

Министерство образования и науки, молодежи и спорта Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к выполнению контрольной и практических работ
по дисциплине

«

»

*(для студентов специальностей 6.05050301 и 6.05050302
заочной формы обучения)*

Утверждено
на заседании методического совета
Протокол № от . .

Краматорск 2012

1 Контрольная работа

РАСЧЕТ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ СТАНКОВ И СТАНОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Цель работы – провести оценку и расчет эксплуатационной надежности станков и станочных комплексов согласно варианту индивидуального задания и сделать выводы.

Все потенциальные возможности станков и станочных комплексов относительно повышения их производительности можно реализовать лишь при условии, что механизмы и устройства, выполняющие функции человека, будут иметь высокую надежность в работе.

Большое значение имеет расчет показателей эксплуатационной надежности действующих станков и станочных комплексов. На результатах такого расчета основываются все опытно-статистические методы прогнозирования надежности и проектируемых станков, и проектируемых станочных комплексов. Сравнение характеристик надежности механизмов одинакового целевого назначения дает возможность выбирать наиболее удачные конструктивные решения и принципиальные схемы.

Первым этапом исследований является проведение фактических наблюдений – фотография работы станка и хронометраж его простоев. Все причины отказов, способы их устранения, длительность периодов безотказной работы и простоев фиксируют. Данные наблюдений за определенный промежуток времени приведены в задании (приложение А).

Вторым этапом является группирование результатов по интервалам и построение диаграммы распределения длительности безотказной работы.

В соответствии с математической статистикой необходимо выбрать базу, несколько превышающую наибольшее зафиксированное значение исследуемой случайной величины, и разделить ее на количество интервалов (рекомендуется принимать 8...15 интервалов). Например, $t_{\max} = 328 \text{ мин}$, принимают $t_{\max} = 330 \text{ мин}$ и количество интервалов $n = 15$. Следовательно, напряженность одного интервала

$$\Delta t = \frac{t_{\max}}{n} = \frac{330}{15} = 22 \text{ мин.}$$

Все конкретные реализации случайной величины – периодов безотказной работы – разносятся по соответствующим интервалам в порядке возрастания. В качестве примера приведена табл. 1.1, в которую занесены порядковые номера интервалов, границы интервалов, середины интервалов t_i и количество случаев, попавших в данный интервал ΔN_i .

Таблица 1.1 – Разбивка на интервалы

Номера интервалов	1	2	3	4	5	6	7	8
Границы интервалов	0-22	22-44	44-66	66-88	88-110	110-132	132-154	154-176
Середины интервалов	11	33	55	77	99	121	143	165
Количество случаев, попавших в данный интервал	8	5	3	4	1	3	1	1

Продолжение табл. 1.1

Номера интервалов	9	10	11	12	13	14	15
Границы интервалов	176-198	198-220	220-242	242-264	264-286	286-308	308-330
Середины интервалов	187	209	231	253	275	297	319
Количество случаев, попавших в данный интервал	–	–	1	1	2	–	1

Согласно данным табл. 1.1 строится диаграмма распределения случайной величины – длительности безотказной работы станка или станочного комплекса (рис. 1.1).

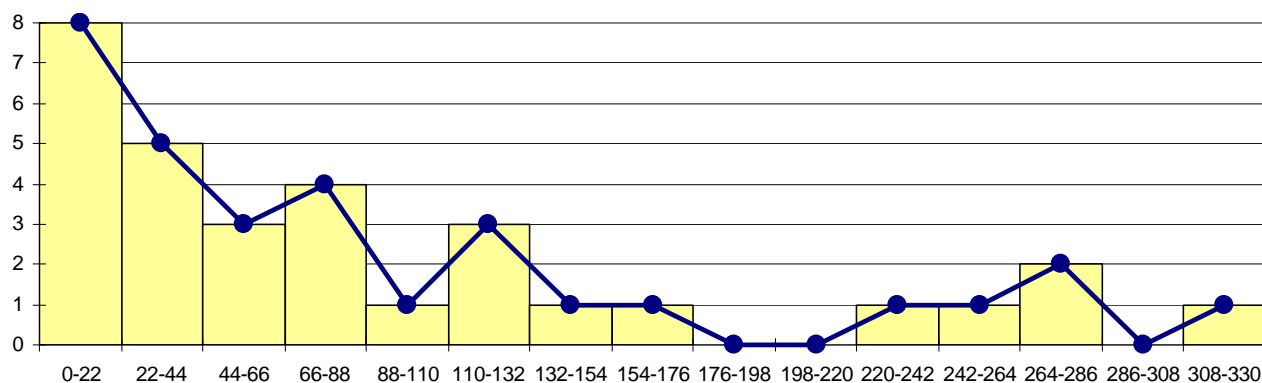


Рисунок 1.1 – Диаграмма распределения длительности безотказной работы

Определяется средняя длительность безотказной работы:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^i \Delta N_i \cdot \Delta t_i}{N},$$

где \bar{X} – средняя длительность безотказной работы;

$$N = \sum_{i=1}^i \Delta N_i \text{ – общее число случаев.}$$

Например, для данных, приведенных в табл. 1.1:

$$N = 8 + 5 + 3 + 4 + 1 + 3 + 1 + 1 + 1 + 1 + 2 + 1 = 31,$$

$$\bar{X} = \frac{(8 \cdot 11 + 5 \cdot 33 + 3 \cdot 55 + \dots + 1 \cdot 319)}{31} = 88 \text{ мин.}$$

Третьим этапом является построение функции надежности.

Статистическая функция надежности строится для значений времени, соответствующих выбранным границам интервалов (для рассматриваемого примера $t = 0, 22, 44, 66 \dots 330$).

Вероятность того, что станок после устранения отказов включится в исправном состоянии, принимается равной единице, если зафиксированное время безотказной работы более 3 мин, т.е. $P^*(t) = 1,0$.

В общем случае статистическая вероятность того, что станок или станочный комплекс работает более t_i минут, составляет:

$$P^*(t_i) = \frac{N - \sum_1^i \Delta N_i}{N}.$$

Для данного примера статистическая вероятность того, что станок после включения проработает более 22 мин, равна:

$$P^*(22) = \frac{31 - 8}{31} = 0,74;$$

$$\text{более 44 мин} - P^*(44) = \frac{31 - (8 + 5)}{31} = 0,58;$$

$$\text{более 66 мин} - P^*(66) = \frac{31 - (8 + 5 + 3)}{31} = 0,48.$$

Таким образом рассчитываются все значения статистической вероятности.

Полученные значения статистической вероятности откладывают на диаграмме (рис. 1.2).

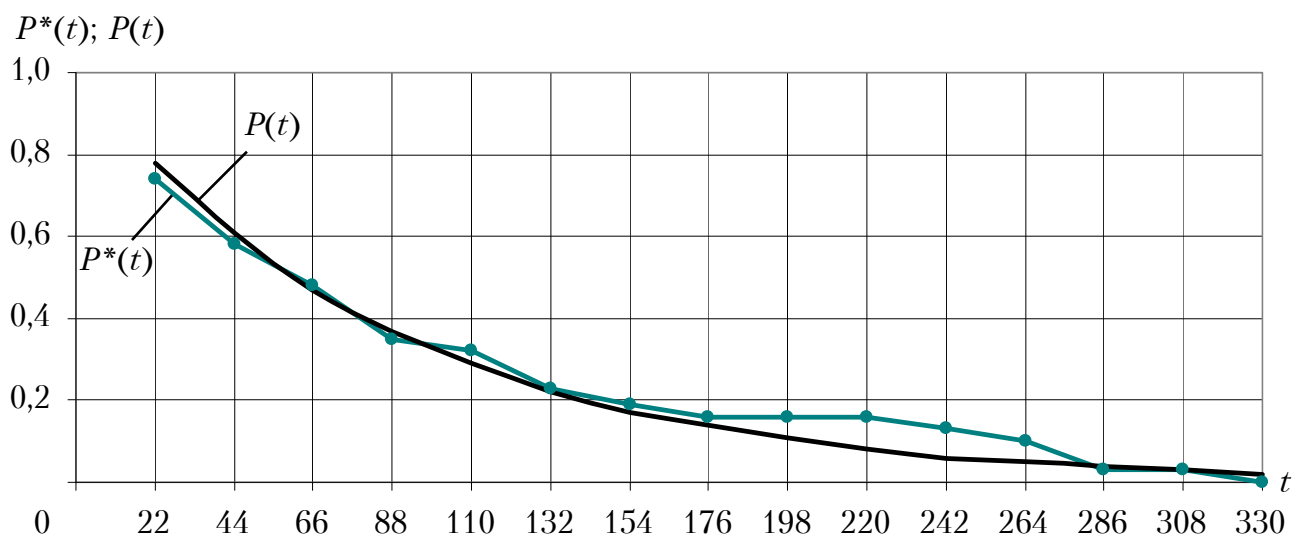


Рисунок 1.2 – Функции надежности

Как показали многочисленные исследования надежности металлообрабатывающего оборудования, функция надежности описывается зависимостью

$$P(t) = e^{-t_i/\bar{X}}.$$

Кривая типа e^{-x} является экспонентой, поэтому принимается, что функция надежности носит экспоненциальный характер. Рассчитываются значения функции надежности для тех же промежутков времени, для которых были рассчитаны значения статистической вероятности, и полученную кривую совмещают с ломаной линией статистической вероятности.

