

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Локтионова Оксана Геннадьевна
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 01.10.2023 13:54:26
Уникальный программный ключ:
0b817ca911e6668abb13a5d426d39e5f1c11eabbf73e943df4a4851fda56d089

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
« 1 » 03 2018 г.



ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПОЛНОЙ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОСТИ СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ

Методические указания по выполнению практической работы №2
по дисциплине «Автоматизация производственных процессов
в машиностроении»
для студентов направления
15.03.05. Конструкторско-технологическое обеспечение машино-
строительных производств,
(очной и заочной формы обучения)

Курск 2018

УДК 621.(923)

Составители: О.С. Зубкова, Д.А. Бобрышев

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры
машиностроительных технологий и оборудования

А.А. Горохов

Применение метода полной взаимозаменяемости для обеспечения точности сборки изделий: методические указания по выполнению практической работы №2 по дисциплине «Автоматизация производственных процессов в машиностроении»/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост. О.С. Зубкова, Д.А. Бобрышев. Курск, 2018. 14 с., ил. 1, Библиогр.: с. 14

Содержат сведения о применении метода полной взаимозаменяемости для обеспечения точности сборки изделия. Позволяют получить навыки по анализу собираемого узла, технических требований и технических характеристик.

Методические указания соответствуют требованиям ФГОС по направлениям подготовки дипломированных специалистов 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Работа предназначена для студентов очной и заочной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 0,81. Уч. - изд. л. 0,74. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы:

Получение навыков применения метода полной взаимозаменяемости для обеспечения точности автоматизированной сборки изделий.

1. Теоретическая часть

1.1. Метод полной взаимозаменяемости.

При соединении деталей машин в процессе сборки необходимо обеспечить их взаимное расположение в пределах заданной точности, под которой следует понимать степень ее приближения к геометрически правильному прототипу, заданному в конструкторской документации.

Одним из средств определения рациональных допусков, обеспечивающих требуемую точность обработки деталей и сборки машин, является расчеты на точность с использованием теории размерных цепей. Для достижения требуемой точности замыкающего звена размерной цепи существует пять методов:

- полной взаимозаменяемости (максимума-минимума);
- неполной взаимозаменяемости (вероятностный);
- групповой взаимозаменяемости (селективной сборки);
- пригонки;
- регулирования.

При расчете сборочной размерной цепи *методом полной взаимозаменяемости* детали соединяются на сборке без пригонки, регулирования и подбора. При любом сочетании на сборке размеров деталей, изготовленных в пределах расчетных допусков, значения замыкающего звена не выходят за установленные пределы.

Преимущества: простота и экономичность сборки; упрощение организации поточности сборочных процессов: возможность широкого кооперирования заводов; упрощение системы изготовления запасных частей и снабжение ими потребителей и др.

Недостатки: допуски составляющих звеньев получаются меньшими (при прочих равных условиях), чем при всех остальных методах, что может оказаться неэкономичным.

Применяется обычно в индивидуальном и мелкосерийном производствах; при малой величине допуска на исходное звено и не-

большом числе составляющих звеньев размерной цепи; при большой величине допуска на исходное звено.

1.2. Решение обратной задачи методом полной взаимозаменяемости

При решении обратной задачи необходимо определить номинал и предельные отклонения замыкающего звена по известным номиналам и отклонениям составляющих звеньев. Алгоритм её решения следующий:

- определяем влияние составляющих звеньев на замыкающее звено (увеличивающие или уменьшающие);
- составляем уравнение номиналов, по которому рассчитываем номинал замыкающего звена;

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m A_i - \sum_{j=1}^n A_j, \quad (1)$$

где A_{Σ} - номинальное значение замыкающего звена размерной цепи;

$\sum_{i=1}^m A_i$ - сумма номинальных значений увеличивающих звеньев;

$\sum_{j=1}^n A_j$ - сумма номинальных значений уменьшающих звеньев;

3. Определяем значение допуска замыкающего звена:

$$T_{\Sigma} = \sum_1^{m+n} T_{i,j}, \quad (2)$$

где $T_{i,j}$ - допуск на составляющее звено. Допуск составляющих звеньев рассчитывается по формуле (4.6)

4. Определяем середину поля допуска замыкающего звена:

$$EC_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m EC_i - \sum_{j=1}^n EC_j, \quad (3)$$

где $\sum_{i=1}^m EC_i$ - сумма координат середины поля допуска увеличивающих звеньев;

и

$\sum_{j=1}^n EC_j$ - сумма координат середины поля допуска уменьшаю-

щих звеньев.

Координата середины диапазона допуска составляющего звена определяется как среднее арифметическое двух предельных отклонений:

$$EC_{i,j} = \frac{ES_{i,j} + EI_{i,j}}{2}, \quad (4)$$

5. По рассчитанным допуску замыкающего звена и координате середины диапазона допуска замыкающего звена находим верхнее и нижнее отклонения замыкающего звена:

$$ES_{\Sigma} = EC_{\Sigma} + \frac{1}{2}T_{\Sigma} \quad (5)$$

$$EI_{\Sigma} = EC_{\Sigma} - \frac{1}{2}T_{\Sigma} \quad (6)$$

6. В случае необходимости подбирается стандартный диапазон допуска для замыкающего звена исходя из условий:

$$ES_{\Sigma} \leq ES_{cm}; EI_{\Sigma} \geq EI_{cm},$$

где ES_{cm} , EI_{cm} - верхнее и нижнее отклонения стандартного диапазона допуска.

1.3. Решение прямой задачи методом полной взаимозаменяемости

При решении прямой задачи заданы параметры исходного (замыкающего) звена, по которым необходимо определить предельные отклонения и допуски составляющих звеньев. Замыкающее звено может быть задано как номинальным значением и предельными отклонениями, так и предельными размерами. Последний вариант характерен при необходимости обеспечения зазоров при сборке в определенных пределах. Номиналы составляющих звеньев, как правило, определяются по сборочному чертежу или же для учебных заданий назначаются заранее.

1. Определяем характер составляющих звеньев размерной цепи (увеличивающие, уменьшающие).

2. Составляем уравнение номиналов, по которому рассчитываем номинал исходного (замыкающего) звена (см. формулу 8.1). В данном случае решение данного уравнения проводится для контроля правильности задания номиналов составляющих звеньев. В случае несовпадения рассчитанного значения с заданным, осуществляется коррекция размерной цепи. Если исходное звено задавалось предельными размерами, кроме расчета номинального значения, необходимо определить его предельные отклонения исходя из зависимостей (4.1).

3. Расчет допусков составляющих звеньев может быть проведен одним из трех способов. *Способ равных допусков* применяют, если составляющие размеры являются величинами одного порядка (например, входят в один интервал размеров) и могут быть выполнены с примерно одинаковой экономической точностью. В этом случае можно принять

$$T_i = \frac{[T_\Sigma]}{n + m}. \quad (7)$$

Способ равных допусков прост, но недостаточно точен.

Способ пробных расчетов заключается в том, что на все составляющие звенья РЦ назначаются экономичные допуски с учетом характера работы детали и выбранного метода обработки, а также предельные отклонения по усмотрению конструктора. Экономичные допуски для выбранных методов обработки могут быть определены с использованием таблиц, приводимых в технической литературе.

