

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П.О.Сухого»

Кафедра «Технология машиностроения»

ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОПНЕВМОПРИВОДОВ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

к лабораторным работам
по одноименному курсу
для студентов специальности 36 01 07
«Гидропневмосистемы мобильных
и технологических машин»

Гомель 2004

УДК 62-82+62-85
ББК 32.965.2
Т38

Автор-составитель: *А.В.Петухов*

Рецензент: канд. техн. наук, доцент кафедры «Металлорежущие станки и инструменты» ГГТУ имени П.О.Сухого Р.И. Вечер

Т38 Технология гидропневмоприводов: Практическое пособие к лабораторным работам по одноименному курсу для студ. спец. 36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» /Авт.сост.: А.В.Петухов. – Гомель: ГГТУ им. П.О.Сухого, 2004. – 32 с.

Практическое пособие способствует приобретению студентами практического опыта использования средств вычислительной техники и программного обеспечения при решении технологических задач расчетного характера.

Для студентов специализации 36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин».

УДК 62-82+62-85
ББК 32.965.2

© Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого», 2004

Предисловие

Степень соответствия высококвалифицированных специалистов в области гидропневмосистем транспортных и технологических машин современным требованиям определяется многими факторами, наиболее важным из которых является способность самостоятельно решать задачи проектирования оптимальных с различных точек зрения конструкций. Технологический уровень развития производственных систем во многом определяет практическую возможность реализации конструкторских решений. Знания, полученные при изучении курса «Технология гидропневмоприводов», позволяют учесть при проектировании конструкций технологические аспекты их производства.

Особое место в настоящее время приобрели вопросы сокращения сроков решения задач конструкторской и технологической подготовки производства. При этом важнейшее значение имеет степень подготовленности специалистов к использованию средств вычислительной техники в процессе конструкторского и технологического проектирования. Развитие современных информационных технологий достигло такого уровня, при котором специалисты-проектировщики способны самостоятельно, не прибегая к помощи программистов, автоматизировать решение возникающих перед ними задач. Многолетний опыт подготовки инженеров машиностроительных специальностей показывает, что наибольший эффект дает система образования, при которой освоение методик проектирования проводится параллельно с приобретением практического опыта использования средств вычислительной техники и программного обеспечения для решения конкретных задач. В этом случае студенты, закрепляют теоретические знания, полученные на лекциях. Использование средств вычислительной техники требует на начальной стадии решения задачи выполнить ее формализацию, что в определенной степени дисциплинирует инженерное мышление. В тоже время процесс построения алгоритма решения задачи носит творческий характер, а возможность нахождения оптимального решения позволяет убедить даже скептически настроенного студента в необходимости освоения современных информационных технологий.

Учитывая наиболее распространенные в системе высшего образования технические и программные средства автоматизации проектирования, курс рассчитан на использование компьютеров с процессорами Pentium-I и выше под управлением операционных систем Windows NT/2000, в качестве программного обеспечения используются приложения Microsoft Office и MathCAD.

Порядок выполнения лабораторных работ

1 Получите у преподавателя индивидуальное задание на выполнение лабораторной работы.

2 Внимательно ознакомьтесь с методикой и алгоритмом решения задачи.

3 Подготовьте ответы на контрольные вопросы.

4 Подготовьте протокол ввода исходных данных.

5 Дальнейшие действия зависят от того какую лабораторную работу необходимо выполнить.

5.1 При выполнении лабораторных работ №2, 5, 6 и 7 необходимо выполнить следующие действия:

а) Запустите пакет Microsoft Excel, сформируйте шапку расчетной таблицы;

б) Введите численные значения исходных данных;

в) В ячейки с расчетными значениями введите формулы для их определения, согласно методике и алгоритму решения задачи.

5.2 При выполнении лабораторных работ №1, 3 и 4 необходимо выполнить следующие действия:

а) Запустите программу MathCAD, опишите и присвойте численные значения исходным данным для решения задачи;

б) Введите расчетные формулы для определения промежуточных и итоговых параметров расчета, согласно методике и алгоритму решения задачи;

в) Опишите итоговые параметры расчета и выведите их численные значения;

6 Перед расчетом введите следующую информацию: группа, фамилия, номер варианта.

7 Сохраните файл, с именем listX_xx (где X – номер лабораторной работы, а xx – номер вашего варианта исходных данных).

8 Распечатайте и проанализируйте полученные результаты расчета.

9 Подпишите распечатку у преподавателя.

10 Оформите отчет о выполнении работы.

Порядок оформления отчета и защиты лабораторных работ

Лабораторная работа оформляется на листах формата А4. Отчет о работе включает в себя тему и цель работы; краткое описание методики решения задачи и алгоритма расчетов (основные формулы, математическую модель); распечатку результатов; вывод (описание результатов).

Неверно или небрежно оформленные работы не допускаются к защите. Только защитив все работы, студент допускается к экзамену по курсу «Технология изготовления гидropневмоприводов».

Лабораторная работа №1
Тема: «Статистический метод исследования точности»

Цель работы: Изучение статистического метода анализа точности технологического процесса и расчет вероятности получения брака по верхнему и нижнему пределу допуска на изготовление детали

Методика решения задачи

Для выявления закономерности погрешностей, возникающих при обработке, пользуются статистическим методом. В технологии машиностроения широкое распространение при оценке точности обработки получили кривые нормального распределения размеров Гаусса.

На рисунке 1.1 показана такая кривая для случайных погрешностей.

Уравнение кривой Гаусса имеет вид:

$$y = \varphi(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{\frac{-x^2}{2\sigma^2}}, \quad (1.1)$$

где y – ордината, отвечающая значению x ;

σ – среднее квадратическое отклонение аргумента;

e – основание натурального логарифма ($e=2,718$);

$\pi=3,14$ – число Пифагора.

При $x=0$ максимальная ордината

$$y_{\max} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \approx 0,4 \frac{1}{\sigma} \quad (1.2)$$

При $x=\pm\sigma$ ордината для точек перегиба А и В.

$$y_{\sigma} = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi e}} = \frac{y_{\max}}{\sqrt{e}} \approx 0,6 \quad (1.3)$$