Для рассматриваемого примера:

$\bar{X} = 88 \text{ мин}$, $P(0) = e^{-0} = 1,0$; $P(22) = e^{-\frac{22}{88}} = 0,78$; $P(44) = e^{-\frac{44}{88}} = 0,61$ и т.д.

Разность между ординатами ломаной линии $P^*(t)$ и плавной кривой $P(t)$ обусловлена недостаточным наблюдением, а также допущением экспоненциального закона надежности.

Четвертым этапом является анализ и оценка надежности по результатам испытаний.

Анализ и оценка надежности проводятся по результатам стендовых или эксплуатационных испытаний при сдаче-приемке станков. При этом определяют необходимый объем испытаний, по результатам которых делают достоверный вывод о соответствии требований надежности данного станка или механизма.

Допустимые показатели надежности для данного станка являются постоянными. Фактические показатели – случайные величины, достоверность числовых значений которых зависит, прежде всего, от количества реализации этих случайных величин – объема наблюдений, количества зафиксированных отказов. Истинная величина данного показателя надежности останется неизвестной – для её определения необходимо провести бесконечное количество наблюдений. Поэтому нельзя абсолютно достоверно утверждать, что данная случайная величина больше или меньше любой конкретной неслучайной величины.

Методы теории вероятности позволяют с любой достоверностью определить интервал, где она находится. Такие интервалы значений получили наименование доверительных интервалов случайных величин. Например, в табл. 1.1 зафиксирована 31 реализация случайной величины – периода безотказной работы станка-автомата длительностью от $t_{\min} = 4 \text{ мин}$ до $t_{\max} = 315 \text{ мин}$.

Необходимо узнать, удовлетворяет ли автомат по безотказности заданным требованиям (средняя наработка на отказ должна равняться 70 мин) и сколько необходимо провести наблюдений, чтобы дать достоверный ответ на этот вопрос.

Рассчитанная средняя длительность безотказной работы по 31 реализации равна: $\bar{X} = 88 \text{ мин}$, однако это не дает гарантии, что данный станок-автомат удовлетворяет требованиям.

Средняя наработка на отказ по итогам двух зафиксированных интервалов безотказной работы $\bar{X}_2 = \frac{X_1 + X_2}{2} = \frac{112 + 11}{2} = 62 \text{ мин}$, эта величина меньше допустимой, однако она не является достоверной, т.к. при первом наблюдении автомат проработал $X_1 = 112 \text{ мин}$, а при следующем – всего $X_2 = 12 \text{ мин}$.

Поэтому продолжают расчет средней наработки до последней реализации:

$$\begin{aligned}\bar{X}_5 &= \frac{112 + 11 + 173 + 9 + 37}{5} = 68,40 \text{ мин}; \\ \bar{X}_{10} &= \frac{112 + 11 + 173 + \dots + 24 + 4}{10} = 80,90 \text{ мин}; \\ &\dots \\ \bar{X}_{31} &= 92,32 \text{ мин}.\end{aligned}$$

В случае для \bar{X}_{10} средняя наработка на отказ уже больше заданной, однако утверждать, что автомат удовлетворяет требованиям, у нас нет оснований. Для того, чтобы были основания, необходимо определить доверительные интервалы, в которых можно утверждать с определенной вероятностью, что станок-автомат проработает какое-то время.

Следующим этапом определим доверительные интервалы.

Если случайная величина X определена экспоненциальной зависимостью, то доверительный интервал для ее среднего значения определяется по формуле $\frac{2\bar{X}_i \cdot N_i}{\chi_P^2} \leq \bar{X} \leq \frac{2\bar{X}_i \cdot N_i}{\chi_{1-P}^2}$, где χ_P^2 и χ_{1-P}^2 – квантили распределения Пирсона с 2 степенями свободы.

Квантили распределения Пирсона приведены в приложении Б.

В качестве примера рассмотрим определение доверительного интервала по итогам пяти зафиксированных значений при вероятности 0,9.

$$\chi_P^2 = \chi_{0,1}^2 = 16,0; \quad \chi_{1-P}^2 = \chi_{0,9}^2 = 4,86$$

(определяются по приложению Б).

Данные подставляются в формулу

$$\begin{aligned}\frac{2 \cdot 68,40 \cdot 5}{16,0} &\leq \bar{X}_5 \leq \frac{2 \cdot 68,40 \cdot 5}{4,86}, \\ 42,75 &\leq \bar{X}_5 \leq 140,74.\end{aligned}$$

Следовательно, можно утверждать, что с вероятностью 0,9 искомое истинное значение вероятности безотказной работы станка-автомата находится в пределах $140,74 > \bar{X} > 42,75 \text{ мин}$.

Как видно, доверительный интервал нахождения искомого истинного значения средней наработки на отказ станка-автомата охватывает диапазон значений как внутри области допустимых значений, так и вне ее. Поэтому зафиксированное число отказов ($N = 5$) не позволяет оценить достоверно надежность. Следовательно, испытания необходимо продолжить.

Доверительные интервалы для среднего значения 10 случаев будут равны при вероятности 0,9:

$$\frac{2 \cdot 80,90 \cdot 10}{28,4} \leq \bar{X}_{10} \leq \frac{2 \cdot 80,90 \cdot 10}{12,4},$$

$$56,97 \leq \bar{X}_{10} \leq 130,48.$$

Таким образом, необходимо определить границы доверительных интервалов во всем диапазоне и построить график зависимости $\bar{X}_{CP} = f(N)$.

Диаграмма средних значений длительности безотказной работы и соответственно доверительных интервалов нарастающим итогом приведена на рис. 1.3

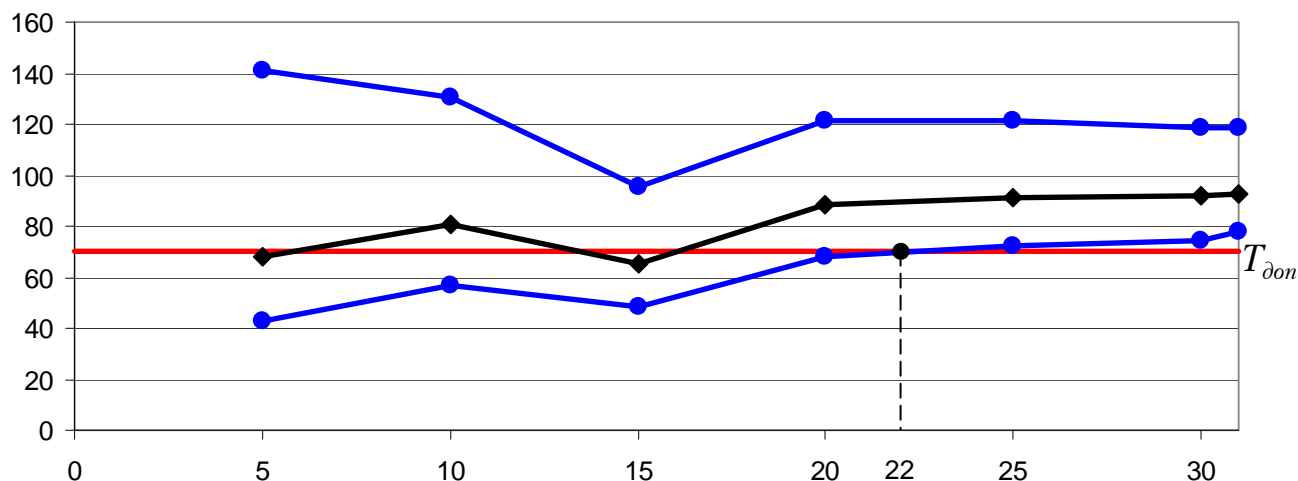


Рисунок 1.3 – Диаграмма средних значений длительности безотказной работы

Как видно, с увеличением длительности наблюдений и количества зафиксированных данных о безотказности станка-автомата область нахождения истинного значения среднего времени безотказной работы сужается. Если же на этой диаграмме провести горизонтальную линию \bar{X}_{don} , соответствующую допустимому значению среднего времени безотказной работы ($\bar{X}_{don} = T_{don} = 70$ мин), то, как видно, при $N = 22$ эта линия пересекает нижнюю границу доверительного интервала. Следовательно, зафиксировав 22 периода безотказной работы станка-автомата, можно с вероятностью $\alpha = 0,9$ утверждать, что автомат удовлетворяет требованиям надежности и по этому показателю может быть принят.