Способ единого качества заключается в том, что на все составляющие звенья РЦ назначаются допуски одного или двух соседних качеств. Необходимый качество определяют по числу единиц допуска.

Определяем среднее число единиц допуска составляющих размеров:

$$a_c = \frac{[T_\Sigma]}{\sum i_i}, \quad (8)$$

где $[T_\Sigma]$ - допуск исходного звена;

$\sum i_i$ - сумма значений единиц допуска.

Следует заметить, что в размерную цепь могут входить составляющие звенья с известными допусками. Например, стандартные детали, покупные изделия и т.д. В этом случае при расчете среднего

числа единиц допуска по формуле (8.8) известные допуски необходимо вычесть из допуска исходного звена, а числа i_i данных звеньев не учитываются при расчете суммы.

Среднее число единиц допуска составляющих размеров сравнивается со стандартными значениями числа единиц допуска квалитетов. Для назначения допусков выбирается ближайший квалитет точности отвечающий условию:

$$a_c \geq a,$$

где a – число единиц допуска квалитета точности.

Использование ближайшего квалитета для которого $a_c < a$, так же возможно, но требует при дальнейшем расчете обязательного введения корректирующего звена с пересчетом для него размера допуска.

Допуски на размеры составляющих звеньев назначаются в соответствии с выбранным квалитетом точности.

Отклонения размеров составляющих звеньев назначаются после анализа сборочного чертежа из числа стандартных диапазонов допусков. При этом рекомендуется для охватываемых деталей назначать отклонения соответствующие основному валу (h), для охватывающих – основному отверстию (H), если характер звена не определен – симметричные отклонения (J_s).

4. Правильность назначения допусков и отклонений размеров составляющих звеньев проверяется решением обратной задачи. Решение прямой задачи выполнено правильно если соблюдаются условия:

$$[T_\Sigma] \geq T_\Sigma; [ES_\Sigma] \geq ES_\Sigma; [EI_\Sigma] \leq EI_\Sigma,$$

где T_Σ ; ES_Σ ; EI_Σ - допуск, верхнее и нижнее отклонения замыкающего звена;

$[T_\Sigma]$; $[ES_\Sigma]$; $[EI_\Sigma]$ - допуск, верхнее и нижнее отклонения исходного звена, полученные в результате решения обратной задачи.

5. Если условия указанные выше не соблюдаются, одно из составляющих звеньев выбирается в качестве корректирующего (A_x).

Допуск на корректирующее звено может быть оставлен стандартным, а может быть пересчитан по формуле:

$$T_x = [T_\Sigma] - \sum_1^{m+n-1} T_{i,j}, \quad (9)$$

где $\sum_1^{m+n-1} T_{i,j}$ – сумма допусков на составляющие звено без учета допуска корректирующего звена.

Координату середины диапазона допуска рассчитываем следующим образом.

Если корректирующее звено выбрано из числа увеличивающих:

$$EC_x = \sum_1^m EC_j - \sum_1^{n-1} EC_i + [EC_\Sigma], \quad (10)$$

Если корректирующее звено выбрано из числа уменьшающих:

$$EC_x = \sum_1^n EC_i - \sum_1^{m-1} EC_j - [EC_\Sigma], \quad (11)$$

Проводится расчет верхнего и нижнего отклонений корректирующего звена:

$$ES_x = EC_x + \frac{1}{2} T_x \quad (12)$$

$$EI_x = EC_x - \frac{1}{2} T_x \quad (13)$$

6. Проверяем правильно проведения коррекции решением обратной задачи (см.п.4)

2. Пример расчета

Найти отклонения звеньев размерной цепи представленной на рис. 1 методом максимума-минимума если известно: $[A_{\Sigma}] = 1 \dots 2$ мм, $A_1 = 52$ мм, $A_2 = 38$ мм, $A_3 = 16_{-0,12}$ мм, $A_4 = 50$ мм, $A_5 = 25$ мм.

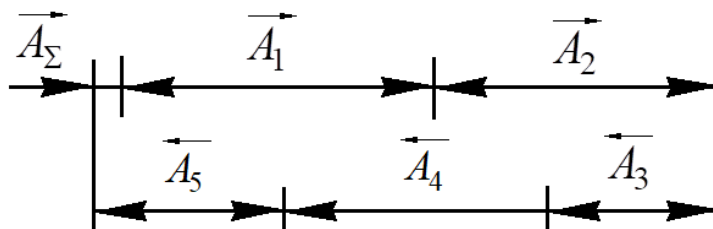


Рис 1. Схема размерной цепи

1. Определяем характер составляющих звеньев размерной цепи:
 A_1 , A_2 - уменьшающие, A_3 , A_4 , A_5 - увеличивающие.

2. Согласно формуле (1) составляем уравнение номиналов:

$$[A_{\Sigma}] = (A_3 + A_4 + A_5) - (A_1 + A_2)$$

$$[A_{\Sigma}] = (16 + 50 + 25) - (52 + 38) = 1 \text{ мм}$$

Определяем отклонения исходного звена:

$$[ES_{\Sigma}] = A_{\max} - A = 2 - 1 = 1 \text{ мм};$$

$$[EI_{\Sigma}] = A_{\min} - A = 1 - 1 = 0 \text{ мм.}$$

Середину поля допуска исходного звена определяем по зависимости (4):

$$[ES_{\Sigma}] = \frac{1 - 0}{2} = 0,5 \text{ мм.}$$

$$[T_{\Sigma}] = [ES_{\Sigma}] - [EI_{\Sigma}] = 1 - 0 = 1$$

Таким образом исходное звено $[A_{\Sigma}] = 1^{+1}$

3. Дальнейший расчет ведем способом одного качества. Рассчитываем число единиц допуска в качестве по формуле (8) с учетом известного допуска на звено A_3 .

$$a_c = \frac{[T_{\Sigma}] - T_3}{i_1 + i_2 + i_4 + i_5}$$

Допуск T_3 определяем:

$$T_3 = ES_3 - EI_3 = 0 - (-0,12) = 0,12 \text{ мм}$$

$$a_c = \frac{1 - 0,12}{1,87 + 1,56 + 1,56 + 1,31} = 0,14 \text{ мм} = 140 \text{ мкм}$$

Принимаем точность составляющих звеньев по IT11 ($a = 100$ мкм)

4. В соответствии с данными источника [4] и особенностями конструкции узла назначаем допуски и отклонения на составляющие звенья.

$$T_1 = 0,19 \text{ мм}, T_2 = 0,16 \text{ мм}, T_4 = 0,16 \text{ мм}, T_5 = 0,13 \text{ мм}.$$

$$A_1 = 52h11(-0,19) \text{ мм}, A_2 = 38h11(-0,16) \text{ мм}, A_4 = 50h11(-0,16) \text{ мм},$$

$$A_5 = 25Js11(\pm 0,065) \text{ мм}.$$

Проводим проверку назначенных допусков и отклонений решением обратной задачи. Решение прямой задачи выполнено правильно если соблюдаются условия:

$$T_\Sigma \leq [T_\Sigma] = 1; ES_\Sigma \leq [ES_\Sigma] = 1; EI_\Sigma \geq [EI_\Sigma] = 0$$

Допуск замыкающего звена определяем по формуле (2).