Величина поля рассеяния

$$\omega = \pm x_{\max} \quad (1.4)$$

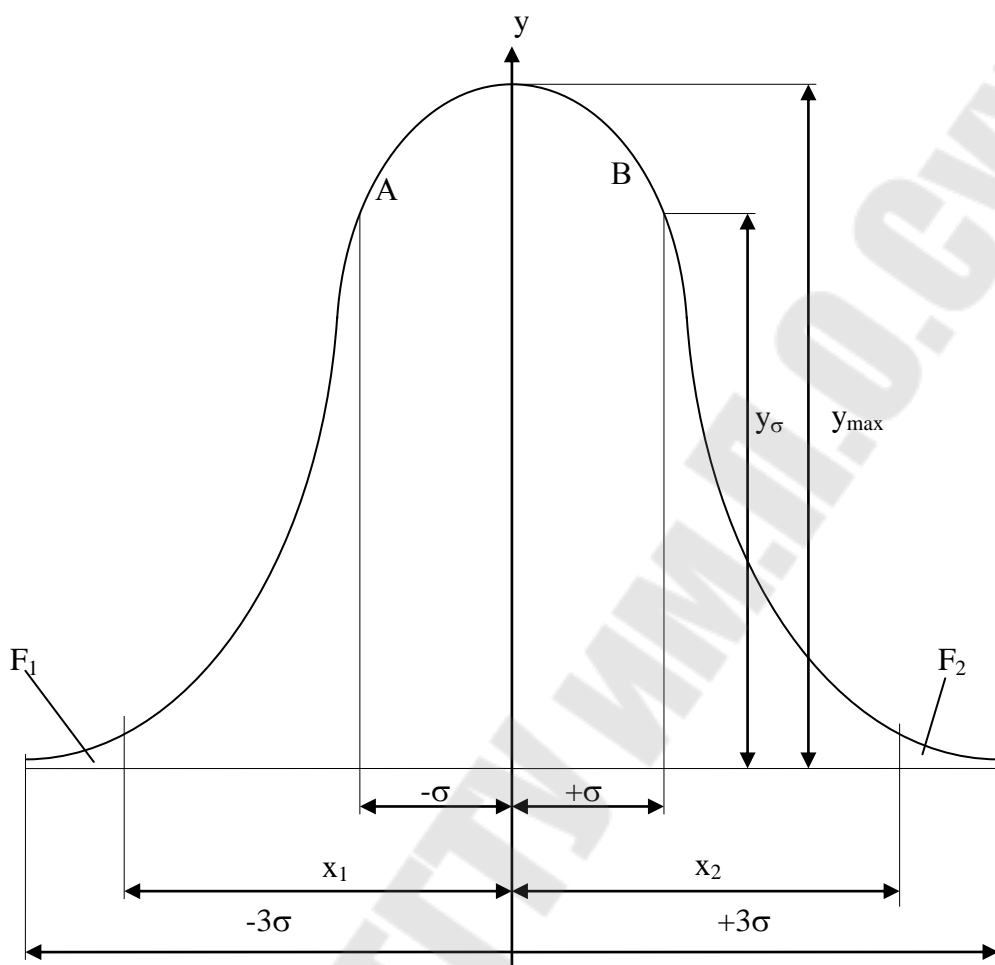


Рисунок 1.1 – Кривая нормального распределения Гаусса

Уравнение кривой нормального распределения показывает, что среднее квадратическое отклонение σ является единственным параметром, определяющим форму кривой нормального распределения. Чем меньше σ , тем меньше рассеяние размеров (кривая менее растянута); чем больше σ , тем рассеяние размеров больше (кривая более растянута). На основании исследования установлено, что в интервале $x = \pm 3\sigma$ находится 99,73% всех обрабатываемых деталей.

Таким образом, абсолютная величина отклонения равна 6σ , т.е. величина 6σ или $\pm 3\sigma$ определяет наибольшее рассеяние размеров, которое следует практически учитывать.

Алгоритм решения задачи

Исходными данными для решения задачи определения вероятности получения брака по верхнему и нижнему пределу допуска на изготовление детали являются:

- 1 Номинальный размер обрабатываемой поверхности d , мм;
- 2 Допуск на изготовление;
- 3 Количество деталей в анализируемой партии;
- 4 Фактические значения размеров деталей в анализируемой партии.

Характеристикой точности служит среднее квадратическое отклонение аргумента σ . С его уменьшением точность исследуемого метода повышается. Значение σ определяется по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} (x_i - x_{cp})^2 m_i}, \quad (1.5)$$

где n – количество измерений;

x_i – значение текущего измерения;

x_{cp} – среднее арифметическое из производимых измерений;

m_i – частота.

$$x_{cp} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} x_i \quad (1.6)$$

Определение σ и x_{cp} удобно производить, занося данные измерений в таблицу. Количество измерений рекомендуется брать не менее 25. При малом количестве наблюдений (10...15 и меньше) вычисление связано с большой ошибкой.

Пользуясь кривой распределения, можно найти вероятностное количество годных деталей, на размер которых установлен определенный допуск. Предположим, что поле допуска δ установлено двумя размерами x_1 и x_2 (границы этого допуска от центра группирования), которые показаны на рисунке 1.1.

Вероятностное количество годных деталей определяется в этом случае отношениями площадей F_1 и F_2 ко всей площади F , заключенной между кривой и осью абсцисс.

Площадь F_1 определяется следующей формулой:

$$F_1 = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{x_1}^0 e^{\frac{-x^2}{2\sigma^2}} dx \quad (1.7)$$

Площадь F_2 определяется аналогичным путем:

$$F_2 = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_0^{x_2} e^{\frac{-x^2}{2\sigma^2}} dx \quad (1.8)$$

Автоматизировать расчет можно путем использования программы MathCad. Для этого необходимо ввести в программу всю последовательность расчета. В файле list1 приведен пример такого расчета для партии из двадцати пяти деталей.

Внимание!!! После ввода в данных d (диаметр); $Notk$ (нижнее отклонение); $Wotkl$ (верхнее отклонение) и X_{1-25} в файл list1_XX необходимо определить величину интервала для группы $Deltax$ по формуле

$$Deltax = \frac{\max(x) - \min(x)}{k},$$

где $\max(x)$ и $\min(x)$ – соответственно максимальный и минимальный фактический размер в анализируемой партии деталей;

$k=8$ – количество групп, на которые разбиваются фактические размеры деталей в анализируемой партии.

После установления верхней (Wgr) и нижней (Ngr) границ каждой группы необходимо вручную задать частоту попадания размера в каждую группу m .

Контрольные вопросы

1. Какой вид имеет уравнение кривой Гаусса?
2. Что показывает уравнение кривой нормального распределения?
3. Что является характеристикой точности при ее статистической оценке?
4. Каким образом при помощи кривой нормального распределения можно определить вероятностное количество годных деталей?

Лабораторная работа №2
Тема: «Определение типа производства»

Цель работы: Приобретение практических навыков в использовании пакета Microsoft Excel для определения типа производства

Методика решения задачи

В зависимости от спроса на изделия машиностроительного производства, они изготавливаются в различных количествах. Это обстоятельство является главным фактором при определении объема и программы выпуска изделий любого машиностроительного завода.

Различие объемов выпуска машин привело к условному разделению производства на три типа: единичное, серийное и массовое [2].

Единичное производство – это изготовление заготовок, деталей и машин, характеризуемое малым объемом выпуска. При этом считают, что выпуск этих заготовок, деталей и машин не повторяется по неизменяемой конструкторской документации. [2].

Серийное производство – это периодическое изготовление заготовок, деталей и машин повторяющимися партиями по неизменяемой конструкторской документации в течение продолжительного промежутка календарного времени. Производство изделий осуществляется партиями, при этом возможна партия из одного изделия. В зависимости от объема выпуска этот тип производства делят на мелко-, средне- и крупносерийное [2].

Массовое производство – непрерывное изготовление заготовок, деталей или машин в больших объемах по неизменяемой конструкторской документации продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна и та же операция. Для массового производства характерна узкая номенклатура и большой объем выпуска изделий [2].

Отнесение производства к тому или иному типу определяется не только объемом выпуска, но и особенностями самих изделий. Например, изготовление переходной модели автомобиля в количестве нескольких тысяч штук будет представлять единичное производство, поскольку повторное изготовление этих автомашин не предполагается. В то же время изготовление тяжелых прессов при объеме выпуска менее одной штуки в год можно считать серийным производством, если их выпуск по неизменяемой конструкторской документации будет повторяться [2].

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций $K_{з.о}$, который показывает отношение суммарного числа различных технологических операций равной трудоемкости, выполняемых или подлежащих выполнению подразделением в течение месяца, к числу

рабочих мест. Для различных типов машиностроительного производства $K_{3.0}$ может принимать следующие значения:

для массового производства	$K_{3.0} = 1$
для крупносерийного производства	$1 < K_{3.0} \leq 10$
для среднесерийного производства	$10 < K_{3.0} \leq 20$
для мелкосерийного производства	$20 < K_{3.0} \leq 40$
для единичного производства	$40 < K_{3.0}$

Для определения коэффициента закрепления операций $K_{3.0}$ необходимо выполнить расчет в следующей последовательности.