Если требуются более строгие гарантии соответствия, т.е. более высокая доверительная вероятность: $(1-P/2) = 0,95; 0,99; 0,999$ и т.д., то грани-

цы доверительных интервалов будут более широкими и произведенного количества наблюдений может оказаться недостаточно.

Таким образом, метод анализа и оценки надежности при приемосдаточных испытаниях состоит в том, что рассчитываются средние значения искомой случайной величины и соответствующие границы доверительных интервалов нарастающим итогом до пересечения одной из них с линией допустимого значения. Пересечение с нижней границей означает приемку по надежности, с верхней – неприемку. Момент пересечения определяет необходимую длительность испытаний и их прекращение.

Порядок выполнения работы

- 1 Проанализировать исходные данные (приложение А).
- 2 Определить количество интервалов, напряженность интервала и количество случаев, попавших в данный интервал.
- 3 Заполнить табл. 1.1.
- 4 Построить диаграмму распределения случайной величины.
- 5 Определить среднюю длительность безотказной работы.
- 6 Построить статистическую функцию надежности, рассчитав ее по границам интервалов.
- 7 Построить функцию надежности, совместив ее со статистической функцией надежности.
- 8 Рассчитать среднюю наработку на отказ для всех значений времени наблюдений.
- 9 Определить границы доверительных интервалов для всех значений с шагом 5.
- 10 Построить диаграмму средних значений длительности безотказной работы и сделать выводы.
- 11 Построить диаграмму распределения ремонтов и определить среднюю продолжительность ремонта.
- 12 Определить ремонтпригодность станка и сделать выводы:

$$T_{рем} = \sum \frac{\Theta_p}{T_i} t_i,$$

где Θ_p – время работы станка;

T_i – средняя наработка на отказ;

t_i – время ремонтов станка.

- 13 Определить коэффициент долговечности и сделать вывод о ремонтпригодности станка:

$$K_{\partial} = \frac{\bar{X}}{\bar{X} + T_{обсл}},$$
$$T_{обсл} = \frac{T_{рем}}{N}.$$

2 Практическая работа №1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СТАНКОВ-АВТОМАТОВ И АВТОМАТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ

Цель работы – определить производительность оборудования во время эксплуатации.

Для выполнения работы требуются определенные затраты времени:

$$T = t_p + t_x,$$

где T – время, в течение которого производится определенное количество продукции; t_p – время, затрачиваемое на рабочие ходы, т.е. время, в течение которого происходит снятие стружки (время резания); t_x – время, затрачиваемое на холостые ходы при выполнении всего цикла обработки (подвод и отвод инструмента, подача материала, включения отдельных механизмов станка и т.д.), т.е. цикловые потери времени, не связанные с отделением стружки от заготовки.

Производительностью рабочей машины называется количество продукции, выдаваемое в единицу времени.

Цикловая производительность при условии бесперебойной работы, *шт./мин*,

$$Q_u = \frac{1}{T} = \frac{1}{(t_p + t_x)}.$$

Технологическая производительность при отсутствии холостых ходов, *шт./мин*,

$$Q_m = \frac{1}{t_p} = K,$$

где K – технологическая производительность машины, определяется без учета потерь времени на холостые ходы, *шт./мин*.

В машинах дискретного действия с холостыми ходами цикловая производительность всегда меньше технологической:

$$Q_u = \frac{1}{T} = \frac{1}{\left(\frac{1}{K}\right) + t_x} = K \frac{1}{Kt_x + 1} = K\eta,$$

где η – коэффициент производительности, который определяется:

$$\eta = \frac{1}{Kt_x + 1} = \frac{Q_u}{K} = \frac{t_p}{T}.$$

Величина η характеризует степень непрерывности протекания технологического процесса. Например, при коэффициенте $\eta = 0,8$ в рабочем цикле 80% составляют рабочие ходы, а 20% – холостые. Таким образом, технологическая и цикловая производительности характеризуют конструктивное совершенство машины.

В период работы любая рабочая машина имеет простои. Причинами простоев служат различные факторы технического и организационного

характера. Часть из них является регламентированными (плановая смена инструмента, профилактика механизмов, сдача и приемка смены, уборка и очистка), остальные – случайными. К ним относятся: устранение отказов механизмов, инструмента, несвоевременный уход рабочих, изготовление бракованной продукции.

Фактическая производительность определяется:

$$Q_{\phi} = Q_{\psi} \eta_{\text{исп}},$$

где Q_{ψ} – цикловая производительность; $\eta_{\text{исп}}$ – коэффициент использования,

$$\eta_{\text{исп}} = \frac{1}{1 + \frac{\Sigma \Theta_n}{\Theta_p}},$$

где $\Sigma \Theta_n$ – суммарное время всех внецикловых потерь; Θ_p – общее время работы станка.

Для анализа фактической производительности необходимо определить коэффициент технического использования, который показывает степень надежности станка, т.к. учитывает только собственные потери и коэффициент загрузки, учитывающий потери организационного характера:

$$\eta_{\text{т.и.}} = \frac{1}{1 + \frac{\Sigma \Theta_{\text{сн}}}{\Theta_p}},$$

где $\eta_{\text{т.и.}}$ – коэффициент технического использования; $\Sigma \Theta_{\text{сн}}$ – собственные потери станка без учета потерь организационного характера.

$$\eta_{\text{заг}} = \frac{\Theta_p + \Sigma \Theta_{\text{сн}}}{\Theta_p + \Sigma \Theta_{\text{сн}} + \Theta_{\text{ор}}} = \frac{\eta_{\text{исп}}}{\eta_{\text{т.и.}}},$$

где $\eta_{\text{заг}}$ – коэффициент загрузки; $\Sigma \Theta_{\text{ор}}$ – потери времени, связанные с организационными потерями.

Внецикловые потери определяются как простои, приходящиеся на единицы продукции, для чего необходимо знать количество выпущенных изделий за время наблюдения:

$$Z = \frac{\Theta_p}{T},$$

где Z – количество выпущенной продукции.

$$t_i = \frac{\Theta_{ni}}{\Theta_p} T,$$

где t_i – внецикловые потери по инструменту, по оборудованию, по организационно-техническим причинам и по браку, приходящиеся на единицу продукции.

Для определения резервов повышения производительности необходимо, прежде всего, построить баланс производительности, для чего в одном масштабе откладывают производительности станка с учетом различных видов потерь.

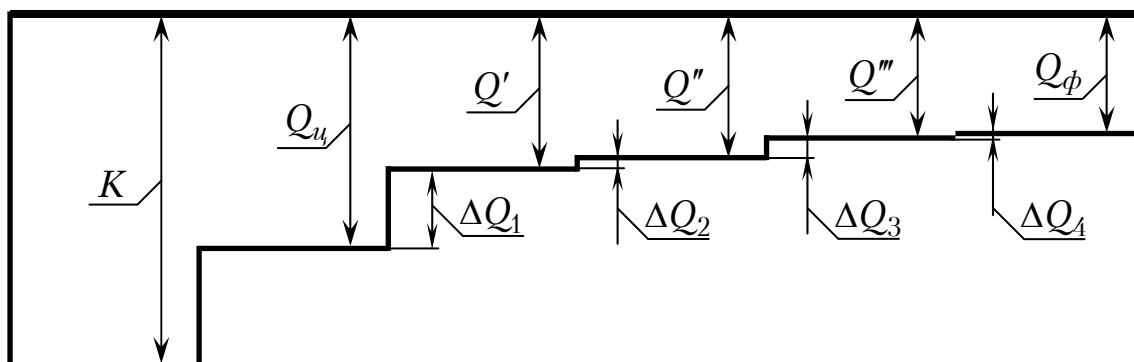


Рисунок 2.1 – Баланс производительности

На рис. 2.1 изображены технологическая производительность K , цикловая производительность Q_u , фактическая производительность Q_ϕ , потери: ΔQ_1 – по инструменту, ΔQ_2 – по оборудованию, ΔQ_3 – по организационно-техническим причинам, ΔQ_4 – по браку, приходящиеся на деталь за время одного цикла работы станка.

