется по приведенному ниже алгоритму.

Алгоритм расчета

1. Уровень виброскорости для каждой октавной полосы N_v , дБ

$$N_v = 20 \lg \frac{v}{v_0},$$

где v – значение виброскорости для каждой октавной полосы частот, $мс^{-1}$; v_0 – нулевой порог, $v_0 = 5 \cdot 10^{-8} мс^{-1}$.

2. По табл. В.5 (см. прил. В) определить превышения уровней виброскорости над нормативными значениями.

3. Снижение уровня виброскорости на рукоятке пневмомолотка при покрытии ее вибродемпфирующим материалом ΔN , дБ

$$\Delta N = 20 \lg \frac{\eta_{\Sigma} + \eta_{\text{л}}}{\eta_{\text{л}}},$$

где $\eta_{\text{л}}$ – коэффициент потерь вибрирующей поверхности до нанесения вибропоглощающего покрытия (для стали $\eta_{\text{л}} = 0,01$); η_{Σ} – то же, при наличии вибропоглощающего покрытия.

4. Уровень скорости вибрации при наличии вибродемпфирующего покрытия $N_{\text{в}}$, дБ

$$N_{\text{в}} = N_{\text{в}} - \Delta N.$$

5. Результаты расчетов представить в виде графика, отложив по оси абсцисс среднегеометрические частоты октавных полос, по оси ординат – уровни колебательной скорости, и вынести в табл. 2.

Таблица 2 – Расчет параметров локальной вибрации

Величина	Октавные полосы частот, Гц							
	16	32	63	125	250	500	1000	2000
v , мс^{-1}								
$N_{\text{в}}$, дБ								
$N_{\text{в доп}}$, дБ								
$N_{\text{в}} - N_{\text{в доп}}$, дБ								
ΔN								
$N_{\text{в}}$, дБ								

6.4. Расчет защитного ограждения металлообрабатывающего станка

Рассчитать ударную нагрузку на защитное ограждение станка при разрыве шлифовального круга. Подобрать толщину стенки ограждения в зависимости от расчетной ударной нагрузки. Варианты задания на расчет представлены в табл. Б4 (см. прил. Б). Расчет выполняется по представленному ниже алгоритму.

Алгоритм расчета

1. При разрыве абразивного круга на две части ударная нагрузка на ограждение $P_{\text{уд}}$, Н, составляет

$$P_{\text{уд}} = \frac{mv^2}{2R_0},$$

где m – масса шлифовального круга, кг; v – окружная скорость шлифовального круга, м/с; R_0 – радиус центра тяжести половины шлифовального круга, м.

2. Радиус центра тяжести половины шлифовального круга определяется по формуле

$$R_0 = \frac{4}{3\pi} \cdot \frac{\left(\frac{D}{2}\right)^3 - \left(\frac{d}{2}\right)^3}{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2},$$

где D – внешний диаметр шлифовального круга, м; d – диаметр центрального отверстия шлифовального круга, м.

3. Толщина стенки ограждения подбирается по табл. В6 (см. прил. В)

6.5. Расчет общеобменной вентиляции в металлообрабатывающих цехах

Определить количество воздуха, подаваемого в производственное помещение в единицу времени, исходя из гигиенических норм, выбрать вентилятор и электродвигатель. Варианты маршрута обработки детали приведены в табл. Б5 – Б13 (см. прил. Б). Расчет выполняется по следующему алгоритму.

Алгоритм расчета

В результате технологического процесса обработки деталей на металлорежущих станках отсутствуют источники явной теплоты, поэтому подача необходимого объема воздуха в единицу времени на участок механического цеха рассчитывается по массе выбросов загрязняющих веществ. Процесс резания различных материалов сопровождается выбросом пыли, которая является веществом 4-го класса опасности, ПДК_{рз} = 6 мг/м³. В воздухе, подаваемом на участок, пыль отсутствует.

1. Масса выбросов пыли, мг/ч, в результате воздействия режущего инструмента на обрабатываемый материал, определяется из выражения

$$M = \frac{10^3 N \sum_{i=1}^n (q_i \cdot T_{oi})}{t_{\text{сум}} \cdot t_{\text{ч}}},$$

где N – годовая производственная программа, шт./год; q_i – удельный выброс пыли при механической обработке материала, г/с (выбирается по табл. В7 и В8, см. прил. В); T_{oi} – машинное время (время, необходимое на выполнение одной операции, выбирается из приложения к маршруту обработки детали), с/шт.; n – число операций механической обработки детали ($i = 1, 2 \dots n$); $t_{\text{сум}}$ – фонд рабочего времени (число рабочих дней в году), $t_{\text{он}} = 255$ сут; $t_{\text{ч}}$ – число часов работы оборудования в сутки, ч (в зависимости от технологического процесса принимается 8, 10 или 16 ч).

2. Количество воздуха, м³/ч, подаваемого в производственное помещение для обеспечения требуемых гигиенических условий воздушной среды

$$L = \frac{M}{C_{yx} - C_n},$$

где M – масса загрязняющего вещества, поступающего в воздух производственного помещения в результате осуществления технологического процесса на металлорежущих станках, мг/ч; C_{yx} – концентрация вредного вещества в воздухе, удаляемом из помещения за пределы рабочей зоны (принимается равной величине ПДК_{р.з.} удаляемого вещества), мг/м³; C_n – концентрация вредного вещества в приточном воздухе, мг/м³ (как правило, при отсутствии экспериментальных данных принимается $C_n = 0$).

3. В зависимости от величины рассчитанного количества приточного воздуха выбирается тип вентилятора и электродвигатель. Процедура выбора происходит следующим образом.

На рис. В1 (см. прил. В) откладывается значение (приблизительное) рассчитанного необходимого количества воздуха для проветривания помещения (подача, тыс. м³/ч). Далее из этой точки восстанавливается перпендикуляр. В области его пересечения с горизонталью, соответствующей полному давлению в 1 кПа (в связи с отсутствием данных о сопротивлении воздуха в трубопроводе, принимаем полное давление в системе 1 кПа), выбирается ближайшая кривая с указанием марки вентилятора. Наклонные (вправо) кривые отображают КПД вентилятора. Из табл. В9 (см. прил. В) по типу вентилятора подбираем частоту вращения вентилятора, тип электродвигателя, его мощность и частоту вращения вала. Данные заносятся в табл. 3.