Вначале необходимо определить годовой объем выпуска деталей по следующей формуле:

$$N = N_1 \cdot p \cdot \left(1 + \frac{a}{100}\right), \quad (2.1)$$

где N_1 – заданный годовой объем выпуска изделий, шт./год;

p – количество деталей в изделии, шт.;

a – процент от годовой программы дополнительно изготавливаемых деталей, при учебном проектировании $a=5...10\%$.

В данной лабораторной работе структура (маршрут) технологического процесса, размер партии деталей, а также подготовительно-заключительное ($T_{П.З}$) и штучное время ($T_{ШТ}$) являются заданными величинами, поэтому штучно-калькуляционное время можно определить по формуле:

$$T_{ШТ-К} = \frac{T_{П.З}}{n} + T_{ШТ}, \quad (2.2)$$

где $T_{П.З}$ – подготовительно-заключительное время на партию деталей;

n – количество деталей в партии, на которую отводится подготовительно-заключительное время;

$T_{ШТ}$ – штучное время.

При расчете количества станков для выполнения каждой операции необходимо выдвинуть гипотезу относительно типа производства (для выбора значения $K_{3.Н}$) и воспользоваться формулой:

$$m_P = \frac{N \cdot T_{ШТ-К}}{60 \cdot F_D \cdot K_{3.Н}}, \quad (2.3)$$

где N – объем выпуска деталей, шт/год;

$T_{ШТ-К}$ – штучно-калькуляционное время, мин;

F_D – действительный годовой фонд времени, ($F_D=2030$ час. – при односменном режиме работы и $F_D=4060$ час. – при двухсменном);

$K_{3.H}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования (для мелкосерийного $K_{3.H}=0,9$; для среднесерийного $K_{3.H}=0,8$; для крупносерийного и массового – $K_{3.H}=0,75$).

Далее по каждой операции выполняем расчет фактического коэффициента загрузки оборудования по формуле:

$$K_{3.Ф} = \frac{m_P}{P}, \quad (2.4)$$

где P – принятое число рабочих мест, которое определяется округлением расчетного количества станков m_P до ближайшего большего целого значения.

Количество операций равнозначной трудоемкости, выполняемых на рабочем месте, определяется по формуле:

$$O = \frac{K_{3.H}}{K_{3.Ф}}, \quad (2.5)$$

Результаты расчета параметров для определения типа производства сведем в таблицу 2.1. После заполнения всех граф таблицы подсчитываем суммарные значения для O и P , определяем $K_{3.O}$ и тип производства.

Коэффициент закрепления операций определим, используя формулу:

$$K_{3.O} = \frac{\sum O_{ПРi}}{\sum P_i}, \quad (2.6)$$

где $O_{ПРi}$ – принятое значение количества операций равнозначной трудоемкости, которое определяется округлением расчетного количества операций O до ближайшего целого значения.

При несовпадении $K_{3.O}$ с предварительно предполагаемым типом производства нужно повторить расчет, изменив гипотезу о типе производства и задавшись новым значением $K_{3.H}$. При совпадении $K_{3.O}$ с предварительно предполагаемым, проанализировать полученный результат и сделать вывод о типе производства.

Алгоритм решения задачи

Исходными данными для решения задачи определения типа производства являются:

- 1 Заданная годовая программа выпуска изделия, шт./год N_I ;
- 2 Количество деталей в изделии, шт. p ;
- 3 Режим работы (количество смен);
- 4 Размер партии деталей, на которую отводится подготовительно-заключительное время n ;

5 Структура технологического процесса (маршрут обработки) и значения подготовительно-заключительного времени на партию деталей $T_{П.З}$ и штучного времени $T_{ШТ}$

Автоматизировать расчет можно путем использования пакета Microsoft Excel. Для этого необходимо создать в нем таблицу, в которую внести все исходные и промежуточные данные, а так же результаты расчета. Ниже приведен пример такой таблицы.

Внимание!!! Параметры P и $O_{ПР}$ должны быть целыми числами.

Таблица 2.1 – Определение типа производства

Лабораторная работа №	2
Тема:	«Определение типа производства»
Группа	ГА-31
Ф.И.О.	Иванов И.И.
Вариант	99

Исходные данные

Годовой объем выпуска изделий	N_I	3000
Количество деталей в изделии	p	2
Количество смен		1
Количество деталей в партии	n	300

Промежуточные параметры

Годовой объем выпуска деталей	N	6600
Действительный годовой фонд времени	F_D	2030
Нормативный коэффициент загрузки оборудования	$K_{ЗН}$	0,8

Результаты расчета

Наименование операции	$T_{П.З}$	$T_{ШТ}$	$T_{ШТ-К}$	m_P	P	$K_{ЗФ}$	O	$O_{ПР}$
1 Токарная	9	1	1,03	0,07	1	0,12	6,53	7
2 Токарная	9	5	5,03	0,34	1	0,41	1,97	2
3 Токарная	9	5	5,03	0,34	1	0,41	1,97	2
4 Фрезерная	9	3	3,03	0,21	1	0,29	2,75	3
...
19 Хонинговальная	7	2	2,02	0,14	1	0,22	3,72	4
20 Хонинговальная	7	2	2,02	0,14	1	0,22	3,72	4
Итого:					17			52

$K_{З.0}$ 3,16

Выводы:

Тип производства – крупносерийный

Контрольные вопросы

- 1 По какому критерию определяется тип производства?
- 2 Назовите исходные данные для определения типа производства?
- 3 Почему при выполнении расчета необходимо выдвигать гипотезу относительно типа производства?
- 4 Как определяется принятое число рабочих мест?
- 5 В какой последовательности выполняются расчеты при определении $K_{З.0}$?

Лабораторная работа №3
Тема «Расчет припусков на обработку»

Цель работы: Изучение расчетно-аналитического метода определения припусков

Методика решения задачи

Определение припусков на обработку и допусков на промежуточные операционные размеры, обеспечивающих возможность получения требуемого качества деталей, имеет важное технико-экономическое значение.

Завышенные припуски на обработку ведут к перерасходу материала, увеличению трудоемкости, снижают качество поверхности за счет удаления наиболее износостойких поверхностных слоев, повышают затраты на электроэнергию. С другой стороны, заниженные припуски также ухудшают качество обработки, так как не позволяют полностью удалить дефектный слой, затрудняют достижение требуемой точности и шероховатости поверхности. В связи с этим необходимо технически обосновать выбор общего и операционных припусков на обрабатываемые поверхности.

Под общим припуском подразумевается слой металла, необходимый для выполнения всей совокупности технологических переходов, т.е. всего процесса обработки данной элементарной поверхности от черновой обработки до готовой детали. В качестве элементарных поверхностей рассматриваются наружные, внутренние поверхности вращения и плоские поверхности.

Общий припуск для любой из вышеуказанных поверхностей может быть определен как сумма операционных припусков

$$Z_O = \sum_{i=1}^{i=n} Z_i, \quad (3.1)$$

где Z_i – припуск на обработку рассматриваемой поверхности на i -ой операции.

Существует три метода определения припусков: расчетно-аналитический, нормативный и интегрально-аналитический.

Расчетно-аналитический метод определения припусков является наиболее точным и базируется на анализе производственных погрешностей и дифференцированно учитывает влияние на величину припуска конфигурации и размеров детали, качество заготовки, погрешностей, возникающих при механической и термической обработке. Наиболее общий вид формулы для определения минимального припуска на обработку на i -ой операции можно представить в виде:

$$Z \min_i = k \cdot (Rz_{(i-1)} + T_{(i-1)} + \rho_{(i-1)} + \varepsilon_i), \quad (3.2)$$

- где $Rz_{(i-1)}$ – высота шероховатости неровностей профиля, мкм;
 $T_{(i-1)}$ – глубина дефектного слоя на предшествующей операции (переходе), мкм;
 $\rho_{(i-1)}$ – векторная сумма пространственных отклонений взаимосвязанных поверхностей обрабатываемой заготовки, получившихся на предшествующей операции;
 ε_i – векторная сумма погрешностей базирования и закрепления;
 k – коэффициент, учитывающий характер припуска (для односторонних припусков $k=1$, для симметричного $k=2$).