Практически в условиях эксплуатации ни один из видов потерь сократить полностью не удастся, поэтому реальные резервы роста производительности зависят от того, во сколько раз можно сократить те или иные потери.

Рост производительности определяется:

$$\varphi = \frac{Q_n}{Q_\phi},$$

где Q_n – производительность с учетом сокращения потерь по различным видам; Q_ϕ – базовая фактическая производительность.

$$Q_n = \frac{1}{T + \sum t_i \left(1 - \frac{\beta_i}{100}\right)},$$

где T – время цикла;

$\sum t_i$ – время потерь, которые удалось сократить на $\beta\%$.

Порядок выполнения работы

(варианты заданий приведены в приложении В)

- 1 Определить технологическую производительность за время цикла и цикловую производительность.
- 2 Рассчитать коэффициенты технического использования и загрузки.
- 3 Описать виды потерь при эксплуатации оборудования.
- 4 Определить внецикловые потери, приходящиеся на единицу изделия.
- 5 Рассчитать фактическую производительность и время потерь, приходящихся на один цикл.
- 6 Построить баланс производительности и определить количество деталей для каждого вида производительности.
- 7 Произвести анализ баланса производительности, и сделать выводы.
- 8 Определить рост производительности.

3 Практическая работа №2

РАСЧЕТ НАПРАВЛЯЮЩИХ СМЕШАННОГО ТРЕНИЯ

Цель работы – ознакомиться с порядком выполнения расчета направляющих смешанного трения и выполнить работу согласно индивидуальному заданию.

Расчет направляющих смешанного трения по характеристикам трения производится в следующем порядке.

- 1 Вычисляется характеристика режима работы направляющих: $\lambda_V = \frac{\mu V}{P}$.
- 2 Определяется минимальная толщина масляного слоя $h_{кр}$, при которой смешанное трение переходит в жидкостное (табл. 3.1).
- 3 Выбирается число поперечных смазочных канавок в зависимости от отношения l/b (табл. 3.2).

- 4 Определяется величина критической характеристики режима работы

$$\text{(табл. 3.3): } \lambda_{кр} = 1,2 \frac{i^2 \left[1 + \left(\frac{l}{ib} \right)^2 \right]}{lC_K} h_{кр}^2.$$

- 5 Рассчитывается относительная характеристика режима работы $\frac{\lambda_V}{\lambda_{кр}}$.

- 6 Определяется критическая скорость скольжения: $V_{кр} = \frac{\lambda_{кр} P}{\mu}$.

- 7 Вычисляется коэффициент трения: $f = f_0 \left(1 - K_V \sqrt[3]{\frac{\lambda}{\lambda_{кр}}} \right)$.

- 8 Строится график зависимости коэффициента трения от характеристики режима работы.

- 9 Записываются выводы по расчету.

Таблица 3.1 – Значения расчетных коэффициентов

Материал	Коэффициент трения f_0	K_V	$h_{кр}$, мм
Чугун СЧ20; HB180	0,25	0,88	0,005
Чугун СЧ20; HRC45	0,23	0,88	0,005
Сталь 45; HRC50	0,28	0,89	0,006
Текстолит НТ	0,27	0,89	0,006
Полиамид 68	0,25	0,88	0,006
Капрон Б	0,28	0,89	0,006
Винипласт	0,27	0,89	0,005

Таблица 3.2 – Число поперечных канавок

l/b	5	10	15	20	25	30	35	40
i	1	2	3	4	5	7	8	9

Таблица 3.3 – Значения коэффициента C_K

K	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11
C_K	0,165	0,198	0,210	0,216	0,220	0,225	0,229	0,234	0,239	0,243	0,249

Примечание. $K = i - 1$.

Задания на расчет

Подобрать материалы для направляющих скольжения. Исходные данные приведены в приложении Г. Смазка направляющих – масло индустриальное 45, вязкость $\mu = 280 \cdot 10^{-3} \frac{H \cdot c}{m^2}$.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Волчкевич Л.И. Автоматы и автоматические линии / Л.И. Волчкевич, М.М. Кузнецов, Б.А. Усов. – М.: Высш. школа, 1976. – Ч.1. Основы проектирования. – 230 с.
- 2 Волчкевич Л.И. Надежность автоматических линий. – М.: Машиностроение, 1969. – 308 с.
- 3 Кузнецов М.М. Автоматизация производственных процессов / М.М. Кузнецов, Л.И. Волчкевич, Ю.П. Замчатov. – М.: Высш. школа, 1978. – 431 с.
- 4 Волчкевич Л.И. Комплексная автоматизация производства / Л.И. Волчкевич, М.П. Ковалев, М.М. Кузнецов. – М.: Машиностроение, 1983. – 269 с.
- 5 Кузнецов М.М. Проектирование автоматизированного производственного оборудования / М.М. Кузнецов, Б.А. Усов, В.С. Стародубов. – М.: Машиностроение, 1987. – 286 с.
- 6 Кучер А.М. Металлорежущие станки: Альбом общих видов, кинематических схем и узлов / А.М. Кучер, М.М. Киватицкий, А.А. Покровский. – Л.: Машиностроение, 1972. – 282 с.
- 7 Кочергин А.И. Конструирование и расчет металлорежущих станков и станочных комплексов. – Минск: Высшейш. школа, 1991. – 382с.

Приложение А

Варианты заданий к контрольной работе

Вариант №1 ($T_{дон} = 55 \text{ мин}$)

$t_{раб}$	100	12	104	11	40	6	4	240	20	100	280	15	80	115	40	60	180
$t_{рем}$	5	2	15	3	3	2	2	12	3	10	13	5	6	10	3	3	10
$t_{раб}$	12	285	40	80	110	20	150	40	20	200	25	80	110	28	110	32	80
$t_{рем}$	3	12	6	3	5	3	10	6	3	12	3	7	9	4	6	5	8

Вариант №2 ($T_{дон} = 70 \text{ мин}$)

$t_{раб}$	110	17	104	16	45	6	9	245	28	110	300	20	90	115	45	70	11
$t_{рем}$	6	2	12	3	4	2	3	15	4	12	11	4	5	8	3	4	2
$t_{раб}$	200	320	50	100	100	30	170	40	25	210	20	90	100	35	110	32	
$t_{рем}$	12	20	7	4	6	5	9	5	3	15	3	8	7	3	6	3	

Вариант №3 ($T_{дон} = 75 \text{ мин}$)

$t_{раб}$	10	100	17	150	12	60	8	11	300	30	120	320	25	100	130	40
$t_{рем}$	2	10	3	6	3	5	2	3	12	3	9	12	3	6	8	2
$t_{раб}$	70	150	160	40	180	170	20	40	200	40	20	80	150	11	80	110
$t_{рем}$	3	7	12	2	15	8	4	4	12	2	2	3	7	2	4	6

Вариант №4 ($T_{дон} = 80 \text{ мин}$)

$t_{раб}$	110	15	80	17	300	50	70	200	18	40	120	20	150	11	301	150	20	160
$t_{рем}$	10	2	4	3	15	8	7	20	2	4	3	2	15	2	16	15	2	16
$t_{раб}$	40	280	30	100	15	240	60	80	100	105	20	70	40	30	150	20	60	
$t_{рем}$	4	12	3	10	2	12	6	8	10	10	2	7	4	3	12	2	3	

Вариант №5 ($T_{дон} = 75 \text{ мин}$)

$t_{раб}$	60	80	300	20	10	150	60	100	20	40	140	20	40	60	30	180
$t_{рем}$	2	3	12	2	3	8	6	10	2	4	14	2	4	6	3	18
$t_{раб}$	20	150	30	80	20	40	90	15	150	15	30	100	20	25	150	
$t_{рем}$	2	15	3	6	2	2	4	2	10	2	3	10	2	2	8	

Вариант №6 ($T_{дон} = 55 \text{ мин}$)

$t_{раб}$	110	15	30	150	40	80	20	10	80	40	20	60	120	20	180
$t_{рем}$	2	2	3	8	2	4	5	2	5	6	7	2	8	2	9
$t_{раб}$	30	60	90	15	110	30	80	45	80	15	40	80	12	18	20
$t_{рем}$	10	3	3	8	5	4	2	6	2	8	2	3	6	2	4