**Таблица 3 – Технические характеристики вентилятора
электродвигателя**

Модель	Тип	Частота вращения вентилятора, мин ⁻¹	Тип двигателя	Мощность эл. двигателя кВт	Частота вращения двигателя, мин ⁻¹

Несоответствие частот вращения вентилятора и электродвигателя устраняется подбором диаметра шкива ременной передачи.

4. Для экологической защиты окружающей среды удаляемый из производственных помещений и непосредственно от оборудования воздух должен быть очищен от вредных включений перед выбросом в открытую атмосферу. Исходя из годовой производственной

программы, отходящая от металлообрабатывающих станков масса пыли в единицу времени, т/год, определится как

$$M_{\varepsilon} = 10^{-6} N \sum_{i=1}^n q_i \cdot T_o$$

5. Масса пыли, попадающая в атмосферу с учетом очистки в циклонах, т/год

$$M_{\eta} = (1 - \eta) M_{\varepsilon},$$

где η – КПД циклона, рекомендовано принимать $\eta = 0,9$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Безопасность отрасли в техносфере: метод. указания к практическим занятиям по дисциплине «Безопасность отрасли в техносфере». В 4 ч. / Под общ. ред. проф. В.Л. Гапонова. — Ростов н/Д.: ДГТУ, 2014.
2. Куклин, Н.Г. Детали машин: учебник / Н.Г. Куклин, [и др.] – 8-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. школа, 2008. - 406 с.
3. Детали машин и основы конструирования: метод. указания к выполнению расчетно-графических работ / Л.И. Маркус, [и др.]. – М.: МГУПБ, 2011. – 79 с.
4. Промышленная санитария: нормативно-справочные материалы и метод. указания к выполнению курсовой работы студентами 4-го курса специальности 280101 – «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»/ Сост. В.Н. Ярыгин, О.А. Иванченкова.- Брянск: БГТА, 2007. - 44 с.
5. Средства защиты в машиностроении. Расчет и проектирование: справочник / Под общ. ред. проф. С.В. Белова. – М.: Машиностроение, 2009. – 368 с.

СОСТАВИТЕЛИ:
БАДАЛЯН Липарит Хачатурович
ОВЧАРЕНКО Алла Михайловна

Методические указания
к контрольной работе по дисциплине
«Безопасность отрасли в техносфере»
для обучающихся заочной формы обучения
по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность
7-й семестр

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Безопасность технологических процессов и производств»

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА
по дисциплине «Безопасность отрасли в техносфере»

Студента _____ курса группы _____

(фамилия, имя, отчество)

(подпись)

Проверил

(должность, фамилия, имя, отчество)

(подпись)

Ростов-на-Дону
2018

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б1 – Исходные данные к расчету литейной печи

№ вар.	Тип печи	Назначение	Емкость, т	Производительность, т/ч	Время загрузки, ч	Время выгрузки, ч	Вид охлаждения	Температура металла, подаваемого в печь, °С	Температура плавки или перегрева, °С
1	ТП	Пл Cu	-	0,5	0,2	0,2	-	-	-
2	КП	П ЖЧ	-	70	-	-	ВП	1350	200
3	ДП	Пл ст	5	5	-	-	-	-	-
4	ТП	Пл ст	-	3	2,0	0,2	-	-	-
5	КП	Пл Zn	-	45	-	-	В	420	50
6	ДП	Пл ст	7	10	-	-	-	-	-
7	ТП	Пл Ч	-	9	3,5	1,5	-	-	-
8	КП	Пл Al	-	60	-	-	В	680	30
9	ДП	Пл ст	12	17,5	-	-	-	-	-
10	ТП	Пл Al	-	14	4,0	1,5	-	-	-
11	КП	П ЖЧ	-	65	-	-	В	1400	150
12	ДП	Пл ст	15	20	-	-	-	-	-
13	ТП	Пл ст	-	18	4,5	1,8	-	-	-
14	КП	Пл Zn	-	40	-	-	ВП	440	30
15	ДП	Пл ст	10	5	-	-	-	-	-
16	ТП	Пл Cu	-	20	4,6	2,0	-	-	-
17	КП	Пл Al	-	40	-	-	ВП	30	Тпл
18	ДП	Пл ст	5	10	-	-	-	-	-
19	ТП	Пл бр	-	0,5	2,0	1,5	-	-	-
20	КП	Пл Cu	-	60	-	-	В	30	Тпл
21	ДП	Пл ст	7	15	-	-	-	-	-
22	ТП	Пл Cu	-	3	3,5	1,5	-	-	-
23	КП	П ЖЧ	-	55	-	-	В	1400	150
24	ДП	Пл ст	20	17,5	-	-	-	-	-
25	ТП	Пл Al	-	5	3	1,8	-	-	-

Примечания: 1. ТП – тигельная печь; КП – индукционная канальная печь; ДП – дуговая печь; Вп – воздушное принудительное охлаждение; В – водяное охлаждение; П – перегрев; Пл – плавка; ЖЧ – жидкий чугун; Ч – чугун, ст – сталь; бр – бронза; Тпл – температура плавления.
2. Напряжение питающей сети: для ТП – 10 кВ, для КП – 6 кВ; частота питающей сети 50 Гц; cosφ для Zn и Cu брать такими же как для Al.

Таблица Б2 – Исходные данные к расчету резьбового соединения

№ вар.	Число винтов z	Fa , кН	Класс прочности винтов	Материал винтов
1	4	14	3.6	Ст3кп
2	6	55	8.8	Ст35
3	4	18	4.8	Ст10кп
4	4	10	6.6	Ст45
5	6	60	6.8	Ст20
6	4	8	4.6	Ст20кп
7	4	12	3.6	Ст3сп
8	4	12	4.8	Ст10
9	4	17	4.6	Ст20
10	6	48	4.8	Ст10кп
11	4	14	6.6	Ст35
12	6	50	10.9	Ст40Х
13	4	10	6.8	Ст20
14	4	17,5	4.6	Ст30
15	4	10	5.8	Ст10
16	4	18	4.6	Ст20
17	4	16	5.6	Ст30
18	4	8	4.6	Ст20
19	4	18,5	4.8	Ст10
20	4	15	3.6	Ст3кп
21	6	50	8.8	Ст35
22	4	17	4.8	Ст10
23	4	10	6.6	Ст45
24	6	55	6.8	Ст20
25	4	10	4.6	Ст20