Рассматриваемый метод позволяет наиболее точно определять значения припусков и операционных размеров, что способствует в ряде случаев снижению отходов металла в стружку на 20...50%.

Нормативный метод определения припусков, который еще называют опытно-статистическим, является основным методом назначения припусков при неавтоматизированном проектировании. В основе этого метода лежит использование нормативных таблиц, по которым определяется величина припуска в зависимости от размеров поверхности, вида и метода обработки. При этом припуск устанавливается на основании опытных данных о фактических припусках, при которых производилась обработка аналогичных заготовок.

Из-за большого объема нормативных таблиц этот метод расчета припусков находит ограниченное применение при автоматизации технологического проектирования по сравнению с расчетно-аналитическим, несмотря на то, что сам алгоритм выбора припуска является более простым.

Интегрально-аналитический метод определения припусков основан на использовании эмпирических уравнений следующего типа:

$$Z \min_i = a + b \cdot D^m + c \cdot L^n, \quad (3.3)$$

где a – коэффициент представляет собой часть припуска, которую необходимо снять, чтобы удалить дефектный слой $T_{(i-1)}$ и микронеровности $Rz_{(i-1)}$;

$(b \cdot D^m + c \cdot L^n)$ – сумма, соответствующая части припуска, вводимой для компенсации неравномерности, обусловленной пространственными отклонениями отдельных участков обрабатываемой поверхности и зависящей от габаритных размеров заготовки D и L .

Коэффициенты a , b , c и показатели степени m и n определяются путем обработки данных справочно-нормативных таблиц операционных припусков с использованием метода наименьших квадратов. Такой подход позволяет установить эмпирические зависимости типа $Z_{min}=f(D,L)$ для определения минимальных операционных припусков для различных поверхностей и методов обработки.

Алгоритм решения задачи

В качестве исходной информации для автоматизации расчета припусков используются следующие данные:

- чертеж детали с техническими требованиями;
- метод получения заготовки;
- точность и качество заготовки;
- установочные базы;
- тип приспособления;
- технологический маршрут обработки элементарной поверхности;
- вид термической обработки.

Алгоритм расчета припусков и операционных размеров с использованием расчетно-аналитического метода включает следующие этапы:

- 1 Ввод исходной информации.
- 2 Выбор или назначение технологического маршрута обработки l -ой элементарной поверхности.
- 3 Определение составляющих $R_{z(i-1)}$, $T_{(i-1)}$, $\rho_{(i-1)}$, ε_i .
- 4 Расчет минимального припуска Z_{min_i} для i -ой операции.
- 5 Определение допусков для соответствующих качеств, их верхних и нижних отклонений l -ой поверхности для каждой i -ой операции.
- 6 Расчет максимальных, общих и номинальных припусков на все операции технологического процесса обработки l -ой поверхности.
- 7 Расчет минимальных и максимальных размеров обрабатываемых поверхностей по всем операциям обработки l -ой поверхности.

Контрольные вопросы

- 1 Какие существуют методы расчета припусков? Чем они отличаются? Какой метод используется в данной работе?
- 2 Что такое операционный и общий припуск на поверхность?
- 3 Какие данные необходимы для расчета припусков?
- 4 В какой последовательности выполняется расчет припусков?

Лабораторная работа №4
Тема: «Расчет режимов резания»

Цель работы: Изучение расчетно-аналитического метода определения режимов резания

Методика решения задачи

Режимы резания (глубина, подача и скорость резания) определяют точность, качество обработанной поверхности, производительность и себестоимость обработки. Сначала устанавливают глубину резания, потом подачу и в последнюю очередь скорость резания. Глубина резания при однопроходной обработке на предварительно настроенном станке определяется величиной ранее рассчитанного промежуточного припуска на обработку данной поверхности. При многопроходной обработке глубину резания назначают наибольшей, соответственно уменьшив число проходов. На последних проходах глубину резания обычно уменьшают в целях обеспечения заданных точности и шероховатости поверхности.

Подачу назначают максимально допустимую. При черновой обработке подача ограничивается прочностью самого слабого звена данной технологической системы (инструмент, заготовка или отдельные элементы станка). При чистовой обработке и отделке подача определяется заданными точностью и шероховатостью. Подачу выбирают по нормативам или рассчитывают, согласовывая ее величину с паспортными данными станка.

Зная допуск на выдерживаемый размер и условия выполнения проектируемой операции, находим величину упругих отжимов технологической системы. Зная глубину резания, характеристику обрабатываемого материала и жесткость элементов технологической системы, решаем обратную задачу – по величине упругих отжимов находим величину подачи. Такая методика расчета пригодна для всех операций обработки. Для операций окончательной обработки в расчет принимают допуск, проставленный на чертеже детали. Для промежуточных операций допуски на выдерживаемый размер берут из расчета припусков на обработку данной поверхности.

Найденную из условия точности подачу проверяют по условиям обеспечения заданной шероховатости поверхности (по нормативам) и окончательно согласовывают с паспортными данными станка.

По подаче и глубине находят силу и момент резания, а по ним для данных условий обработки рассчитывают силу закрепления заготовки (значение силы нужно знать для конструирования приспособления), прочность инструмента (элементов оснастки или станка), мощность и расходуемую энергию. При выполнении прочностных расчетов и расчетов силы закрепления заготовки за основу берут максимальную глубину

резания, которая равна наибольшей величине ранее рассчитанного припуска на обработку. Для расчета расходуемой при обработке энергии за основу берут глубину резания, определяемую по средней величине промежуточного припуска.

Скорость резания рассчитывают по формулам теории резания или устанавливают по нормативным таблицам, если известны условия выполнения данного перехода обработки.

В обычных условиях при расчете скорости резания ориентируются на экономическую стойкость режущего инструмента. В особых условиях принимают во внимание стойкость при наибольшей производительности.

Скорость резания определяются по формуле

$$V = \frac{A}{T^m} \quad (4.1)$$

где A – постоянная для данных условий обработки, учитывающая глубину резания, подачу и обрабатываемый материал;

T – стойкость режущего инструмента, мин;

m – показатель относительной стойкости ($m < 1$).

Стойкость режущего инструмента при наибольшей производительности

$$T = \frac{1-m}{m} t_u, \quad (4.2)$$

а стойкость наименьшей обработки (экономическую стойкость)

$$T_э = \frac{1-m}{m} (t_u + t_э) \quad (4.3)$$

где t_u – время, необходимое для смены инструмента;

$t_э$ – время работы станка, эквивалентное расходам, связанным с переточкой инструмента:

$$t_э = \frac{t_w \cdot l_w \cdot \left(1 + \frac{z_w}{100}\right) + \frac{s_w}{k}}{l \cdot \left(1 + \frac{z}{100}\right)}, \quad (4.4)$$

где t_w – время заточки инструмента, мин;

l_w – минутная заработная плата заточника, руб/мин;

z_w – расходы по заточному цеху, %;

s_w – начальная стоимость инструмента, руб;

k – количество переточек, допустимых для инструмента;

- l – минутная заработная плата рабочего, руб/мин;
 z – расходы по механическому цеху, %.

На практике при чистовой обработке поверхностей больших размеров стойкость инструмента должна быть равна (или несколько больше) времени обработки. В противном случае при вынужденной смене инструмента на обрабатываемой поверхности возникает недопустимый уступ.