Вариант №7 ($T_{дон} = 65 \text{ мин}$)

$t_{раб}$	80	20	130	20	15	60	70	12	115	17	20	180	60	17	17	40
$t_{рем}$	8	2	5	2	2	6	7	2	10	3	2	12	3	4	4	2
$t_{раб}$	100	20	12	90	60	10	12	20	40	35	80	40	25	40	30	80
$t_{рем}$	9	2	3	4	6	2	2	4	2	8	10	2	3	5	2	4

Вариант №8 ($T_{\text{дон}} = 55 \text{ мин}$)

$t_{\text{раб}}$	110	12	30	60	70	15	40	130	12	40	35	10	8	90	45	60	80
$t_{\text{рем}}$	5	2	3	2	5	8	10	4	2	3	7	2	6	4	4	5	2
$t_{\text{раб}}$	15	110	20	30	80	12	14	80	15	20	110	25	40	12	30	35	8
$t_{\text{рем}}$	6	4	3	6	7	2	2	3	5	4	3	7	6	2	2	4	5

Вариант №9 ($T_{\text{дон}} = 50 \text{ мин}$)

$t_{\text{раб}}$	60	20	12	110	8	4	16	60	12	70	10	90	13	8	18		
$t_{\text{рем}}$	6	2	2	10	2	3	4	6	2	7	5	10	2	2	1		
$t_{\text{раб}}$	10	20	90	4	6	70	40	8	32	9	9	18	99	5			
$t_{\text{рем}}$	1	5	10	2	1	6	4	2	10	2	2	6	2	2			

Вариант №10 ($T_{\text{дон}} = 45 \text{ мин}$)

$t_{\text{раб}}$	90	5	8	10	70	7	7	60	100	30	40	6	15	30			
$t_{\text{рем}}$	9	2	4	5	3	1	1	6	10	3	4	2	1	5			
$t_{\text{раб}}$	20	4	3	12	8	30	25	4	16	3	7	12	40				
$t_{\text{рем}}$	7	2	1	3	4	5	8	1	2	1	2	1	5				

Вариант №11 ($T_{\text{дон}} = 40 \text{ мин}$)

$t_{\text{раб}}$	110	12	10	8	90	70	4	20	6	18	7	7	6	5	30		
$t_{\text{рем}}$	10	6	5	4	10	7	2	5	2	6	2	2	1	2	8		
$t_{\text{раб}}$	35	4	5	20	80	5	12	10	60	50	18	3	35	40	60		
$t_{\text{рем}}$	4	1	2	4	6	1	2	3	5	7	4	1	3	4	6		

Вариант №12 ($T_{\text{дон}} = 42 \text{ мин}$)

$t_{\text{раб}}$	115	12	18	9	10	40	80	8	12	11	60	7	4	12			
$t_{\text{рем}}$	6	2	1	3	2	1	4	1	1	5	1	2	6	3			
$t_{\text{раб}}$	4	70	4	6	10	35	2	8	4	6	30	8	4	2			
$t_{\text{рем}}$	2	4	5	2	1	3	4	5	2	1	1	1	4	2			

Вариант №13 ($T_{\text{дон}} = 35 \text{ мин}$)

$t_{\text{раб}}$	110	80	10	12	15	60	4	40	6	10	8	10	60	12	7	8	
$t_{\text{рем}}$	2	8	1	2	2	6	1	4	1	1	2	2	6	3	2	1	
$t_{\text{раб}}$	50	6	18	5	12	4	40	12	3	12	2	40	6	70	8	90	
$t_{\text{рем}}$	10	1	2	3	5	1	2	10	7	8	2	1	1	5	4	2	

Вариант №14 ($T_{\text{дон}} = 32 \text{ мин}$)

$t_{\text{раб}}$	90	60	12	3	40	4	70	8	4	30	4	25	8	3	18	4	20	8
$t_{\text{рем}}$	1	5	6	1	3	6	1	3	3	1	2	6	1	7	2	1	5	1
$t_{\text{раб}}$	22	32	5	4	7	21	18	5	5	7	4	26	5	27	7	31	8	
$t_{\text{рем}}$	6	2	4	2	3	4	2	3	4	2	4	3	2	4	3	2	4	

Вариант №15 ($T_{дон} = 50$ мин)

$t_{раб}$	80	50	30	120	40	20	270	18	25	110	32	90	35	40	112	60
$t_{рем}$	8	5	3	12	4	2	27	3	2	11	4	9	4	4	11	6
$t_{раб}$	30	25	45	55	27	32	18	28	17	22	16	27	20	31	21	
$t_{рем}$	3	3	5	6	3	3	2	3	2	2	2	3	2	3	2	

Вариант №16 ($T_{дон} = 60$ мин)

$t_{раб}$	70	20	170	30	41	45	200	35	20	56	150	37	20	51	100
$t_{рем}$	7	2	17	3	4	5	15	4	2	5	15	4	2	5	10
$t_{раб}$	55	20	38	90	37	20	80	39	22	80	40	25	60	21	50
$t_{рем}$	6	2	4	9	4	2	8	4	2	8	4	2	6	2	5

Вариант №17 ($T_{дон} = 55$ мин)

$t_{раб}$	70	20	28	180	31	21	45	150	42	22	219	32	41	23	70	40
$t_{рем}$	7	2	3	12	3	2	5	10	4	2	12	3	4	2	7	4
$t_{раб}$	33	90	24	34	80	35	25	47	70	36	26	60	37	27	50	
$t_{рем}$	3	9	2	3	8	3	2	5	7	4	3	6	4	3	5	

Вариант №18 ($T_{дон} = 38$ мин)

$t_{раб}$	70	12	35	8	210	15	28	100	13	12	11	90	10	15	10	28
$t_{рем}$	7	2	4	2	12	2	3	10	2	2	2	9	1	2	1	3
$t_{раб}$	90	45	15	18	60	16	17	21	70	14	17	19	70	32	18	11
$t_{рем}$	9	5	2	2	6	2	2	2	7	2	2	2	7	3	2	2

Вариант №19 ($T_{дон} = 40$ мин)

$t_{раб}$	60	10	25	7	200	14	27	98	12	11	10	88	9	13	9
$t_{рем}$	6	1	3	1	10	2	3	9	2	1	1	8	1	2	1
$t_{раб}$	27	88	43	14	17	58	15	16	20	68	13	16	18	68	
$t_{рем}$	3	8	4	2	2	6	2	2	2	7	1	2	2	7	

Вариант №20 ($T_{дон} = 35$ мин)

$t_{раб}$	50	8	15	6	190	13	26	96	11	10	9	86	8	11	7	26
$t_{рем}$	5	1	2	1	12	2	3	9	1	1	1	8	1	1	1	2
$t_{раб}$	86	41	13	16	56	14	15	21	66	12	15	66	17	30	17	
$t_{рем}$	8	4	2	2	5	2	2	2	6	2	1	6	2	3	2	

Вариант №21 ($T_{дон} = 30$ мин)

$t_{раб}$	40	7	24	5	180	12	25	95	10	9	8	84	7	9	6	25
$t_{рем}$	4	1	2	1	12	2	2	9	1	1	1	8	1	2	1	2
$t_{раб}$	84	39	12	15	54	13	14	19	64	11	14	64	16	28	16	
$t_{рем}$	8	4	1	2	5	1	1	2	6	1	1	6	1	3	2	

Вариант №22 ($T_{don} = 25$ мин)

$t_{раб}$	40	6	23	4	170	11	24	93	9	8	7	82	6	7	5	24
$t_{рем}$	4	1	2	1	11	1	2	9	1	1	1	8	1	1	1	2
$t_{раб}$	82	37	11	14	52	12	13	18	62	10	13	62	15	26	15	
$t_{рем}$	8	4	1	2	5	1	1	2	6	1	2	6	1	2	1	

Вариант №23 ($T_{don} = 30$ мин)

$t_{раб}$	90	27	6	7	20	21	150	19	5	32	9	40	80	14		
$t_{рем}$	9	3	1	1	2	2	15	2	1	3	1	4	8	2		
$t_{раб}$	18	9	13	5	4	40	8	10	5	13	30	21	18	12		
$t_{рем}$	2	1	1	2	1	4	1	1	1	2	3	2	2	1		

Вариант №24 ($T_{don} = 35$ мин)