Таблица Б3 – Исходные данные к расчету параметров локальной вибрации

№ вар.	Скорость вибрации, мс^{-1} в октавных полосах частот, Гц								η_{Σ}
	16	32	63	125	250	500	1000	2000	
1	$7 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$	$25 \cdot 10^{-3}$	$80 \cdot 10^{-3}$	$30 \cdot 10^{-3}$	$18 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-3}$	$12 \cdot 10^{-3}$	0,020
2	$9 \cdot 10^{-3}$	$30 \cdot 10^{-3}$	$50 \cdot 10^{-3}$	$40 \cdot 10^{-3}$	$35 \cdot 10^{-3}$	$25 \cdot 10^{-3}$	$12 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	0,030
3	10^{-2}	$15 \cdot 10^{-3}$	$20 \cdot 10^{-3}$	$45 \cdot 10^{-3}$	$40 \cdot 10^{-3}$	$35 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	0,040
4	$13 \cdot 10^{-3}$	$20 \cdot 10^{-3}$	$40 \cdot 10^{-3}$	$50 \cdot 10^{-3}$	$35 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-3}$	10^{-3}	$45 \cdot 10^{-3}$	0,050
5	$12 \cdot 10^{-3}$	$18 \cdot 10^{-3}$	$45 \cdot 10^{-3}$	$50 \cdot 10^{-3}$	$80 \cdot 10^{-3}$	$412 \cdot 10^{-3}$	$14 \cdot 10^{-3}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$	0,060
6	$5 \cdot 10^{-3}$	10^{-2}	$50 \cdot 10^{-3}$	$40 \cdot 10^{-3}$	$42 \cdot 10^{-3}$	$20 \cdot 10^{-3}$	$13 \cdot 10^{-3}$	$3,5 \cdot 10^{-3}$	0,015
7	$3 \cdot 10^{-3}$	$12 \cdot 10^{-3}$	$40 \cdot 10^{-3}$	$90 \cdot 10^{-3}$	$45 \cdot 10^{-3}$	$13 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$	$3,8 \cdot 10^{-3}$	0,025
8	$4 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$12 \cdot 10^{-3}$	$38 \cdot 10^{-3}$	$48 \cdot 10^{-3}$	$35 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-3}$	10^{-3}	0,035
9	$15 \cdot 10^{-3}$	$20 \cdot 10^{-3}$	$50 \cdot 10^{-3}$	$50 \cdot 10^{-3}$	$28 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$0,8 \cdot 10^{-3}$	0,045
10	$17 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$170 \cdot 10^{-3}$	$35 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-3}$	$6 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	0,055
11	$12 \cdot 10^{-3}$	$19 \cdot 10^{-3}$	$21 \cdot 10^{-3}$	$85 \cdot 10^{-3}$	$50 \cdot 10^{-3}$	$38 \cdot 10^{-3}$	10^{-3}	$24 \cdot 10^{-3}$	0,020
12	$15 \cdot 10^{-3}$	$29 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-3}$	$40 \cdot 10^{-3}$	$20 \cdot 10^{-3}$	$29 \cdot 10^{-3}$	$7 \cdot 10^{-3}$	$13 \cdot 10^{-3}$	0,020
13	$17 \cdot 10^{-3}$	$10 \cdot 10^{-3}$	$30 \cdot 10^{-3}$	$80 \cdot 10^{-3}$	$45 \cdot 10^{-3}$	$18 \cdot 10^{-3}$	$16 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	0,030
14	$22 \cdot 10^{-3}$	$35 \cdot 10^{-3}$	$50 \cdot 10^{-3}$	$55 \cdot 10^{-3}$	$49 \cdot 10^{-3}$	$25 \cdot 10^{-3}$	$14 \cdot 10^{-3}$	$12 \cdot 10^{-3}$	0,040
15	$21 \cdot 10^{-3}$	$12 \cdot 10^{-3}$	$45 \cdot 10^{-3}$	$40 \cdot 10^{-3}$	$18 \cdot 10^{-3}$	10^{-2}	10^{-3}	$46 \cdot 10^{-3}$	0,050
16	$20 \cdot 10^{-3}$	$28 \cdot 10^{-3}$	$40 \cdot 10^{-3}$	$64 \cdot 10^{-3}$	$70 \cdot 10^{-3}$	$370 \cdot 10^{-3}$	$19 \cdot 10^{-3}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$	0,060
17	$35 \cdot 10^{-3}$	10^{-2}	$30 \cdot 10^{-3}$	$30 \cdot 10^{-3}$	$32 \cdot 10^{-3}$	$28 \cdot 10^{-3}$	$23 \cdot 10^{-3}$	$4,5 \cdot 10^{-3}$	0,015
18	$23 \cdot 10^{-3}$	$14 \cdot 10^{-3}$	$50 \cdot 10^{-3}$	$82 \cdot 10^{-3}$	$38 \cdot 10^{-3}$	$42 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-3}$	0,025
19	$14 \cdot 10^{-3}$	$23 \cdot 10^{-3}$	$65 \cdot 10^{-3}$	$39 \cdot 10^{-3}$	$45 \cdot 10^{-3}$	$14 \cdot 10^{-3}$	$13 \cdot 10^{-3}$	10^{-3}	0,035
20	$17 \cdot 10^{-3}$	$8 \cdot 10^{-3}$	$12 \cdot 10^{-3}$	$55 \cdot 10^{-3}$	$32 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$0,75 \cdot 10^{-3}$	0,045
21	$19 \cdot 10^{-3}$	$14 \cdot 10^{-3}$	$150 \cdot 10^{-3}$	$30 \cdot 10^{-3}$	$25 \cdot 10^{-3}$	$12 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$0,5 \cdot 10^{-3}$	0,055
22	$16 \cdot 10^{-3}$	$39 \cdot 10^{-3}$	$28 \cdot 10^{-3}$	$80 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$	10^{-2}	$28 \cdot 10^{-3}$	0,020
23	$27 \cdot 10^{-3}$	$19 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-3}$	$75 \cdot 10^{-3}$	$50 \cdot 10^{-3}$	$38 \cdot 10^{-3}$	$25 \cdot 10^{-3}$	$32 \cdot 10^{-3}$	0,020
24	$11 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	$54 \cdot 10^{-3}$	$35 \cdot 10^{-3}$	$64 \cdot 10^{-3}$	$45 \cdot 10^{-3}$	$13 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-3}$	0,030
25	10^{-2}	$25 \cdot 10^{-3}$	$19 \cdot 10^{-3}$	$40 \cdot 10^{-3}$	$42 \cdot 10^{-3}$	$15 \cdot 10^{-3}$	$9 \cdot 10^{-3}$	$2,5 \cdot 10^{-3}$	0,040