Зная стойкость инструмента, можно по формуле (4.1) или с помощью таблиц найти v . По скорости резания находят скорость вращения шпинделя (или число двойных ходов стола, ползуна). Эти величины согласовывают с паспортными данными станка, принимая ближайšie меньшие. Рассмотренная методика характерна для одноинструментной обработки.

Алгоритм решения задачи

В данной лабораторной работе рассчитывается режим резания при сверлении отверстия.

Исходными данными для расчета являются:

- 1 Номинальный диаметр отверстия, которое необходимо просверлить d_1 .
- 2 Глубина сверления L_{pez1} .
- 3 Количество отверстий i_1 .
- 4 Длина перемещения на подвод, врезание и перебег инструмента y_1 .
- 5 Табличное значение подачи на один оборот шпинделя S_{o1} .
- 6 Коэффициент изменения подачи в зависимости от условий обработки k_1 .
- 7 Твердость обрабатываемого материала HB_1 .
- 8 Стойкость инструмента, в минутах T_1 .
- 9 Показатели степени показателей степени и коэффициенты для расчета $K_v (N_{v1}, K_{nv1}, K_{iv1})$.
- 10 Численные значения показателей степени и коэффициентов для определения расчетной скорости резания (C_{v1}, q_{v1}, Y_{v1}).
- 11 Численные значения коэффициентов, входящих в формулу для определения крутящего момента (C_{m1}, q_{m1}, Y_{m1}).
- 12 Численные значения коэффициентов, входящих в формулу для определения осевой силы (C_{p1}, q_{p1}, Y_{p1}).

Расчет режима резания для сверления отверстий выполняется в следующей последовательности:

- 1 Определяется длина рабочего хода

$$L_1 = L_{pez1} + y_1 \quad (4.5)$$

- 2 Определяется расчетная подача на 1 оборот шпинделя

$$S_{ras1} = S_{o1} \cdot k_1 \quad (4.6)$$

По паспорту станка устанавливаем принятое значение подачи

$S_{pr}=[0,056; 0,08; 0,112]$ (ближайшее меньшее значение)

Определим величину коэффициента K_{v1} .

$$K_{mv1} = K_z \left(\frac{750}{\sigma_g} \right)^{N_{v1}} \quad (4.7)$$

$$K_{v1} = K_{mv1} \cdot K_{nv1} \cdot K_{iv1} \quad (4.8)$$

Определим расчетную скорость резания, в м/мин

$$V_{ras1} = \frac{C_{v1} \cdot d_1^{q_{v1}} \cdot K_{v1}}{T_1^{m_{v1}} \cdot S_{pr1}^{Y_{v1}}} \quad (4.9)$$

Определим расчетную скорость вращения шпинделя, в об/мин

$$N_{ras} = \frac{1000 \cdot V_{ras1}}{\pi \cdot d_1} \quad (4.10)$$

По паспорту станка установим принятое значение скорости вращения шпинделя, об/мин $N_{pr}=[20; 25; 31,5; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000]$ (ближайшее меньшее значение).

Определим принятую скорость резания, в м/мин

$$V_{pr1} = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot N_{pr1}}{1000} \quad (4.11)$$

Определим величину коэффициента K_p

$$K_{p1} = K_{mp1} = \left[\frac{\sigma_g}{750} \right]^{0,75} \quad (4.12)$$

Определим величину крутящего момента при сверлении, в Нм

$$M_{kr1} = 10 \cdot C_{m1} \cdot d_1^{q_{m1}} \cdot S_{pr1}^{Y_{m1}} \cdot K_{m1} \quad (4.13)$$

Определим величину осевой силы при сверлении

$$P_{o1} = 10 \cdot C_{p1} \cdot d_1^{q_{p1}} \cdot S_{pr1}^{Y_{p1}} \cdot K_{p1} \quad (4.14)$$

Определим машинное время на обработку, мин

$$T_{o1} = \frac{L_1 \cdot i_1}{S_{pr1} \cdot N_{pr1}} \quad (4.15)$$

Контрольные вопросы

- 1 Какими параметрами определяется режим резания?
- 2 Какие данные необходимы для расчета режима резания?
- 3 В какой последовательности выполняется расчет режима резания?
- 4 Каким образом режим резания уточняется по паспортным данным станка?

Лабораторная работа №5

Тема: «Расчет технических норм времени на обработку детали»

Цель работы: Изучение метода определения технических норм времени на обработку детали

Методика решения задачи

Нормы времени устанавливают на каждую операцию по нормативам согласно следующей формуле:

$$T_{шт} = T_O + T_B + T_{ТЕХ} + T_{ОРГ} + T_{П} \quad (5.1)$$

где T_O – основное (технологическое) время;

T_B – вспомогательное время;

$T_{ТЕХ}$ – время технического обслуживания рабочего места;

$T_{ОРГ}$ – время организационного обслуживания рабочего места;

$T_{П}$ – время перерывов.

Время T_O определяется расчетом для каждого технологического перехода обработки:

$$T_O = \frac{L_I \cdot i}{S_M} = \frac{(L_{БР} + L_{РЕЗ} + L_{СХ}) \cdot i}{S_{ОБ} \cdot n} \quad (5.2)$$

где L_I – расчетная длина перемещения инструмента;

i – число рабочих ходов (проходов) в данном переходе;

$S_M = S_{ОБ} \cdot n$ – минутная подача инструмента, мм/мин ($S_{ОБ}$ и n выбирают по нормативам или рассчитывают);

$L_{БР}$ – врезание инструмента (определяют геометрически или по нормативам);

$L_{РЕЗ}$ – длина обрабатываемой поверхности в направлении движения подачи;

$L_{СХ}$ – путь схода инструмента.

При последовательном выполнении переходов T_O суммируют по переходам обработки. При параллельном выполнении переходов T_O берут по наиболее длинному переходу.

Время T_B определяют по элементам работы по нормативам с учетом возможности его перекрытия основным временем. Вспомогательное время определяется по следующей формуле:

$$T_B = T_{У.С} + T_{З.О} + T_{УП} + T_{ИЗ} \quad (5.3)$$

где $T_{У.С}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{З.О}$ – время на закрепление и открепление детали, мин;

$T_{УП}$ – время на приемы управления, мин;

$T_{ИЗ}$ – время на измерение детали, мин.

Оперативное время определяем по следующей формуле:

$$T_{ОП} = T_O + T_B \quad (5.4)$$

Время технического обслуживания рабочего места $T_{ТЕХ}$ вычисляют в процентах (до 6%) от T_O или рассчитывают по формулам. Это время затрачивается на смену затупившегося инструмента, его переналадку и заправку (при отделочных операциях).

Время $T_{ОРГ}$ учитывает затраты времени на подготовку рабочего места перед началом работы, его уборку в конце смены, смазку станка и другие действия в течение смены. Оно определяется в процентах от оперативного времени (0,6...8%) по нормативам.

Время обслуживания рабочего места определяем по следующей формуле:

$$T_{ОБС} = T_{ТЕХ} + T_{ОРГ} \quad (5.5)$$

Время $T_{П}$ отводится на отдых и личные надобности рабочего: его берут по нормативам в процентах к оперативному времени (приблизительно 2,5%).

Штучное время определяется также по упрощенной формуле:

$$T_{ШТ} = \frac{T_{ОП}(100 + a + b + g)}{100} \quad (5.6)$$

где a, b, g – определяют время $T_{ТЕХ}, T_{ОРГ}, T_{П}$ (берутся по нормативам).

В серийном производстве определяются время на изготовление партии деталей:

$$T_{П} = T_{ШТ} \times N_{ПАР} + T_{П.З} \quad (5.7)$$

где $N_{ПАР}$ – количество деталей в партии;

$T_{П.З}$ – подготовительно-заключительное время.