$$T_\Sigma = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5$$

$$T_\Sigma = 0,19 + 0,16 + 0,12 + 0,16 + 0,13 = 0,76 < 1$$

Середина поля допуска замыкающего звена определяется по формуле (3):

$$ES_\Sigma = (ES_3 + ES_4 + ES_5) - (ES_1 + ES_2)$$

А середины полей допусков составляющих звеньев – по формуле (4):

$$ES_1 = \frac{0 - 0,19}{2} = -0,095 \text{ мм},$$

$$ES_2 = \frac{0 - 0,16}{2} = -0,08 \text{ мм},$$

$$ES_3 = \frac{0 - 0,12}{2} = -0,06 \text{ мм},$$

$$ES_4 = \frac{0 - 0,16}{2} = -0,08 \text{ мм},$$

$$EC_5 = \frac{0,065 - 0,065}{2} = 0 \text{ мм.}$$

$$EC_{\Sigma} = (-0,06 + (-0,08) + 0) - (-0,095 + (-0,08)) = 0,035$$

Находим отклонения замыкающего звена по формулам (5) и (6).

$$ES_{\Sigma} = 0,035 + \frac{0,76}{2} = 0,415 < 1 \text{ мм,}$$

$$EI_{\Sigma} = 0,035 - \frac{0,76}{2} = -0,345 < 0 \text{ мм}$$

Условие $EI_{\Sigma} \geq [EI_{\Sigma}]$ не соблюдается. Это может привести к появлению бракованных изделий, что при решении размерных цепей методом максимума-минимума недопустимо.

5. Проводим коррекцию назначенных отклонений составляющих звеньев. В качестве корректирующего звена принимаем звено A_4 .

Уточняем допуск на корректирующее звено по формуле (9):

$$T_4 = T_x = [T_{\Sigma}] - (T_1 + T_2 + T_3 + T_5)$$

$$T_4 = T_x = 1 - (0,19 + 0,16 + 0,12 + 0,13) = 0,4 \text{ мм.}$$

Так как звено A_4 - увеличивающее середину поля допуска корректирующего звена находим по формуле (10):

$$EC_4 = EC_x = (EC_1 + EC_2) - (EC_3 + EC_5) + [EC_{\Sigma}]$$

$$EC_4 = EC_x = (-0,095 + -0,08) - (-0,06 + 0) + 0,5 = 0,385 \text{ мм.}$$

Отклонения корректирующего звена могут быть определены по зависимостям (12) и (13)

$$ES_4 = ES_x = 0,385 + \frac{1}{2} \cdot 0,4 = 0,585 \text{ мм,}$$

$$EI_4 = EI_x = 0,385 - \frac{1}{2} \cdot 0,4 = 0,185 \text{ мм.}$$

Таким образом корректирующее звено $A_4 = 50_{+0,185}^{+0,585}$ мм.

6. Проводим проверку назначенных допусков и отклонений решением обратной задачи.

$$T_{\Sigma} = 0,19 + 0,16 + 0,12 + 0,4 + 0,13 = 1 \text{ мм,}$$

$$EC_{\Sigma} = (-0,06 + (-0,385) + 0) - (-0,095 + (-0,08)) = 0,5 \text{ мм,}$$

$$ES_{\Sigma} = 0,5 + \frac{1}{2} = 1 \text{ мм,}$$

$$EI_{\Sigma} = 0,5 - \frac{1}{2} = 0 \text{ мм}$$

Таким образом замыкающее звено соответствует исходному $A_{\Sigma} = [A_{\Sigma}] = 1^{+1}$, значит отклонения составляющих звеньев назначены правильно.

3. Порядок выполнения работы

1. Для заданного преподавателем узла проанализировать решаемую размерную цепь: определить тип решаемой задачи, выявить замыкающее (исходное) и составляющие звенья.
2. Провести расчет размерной цепи в соответствии с п. 1.2 или 1.3.

Библиографический список

1. Емельянов С.Г. Нормирование точности в машиностроении: учебное пособие/ С.Г. Емельянов, Е.А. Кудряшов, Е.И. Яцун, Е.В. Павлов, С.А. Чевычелов, С.А. Сергеев. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 440 с.
2. Схиртладзе, Александр Георгиевич. Автоматизация производственных процессов в машиностроении [Текст] : учебник / А. Г. Схиртладзе, В. Н. Воронов, В. П. Борискин. - Старый Оскол : ТНТ, 2011. - 612 с.
3. Палей М.А. Допуски и посадки: Справочник: В 2 ч. Ч. 1/ М.А. Палей, А.Б. Романов, В. А. Брагинский. – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2009. - 530 с.
4. Палей М.А. Допуски и посадки: Справочник: В 2 ч. Ч. 2/М. А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2009. – 629 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)**

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Локтионова
« 1 » _____ 2018 г.



**ПРИМЕНЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТНОГО МЕТОДА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ТОЧНОСТИ СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ**

**Методические указания по выполнению практической работы №3
по дисциплине «Автоматизация производственных процессов
в машиностроении»
для студентов направления
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машино-
строительных производств
(очной и заочной формы обучения)**

Курск 2018

УДК 621.7

Составители: О.С. Зубкова, Д.А. Бобрышев

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Машиностроительные технологии и оборудование»

А.А. Горохов

Применение вероятностного метода для обеспечения точности сборки изделий: методические указания по выполнению практической работы №3 по дисциплине «Автоматизация производственных процессов в машиностроении»/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост. О.С. Зубкова, Д.А. Бобрышев Курск, 2018. 15 с., ил. 1, Библиогр.: с. 15

Содержат сведения о применении вероятностного метода для обеспечения точности сборки изделия. Позволяют получить навыки по анализу собираемого узла, технических требований и технических характеристик.

Методические указания соответствуют требованиям ФГОС по направлениям подготовки дипломированных специалистов 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Работа предназначена для студентов очной и заочной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 0,87. Уч. - изд. л. 0,79. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы:

Получение навыков применения вероятностного метода неполной взаимозаменяемости для обеспечения точности автоматизированной сборки изделий.

1. Теоретическая часть

1.1. Вероятностный метод.

При соединении деталей машин в процессе сборки необходимо обеспечить их взаимное расположение в пределах заданной точности, под которой следует понимать степень ее приближения к геометрически правильному прототипу, заданному в конструкторской документации.

Одним из средств определения рациональных допусков, обеспечивающих требуемую точность обработки деталей и сборки машин, является расчеты на точность с использованием теории размерных цепей. Для достижения требуемой точности замыкающего звена размерной цепи существует пять методов:

- полной взаимозаменяемости (максимума-минимума);
- неполной взаимозаменяемости (вероятностный);
- групповой взаимозаменяемости (селективной сборки);
- пригонки;
- регулирования.

При расчете сборочной размерной цепи вероятностным методом детали соединяются на сборке, как правило, без пригонки, регулировки, подбора, при этом у небольшого (за-ранее принятого) количества изделий значение замыкающих звеньев могут выйти за установленные пределы.

Преимущества: те же, что и у метода полной взаимозаменяемости плюс экономичность изготовления деталей за счет расширенных полей допусков.

Недостатки: возможны, хотя и маловероятны, дополнительные затраты на замену и подгонку некоторых деталей тех изделий, у которых значение замыкающего звена вышли за установленные пределы.

Применяется обычно в серийных и массовых производствах; при малой величине до-пуска исходного звена и относительно большом числе составляющих звеньев.