**Таблица Б4 – Исходные данные к расчету защитного ограждения
металлообрабатывающего станка**

№ вар.	Параметры шлифовального круга			
	Внешний диаметр D , м	Внутренний диаметр d , м	Масса m , кг	Окружная скорость v , м/с
1	0,1	0,016	0,01	22
2	0,115	0,016	0,016	30
3	0,125	0,016	0,005	33
4	0,15	0,02	0,04	38
5	0,18	0,032	0,06	48
6	0,2	0,032	0,09	61
7	0,23	0,032	0,04	78
8	0,25	0,032	0,06	98
9	0,3	0,0508	0,005	20
10	0,32	0,0508	0,016	27
11	0,1	0,02	0,02	30
12	0,115	0,02	0,03	35
13	0,125	0,02	0,01	22
14	0,15	0,02	0,016	30
15	0,18	0,0508	0,005	33
16	0,2	0,0508	0,04	38
17	0,23	0,0762	0,06	48
18	0,25	0,0762	0,09	61
19	0,3	0,0762	0,04	78
20	0,32	0,0762	0,06	98
21	0,1	0,032	0,005	20
22	0,115	0,032	0,016	27
23	0,125	0,032	0,02	30
24	0,15	0,032	0,03	35
25	0,18	0,032	0,006	44

**Таблица Б5 – Исходные данные к расчету общеобменной
вентиляции в металлообрабатывающем цехе**

№ вар.	Деталь	Маршрут обработки детали	Материал	Годовая программа, шт/год
1	2	3	4	5
1	Вал	Табл. Б6	Сталь ХН62МВКЮ	12000
2			Сталь ХН62МВКЮ	10500
3			Сталь ХН62МВКЮ	11200
4			Сталь ХН62МВКЮ	8000
5	Стопор	Табл. Б7	Чугун АЧВ	8700
6			Чугун АЧВ	9500
7			Чугун АЧВ	10300
8	Фланец	Табл. Б8	Карболит ЖСП	10400
9			Карболит ЖСП	9800
10			Карболит ЖСП	11700

Продолжение табл. Б5

1	2	3	4	5
11	Планка	Табл. Б9	Латунь ЛАЖМц 66-6-3-2	11000
12			Латунь ЛАЖМц 66-6-3-2	9000
13			Латунь ЛАЖМц 66-6-3-2	8900
14	Кронштейн	Табл. Б10	Сталь 40Х	8400
15			Сталь 40Х	10600
16			Сталь 40Х	11200
17	Зубчатое колесо	Табл. Б11	Бронза БрАЖ9-4	11900
18			Бронза БрАЖ9-4	12000
19			Бронза БрАЖ9-4	11750
20	Вал	Табл. Б12	Алюминиевый сплав АЛ9	9400
21			Алюминиевый сплав АЛ9	8350
22			Алюминиевый сплав АЛ9	9200
23	Шлицевой вал	Табл. Б13	Сталь 20ХН2МА	11100
24			Сталь 20ХН2МА	10600
25			Сталь 20ХН2МА	8550
26			Сталь 20ХН2МА	11950

Таблица Б6 – Маршрут обработки вала

Операция	Содержание или наименование операции	Станок, оборудование	Машинное время по вариантам, мин			
			1	2	3	4
005	Подрезать и центровать торец, выдерживая размер 121, точить шейку под резьбу М Е×Л-8g, шейку ØЖ ₆ под шлифование, ØА, ØБ ₆ под шлифование, проточить три канавки $b=3$; точить фаски	Токарный автомат 1Б240-6К	0,94	0,86	0,75	0,68
010	Подрезать второй торец, выдерживая размер 120 ^{0,2} , центровать торец и точить фаску	Токарный 16Т20П	1,2	1,1	0,98	0,92
015	Фрезеровать шпоночный паз $b = К$, выдерживая размер И окончательно	Шпоночно-фрезерный 6930	1,65	1,58	1,39	1,24
025	Накатать резьбу М Е×Л-8g	Резьбонакатный А9518	0,34	0,32	0,34	0,31
030	Шлифовать шейку ØБ ₆ с подшлифовкой торца ØА/ØБ ₆ , выдерживая размер 25	Круглошлифовальный 3У10В	1,12	1,06	1,24	1,14
035	Шлифовать шейку ØЖ ₆ с подшлифовкой торца ØА/ØЖ ₆ , выдерживая размер 30 окончательно	Круглошлифовальный 3У10В	1,1	1,06	1,15	1,12
040	Промыть деталь	Моечная машина	-	-	-	-
045	Навесить бирку с обозначением детали на тару	—	-	-	-	-
050	Технический контроль	Плита по ГОСТ 10905-86	-	-	-	-
055	Нанесение антикоррозионного покрытия	—	-	-	-	-

Таблица Б7 – Маршрут обработки стопора

Операция	Содержание или наименование операции	Станок, оборудование	Машинное время по вариантам, мин		
			5	6	7
005	Точить шейки $\varnothing A_{j,7}$ под шлифование, шейку $\varnothing B$, канавку $b=3$, фаску, отрезать деталь, выдерживая размер 90	Токарный автомат 1E140П	0,45	0,54	0,58
010	Подрезать второй торец, выдерживая размер 55, точить фаску	Токарный 16Т02П	0,44	0,48	0,53
015	Фрезеровать две лыски, выдерживая размер E	Вертикально-фрезерный 6Т10	1,1	1,12	1,16
020	Зачистить заусенцы	Вибрационная машина ВМПВ-100	0,12	0,16	0,18
025	Сверлить отверстие $\varnothing Г$ окончательно	Вертикально-сверлильный 2Н125-1	0,38	0,44	0,52
030	Притупить острые кромки	Вибрационная машина ВМПВ-100	0,12	0,16	0,18
035	Шлифовать шейку $\varnothing A_{j,7}$ окончательно	Бесцентрово-шлифовальный 3М182	0,68	0,72	0,78
040	Промыть деталь	Машина моечная	-	-	-
045	Навесить бирку с обозначением	—	-	-	-
050	Технический контроль	Плита	-	-	-
055	Нанесение антикоррозионного покрытия	—	-	-	-