$t_{раб}$	80	12	7	26	6	140	11	5	29	8	13	70	39	12	8	
$t_{рем}$	8	1	1	3	1	14	1	1	3	1	2	7	4	1	1	
$t_{раб}$	20	5	9	40	12	11	7	9	29	5	17	7	19	7	11	
$t_{рем}$	2	1	1	4	2	1	1	1	3	1	2	1	2	1	1	

Вариант №25 ($T_{don} = 30$ мин)

$t_{раб}$	70	5	40	6	51	26	130	28	5	4	8	38	60	42		
$t_{рем}$	7	1	4	1	5	3	13	3	1	1	1	4	6	4		
$t_{раб}$	5	37	7	8	7	6	40	7	6	8	6	28	10			
$t_{рем}$	1	4	1	2	1	1	4	1	2	3	3	3	3			

Вариант №26 ($T_{don} = 74$ мин)

$t_{раб}$	135	16	140	15	54	8	5	324	27	135	378	20	108	155	54	81	243
$t_{рем}$	7	3	20	4	4	3	2	16	3	13	18	7	8	12	4	4	13
$t_{раб}$	16	385	54	108	149	27	203	54	27	270	34	108	149	38	149	43	108
$t_{рем}$	4	16	8	4	7	4	14	8	4	16	4	9	12	5	8	7	11

Вариант №27 ($T_{don} = 63$ мин)

$t_{раб}$	99	15	94	14	41	5	8	221	25	99	270	18	81	104	41	63	10
$t_{рем}$	5	2	11	3	4	2	3	14	4	11	10	4	5	7	3	4	2
$t_{раб}$	180	288	45	90	90	27	153	36	23	189	18	81	90	32	99	29	
$t_{рем}$	11	18	6	4	5	5	8	5	3	14	3	7	6	3	5	3	

Вариант №28 ($T_{don} = 85$ мин)

$t_{раб}$	11	113	19	170	14	68	9	12	339	34	136	362	28	113	147	45	
$t_{рем}$	2	11	3	7	3	6	2	3	14	3	10	14	3	7	9	2	
$t_{раб}$	79	170	181	45	203	192	23	45	226	45	23	90	170	12	90	124	
$t_{рем}$	3	8	14	2	17	9	5	5	14	2	2	3	8	2	5	7	

Вариант №29 ($T_{don} = 72 \text{ мин}$)

$t_{раб}$	99	14	72	15	270	45	63	180	16	36	108	18	135	10	271	135	18	144
$t_{рем}$	9	2	4	3	14	7	6	18	2	4	3	2	14	2	14	14	2	14
$t_{раб}$	36	252	27	90	14	216	54	72	90	95	18	63	36	27	135	18	54	
$t_{рем}$	4	11	3	9	2	11	5	7	9	9	2	6	4	3	11	2	3	

Вариант №30 ($T_{don} = 85 \text{ мин}$)

$t_{раб}$	69	92	345	23	12	173	69	115	23	46	161	23	46	69	35	207		
$t_{рем}$	2	3	14	2	3	9	7	12	2	5	16	2	5	7	3	21		
$t_{раб}$	23	173	35	92	23	46	104	17	173	17	35	115	23	29	173			
$t_{рем}$	2	17	3	7	2	2	5	2	12	2	3	12	2	2	9			

Вариант №31 ($T_{don} = 65 \text{ мин}$)

$t_{раб}$	132	18	36	180	48	96	24	12	96	48	24	72	144	24	216			
$t_{рем}$	2	2	4	10	2	5	6	2	6	7	8	2	10	2	11			
$t_{раб}$	36	72	108	18	132	36	96	54	96	18	48	96	14	22	24			
$t_{рем}$	12	4	4	10	6	5	2	7	2	10	2	4	7	2	5			

Вариант №32 ($T_{don} = 85 \text{ мин}$)

$t_{раб}$	104	26	169	26	20	78	91	16	150	22	26	234	78	22	22	52		
$t_{рем}$	10	3	7	3	3	8	9	3	13	4	3	16	4	5	5	3		
$t_{раб}$	130	26	16	117	78	13	16	26	52	46	104	52	33	52	39	104		
$t_{рем}$	12	3	4	5	8	3	3	5	3	10	13	3	4	7	3	5		

Вариант №33 ($T_{don} = 60 \text{ мин}$)

$t_{раб}$	121	13	33	66	77	17	44	143	13	44	39	11	9	99	50	66	88	
$t_{рем}$	6	2	3	2	6	9	11	4	2	3	8	2	7	4	4	6	2	
$t_{раб}$	17	121	22	33	88	13	15	88	17	22	121	28	44	13	33	39	9	
$t_{рем}$	7	4	3	7	8	2	2	3	6	4	3	8	7	2	2	4	6	

Вариант №34 ($T_{don} = 75 \text{ мин}$)

$t_{раб}$	90	30	18	165	12	6	24	90	18	105	15	135	20	12	27			
$t_{рем}$	4	3	3	12	3	5	6	9	3	9	8	15	3	3	2			
$t_{раб}$	15	30	135	6	9	105	60	12	48	14	14	27	149	8				
$t_{рем}$	2	8	8	3	2	9	6	3	15	3	3	2	3	3				

Вариант №35 ($T_{don} = 55 \text{ мин}$)

$t_{раб}$	113	6	10	13	88	9	9	75	125	38	50	8	19	38				
$t_{рем}$	11	3	5	6	4	1	1	8	13	4	5	3	1	6				
$t_{раб}$	25	5	4	15	10	38	31	5	20	4	9	15	50					
$t_{рем}$	9	3	1	4	5	6	10	1	3	1	3	1	6					

Вариант №36 ($T_{\text{дон}} = 45 \text{ мин}$)

$t_{\text{раб}}$	127	14	12	9	104	81	5	23	7	21	8	8	7	6	35
$t_{\text{рем}}$	12	7	6	5	12	8	2	6	2	7	2	2	1	2	9
$t_{\text{раб}}$	40	5	6	23	92	6	14	12	69	58	21	3	40	46	69
$t_{\text{рем}}$	5	1	2	5	7	1	2	3	6	8	5	1	3	5	7

Вариант №37 ($T_{\text{дон}} = 60 \text{ мин}$)

$t_{\text{раб}}$	173	18	27	14	15	60	120	12	18	17	90	11	6	18
$t_{\text{рем}}$	9	3	2	5	3	2	6	2	2	8	2	3	9	5
$t_{\text{раб}}$	6	105	6	9	15	53	3	12	6	9	45	12	6	3
$t_{\text{рем}}$	3	6	8	3	2	5	6	8	3	2	2	2	6	3

Вариант №38 ($T_{\text{дон}} = 40 \text{ мин}$)

$t_{\text{раб}}$	132	96	12	14	18	72	5	48	7	12	10	12	72	14	8	10
$t_{\text{рем}}$	2	10	1	2	2	7	1	5	1	1	2	2	7	4	2	1
$t_{\text{раб}}$	60	7	22	6	14	5	48	14	4	14	2	48	7	84	10	108
$t_{\text{рем}}$	12	1	2	4	6	1	2	12	8	10	2	1	1	6	5	2

Вариант №39 ($T_{\text{дон}} = 50 \text{ мин}$)

$t_{\text{раб}}$	149	99	20	5	66	7	116	13	7	50	7	41	13	5	30	7	33	13
$t_{\text{рем}}$	2	8	10	2	5	10	2	5	5	2	3	10	2	12	3	2	8	2
$t_{\text{раб}}$	36	53	8	7	12	35	30	8	8	12	7	43	8	45	12	51	13	
$t_{\text{рем}}$	10	3	7	3	5	7	3	5	7	3	7	5	3	7	5	3	7	

Вариант №40 ($T_{\text{дон}} = 55 \text{ мин}$)

$t_{\text{раб}}$	88	55	33	132	44	22	297	20	28	121	35	99	39	44	123	66
$t_{\text{рем}}$	9	6	3	13	4	2	30	3	2	12	4	10	4	4	12	7
$t_{\text{раб}}$	33	28	50	61	30	35	20	31	19	24	18	30	22	34	23	
$t_{\text{рем}}$	3	3	6	7	3	3	2	3	2	2	2	3	2	3	2	

Вариант №41 ($T_{\text{дон}} = 70 \text{ мин}$)

$t_{\text{раб}}$	84	24	204	36	49	54	240	42	24	67	180	44	24	61	120
$t_{\text{рем}}$	8	2	20	4	5	6	18	5	2	6	18	5	2	6	12
$t_{\text{раб}}$	66	24	46	108	44	24	96	47	26	96	48	30	72	25	60
$t_{\text{рем}}$	7	2	5	11	5	2	10	5	2	10	5	2	7	2	6