При механической обработке деталей размеры имеют определённые погрешности. Эти погрешности носят случайный характер, но в результате контроля рассеяние размеров будет лежать в пределах допуска. В теории вероятностей доказывается, что если случайная величина представляет собой сумму большого числа взаимно независимых случайных слагаемых, среди которых нет резко доминирующих, то независимо от того, каким законам распределения подчиняются слагаемые, сумма всегда имеет распределение, близкое к нормальному, и тем точнее, чем больше число слагаемых.

Погрешность замыкающего звена и является такой случайной величиной. Поэтому погрешности замыкающего звена будут подчиняться законам нормального распределения, и тем точнее, чем больше число составляющих звеньев РЦ.

Применение вероятностного метода расчета считается обоснованным при числе составляющих звеньев размерной цепи $m-1 \geq 5$.

Ниже изложен упрощенный вариант расчета данным методом, не учитывающий смещение центра поля рассеяния размера относительно середины поля допуска. Т.е. коэффициент относительной асимметрии α_i равен 0. Данное допущение может быть применено для решения учебных задач, а так же в одном из следующих случаев:

- 1) законы рассеяния размеров составляющих звеньев симметричны;
- 2) число составляющих звеньев с однородными по величине допусками и любыми законами рассеяния не менее пяти.

Алгоритм расчета размерных цепей вероятностным методом в целом соответствует алгоритму расчета методом полной взаимозаменяемости и проводится с использованием тех же зависимостей, кроме пунктов оговоренных ниже.

1.2. Решение обратной задачи вероятностным методом неполной взаимозаменяемости

При решении обратной задачи необходимо определить номинал и предельные отклонения замыкающего звена по известным номиналам и отклонениям составляющих звеньев. Алгоритм её решения следующий:

- определяем влияние составляющих звеньев на замыкающее звено (увеличивающие или уменьшающие);
- составляем уравнение номиналов, по которому рассчитываем номинал замыкающего звена;

$$A_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m A_i - \sum_{j=1}^n A_j, \quad (1)$$

где A_{Σ} - номинальное значение замыкающего звена размерной цепи;

$\sum_{i=1}^m A_i$ - сумма номинальных значений увеличивающих звеньев;

$\sum_{j=1}^n A_j$ - сумма номинальных значений уменьшающих звеньев;

3. Определяем значение допуска замыкающего звена:

$$T_{\Sigma} = t \sqrt{\sum_{i,j=1}^{m+n} \lambda_{i,j}^2 T_{i,j}^2}, \quad (2)$$

где t – коэффициент риска, зависящий от процента риска получения бракованных изделий и принимаемый по таблице 8.1;

λ_i – коэффициент относительного рассеяния размеров;

$T_{i,j}$ – допуск на составляющее звено.

Для общего машиностроения рекомендуется принимать процент риска $p = 0,2\%$, а соответствующий ему коэффициент риска $t = 3$.

В предварительных и учебных расчетах λ_i принимаются равными:

$$\lambda_i = \frac{1}{\sqrt{3}} \quad \left(\lambda_i^2 = \frac{1}{3} \right),$$

если при расчете ничего неизвестно о характере кривой рассеяния размеров детали (для изделий мелкосерийного) и индивидуального производства;

$$\lambda_i = \frac{1}{\sqrt{6}} \left(\lambda_i^2 = \frac{1}{6} \right),$$

если предполагается, что рассеяние размеров близко к закону треугольника;

$$\lambda_i = \frac{1}{\sqrt{9}} \left(\lambda_i^2 = \frac{1}{9} \right),$$

если предполагается, что рассеяние размеров соответствует нормальному распределению (для изделий крупносерийного и массового производства).

Таблица 8.1

Взаимосвязь коэффициента риска t и процента риска, p

Процент риска, p , %	0,1	0,2	0,27	0,5	1,0	2,0	4,0	10	32,0
Значение t	3,29	3,12	3,00	2,80	2,57	2,33	2,06	1,65	1,00

где

4. Определяем середину поля допуска замыкающего звена (в учебных целях без учета смещения центра группирования случайной величины):

$$EC_{\Sigma} = \sum_{i=1}^m EC_i - \sum_{j=1}^n EC_j, \quad (3)$$

где $\sum_{i=1}^m EC_i$ - сумма координат середины поля допуска увеличивающих звеньев;

где $\sum_{j=1}^n EC_j$ - сумма координат середины поля допуска уменьшающих звеньев.

Координата середины диапазона допуска составляющего звена определяется как среднее арифметическое двух предельных отклонений:

Координата середины диапазона допуска составляющего звена определяется как среднее арифметическое двух предельных отклонений:

Координата середины диапазона допуска составляющего звена определяется как среднее арифметическое двух предельных отклонений:

$$EC_{i,j} = \frac{ES_{i,j} + EI_{i,j}}{2}, \quad (4)$$

5. По рассчитанным допуску замыкающего звена и координате середины диапазона допуска замыкающего звена находим верхнее и нижнее отклонения замыкающего звена:

$$ES_{\Sigma} = EC_{\Sigma} + \frac{1}{2}T_{\Sigma} \quad (5)$$

$$EI_{\Sigma} = EC_{\Sigma} - \frac{1}{2}T_{\Sigma} \quad (6)$$

6. В случае необходимости подбирается стандартный диапазон допуска для замыкающего звена исходя из условий:

$$ES_{\Sigma} \leq ES_{cm}; EI_{\Sigma} \geq EI_{cm},$$

где ES_{cm} , EI_{cm} - верхнее и нижнее отклонения стандартного диапазона допуска.

1.3. Решение прямой задачи вероятностным методом неполной взаимозаменяемости

При решении прямой задачи заданы параметры исходного (замыкающего) звена, по которым необходимо определить предельные отклонения и допуски составляющих звеньев. Замыкающее звено может быть задано как номинальным значением и предельными отклонениями, так и предельными размерами. Последний вариант характерен при необходимости обеспечения зазоров при сборке в определенных пределах. Номиналы составляющих звеньев, как правило, определяются по сборочному чертежу или же для учебных заданий назначаются заранее.

1. Определяем характер составляющих звеньев размерной цепи (увеличивающие, уменьшающие).

2. Составляем уравнение номиналов, по которому рассчитываем номинал исходного (замыкающего) звена м. формулу (с 1). В данном случае решение данного уравнения проводится для контроля правильности задания номиналов составляющих звеньев. В случае несовпадения рассчитанного значения с заданным, осуществляется коррекция размерной цепи. Если исходное звено задавалось предель-

ными размерами, кроме расчета номинального значения, необходимо определить его предельные отклонения.

3. Расчет допусков составляющих звеньев может быть проведен одним из трех способов. *Способ равных допусков* применяют, если составляющие размеры являются величинами одного порядка (например, входят в один интервал размеров) и могут быть выполнены с примерно одинаковой экономической точностью. В этом случае можно принять

$$T_i = \frac{[T_\Sigma]}{n+m-1}. \quad (7)$$

Способ равных допусков прост, но недостаточно точен.

Способ пробных расчетов заключается в том, что на все составляющие звенья РЦ назначаются экономичные допуски с учетом характера работы детали и выбранного метода обработки, а также предельные отклонения по усмотрению конструктора. Экономичные допуски для выбранных методов обработки могут быть определены с использованием таблиц, приводимых в технической литературе.