Таблица Б8 – Маршрут обработки фланца

Операция	Содержание или наименование операции	Станок, оборудование	Машинное время по вариантам, мин		
			11	12	13
005	Подрезать торец $\varnothing B_{j,7}$ и $\varnothing Б/\varnothing Ж_{j,7}$ окончательно, точить поверхность $\varnothing B_{j,7}$ под шлифование, проточить канавку $B = 3$ и фаски	Токарный патронный полуавтомат КТ141	1,15	1,06	0,98
010	Подрезать торец $\varnothing Ж$ и точить поверхность $\varnothing Ж$ (технологически)	Токарный патронный полуавтомат КТ141	0,68	0,62	0,58
015	Сверлить и зенковать три отверстия $\varnothing 9/\varnothing 14$, фрезеровать две лыски в размер K и $И$	Многоцелевой сверлильно-фрезерный 21105Н7Ф4	1,54	1,46	1,38
020	Опиливать острые кромки	Верстак механизированный	0,24	0,2	0,18
025	Шлифовать поверхность $\varnothing B_{j,7}$ с подшлифовкой торца $\varnothing Ж_{j,7}$ окончательно	Универсально-шлифовальный 3У131ВМ	0,76	0,72	0,68
030	Промыть деталь	Моечная машина	-	-	-
035	Технический контроль	—	-	-	-
040	Нанесение антикоррозионного покрытия	—	-	-	-

Таблица Б9 – Маршрут обработки планки

Операция	Содержание или наименование операции	Станок, оборудование	Машинное время, по вариантам, мин		
			8	9	10
005	Навесить бирку с номером детали на тару		-	-	-
010	Фрезеровать две широкие поверхности в размер 32,3 под шлифование и две поверхности в размер 100 окончательно	Вертикально-фрезерный мод.6Т12	1,12	0,98	1,24
015	Фрезеровать два торца в размер и окончательно	Горизонтально-фрезерный 6Т82Г	0,65	0,65	0,65
020	Зачистить заусенцы после фрезерования	Машина для снятия заусенцев	0,12	0,1	0,16
025	Шлифовать две широкие поверхности в размер 32 окончательно	Плоскошлифовальный ЗП722ДВ	1,24	0,16	1,35
030	Зачистить заусенцы и притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	0,12	0,1	0,16
035	Фрезеровать два пластика в размер 35×40×32 окончательно. Сверлить, расточить и развернуть одно отверстие ØАН9 окончательно, фрезеровать паз Б и $h = 8_{+0,5}$ окончательно	Расточно-сверлильно-фрезерный с ЧПУ мод.2254ВМФ4	2,15	2,05	2,28
040	Зачистить заусенцы	Машина для снятия заусенцев	0,12	0,1	0,16
045	Промыть деталь	Моечная машина	-	-	-
050	Технический контроль		-	-	-
055	Химическое оксидирование		-	-	-
060	Нанесение антикоррозионного. покрытия		-	-	-

Таблица Б10 – Маршрут обработки кронштейна

Операция	Содержание или наименование операции	Станок, оборудование	Машинное время по вариантам, мин		
			14	15	16
005	Навесить бирку с номером детали на тару				
010	В первой позиции: фрезеровать плоскость прилегания в размеры Е и 80 окончательно. Сверлить четыре отверстия Ø11. Сверлить и развернуть два отверстия Ø8 до Ø8Н7 технологически. Во второй позиции: фрезеровать уступ в размере И и К окончательно. Зенковать два отверстия до Ø20 окончательно. В третьей позиции: расточить отверстие ØАН7, выточку ØБ с пропиловкой торца ØАН7/ØБ окончательно	Расточно-сверлильно-фрезерный с ЧПУ и инструментальным магазином 2254ВМФ4	4,52	4,48	4,32
015	Зенковать фаску 1×45° в отверстиях ØАН7	Вертикально-сверлильный 2Н135-1	0,1	0,12	0,14
020	Протянуть паз b=ГН9 окончательно	Горизонтально-протяжной 7512	0,24	0,28	0,28
025	Притупить острые кромки	Машина для снятия заусенцев	0,1	0,12	0,14
030	Промыть деталь	Моечная машина	-	-	-
035	Технический контроль		-	-	-
040	Нанесение антикоррозионного покрытия		-	-	-

Таблица Б11 – Маршрут обработки зубчатого колеса

Операция	Содержание или наименование операции	Станок, оборудование	Машинное время, по вариантам, мин		
			17	18	19
005	Подрезать торцы $\varnothing Ah11/\varnothing E$ и $\varnothing B2/\varnothing BH7$ предварительно. Обточить наружную поверхность $\varnothing E$ предварительно. Обработать отверстие $\varnothing BH7$ до $\varnothing B-2$. Обточить и расточить фаски	Токарный с ЧПУ КТ141	2,12	2,24	2,38
010	Подрезать торец $\varnothing Ah11/\varnothing BH7$ предварительно. Обточить наружную поверхность $\varnothing Ah11$ предварительно. Обточить и расточить фаски и выточку $\varnothing Г$	То же	1,65	1,72	1,82
015	Протянуть шпоночный паз	Протажной 7512	0,35	0,35	0,35
020	Подрезать торец $\varnothing A h11/\varnothing E$ окончательно, 62 окончательно и торцы $\varnothing E/\varnothing BH7$ и $\varnothing Ah11/\varnothing BH7$ под шлифование. Обточить наружную поверхность $\varnothing E$ окончательно и поверхность $\varnothing Ah11$ под шлифование. Проточить паз $= 10H11$ под шлифование. Обточить фаски	Токарный с ЧПУ КТ141	3,1	3,24	3,36
025	Технический контроль	—	-	-	-
030	Фрезеровать 44 зуба ($m = 2,5$) под шлифование (по две детали)	Зубофрезерный 53A20B	3,68	4,12	4,35
035	Закруглить 44 зуба ($m = 2,5$) окончательно	Зубозакругловочный полуавтомат 5E580	1,12	1,24	1,28
040	Зачистить заусенцы на торцах зубьев	Одношпиндельный полуавтомат для снятия фасок 5B525	0,2	0,24	0,26
045	Термическая обработка	—	-	-	-
050	Шлифовать наружную поверхность $\varnothing E h11$ и торец $\varnothing E h11/\varnothing BH7$ окончательно	Круглошлифовальный 3Т161Д	0,68	0,72	0,76
055	Шлифовать отверстие $\varnothing BH7$ и торец $\varnothing E/\varnothing BH7$ окончательно	Внутришлифовальный 3A227AF2	1,46	1,48	1,52
060	Шлифовать торец $B = 10H11$ окончательно	Круглошлифовальный ЗУШВМ	0,58	0,62	0,68
065	Шлифовать боковые стороны зубьев окончательно	Специальный	2,22	2,26	2,38
070	Шлифовать 44 зуба ($m = 2,5$) окончательно	Зубошлифовальный 5B833	3,45	3,52	3,62
075	Промывать деталь	Моечная машина	-	-	-
080	Технический контроль	—	-	-	-