Вариант №42 ($T_{\text{дон}} = 75 \text{ мин}$)

$t_{\text{раб}}$	98	28	39	252	43	29	63	210	59	31	307	45	57	32	98	56
$t_{\text{рем}}$	10	3	4	17	4	3	7	14	6	3	17	4	6	3	10	6
$t_{\text{раб}}$	46	126	34	48	112	49	35	66	98	50	36	84	52	38	70	
$t_{\text{рем}}$	4	13	3	4	11	4	3	7	10	6	4	8	6	4	7	

Вариант №43 ($T_{дон} = 50$ мин)

$t_{раб}$	95	16	47	11	284	20	38	135	18	16	15	122	14	20	14	38
$t_{рем}$	9	3	5	3	16	3	4	14	3	3	3	12	1	3	1	4
$t_{раб}$	122	61	20	24	81	22	23	28	95	19	23	26	95	43	24	15
$t_{рем}$	12	7	3	3	8	3	3	3	9	3	3	3	9	4	3	3

Вариант №44 ($T_{дон} = 65$ мин)

$t_{раб}$	102	17	43	12	340	24	46	167	20	19	17	150	15	22	15
$t_{рем}$	10	2	5	2	17	3	5	15	3	2	2	14	2	3	2
$t_{раб}$	46	150	73	24	29	99	26	27	34	116	22	27	31	116	
$t_{рем}$	5	14	7	3	3	10	3	3	3	12	2	3	3	12	

Вариант №45 ($T_{дон} = 55$ мин)

$t_{раб}$	83	13	25	10	314	21	43	158	18	17	15	142	13	18	12	43
$t_{рем}$	8	2	3	2	20	3	5	15	2	2	2	13	2	2	2	3
$t_{раб}$	142	68	21	26	92	23	25	35	109	20	25	109	28	50	28	
$t_{рем}$	13	7	3	3	8	3	3	3	10	3	2	10	3	5	3	

Вариант №46 ($T_{дон} = 35$ мин)

$t_{раб}$	50	9	30	6	225	15	31	119	13	11	10	105	9	11	8	31
$t_{рем}$	5	1	3	1	15	3	3	11	1	1	1	10	1	3	1	3
$t_{раб}$	105	49	15	19	68	16	18	24	80	14	18	80	20	35	20	
$t_{рем}$	10	5	1	3	6	1	1	3	8	1	1	8	1	4	3	

Вариант №47 ($T_{дон} = 45$ мин)

$t_{раб}$	72	11	41	7	306	20	43	167	16	14	13	148	11	13	9	43
$t_{рем}$	7	2	4	2	20	2	4	16	2	2	2	14	2	2	2	4
$t_{раб}$	148	67	20	25	94	22	23	32	112	18	23	112	27	47	27	
$t_{рем}$	14	7	2	4	9	2	2	4	11	2	4	11	2	4	2	

Вариант №48 ($T_{дон} = 40$ мин)

$t_{раб}$	126	38	8	10	28	29	210	27	7	45	13	56	112	20
$t_{рем}$	13	4	1	1	3	3	21	3	1	4	1	6	11	3
$t_{раб}$	25	13	18	7	6	56	11	14	7	18	42	29	25	17
$t_{рем}$	3	1	1	3	1	6	1	1	1	3	4	3	3	1

Вариант №49 ($T_{дон} = 45$ мин)

$t_{раб}$	104	16	9	34	8	182	14	7	38	10	17	91	51	16	10
$t_{рем}$	10	1	1	4	1	18	1	1	4	1	3	9	5	1	1
$t_{раб}$	26	7	12	52	16	14	9	12	38	7	22	9	25	9	14
$t_{рем}$	3	1	1	5	3	1	1	1	4	1	3	1	3	1	1

Вариант №50 ($T_{дон} = 50$ мин)

$t_{раб}$	123	9	70	11	89	46	228	49	9	7	14	67	105	74
$t_{рем}$	10	1	7	2	9	5	23	5	2	1	2	7	11	7
$t_{раб}$	9	65	12	14	12	11	70	12	11	14	11	49	18	
$t_{рем}$	2	6	1	4	2	2	7	2	4	5	5	5	5	

Приложение Б

Таблица Б.1 – Квантили распределения Пирсона χ^2_P

Число степеней свободы f	Уровень значимости P (0,10)	Число степеней свободы f	Уровень значимости P (0,10)
1	2,7	41	53,0
2	4,6	42	54,1
3	6,3	43	55,2
4	7,8	44	56,4
5	9,2	45	57,5
6	10,6	46	58,6
7	12,0	47	59,8
8	13,4	48	60,9
9	14,7	49	62,0
10	16,0	50	63,2
11	17,3	51	64,3
12	18,5	52	65,4
13	19,8	53	66,5
14	21,1	54	67,7
15	22,3	55	68,8
16	23,5	56	69,9
17	24,8	57	71,0
18	26,0	58	72,2
19	27,2	59	73,3
20	28,4	60	74,4
21	29,6	61	75,5
22	30,8	62	76,6
23	32,0	63	77,7
24	33,2	64	78,9
25	34,4	65	80,0
26	35,6	66	81,1
27	36,7	67	82,2
28	37,9	68	83,3
29	39,1	69	84,4
30	40,3	70	85,5
31	41,4	71	86,6
32	42,6	72	87,7
33	43,7	73	88,9
34	44,9	74	90,0
35	46,1	75	91,1
36	47,2	76	92,2
37	48,4	77	93,3
38	49,5	78	94,4
39	50,7	79	95,5
40	51,8	80	96,6

Таблица Б.2 – Квантили распределения Пирсона χ^2_{1-P}

Число степеней свободы f	Уровень значимости P (0,90)	Число степеней свободы f	Уровень значимости P (0,90)
1	0,016	41	29,9
2	0,211	42	30,8
3	0,584	43	31,6
4	1,06	44	32,5
5	1,61	45	33,4
6	2,20	46	34,2
7	2,83	47	35,1
8	3,49	48	35,9
9	4,17	49	36,8
10	4,86	50	37,6
11	5,6	51	38,6
12	6,3	52	39,4
13	7,0	53	40,3
14	7,8	54	41,2
15	8,5	55	42,1
16	9,3	56	42,9
17	10,1	57	43,8
18	10,9	58	44,7
19	11,7	59	45,6
20	12,4	60	46,5
21	13,2	61	47,3
22	14,0	62	48,2
23	14,8	63	49,1
24	15,7	64	50,0
25	16,5	65	50,9
26	17,3	66	51,6
27	18,1	67	52,7
28	18,9	68	53,5
29	19,8	69	54,4
30	20,6	70	55,3
31	21,4	71	56,2
32	22,3	72	57,1
33	23,1	73	58,0
34	24,0	74	58,9
35	24,8	75	59,8
36	25,6	76	60,7
37	26,5	77	61,6
38	27,3	78	62,5
39	28,2	79	63,4
40	29,1	80	64,3

Приложение В

Варианты заданий к практической работе №1

Номер варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Время цикла	4	5	6	4,5	3	5,5	6,5	7	2,5	2,8
Время холостого хода	1,2	1,5	1,8	1,25	0,8	0,9	1,9	2	0,6	0,8
Время наблюдений	100	150	180	110	90	160	190	200	100	110
Время работы, % от времени наблюдений	70	72	75	70	72	75	70	72	75	70
Простои по инструменту, %	3,5	3,6	4	3,5	3,6	4	3,5	3,6	4	3,5
Простои по оборудованию, %	7,0	7,5	8,0	7,0	7,5	8,0	7,0	7,5	8,0	7,0
Простои по орг.тех. причинам, %	19	16	12	19	16	12	19	16	12	19
Простои по браку от пред. опер., %	0,5	0,9	1,0	0,5	0,9	1,0	0,5	0,9	1,0	0,5
Уменьшение потерь, % :										
за счет ин-та	33	50		50		25		50	75	50
за счет оборуд.		33	25		33	50	33		33	
за счет орг. тех.	50		50	33	50		50	50		75