Способ единого качества заключается в том, что на все составляющие звенья РЦ назначаются допуски одного или двух соседних качеств. Необходимый качество определяют по числу единиц допуска.

Определяем среднее число единиц допуска составляющих размеров:

$$a_c = \frac{[T_\Sigma]}{t \sqrt{\sum_{i,j=1}^{m+n} \lambda_{i,j}^2 i_{i,j}^2}}, \quad (8)$$

где $[T_\Sigma]$ - допуск исходного звена;

$\sum i_i$ - сумма значений единиц допуска.

Следует заметить, что в размерную цепь могут входить составляющие звенья с известными допусками. Например, стандартные детали, покупные изделия и т.д. В этом случае при расчете среднего числа единиц допуска по формуле (8.8) известные допуски необходимо вычесть из допуска исходного звена, а числа i_i данных звеньев не учитываются при расчете суммы.

Среднее число единиц допуска составляющих размеров сравнивается со стандартными значениями числа единиц допуска квали-

тетов. Для назначения допусков выбирается ближайший квалитет точности отвечающий условию:

$$a_c \geq a,$$

где a – число единиц допуска квалитета точности.

Использование ближайшего квалитета для которого $a_c < a$, так же возможно, но требует при дальнейшем расчете обязательного введения корректирующего звена с пересчетом для него размера допуска.

Допуски на размеры составляющих звеньев назначаются в соответствии с выбранным квалитетом точности.

Отклонения размеров составляющих звеньев назначаются после анализа сборочного чертежа из числа стандартных диапазонов допусков. При этом рекомендуется для охватываемых деталей назначать отклонения соответствующие основному валу (h), для охватывающих – основному отверстию (H), если характер звена не определен – симметричные отклонения (Js).

4. Правильность назначения допусков и отклонений размеров составляющих звеньев проверяется решением обратной задачи. Решение прямой задачи выполнено правильно если соблюдаются условия:

$$[T_\Sigma] \geq T_\Sigma; [ES_\Sigma] \geq ES_\Sigma; [EI_\Sigma] \leq EI_\Sigma,$$

где $[T_\Sigma]$; $[ES_\Sigma]$; $[EI_\Sigma]$ - допуск, верхнее и нижнее отклонения исходного звена;

T_Σ ; ES_Σ ; EI_Σ - допуск, верхнее и нижнее отклонения замыкающего звена, полученные в результате решения обратной задачи.

5. Если условия указанные выше не соблюдаются, одно из составляющих звеньев выбирается в качестве корректирующего (A_x).

Допуск на корректирующее звено может быть оставлен стандартным, а может быть пересчитан по формуле:

$$T_x = \sqrt{\frac{T_\Sigma^2}{t^2} - \sum_{i,j=1}^{m+n} \lambda_{i,j-1}^2 T_{i,j-1}^2} / \lambda_x, \quad (9)$$

где $\sum_1^{m+n-1} T_{i,j}$ – сумма допусков на составляющие звено без учета допуска корректирующего звена.

Координату середины диапазона допуска рассчитываем следующим образом (в учебных целях без учета смещения центра группирования случайной величины).

Если корректирующее звено выбрано из числа увеличивающих:

$$EC_x = \sum_1^m EC_j - \sum_1^{n-1} EC_i + [EC_\Sigma], \quad (10)$$

Если корректирующее звено выбрано из числа уменьшающих:

$$EC_x = \sum_1^n EC_i - \sum_1^{m-1} EC_j - [EC_\Sigma], \quad (11)$$

Проводится расчет верхнего и нижнего отклонений корректирующего звена:

$$ES_x = EC_x + \frac{1}{2} T_x \quad (12)$$

$$EI_x = EC_x - \frac{1}{2} T_x \quad (13)$$

6. Проверяем правильно проведения коррекции решением обратной задачи (см.п.4)

2. Пример расчета

Найти отклонения звеньев размерной цепи представленной на рис. 1. вероятностным методом если известно: $A_\Sigma = 1...2$ мм, $A_1 = 52$ мм, $A_2 = 38$ мм, $A_3 = 16_{-0,12}$ мм, $A_4 = 50$ мм, $A_5 = 25$ мм.

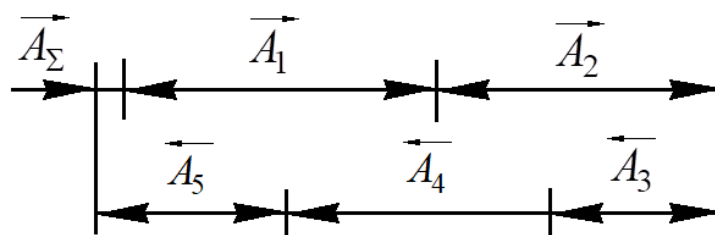


Рис 1. Схема размерной цепи

1. Определяем характер составляющих звеньев размерной цепи:

A_1, A_2 - уменьшающие, A_3, A_4, A_5 - увеличивающие.

2. Согласно формуле (1) составляем уравнение номиналов:

$$[A_{\Sigma}] = (A_3 + A_4 + A_5) - (A_1 + A_2)$$

$$[A_{\Sigma}] = (16 + 50 + 25) - (52 + 38) = 1 \text{ мм}$$

Определяем отклонения исходного звена:

$$[ES_{\Sigma}] = A_{\max} - A = 2 - 1 = 1 \text{ мм};$$

$$[EI_{\Sigma}] = A_{\min} - A = 1 - 1 = 0 \text{ мм}.$$

Середину поля допуска исходного звена определяем по зависимости (4):

$$ES_{\Sigma} = \frac{1 - 0}{2} = 0,5 \text{ мм}.$$

$$[T_{\Sigma}] = [ES_{\Sigma}] - [EI_{\Sigma}] = 1 - 0 = 1$$

Таким образом исходное звено $[A_{\Sigma}] = 1^{+1}$

3. Дальнейший расчет ведем способом одного качества.

Рассчитываем число единиц допуска в качестве по формуле (8) с учетом известного допуска на звено A_3 .

$$a_c = \frac{[T_{\Sigma}] - T_3}{t \sqrt{\lambda_1^2 i_1^2 + \lambda_2^2 i_2^2 + \lambda_4^2 i_4^2 + \lambda_5^2 i_5^2}} \text{ мкм};$$

Для коэффициента риска $t=3$ и нормального закона рассеяния

размеров каждого составляющего звена $\left(\lambda_i^2 = \frac{1}{9} \right)$ формула при-

обретает вид:

$$a_c = \frac{[T_{\Sigma}] - T_3}{\sqrt{i_1^2 + i_2^2 + i_4^2 + i_5^2}} \text{ мкм}.$$

Допуск T_3 определяем:

$$T_3 = ES_3 - EI_3 = 0 - (-0,12) = 0,12 \text{ мм}$$

$$a_c = \frac{1 - 0,12}{\sqrt{1,87^2 + 1,56^2 + 1,56^2 + 1,31^2}} = 0,28 \text{ мм} = 280 \text{ мкм}$$

Принимаем точность составляющих звеньев по IT13 ($a = 250$ мкм)

4. В соответствии с данными источника [4] и особенностями конструкции узла назначаем допуски и отклонения на составляющие звенья.