Таблица Б12 – Маршрут обработки вала

Опера-ция	Содержание или наименование операции	Станок, оборудование	Машинное время по вариантам, мин		
			20	21	22
005	Рубить прутки D_3 , выдерживая размер 3000	Пресс К9534	-	-	-
010	Править прутки	Пресс И5529	-	-	-
015	Заправить концы прутка фасками под угол 20°	Токарный ХС-151	-	-	-
020	Подрезать и центровать торец, точить шейку под накатывание резьбы МК - 8g, точить шейки $D_{1j,6}$ до $(D_1+1,2)h_{12}$ и D_{2u8} до $(D_2+1,2)h_{12}$, канавки $b=3$ и $b=6$; точить $(D_1+1,2)h_{12}$ до $(D_1+0,4)h_9$ и $(D_2+1,2)h_{12}$ до $(D_2+0,4)h_9$; фаски, отрезать деталь, выдерживая размер L	Автомат токарный 1Е140П	0,82	0,88	0,95
025	Подрезать второй торец, выдерживая размер $8,3_{-0,1}$, точить фаску и центровать торец	Токарный 16Т02П	0,64	0,72	0,81
030	Фрезеровать две лыски, выдерживая размер $E_{-0,28}$ окончательно	Горизонтально-фрезерный 6Р80Ш	0,75	0,86	0,94
035	Зачистить заусенцы	Вибрационная машина ВМПВ-100	0,12	0,14	0,18
040	Накатать резьбу МК-8g окончательно	Резьбонакатный А9518	0,34	0,34	0,34
045	Термическая обработка	—	-	-	-
050	Шлифовать поверхность $D_{1j,6}$ окончательно	Круглошлифовальный 3У10В	0,44	0,44	0,44
055	Шлифовать поверхность D_{2u8} с подшлифовкой торца $L/Du8$, выдерживая размер 20Н9 окончательно	Круглошлифовальный 3У10В	0,44	0,46	0,48
060	Промыть деталь	Моечная машина	-	-	-
065	Навесить бирку с обозначением детали на тару	—	-	-	-
070	Технический контроль	Плита	-	-	-
075	Нанесение покрытия	—	-	-	-

Таблица Б13 – Маршрут обработки шлицевого вала

Операция	Содержание или наименование операции	Станок, оборудование	Машинное время, по вариантам, мин			
			23	24	25	26
005	Отрезать заготовку	Фрезерно-отрезной	0,36	0,42	0,46	0,38
010	Термическая обработка	—	-	-	-	-
015	Фрезеровать торцы в размер $L \pm 0,2$ и центровать с двух сторон одновременно	Фрезерно-центровальный 2Г942	0,46	0,54	0,62	0,58
020	Точить: шейки $\varnothing 80g6$ до $\varnothing h12$; D_1h7 до $(D_1+2)h12$ и фаски	Токарный 16K20ФЗ	3,26	3,45	3,58	3,32
025	Точить: шейки D_3k6 до $(D_3+2)h12$; D_2h7 до $(D_2+2)h12$ и фаски Точить: шейки 105f8 до $\varnothing 107h12$; 107h12 до $\varnothing 105,5h9$, фаски, точить $(D_3+2)h12$ до $(D_3+0,5)h9$; $(D_2+2)h12$ до $(D_2+0,5)h9$; проточить две канавки $B = 5$	Токарный 16K20ФЗ	4,26	4,48	4,67	4,35
030	Точить: шейки $\varnothing 82h12$ до $\varnothing 80,5h9$; $(D_1+2)h12$ до $(D_1+0,5)h9$; фаски, канавки $B = 5$	Токарный 16K20ФЗ	2,35	2,42	2,58	2,40
035	Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры 55 60, 22js9, 9H12	Шпоночно-фрезерный 6930	1,15	1,15	1,15	1,15
040	Обработать два резьбовых отверстия M10 на глубину 10	Радиально-сверлильный 2А554	0,64	0,64	0,64	0,64
045	Фрезеровать шесть шлицев в размер $20j_s$, до $\varnothing 87,8$	Шлицефрезерный и горизонтальный полуавтомат 5А352ПФ2	1,48	1,48	1,48	1,48
050	Фрезеровать шесть шлицев в размер $20j_s$, до $\varnothing 67,8$	То же	1,65	1,65	1,65	1,65
055	Зачистить заусенцы	Механизированный верстак	0,15	0,18	0,2	0,17
060	Шлифовать шейки $\varnothing 80g6$, D_1h7 , $\varnothing 105f8$; торец	Круглошлифовальный 3М153ДФ2	2,24	2,42	2,56	2,35
065	Шлифовать шейки D_3k6 и D_2h7	То же	1,68	1,72	1,84	1,70
070	Промыть деталь	Моечная машина	-	-	-	-
075	Технический контроль	—	-	-	-	-
080	Нанесение антикоррозионного покрытия	—	-	-	-	-

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ

**Таблица В1 – Теоретический удельный расход энергии на
расплавление и перегрев металла**

Металл	Температура, °С	Плотность, т/м ³	Расход энергии, кВт · ч/т	
			Расплавление и перегрев	Перегрев на 1 °С
Алюминий	20	2,7	200	0,298
	800	2,5		
Медь	20	8,9	215	0,158
	1200	8,3		
Сталь и чугун	20	7,8	355	0,23
	800	7,8		
	1500	7,2		

**Таблица В2 – Глубина проникновения тока в некоторые
металлы, мм**

Металл	t, °С	ρ_m , Ом · м · 10 ⁻⁸	μ_m	Частота тока, Гц			
				50	500	2500	10000
Медь	20	2	1	10	3,2	1,4	0,7
	1200	21	1	33	10,3	4,6	2,3
Сталь и чугун	20	13 – 25	40	5	1,6	0,7	0,4
	800	110	1	75	2,3	10,5	5,2
	1500	125	1	80	2,5	11,2	5,6
Алюминий	20	3	1	12	3,9	1,7	0,9
	800	24	1	35	11,0	4,9	2,5