В поточно-массовом производстве нормы нередко приходится корректировать, добиваясь большей синхронизации операций и более полной загрузки оборудования. Это достигается изменением режимов резания и условий обработки. Корректировку норм времени производят также из соображений создания лучших условий для многостаночного обслуживания.

Зная содержание и характер выполнения операций, по тарифно-квалификационным справочникам устанавливают необходимые разряды рабочих.

Алгоритм решения задачи

В данной лабораторной работе рассчитываются нормы времени на выполнение трех операций: токарно-винторезной, вертикально-сверлильной и вертикально-фрезерной.

Исходными данными для расчета являются следующие параметры режима обработки:

- 1 Длина рабочего хода $L_{р.х.}$ [мм]
- 2 Подача S (для токарных и сверлильных операций в мм/об, для остальных – мм/мин)
- 3 Скорость вращения шпинделя n [об/мин].
- 4 Количество обрабатываемых элементов (поверхностей, отверстий и т.д.) i [шт].

В качестве справочной информации в расчете используются следующие зависимости

$$T_B = 10\%T_O; \quad T_{TECH} = 3\%T_O; \quad T_{ОРГ} = 5\%T_{ОП}; \quad T_{П} = 2,5\%T_{ОП}$$

Для выполнения работы необходимо в таблицу для расчета технических норм времени ввести расчетные формулы, подставить численные значения исходных данных и рассчитать $T_{шт}$ для трех операций.

Результаты расчета норм времени необходимо отразить в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Технические нормы времени на обработку

Номер опер.	Наименование операции.	Параметры режима обработки					Составляющие $T_{шт}$					$T_{шт}$	
		L	S[мм/об]	S[мм/мин]	n	i	T_O	T_B	T_T	$T_{ОРГ}$	$T_{П}$		
05	Токарная												
10	Сверлильная												
15	Фрезерная												

Внимание! Перед вводом формул введите исходные данные

Контрольные вопросы

- 1 Какие параметры входят в штучное время?
- 2 Какие параметры режима резания необходимы для расчета штучного времени?
- 3 В какой последовательности выполняется расчет норм времени?

Лабораторная работа №6
Тема: «Определение коэффициентов загрузки оборудования»

Цель работы: Изучение метода определения коэффициентов загрузки оборудования

Методика решения задачи

Использование оборудования по времени. Правильный выбор оборудования определяет его рациональное использование. При выборе станков для разрабатываемого технологического процесса этот фактор должен учитываться таким образом, чтобы исключить их простои, т.е. нужно выбирать станки по производительности. С этой целью определяют наряду с другими технико-экономическими показателями критерии, показывающие степень использования каждого станка в отдельности.

Для каждого станка в технологическом процессе должны быть подсчитаны коэффициент загрузки и коэффициент использования станка по основному времени.

Расчетное количество станков определяется по формуле:

$$m_P = \frac{T_{шт}}{t_B} \quad (6.1)$$

где $T_{шт}$ – штучного времени на данной операции, мин;
 t_B – такт выпуска, мин.

Такт выпуска определяется по формуле:

$$t_B = \frac{N}{60 \cdot F_D} \quad (6.2)$$

где N – годовой объем выпуска деталей, шт.;
 F_D – действительный фонд работы оборудования, час.

Коэффициент загрузки станка η_3 определяется как отношение расчетного количества станков m_P , занятых на данной операции процесса, к принятому (фактическому)

$$\eta_3 = \frac{m_P}{m_{ПР}} \quad (6.3)$$

Коэффициент использования оборудования по основному времени η_0 свидетельствует о доле машинного времени в общем времени работы станка. Он определяется как отношение основного времени к штучному:

$$\eta_O = \frac{T_O}{T_{шт}} \quad (6.4)$$

Использование оборудования по мощности привода. Этот фактор характеризуется коэффициентом использования оборудования по мощности привода η_M , который представляет собой отношение необходимой мощности резания $N_{PEЗ}$ к мощности на приводе станка $N_{ПР}$:

$$\eta_M = \frac{N_{PEЗ}}{N_{ПР}} \quad (6.5)$$

Алгоритм решения задачи

В данной лабораторной работе рассчитываются коэффициенты загрузки станка η_3 , использования оборудования по основному времени η_O и использования оборудования по мощности привода η_M .

Исходными данными для расчета указанных коэффициентов являются:

- 1 Структура технологического процесса (маршрут обработки);
- 2 Заданная годовая программа выпуска деталей N , шт./год;
- 3 Годовой фонд работы оборудования F_D , час.;
- 4 Значения основного T_O и штучного $T_{шт}$ времени по всем операциям технологического процесса.

- 5 Значения мощности на приводе станка $N_{ПР}$ и мощности резания $N_{PEЗ}$.

Для выполнения работы необходимо в таблицу для расчета коэффициентов загрузки станка η_3 , использования оборудования по основному времени η_O и использования оборудования по мощности привода η_M ввести численные значения исходных данных всех операций и построить графики загрузки станка, использования оборудования по основному времени и использования оборудования по мощности привода. Величину $m_{ПР}$ вводить вручную, округляя m_P до ближайшего большего целого значения.

Результаты расчета норм времени необходимо отразить в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Результаты расчета коэффициентов загрузки станков и использования оборудования по основному времени

Операция	Модель	F _д	N	T _о	T _{шт}	N _{пр}	N _{рез}	m _р	m _{пр}	K _з	K _о	K _м
1 Токарная	16К20	2030	1000	2,78	3,03	8,5	5	0,025	1	0,025	0,917	0,59
2 Токарная	16К20	2030	1000	4,41	4,66	8,5	7,2	0,038	1	0,038	0,946	0,85
3 Внутришлифов.	3К228А	2030	1000	10,5	10,7	10,2	5,5	0,088	1	0,088	0,981	0,54
4 Комплексная	ГФ2171	2030	1000	6,74	6,9	9,04	4,8	0,057	1	0,057	0,977	0,53
5 Вертикальнофр.	6Р11	2030	1000	1,74	1,9	4,68	2	0,016	1	0,016	0,916	0,43
6 Вертикальносв.	2Н135	2030	1000	1,02	1,18	3,4	1	0,01	1	0,010	0,864	0,29
7 Горизонт.фр.	6Р82Г	2030	1000	1,89	2,05	6,38	3	0,017	1	0,017	0,922	0,47
8 Круглошлиф.	3Б161	2030	1000	0,85	0,98	24,5	10	0,008	1	0,008	0,867	0,41
9 Спец.шлифов.	3Д642Е	2030	1000	5,17	5,43	4,93	1	0,045	1	0,045	0,952	0,20
10 Спец.шлифов.	3Д642Е	2030	1000	5,57	5,83	4,93	1	0,048	1	0,048	0,955	0,20
Среднее значение										0,035	0,930	0,451