$$T_1 = 0,46 \text{ мм}, T_2 = 0,39 \text{ мм}, T_4 = 0,39 \text{ мм}, T_5 = 0,33 \text{ мм}.$$

$$A_1 = 52h13(-0,46) \text{ мм}, A_2 = 38h13(-0,39) \text{ мм}, A_4 = 50h13(-0,39) \text{ мм},$$

$$A_5 = 25Js13(\pm 0,165) \text{ мм}.$$

Проводим проверку назначенных допусков и отклонений решением обратной задачи. Решение прямой задачи выполнено правильно если соблюдаются условия:

$$T_\Sigma \leq [T_\Sigma] = 1; ES_\Sigma \leq [ES_\Sigma] = 1; EI_\Sigma \geq [EI_\Sigma] = 0$$

Допуск замыкающего звена определяем по формуле (2) учитывая $t=3$ и $\left(\lambda_i^2 = \frac{1}{9}\right)$.

$$T_\Sigma = \sqrt{T_1^2 + T_2^2 + T_3^2 + T_4^2 + T_5^2}$$

$$T_\Sigma = \sqrt{0,46^2 + 0,39^2 + 0,12^2 + 0,39^2 + 0,33^2} = 0,8 < 1$$

Середина поля допуска замыкающего звена определяется по формуле (3):

$$ES_\Sigma = (ES_3 + ES_4 + ES_5) - (ES_1 + ES_2)$$

А середины полей допусков составляющих звеньев – по формуле (4):

$$ES_1 = \frac{0 - 0,46}{2} = -0,23 \text{ мм},$$

$$ES_2 = \frac{0 - 0,39}{2} = -0,195 \text{ мм},$$

$$ES_3 = \frac{0 - 0,12}{2} = -0,06 \text{ мм},$$

$$EC_4 = \frac{0 - 0,39}{2} = -0,195 \text{ мм},$$

$$EC_5 = \frac{0,165 - 0,165}{2} = 0 \text{ мм}.$$

$$EC_{\Sigma} = (-0,06 + (-0,195) + 0) - (-0,23 + (-0,195)) = 0,17$$

Находим отклонения замыкающего звена по формулам (5) и (6).

$$ES_{\Sigma} = 0,17 + \frac{0,8}{2} = 0,57 < 1 \text{ мм},$$

$$EI_{\Sigma} = 0,17 - \frac{0,8}{2} = -0,23 < 0 \text{ мм}$$

Условие $EI_{\Sigma} \geq [EI_{\Sigma}]$ не соблюдается. Это может привести к появлению бракованных изделий, что при решении размерных цепей методом максимума-минимума недопустимо.

5. Проводим коррекцию назначенных отклонений составляющих звеньев. В качестве корректирующего звена принимаем звено A_4 .

Уточняем допуск на корректирующее звено по формуле (9),

учитывая $t=3$ и $\left(\lambda_i^2 = \frac{1}{9}\right)$:

$$T_4 = T_x = \sqrt{[T_{\Sigma}]^2 - (T_1^2 + T_2^2 + T_3^2 + T_5^2)}$$

$$T_4 = T_x = \sqrt{1^2 - (0,46^2 + 0,39^2 + 0,12^2 + 0,33^2)} = 0,71 \text{ мм}.$$

Так как звено A_4 - увеличивающее середину поля допуска корректирующего звена находим по формуле (10):

$$EC_4 = EC_x = (EC_1 + EC_2) - (EC_3 + EC_5) + [EC_{\Sigma}]$$

$$EC_4 = EC_x = (-0,23 + (-0,195)) - (-0,06 + 0) + 0,5 = 0,135 \text{ мм}.$$

Отклонения корректирующего звена могут быть определены по зависимостям (2.55) и (2.56)

$$ES_4 = ES_x = 0,135 + \frac{1}{2} \cdot 0,71 = 0,49 \text{ мм},$$

$$EI_4 = EI_x = 0,135 - \frac{1}{2} \cdot 0,71 = -0,22 \text{ мм}.$$

Таким образом корректирующее звено $A_4 = 50_{-0,22}^{+0,49}$ мм.

6. Проводим проверку назначенных допусков и отклонений решением обратной задачи.

$$T_{\Sigma} = \sqrt{0,46^2 + 0,39^2 + 0,12^2 + 0,71^2 + 0,33^2} = 1 \text{ мм},$$

$$ES_{\Sigma} = (-0,06 + (0,135) + 0) - (0,23 + (-0,195)) = 0,5 \text{ мм},$$

$$ES_{\Sigma} = 0,5 + \frac{1}{2} = 1 \text{ мм},$$

$$EI_{\Sigma} = 0,5 - \frac{1}{2} = 0 \text{ мм}$$

Таким образом замыкающее звено соответствует исходному $A_{\Sigma} = [A_{\Sigma}] = 1^{+1}$, значит отклонения составляющих звеньев назначены правильно.

3. Порядок выполнения работы

1. Для заданного преподавателем узла проанализировать решаемую размерную цепь: определить тип решаемой задачи, выявить замыкающее (исходное) и составляющие звенья.
2. Провести расчет размерной цепи в соответствии с п. 1.2 или 1.3.

Библиографический список

1. Емельянов С.Г. Нормирование точности в машиностроении: учебное пособие/ С.Г. Емельянов, Е.А. Кудряшов, Е.И. Яцун, Е.В. Павлов, С.А. Чевычелов, С.А. Сергеев. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 440 с.
2. Схиртладзе, Александр Георгиевич. Автоматизация производственных процессов в машиностроении [Текст] : учебник / А. Г. Схиртладзе, В. Н. Воронов, В. П. Борискин. - Старый Оскол : ТНТ, 2011. - 612 с.
3. Палей М.А. Допуски и посадки: Справочник: В 2 ч. Ч. 1/ М.А. Палей, А.Б. Романов, В. А. Брагинский. – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2009. - 530 с.
4. Палей М.А. Допуски и посадки: Справочник: В 2 ч. Ч. 2/М. А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2009. – 629 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

«  » 2018 г.



ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПРИГОНКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ТОЧНОСТИ СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ

Методические указания по выполнению практической работы №4
по дисциплине «Автоматизация производственных процессов
в машиностроении»
для студентов направления
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машино-
строительных производств
(очной и заочной формы обучения)

Курск 2018

УДК 621.7

Составители: О.С. Зубкова, Д.А. Бобрышев

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры
машиностроительных технологий и оборудования

А.А. Горохов

Применение метода пригонки для обеспечения точности сборки изделий: методические указания по выполнению практической работы №4 по дисциплине «Автоматизация производственных процессов в машиностроении»/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост. О.С. Зубкова, Д.А. Бобрышев. Курск, 2018. 10 с., ил. 1, Библиогр.: с. 10

Содержат сведения о применении метода пригонки для обеспечения точности сборки изделия. Позволяют получить навыки по анализу собираемого узла, технических требований и технических характеристик.

Методические указания соответствуют требованиям ФГОС по направлениям подготовки дипломированных специалистов 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Работа предназначена для студентов очной и заочной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 0,58. Уч. - изд. л. 0,53. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы:

Получение навыков применения метода пригонки для обеспечения точности автоматизированной сборки изделий.

1. Теоретическая часть

1.1. Метод пригонки (неполной взаимозаменяемости).

При соединении деталей машин в процессе сборки необходимо обеспечить их взаимное расположение в пределах заданной точности, под которой следует понимать степень ее приближения к геометрически правильному прототипу, заданному в конструкторской документации.