**Таблица В3 – Механические свойства болтов, винтов и шпилек из
углеродистых и легированных сталей**

Класс прочности	σ_s , МПа	σ_t , МПа	Марка стали
3.6	340	200	Ст3кп; СтЗсп; 10
	300		10кп
4.6	400	240	20
4.8		320	10; 10кп
5.6	500	300	30; 35
5.8		400	10; 10кп; 20; 20кп; СтЗсп; СтЗкп
6.6	600	360	35; 45; 40Г
6.8		480	20; 20кп
8.8	800	640	35; 35Х; 38ХА; 45Г
10.9	1000	900	40Г2; 40Х; 30ХГСА; 16ХСН

Таблица В4 - Значения наружного диаметра, шага и внутреннего диаметра для метрической резьбы ГОСТ 24705–2004

Наружный диаметр резьбы d , мм	Шаг резьбы p , мм	Внутренний диаметр резьбы d_1 , мм	Наружный диаметр резьбы d , мм	Шаг резьбы p , мм	Внутренний диаметр резьбы d_1 , мм
5	0,8*	4,134	10	1,5*	8,376
	0,5	4,459		1,25	8,647
6	1*	4,917	12	1	8,917
	0,75	5,188		1,75*	10,106
	0,5	5,459		1,5	10,376
8	1,25*	6,647	14	2*	11,835
	1	6,917		1,5	12,376
	0,75	7,188	16	2*	13,835
	0,5	7,459		1,5	14,376

Примечания: 1. Знаком «*» отмечены резьбы с крупным шагом. 2. Винты М14 применять не рекомендуется

Таблица В5 – Допустимые уровни колебательной скорости

Нормируемый параметр	Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц							
	16	32	63	125	250	500	1000	2000
Уровни виброскорости	120	117	114	111	108	105	102	99

Таблица В6 – Толщина стенки защитного ограждения

Ударная нагрузка, кН	Толщина стенки ограждения, мм	Ударная нагрузка, кН	Толщина стенки ограждения, мм
4,91	1	73,5	10
8,33	2	80,36	11
14,6	3	96,04	12
17,15	4	102,9	13
25,67	5	115,64	14
31,16	6	139,16	15
39,69	7	159,74	16
47,04	8	188,16	17
61,74	9	205,8	18

Таблица В7 – Удельный выброс пыли q_i при механической обработке материала, г/с

Вид обработки	Наименование материала			
	Чугун и сталь	Бронза и другие цветные металлы	Текстолит	Карболит
Точение (токарная)	0,0083	0,0028	0,019	0,017
Фрезерование	0,0055	0,0019	0,031	0,064
Сверление	0,0011	0,0004	—	0,012
Растачивание	0,0028	0,0007	—	0,017

Примечание: обработка деталей на резьбонакатном станке производится без снятия стружки; операцию на горизонтально-протяжном станке следует приравнять к резанию.

Таблица В8 – Удельный выброс пыли q_i технологическим оборудованием при механической обработке материала, г/с

Диаметр шлифовального круга, мм	Тип станков	
	круглошлифовальные	заточные
200	0,117	0,062
300	0,155	0,135
400	0,180	0,182

Примечание: механическую обработку деталей на вибрационной машине, машине для снятия заусенцев, верстаке механизированном можно приравнять к операциям на заточных станках.

Таблица В9 – Центробежные вентиляторы низкого давления Ц4-70 и Ц4-76 и комплектация их электродвигателями

Обозначение для заказа	№ вентилятора	Частота вращения, об/мин	Диаметр колеса, % от номинального	Электродвигатели серии						Масса вентилятора (кг) с электродвигателем серии	
				АО и АО2			4А				
				тип	мощность, кВт	частота вращения, об/мин	тип	мощность, кВт	частота вращения, об/мин	АО2	4А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ц4-70 (исполнение 1)											
A2,5 095-1	2,5	Равна частоте вращения электродвигателя	95	АОЛ11-4	0,12	1400	4АА56А4	0,12	1370	27	26
A2,5 095-2а				АОЛ22-2	0,6	2800	4АА53В2	0,55	2810	31	27
A2,5 095-2б				АОЛ21-2	0,4	2800	4АА63А2	0,37	2810	30	28
A2,5 100-1			100	АОЛ11-4	0,12	1400	4АА56А4	0,12	1370	27	26
A2,5 100-2				АОЛ22-2	0,6	2800	4АА63В2	0,55	2810	32	28
A2,5 105-1			105	АОЛ11-4	0,12	1400	4АА56А4	0,12	1370	27	26
A2,5 105-2	АОЛ2-11-2			0,8	2815	4А71А2	0,75	2810	34	30	
A3,2 095-1	3,15 (3,2)		95	АОЛ21-4	0,27	1400	4АА63А4	0,25	1370	44	42
A3,2 095-3				АОЛ2-21-2	1,5	2850	4А80А2	1,5	2860	43	45
A3,2 100-1			100	АОЛ21-4	0,27	1400	4АА63А4	0,25	1370	46	42
A3,2 100-2а				АОЛ2-22-2	2,2	2850	4А80В2	2,2	2860	56	58
A3,2 100-2б				АОЛ2-21-2	1,5	2850	4А80А2	1,5	2860	54	59
A3,2 105-1			105	АОЛ22-4	0,4	1400	4АА63В4	0,37	1370	46	42
A3,2 105-2				АОЛ22-2	2,2	2850	4А80В2	2,2	2860	57	57