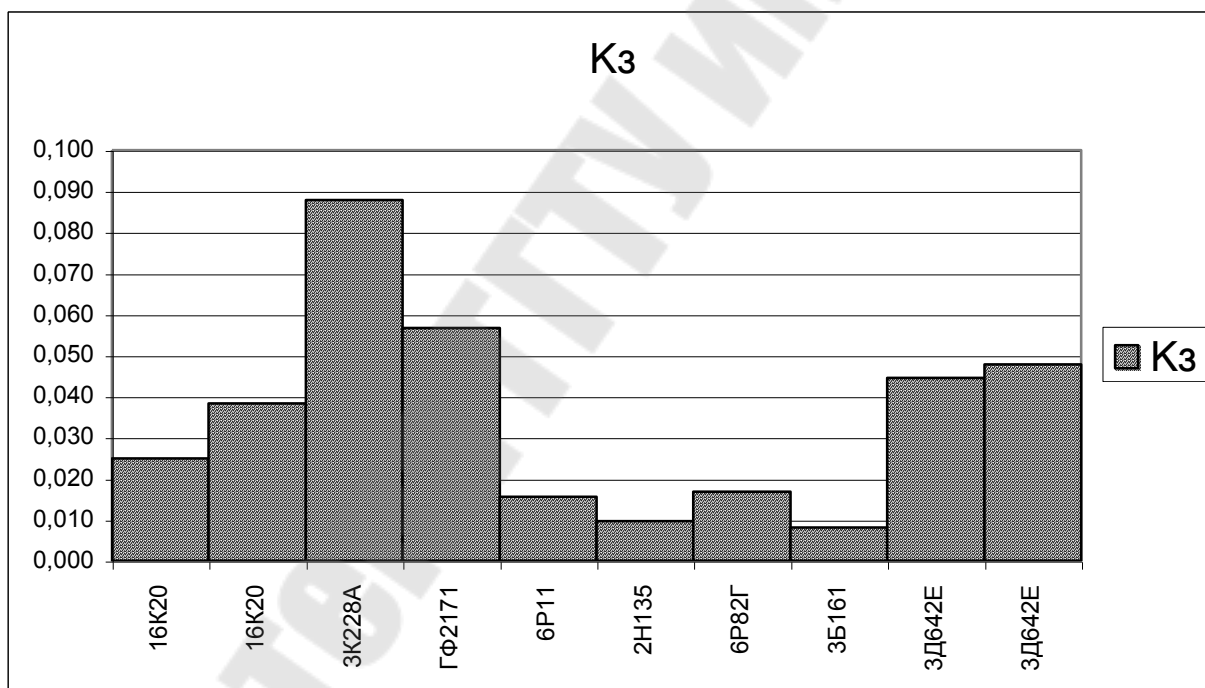


Рисунок 6.1 – График загрузки оборудования

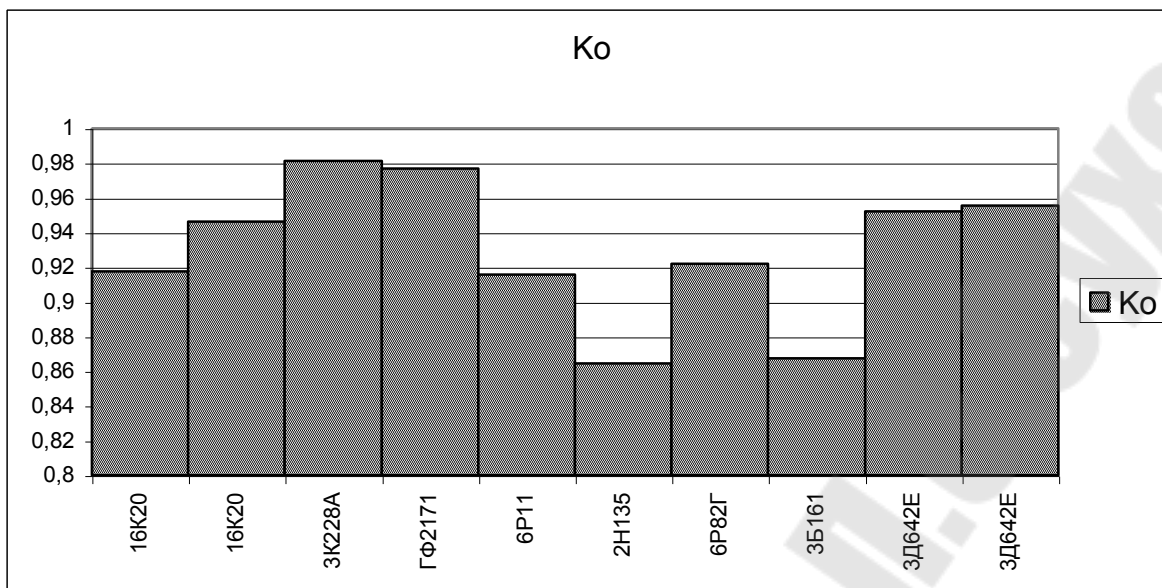


Рисунок 6.2 – График использования оборудования по основному времени

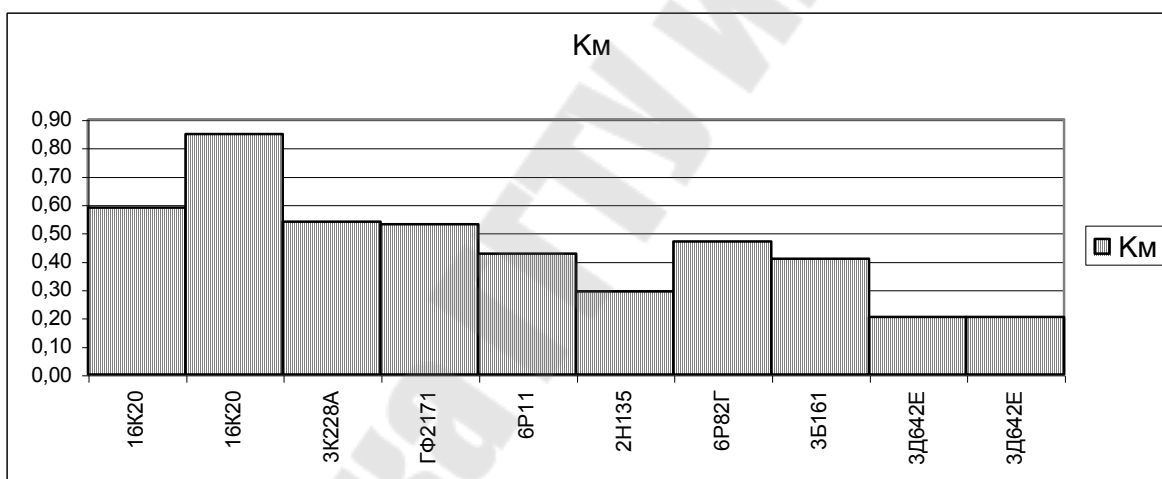


Рисунок 6.3 – График загрузки оборудования по мощности

Контрольные вопросы

- 1 С помощью каких мероприятий можно повысить η_0 ?
- 2 Если при прочих равных условиях для двух выбираемых станков справедливо неравенство $\eta_{M1} > \eta_{M2}$, то какой из двух станков предпочтительнее?
- 3 Каким образом на величины η_0 и η_3 влияет режим работы предприятия?

Лабораторная работа №7

Тема: «Технико-экономическое обоснование технологического процесса»

Цель работы: Изучение метода проведения технико-экономического обоснования технологического процесса

Методика решения задачи

Исходными данными для технико-экономического анализа являются:

- 1 Структура технологического процесса (маршрут обработки);
- 2 Заданный годовой объем выпуска деталей N , шт./год;
- 3 Годовой фонд работы оборудования F_D , час.;
- 4 Значения штучного времени $T_{шт}$ по сопоставляемым операциям технологического процесса, мин;
- 5 Часовая тарифная ставка станочника-сдельщика соответствующего разряда, руб/час;
- 6 Коэффициент, учитывающий зарплату наладчика;
- 7 Коэффициент, учитывающий оплату рабочего при многостаночном обслуживании;
- 8 Практические часовые затраты на базовом рабочем месте, руб/час;
- 9 Коэффициент, показывающий во сколько раз затраты, связанные с работой данного станка, больше, чем аналогичные расходы у базового станка;
- 10 Балансовая стоимость станка, руб.;
- 11 Фактический коэффициент загрузки оборудования;
- 12 Производственная площадь, занимаемая станком, с учетом проходов.