Одним из средств определения рациональных допусков, обеспечивающих требуемую точность обработки деталей и сборки машин, является расчеты на точность с использованием теории размерных цепей. Для достижения требуемой точности замыкающего звена размерной цепи существует пять методов:

- полной взаимозаменяемости (максимума-минимума);
- неполной взаимозаменяемости (вероятностный);
- групповой взаимозаменяемости (селективной сборки);
- пригонки;
- регулирования.

При расчете сборочной размерной цепи *методом пригонки* требуемая точность исходного звена достигается при сборке за счет пригонки заранее намеченной детали (компенсатора), на которую при механической обработке (под сборку) устанавливается определенный припуск. Величина необходимого съемного припуска компенсатора определяется после предварительной сборки деталей и измерений. Расчет размерной цепи производится на основе метода максимума-минимума или вероятностного.

Преимущества: на составляющие звенья могут быть установлены экономически целесообразные допуски.

Недостатки: значительное удорожание сборки и удлинение ее сроков; усложнение планирования производства; усложнение снабжения запасными частями.

Применяется чаще в индивидуальном и мелкосерийном производстве.

1.2. Решение размерной цепи методом пригонки

Метод пригонки заключается в том, что требуемая точность замыкающего звена достигается в результате изменения величины одного из заранее намеченных составляющих звеньев путем снятия с него необходимого слоя материала. Это специальное звено называют *неподвижным компенсатором*. В качестве компенсирующего звена обычно используется прокладка, кольцо или одна из деталей узла.

На составляющие звенья размерной цепи, включая и компенсатор, назначают экономически достижимые в данных производственных условиях допуски. В соответствии с этим допуск замыкающего звена также окажется увеличенным, так как

$$TA_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{m-1} TA_i \quad (1)$$

Следовательно, для достижения требуемой точности замыкающего звена, характеризуемой допуском TA_{Σ} , необходимо удалить из размерной цепи, получающуюся лишнюю величину отклонения, которая называется *величиной компенсации*.

При установленных величинах допусков на все составляющие звенья наибольшая возможная величина компенсации $TA_{\text{комп}}$ определяется из равенства

$$TA_{\text{комп}} = TA_{\Sigma} - [TA_{\Sigma}] = \sum_{i=1}^{m-1} TA_i - [TA_{\Sigma}], \quad (2)$$

где $[TA_{\Sigma}]$ - допуск исходного замыкающего звена, определяемый постановкой задачи;

TA_{Σ} — возможный допуск замыкающего звена, получаемый при назначении экономически достижимых допусков на составляющие звенья;

TA_i - экономически достижимый допуск i -го составляющего звена.

Так как компенсация производится путем дополнительной обработки компенсатора на сборке, то необходимо учитывать погрешность метода компенсации $TA_{МК}$. Его величина зависит от метода обработки (точение, шлифование, и т.д.) и не должна превышать значение TA_{Σ} , т.е. $TA_{МК} < TA_{\Sigma}$.

Поэтому окончательно

$$TA_{комп} = \sum_{i=1}^{m-1} TA_i - TA_{\Sigma} + TA_{МК}, \quad (3)$$

Для обеспечения пригонки необходимо расположить поле допуска компенсатора T_k заготовки компенсатора относительно его номинального размера таким образом, чтобы обеспечить на компенсирующем звене достаточный слой материала. Расположение поля допуска компенсатора будет зависеть от характера компенсирующего звена (увеличивающее или уменьшающее) и направленности изменения размера (увеличивается или уменьшается).

Для компенсатора, размер которого уменьшается при пригонке (охватываемый размер или размер уступа) средний размер заготовки компенсатора определяется по формулам:

- для уменьшающего компенсирующего звена

$$Ac_k = A_k + EC_k + EC_{\Sigma} - [EC_{\Sigma}] + \frac{1}{2}TA_{комп}; \quad (4)$$

- для увеличивающего компенсирующего звена

$$Ac_k = A_k + EC_k + [EC_{\Sigma}] - EC_{\Sigma} + \frac{1}{2}TA_{комп}; \quad (5)$$

Для компенсатора, размер которого увеличивается при пригонке (охватывающий размер или размер уступа) средний размер заготовки определяется по зависимостям указанным ниже:

- для уменьшающего компенсирующего звена

$$Ac_k = A_k + EC_k + EC_{\Sigma} - [EC_{\Sigma}] - \frac{1}{2}TA_{комп}; \quad (6)$$

- для увеличивающего компенсирующего звена

$$Ac_k = A_k + EC_k + [EC_{\Sigma}] - EC_{\Sigma} - \frac{1}{2}TA_{комп}; \quad (7)$$

где A_k - номинальный размер звена, выбранного в качестве компенсатора;

EC_k - середина поля допуска звена, выбранного в качестве компенсатора (если отклонения на компенсирующее звено не назначались $EC_k = 0$);

EC_Σ - середина поля допуска замыкающего звена, рассчитанного после назначения экономически оправданных допусков;

$[EC_\Sigma]$ - середина поля допуска исходного звена.

Предельные размеры заготовки компенсатора определяются по формулам:

$$A_{k \max} = A_{c_k} + \frac{1}{2}TA_k \quad (8)$$

$$A_{k \min} = A_{c_k} - \frac{1}{2}TA_k \quad (9)$$

2. Пример расчета

Найти отклонения звеньев размерной цепи представленной на рис. 2.10. методом пригонки если известно: $[A_\Sigma] = 1 \dots 2$ мм, $A_1 = 52$ мм, $A_2 = 38$ мм, $A_3 = 16_{-0,12}$ мм, $A_4 = 50$ мм, $A_5 = 25$ мм.

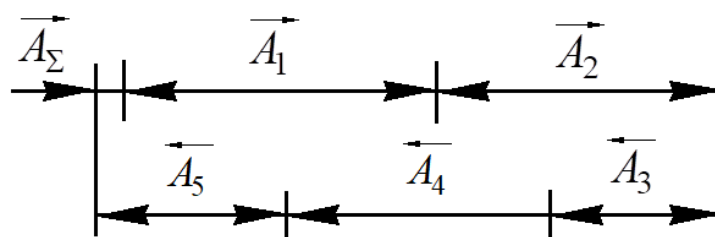


Рис 1. Схема размерной цепи

1. Определяем характер составляющих звеньев размерной цепи: A_1, A_2 - уменьшающие, A_3, A_4, A_5 - увеличивающие.

2. Согласно формуле (1) составляем уравнение номиналов:

$$[A_\Sigma] = (A_3 + A_4 + A_5) - (A_1 + A_2)$$

$$[A_\Sigma] = (16 + 50 + 25) - (52 + 38) = 1 \text{ мм}$$

Определяем отклонения исходного звена:

$$[ES_{\Sigma}] = A_{\max} - A = 2 - 1 = 1 \text{ мм};$$

$$[EI_{\Sigma}] = A_{\min} - A = 1 - 1 = 0 \text{ мм}.$$

Середину поля допуска исходного звена определяем по зависимости (4):

$$[EC_{\Sigma}] = \frac{1 - 0}{2} = 0,5 \text{ мм}.$$

$$[T_{\Sigma}] = [ES_{\Sigma}] - [EI_{\Sigma}] = 1 - 0 = 1$$

Таким образом исходное звено $[A_{\Sigma}] = 1^{+1}$

3. На составляющие звенья (кроме A_3) назначаем экономически оправданные допуски, например, по IT14

$$T_1 = 0,74 \text{ мм}, T_2 = 0,62 \text{ мм}, T_4 = 0,62 \text{ мм}, T_5 = 0,52 \text{ мм}.$$

В качестве компенсатора выбираем звено A_4 . Поле допуска для него принимаем симметричным $A_4 = 50J_s13(\pm 0,31)$. Для остальных звеньев назначаем отклонения, исходя из назначения звена.

$$A_1 = 52h13(-0,74) \text{ мм}, A_2 = 38h13(-0,62) \text{ мм}, A_5 = 25J_s13(\pm 0,26) \text{ мм}.$$

Проводим решение обратной задачи.