Продолжение таблицы В9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
A4095-1	4	Равна частоте вращения электродвигателя	95	АОЛ2-11-6	0,4	935	4A71A6	0,37	920	80	84	
A4095-2				АОЛ2-11-4	0,6	1410	4A7A4	0,55	1370	82	86	
A4095-3				АОЛ2-32-2	4	2900	4A100SA2	4	2880	123	113	
A4100-1			100	АОЛ2-11-6	0,4	935	4A71A6	0,37	920	81	85	
A4100-2				АОЛ2-12-4	0,8	1410	4A71B6	0,75	1370	85	89	
A4100-3				АОЛ2-41-2	5,5	2900	4A100LB2	5,5	2880	134	112	
A4105-1	105		АОЛ2-11-2	0,4	935	4A71A6	0,37	920	81	85		
A4105-2			АОЛ2-21-4	1,1	1410	4A80A4	1,1	1400	85	83		
A4105-3			АОЛ2-42-2	7,5	2900	4A112MA2	7,5	2900	134	116		
A5090-1	5		90	АОЛ2-12-6	0,6	930	4A71B6	0,55	920	113	111	
A5090-2				АОЛ2-22-4	1,5	1420	4A80B4	1,5	1400	119	117	
A5095-1			95	АОЛ2-12-6	0,6	930	4A71B6	0,55	920	114	112	
A5095-2a				АОЛ-31-4	2,2	1420	4A90LA4	2,2	1420	127	113	
A5095-26				АОЛ-22-4	1,5	1420	4A80B4	1,5	1400	120	118	
A51002-1			100	АОЛ2-21-6	0,5	930	4A80A6	0,75	930	114	120	
A5100-2a				АОЛ-31-4	2,2	1420	4A90LA4	2,2	1420	128	114	
A5100-26				АОЛ2-22-4	1,5	1420	4A80B4	1,5	1420	120	118	
A5105-1			105	АОЛ2-21-6	0,8	930	4A80A6	0,75	930	118	120	
A5105-2a				АОЛ2-32-4	3	1420	4A100SA4	3	1425	134	124	
A5105-26				АОЛ2-31-4	2,2	1420	4A90LA6	3,2	1420	129	115	
A6,3 095-1			6,3	95	A02-31-6	1,5	930	4A90LA6	1,5	930	191	177
A6,3 095-2a					A02-42-4	5,5	1440	4A112MA4	5,5	1450	222	203
A6,3 095-26					A02-41-4	4	1440	4A100LB4	4	1425	219	197
A6,3 100-1	100			A02-32-6	2,2	930	4A100 LB6	2,2	930	202	199	
A6,3 100-2a				A02-51-4	7,5	1440	4A132S4	7,5	1450	294	281	
A6,3 100-26				A02-42-4	5,5	1440	4A112MA4	5,5	1450	226	207	
A6,3 105-1	105			A02-32-6	2,2	930	4A100LB6	2,2	930	200	197	
A6,3 105-2				A02-51-4	7,5	1440	4A132S4	7,5	1450	271	258	

Продолжение таблицы В9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A8-5а	8		—	A02-52-6	7,5	965	4A132M6	7,5	960	388	359
A8-5б				A02-51-6	5,5	965	4A132S6	5,5	960	388	356
A10-4	10		—	A02-62-8	10	725	4A200M6	22	980	663	769
A10-8			—	A02-72-6		970	4A180M6	18,5	980	738	684
Ц4-70 (исполнение 6)											
A8-1	8	670		A02-41-6	3	960	4A112MA6	3	950	568	554
A8-2		755		A02-42-6	4	960	4A112MB6	4	950	568	550
A8-3		850		A02-51-6	5,5	970	4A132S6	5,5	960	587	575
A8-4		950		A02-52-6	7,5	970	4A132M6	7,5	960	599	588
A8-6		1065		A02-61-6	10	970	4A160S6	11	970	617	612
A8-7 и A8-7а		1190		A02-62-6	13	970	4A160M6	15	970	631	625
A8-7б		1190		—	—	—	4A160S6	11	970	—	597
A10-1	10	530		A02-42-6	4	960	4A112MB6	4	950	885	867
A10-2		600		A02-51-6	5,5	970	4A132S6	5,5	960	819	807
A10-3		670		A02-52-6	5,5	970	4A132 M6	7,5	960	837	818
A10-5		750		A02-61-6	10	970	4A160SB	11	970	851	840
A10-6		845		A02-71-6	17	970	4A160M6	15	970	885	838
A10-7		950		A02-72-6	22	970	4A180M6	18,5	980	908	849
A12,5-1	12,5 12,5	425	100	A02-51-6	5,5	970	4A132S6	5,5	960	1281	1269
A12,5-2		475		A02-52-6	7,5	970	4A132M6	7,5	960	1299	1280
A12,5-3		530		A02-61-6	10	970	4A160S6	11	970	1313	1302
A12,5-4		600		A02-71-6	17	970	4A160M6	15	970	1347	1300
A12,5-5 и A12,5-5а		670		A02-72-6	22	970	4A200M6	22	980	1365	1396
A12,5-5б				—	—	—	4A180M6	18,5	980	1415	1370
A12,5-6				755	A02-81-6	30	980	4A200L6	30	980	1415

Окончание таблицы В9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ц4-76 (исполнение 6)											
Б8-1	8	1130	100	А02-52-4	10	1450	4А132М4	11	1450	647	633
Б8-2		1270		А02-61-4	13	1450	4А160S5	15	1450	650	642
Б8-3		1420		А02-71-4	22	1455	4А189S4	22	1470	680	647
Б8-4		1600		А02-72-4	30	1455	4А180М4	30	1470	810	769
Б10-1	10	900		А02-62-4	17	1450	4А160М4	18,5	1450	980	977
Б10-2		1000		А02-71-4	22	1455	4А180SA	22	1470	1050	1017
Б10-3		1120		А02-72-4	30	1455	4А180М4	30	1470	1078	1037
Б10-4		1280		А02-81-4	40	1460	4А200L4	45	1475	1213	1188
Б16-1	16	420		А02-71-6	17	970	4А180М6	18,5	980	2346	2319
Б16-2		460		А02-72-6	22	970	4А180М6	18,5	980	2376	2322
Б16-3 и Б16-3а		475		А02-72-6	22	970	4А200М6	22	980	2375	2407
Б16-3б, Б16-4		475		—	—	—	4А180М6	18,5	980	—	2322
Б16-4а и		510		А02-81-6	30	980	4А200L6	30	980	2501	2456
Б16-4б		510		—	—	—	4А200М6	22	980	—	2431
Б16-5		555		А02-81-6	30	980	4А225М6	37	980	2498	24443
Б16-6		580		А02-82-6	40	980	4А225М6	37	980	2485	2560
Б16-7 и Б16-7а		650		А02-91-6	55	985	4А250М6	55	985	2615	2610
Б16-7б		650		—	—	—	4А250М6	45	985	—	2570
Б20-1 Б20-2 и	20	365		А02-81-6	30	980	4А200L6	30	980	4145	4100
Б20-2а		400		А02-82-6	40	980	4А250L6	45	985	4175	4245
Б20-2б		400		—	—	—	4А225М6	37	980	—	4150
Б20-3		465		А02-91-6	55	985	4А250М6	55	985	4275	4270

Примечание: центробежные вентиляторы Ц4-70 выпускаются из нержавеющей стали, исполнение 6; № 10; 12 и 16. Вентиляторы Ц4-70-16 изготавливаются также из углеродистой стали и комплектуются электродвигателями серии А0 или 4А мощностью от 10 до 75 кВт