Номер варианта	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Время цикла	3,1	4,2	4,4	4,7	3,2	3,4	3,7	5,1	5,2	5,3
Время холостого хода	1,0	1,3	1,4	1,6	0,9	1,1	0,7	1,6	1,7	1,8
Время наблюдений	150	170	170	175	110	115	120	180	185	190
Время работы, % от времени наблюдений	72	75	70	72	75	70	72	75	70	72
Простои по инструменту, %	3,6	4	3,5	3,6	4	3,5	3,7	4	3,5	3,6
Простои по оборудованию, %	7,5	8,0	7,0	7,6	8,0	7,0	7,5	8,0	7,0	7,5
Простои по орг.тех. причинам, %	16	12	19	16	12	19	16	12	19	16,1
Простои по браку от пред. опер., %	0,9	1,0	0,5	0,8	1,0	0,5	0,8	1,0	0,5	0,8
Уменьшение потерь, % :										
за счет ин-та		25	75		75		25	33		75
за счет оборуд.	50	33	25	75	33	25	75		33	50
за счет орг. тех.	33			33		75		75	50	

Продолжение приложения В

Номер варианта	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Время цикла	5,5	5,7	6,1	6,2	6,5	4,5	5	5,3	5,4	6
Время холостого хода	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	0,9	0,7	1,1	1,3	1,4
Время наблюдений	200	210	250	260	270	100	120	100	80	95
Время работы, % от времени наблюдений	75	70	72	75	70	78	85	80	76	72
Простои по инструменту, %	4	3,5	3,6	4	3,5	3	3,5	4,1	2,4	4,4
Простои по оборудованию, %	8,0	7,0	7,7	8,0	7,0	8,0	7,5	5,9	5,6	6,6
Простои по орг.тех. причинам, %	12	19	16	12	19	10	3	9	15	15
Простои по браку от пред. опер., %	1,0	0,5	0,7	1,0	0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0
Уменьшение потерь, % : за счет ин-та за счет оборуд. за счет орг. тех.	75 33	25 33	25 50	50 75	75 50	25 50	25 25	25 30	33 33	25 30

Номер варианта	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Время цикла	6,1	2,9	2,7	5,8	6,5	3,7	3,5	3,1	4,0	3,9
Время холостого хода	1,8	0,5	0,6	1,7	2,1	1,1	0,9	0,7	0,7	0,8
Время наблюдений	115	78	125	130	96	99	105	120	125	130
Время работы, % от времени наблюдений	79	85	80	85	72	78	84	80	75	85
Простои по инструменту, %	4	2,5	2,5	3,0	8,6	4,8	3,8	2,6	3,2	4,3
Простои по оборудованию, %	2,0	3,5	5,5	7,0	8,4	7,2	6,2	7,4	8,8	5,7
Простои по орг.тех. причинам, %	14	8,5	11	3,0	10,0	8,5	5,0	8,0	12,0	4,2
Простои по браку от пред. опер., %	1,0	0,5	1,0	2,0	1,0	1,5	1,0	2,0	1,0	0,8
Уменьшение потерь, % : за счет ин-та за счет оборуд. за счет орг. тех.	30 25	50 25	25 50	40 30	50 30	50 25	25 33	50 50	33 50	20 25

Номер варианта	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Время цикла	5,5	5,6	5,8	6,2	4,5	5	5,3	5,4	6	6,1
Время холостого хода	1,4	1,7	1,7	1,2	0,7	1,2	1,5	1,0	1,7	1,5
Время наблюдений	97	103	115	107	110	120	100	98	95	100
Время работы, % от времени наблюдений	70	81	80	75	85	80	78	75	75	70
Простои по инструменту, %	5,0	2,0	3,3	3,6	3	7	7,2	5,5	8,0	10
Простои по оборудованию, %	7,0	8,0	6,7	7,4	7	5	5,0	6,0	5,5	10
Простои по орг.тех. причинам, %	17	8,0	8,0	13	2	5,2	7,0	5,5	6,0	4,0
Простои по браку от пред. опер., %	1,0	1,0	2,0	1,0	3	2,8	2,8	8,0	5,5	6,0
Уменьшение потерь, % : за счет ин-та за счет оборуд. за счет орг. тех.	25 25	33 50	33 50	20 25	20 15	33 25	25 50	33 25	20 50	25 33

Приложение Г
Варианты заданий к практической работе №2

Вариант	Материал пар	Тип станка	Скорость перемещения		l , мм	b , мм	P , Н/см ²
			V_{\min} , мм/мин	V_{\max} , мм/мин			
1	Чугун-чугун (HB180)	Универсально-заточный	50	400	750	50	15
2	Чугун-чугун (HRC45)	Круглошлифовальный	400	1000	800	20	18
3	Чугун-сталь 45	Плоскошлифовальный	300	1200	1200	30	17
4	Чугун-текстолит	Специальный фрезерный	20	500	875	25	16
5	Чугун-полиамид 68	Универсально-расточный	100	500	1250	50	19
6	Чугун-капрон Б	Токарно-затыловочный	80	600	350	35	20
7	Чугун-винипласт	Фрезерный	40	300	900	60	18
8	Чугун-чугун (HB180)	Внутришлифовальный	250	700	500	20	21
9	Чугун-чугун (HRC45)	Универсально-заточный	50	400	750	50	15
10	Чугун-сталь 45	Круглошлифовальный	400	1000	800	20	18
11	Чугун-текстолит	Плоскошлифовальный	300	1200	1200	30	17
12	Чугун-полиамид 68	Специальный фрезерный	20	500	875	25	16
13	Чугун-капрон Б	Универсально-расточный	100	500	1250	50	19
14	Чугун-винипласт	Токарно-затыловочный	80	600	350	35	20
15	Чугун-чугун (HB180)	Фрезерный	40	300	900	60	18
16	Чугун-чугун (HRC45)	Внутришлифовальный	250	700	500	20	21
17	Чугун-сталь 45	Универсально-заточный	50	400	750	50	15
18	Чугун-текстолит	Круглошлифовальный	400	1000	800	20	18
19	Чугун-полиамид 68	Плоскошлифовальный	300	1200	1200	30	17
20	Чугун-капрон Б	Специальный фрезерный	20	500	875	25	16
21	Чугун-винипласт	Универсально-расточный	100	500	1250	50	19
22	Чугун-чугун (HB180)	Токарно-затыловочный	80	600	350	35	20
23	Чугун-чугун (HRC45)	Фрезерный	40	300	900	60	18
24	Чугун-сталь 45	Внутришлифовальный	250	700	500	20	21
25	Чугун-текстолит	Универсально-заточный	50	400	750	50	15

Продолжение приложения Г

Вариант	Материал пар	Тип станка	Скорость перемещения		l , мм	b , мм	P , Н/см ²
			V_{\min} , мм/мин	V_{\max} , мм/мин			
26	Чугун-полиамид 68	Круглошлифовальный	400	1000	800	20	18
27	Чугун-капрон Б	Плоскошлифовальный	300	1200	1200	30	17
28	Чугун-винипласт	Специальный фрезерный	20	500	875	25	16
29	Чугун-чугун (HB180)	Универсально-расточный	100	500	1250	50	19
30	Чугун-чугун (HRC45)	Токарно-затыловочный	80	600	350	35	20
31	Чугун-сталь 45	Фрезерный	40	300	900	60	18
32	Чугун-текстолит	Внутришлифовальный	250	700	500	20	21
33	Чугун-полиамид 68	Универсально-заточный	50	400	750	50	15
34	Чугун-капрон Б	Круглошлифовальный	400	1000	800	20	18
35	Чугун-винипласт	Плоскошлифовальный	300	1200	1200	30	17
36	Чугун-чугун (HB180)	Специальный фрезерный	20	500	875	25	16
37	Чугун-чугун (HRC45)	Универсально-расточный	100	500	1250	50	19
38	Чугун-сталь 45	Токарно-затыловочный	80	600	350	35	20
39	Чугун-текстолит	Фрезерный	40	300	900	60	18
40	Чугун-полиамид 68	Внутришлифовальный	250	700	500	20	21
41	Чугун-капрон Б	Универсально-заточный	50	400	750	50	15
42	Чугун-винипласт	Круглошлифовальный	400	1000	800	20	18
43	Чугун-чугун (HB180)	Плоскошлифовальный	300	1200	1200	30	17
44	Чугун-чугун (HRC45)	Специальный фрезерный	20	500	875	25	16
45	Чугун-сталь 45	Универсально-расточный	100	500	1250	50	19
46	Чугун-текстолит	Токарно-затыловочный	80	600	350	35	20
47	Чугун-полиамид 68	Фрезерный	40	300	900	60	18
48	Чугун-капрон Б	Внутришлифовальный	250	700	500	20	21
49	Чугун-винипласт	Универсально-заточный	50	400	750	50	15
50	Чугун-чугун (HB180)	Круглошлифовальный	400	1000	800	20	18