Алгоритм решения задачи

В расчете используются следующие зависимости:

Себестоимость выполнения i -ой операции технологического маршрута, в тыс.руб.

$$C_i = \frac{C_{Xi} \cdot T_{штi}}{60} \quad (7.1)$$

где C_{Xi} – часовые приведенные к i -ому рабочему месту затраты, тыс.руб./час;

$T_{штi}$ – трудоемкость выполнения i -ой операции, мин.

Часовые приведенные к i -ому рабочему месту затраты

$$C_{Xi} = C_3 + C_{ч.з} + E_H \cdot (K_C + K_3) \quad (7.2)$$

где C_3 – основная и дополнительная зарплата с начислениями и учетом многостаночного обслуживания, тыс.руб/час;
 $C_{ч.з}$ – часовые затраты по эксплуатации рабочего места, тыс.руб/час;
 E_H – коэффициент нормативной эффективности, $E_i = 0,15$;
 K_C – капитальные вложения в станок, тыс.руб/час;
 K_3 – капитальные вложения в здание, тыс.руб/час.

Основная и дополнительная зарплата с начислениями и учетом многостаночного обслуживания

$$C_3 = \varepsilon \cdot C_{Т.Ф} \cdot K \cdot Y \quad (7.3)$$

где ε – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, $\varepsilon = 1,53$;
 $C_{Т.Ф}$ – часовая тарифная ставка станочника-сдельщика соответствующего разряда, тыс.руб/час;
 K – коэффициент, учитывающий зарплату наладчика;
 Y – коэффициент, учитывающий оплату рабочего при многостаночном обслуживании.

Часовые затраты по эксплуатации рабочего места:

$$C_{ч.з}^{Б.П} = C_{ч.з} \cdot K_M \quad (7.4)$$

где $C_{ч.з}^{Б.П}$ – практические часовые затраты на базовом рабочем месте, тыс.руб./ч;
 K_M – коэффициент, показывающий во сколько раз затраты, связанные с работой данного станка, больше, чем аналогичные расходы у базового станка.

Капитальные вложения в станок

$$K_C = \frac{Ц \cdot \eta_3}{F_D} \quad (7.5)$$

где $Ц$ – цена станка, тыс.руб.;
 η_3 – коэффициент загрузки станка;
 F_D – действительный годовой фонд времени, ч.

Капитальные вложения в здание

$$K_3 = \frac{F \cdot 3000000 \cdot \eta_3}{F_D} \quad (7.6)$$

где F – производственная площадь, занимаемая станком с учетом проходов, m^2 .

Годовой экономический эффект

$$\mathcal{E}_r = (C_1 - C_2) \cdot N \quad (7.7)$$

где C_1 – сумма себестоимости изготовления партии деталей по 1-му варианту технологического маршрута, в тыс.руб.;

C_2 – сумма себестоимости изготовления партии деталей по 2-му варианту технологического маршрута, в тыс.руб.;

N – годовой объем выпуска деталей, шт/год.

Результаты расчета отразим в таблице 7.1

Таблица 7.1 – Сравнение базового и предлагаемого технологических процессов по экономической себестоимости

№	Наименование операции	F_D	N	ε	Ст.ф. тыс.р.	K	Y	б.п $C_{чз}$	K_M	Ц млн.р	η_3	F m^2	C_x тыс.р	шт мин	C_1 тыс.р
1	Токарная автоматная	2030	1000	1,53	191,6	0,5	1,3	175,6	2,8	1820	0,3	4,87	683	1,5	17075
2	Токарная автоматная	2030	1000	1,53	191,6	0,5	1,3	175,6	2,8	1820	0,3	4,87	683	0,5	5692
3	Токарная с ЧПУ	2030	1000	1,53	224	0,5	1,3	175,6	13,6	3833	0,2	10,92	2611	2,5	108792
4	Токарная с ЧПУ	2030	1000	1,53	224	0,5	1,3	175,6	13,6	3833	0,2	10,92	2611	3,5	152308
5	Токарно-винторезная	2030	1000	1,53	191,6	1	1	175,6	1,6	1600	0,4	10,48	575	0,5	4792
6	Токарно-винторезная	2030	1000	1,53	191,6	1	1	175,6	1,6	1600	0,4	10,48	575	1,0	9583
7	Комплексная	2030	1000	1,53	224	0,5	1,3	175,6	8,5	56000	0,1	20,5	1716	5,5	157300
8	Комплексная	2030	1000	1,53	224	0,5	1,3	175,6	8,5	56000	0,1	20,5	1716	3,5	100100
Сумма себестоимости изготовления партии деталей по 1-му варианту технологического маршрута, в тыс.руб.															556
1	Токарная с ЧПУ	2030	1000	1,53	224	0,5	1,3	175,6	13,6	3833	0,2	10,92	2611	2,5	108792
2	Токарная с ЧПУ	2030	1000	1,53	224	0,5	1,3	175,6	13,6	3833	0,2	10,92	2611	3,5	152308
3	Комплексная	2030	1000	1,53	191,6	1	1	175,6	2,4	6400	0,4	32,62	717	1,0	11950
4	Комплексная	2030	1000	1,53	224	0,5	1,3	175,6	8,5	56000	0,1	20,5	1716	0,5	14300
5	Вертикально-фрезерная	2030	1000	1,53	191,6	1	1	175,6	1,8	3200	0,3	15,26	610	0,75	7625
Сумма себестоимости изготовления партии деталей по 2-му варианту технологического маршрута, в тыс.руб.															295
Годовой экономический эффект, в тыс.руб.															261

Внимание! Перед вводом формул введите исходные данные

Контрольные вопросы

- 1 По какому критерию выбирают вариант технологического процесса?
- 2 Как определяется себестоимость выполнения операции?
- 3 От чего зависят затраты на оборудование?
- 4 В каких единицах изменяется трудоемкость изготовления детали?

Список рекомендуемой литературы

1. Горбацевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Мн. Выш.школа, 1983. – 256 с.
2. Колесов И.М. Основы технологии машиностроение: Учеб. для машиностроит. Спец. Вузов. – 1 изд., испр. – М.: Высш. шк., 1999. – 591 с.
3. Основы технологии машиностроения. Под ред. В.С. Корсакова М., «Машиностроение», 1977 – с.23-33

Содержание

Предисловие	3
Порядок выполнения лабораторных работ	4
Порядок оформления отчета и защиты лабораторных работ	4
Лабораторная работа №1 Тема «Статистические методы анализа точности ТП»	5
Лабораторная работа №2 Тема «Определение типа производства»	9
Лабораторная работа №3 Тема «Расчет припусков на обработку»	13
Лабораторная работа №4 Тема «Расчет режимов резания»	16
Лабораторная работа №5 Тема «Расчет технических норм времени»	20
Лабораторная работа №6 Тема «Определение коэффициентов загрузки оборудования»	23
Лабораторная работа №7 Тема «Технико-экономическое обоснование технологического процесса»	27
Список рекомендуемой литературы	30

ТЕХНОЛОГИЯ ГИДРОПНЕВМОПРИВОДОВ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

**к лабораторным работам
по одноименному курсу
для студентов специальности 36 01 07
«Гидропневмосистемы мобильных
и технологических машин»**

Автор-составитель: **Петухов Александр Владимирович**

Отпечатано в авторской редакции

Подписано в печать 27.09.2004 г.

Формат 60x84/16 Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Ризографическая печать. Усл. печ. л. 1,86. Уч. – изд. л. 1,88.
Тираж 80 экз. Изд. № 129.
Заказ №889

Отпечатано на ризографическом оборудовании
Учреждения образования «Гомельский государственный технический
университет имени П.О.Сухого»
246746, г.Гомель, пр. Октября, 48, т. 47-71-64