Допуск замыкающего звена определяем по формуле (1):

$$T_{\Sigma} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5$$

$$T_{\Sigma} = 0,74 + 0,62 + 0,12 + 0,62 + 0,52 = 2,62 > 1$$

Середина поля допуска замыкающего звена определяется по формуле (3):

$$EC_{\Sigma} = (EC_3 + EC_4 + EC_5) - (EC_1 + EC_2)$$

А середины полей допусков составляющих звеньев – по формуле (4):

$$EC_1 = \frac{0 - 0,74}{2} = -0,37 \text{ мм},$$

$$EC_2 = \frac{0 - 0,62}{2} = -0,31 \text{ мм},$$

$$EC_3 = \frac{0 - 0,12}{2} = -0,06 \text{ мм},$$

$$EC_4 = 0 \text{ мм},$$

$$EC_5 = \frac{0,26 - 0,26}{2} = 0 \text{ мм}.$$

$$EC_{\Sigma} = (-0,06 + 0 + 0) - (-0,37 + (-0,31)) = 0,62$$

Определяем возможную величину компенсации по формуле (2)

$$TA_{\text{комп}} = 2,62 - 1 = 1,62 \text{ (мм)}$$

Принимаем погрешность метода компенсации $TA_{\text{МК}} = 0,05$ мм для подрезки втулки на токарном станке. Возможная компенсация с учетом этой погрешности рассчитывается по формуле (3)

$$TA_{\text{комп}} = 2,62 - 1 + 0,05 = 1,67 \text{ (мм)}$$

Так как компенсатор входит в число увеличивающих звеньев и при пригонке уменьшает свой размер, средний размер компенсатора определяем по формуле (5):

$$Ac_k = 50 + 0 + 0,5 - 0,62 + \frac{1}{2} \cdot 1,67 = 50,715 \text{ (мм)}$$

Определяем предельные размеры заготовки компенсатора по формулам (8) и (9):

$$A_{k \text{ max}} = 50,715 + \frac{1}{2} \cdot 0,62 = 51,025 \text{ (мм)}$$

$$A_{k \text{ min}} = 50,715 - \frac{1}{2} \cdot 0,62 = 50,405 \text{ (мм)}$$

Окончательно устанавливаем размер компенсатора $A_4 = 51_{-0,595}^{+0,025}$
или же $A_4 = 51_{-0,6}^{+0,03}$.

3. Порядок выполнения работы

1. Для заданного преподавателем узла проанализировать решаемую размерную цепь: определить тип решаемой задачи, выявить замыкающее (исходное) и составляющие звенья.
2. Провести расчет размерной цепи методом пригонки в соответствии с п. 1.2.

Библиографический список

1. Емельянов С.Г. Нормирование точности в машиностроении: учебное пособие/ С.Г. Емельянов, Е.А. Кудряшов, Е.И. Яцун, Е.В. Павлов, С.А. Чевычелов, С.А. Сергеев. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 440 с.
2. Схиртладзе, Александр Георгиевич. Автоматизация производственных процессов в машиностроении [Текст] : учебник / А. Г. Схиртладзе, В. Н. Воронов, В. П. Борискин. - Старый Оскол : ТНТ, 2011. - 612 с.
3. Палей М.А. Допуски и посадки: Справочник: В 2 ч. Ч. 1/ М.А. Палей, А.Б. Романов, В. А. Брагинский. – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2009. - 530 с.
4. Палей М.А. Допуски и посадки: Справочник: В 2 ч. Ч. 2/М. А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2009. – 629 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

О. А. Константинова

« 1 » 03 (ЮЗГУ) 2018 г.



ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РЕГУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ТОЧНОСТИ СБОРКИ ИЗДЕЛИЙ

Методические указания по выполнению практической работы №5
по дисциплине «Автоматизация производственных процессов
в машиностроении»

для студентов направления

15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машино-
строительных производств
(очной и заочной формы обучения)

Курск 2018

УДК 621.7

Составители: О.С. Зубкова. Д.А. Бобрышев

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры
машиностроительных технологий и оборудования

А.А. Горохов

Применение метода регулирования для обеспечения точности сборки изделий: методические указания по выполнению практической работы №5 по дисциплине «Автоматизация производственных процессов в машиностроении»/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост. О.С. Зубкова, Д.А. Бобрышев. Курск, 2018. 10 с., ил. 1, Библиогр.: с. 10

Содержат сведения о применении метода регулирования для обеспечения точности сборки изделия. Позволяют получить навыки по анализу собираемого узла, технических требований и технических характеристик.

Методические указания соответствуют требованиям ФГОС по направлениям подготовки дипломированных специалистов 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Работа предназначена для студентов очной и заочной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 0,58. Уч. - изд. л. 0,53. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы:

Получение навыков применения метода пригонки для обеспечения точности автоматизированной сборки изделий.

1. Теоретическая часть

1.1. Метод регулирования (неполной взаимозаменяемости).

При соединении деталей машин в процессе сборки необходимо обеспечить их взаимное расположение в пределах заданной точности, под которой следует понимать степень ее приближения к геометрически правильному прототипу, заданному в конструкторской документации.

Одним из средств определения рациональных допусков, обеспечивающих требуемую точность обработки деталей и сборки машин, является расчеты на точность с использованием теории размерных цепей. Для достижения требуемой точности замыкающего звена размерной цепи существует пять методов:

- полной взаимозаменяемости (максимума-минимума);
- неполной взаимозаменяемости (вероятностный);
- групповой взаимозаменяемости (селективной сборки);
- пригонки;
- регулирования.

При расчете сборочной размерной цепи *методом регулирования* требуемая точность исходного звена достигается при сборке за счет изменения размера компенсирующего звена без снятия стружки. Изменение размера в сборке обеспечивается или специальными конструкциями с помощью непрерывных или периодических перемещений деталей по резьбе, клиньям, коническим поверхностям и т.д., или подбором сменных деталей типа прокладок, колец, втулок. Расчет размерной цепи производится на основе метода максимума-минимума или вероятностного.

Преимущества: на составляющие звенья назначаются экономически целесообразные допуски; возможность регулировки размера замыкающего звена не только при сборке, но и в эксплуатации (для компенсации износа); возможность обеспечения (в некоторых случаях) автоматичности регулирования точности.

Недостатки: возможное усложнение конструкции изделия; увеличение количества деталей в размерной цепи; усложнение сборки из-за необходимости регулировки и измерений.

Весьма широко распространен во всех производствах, особенно для цепей, отличающихся высокой точностью.

1.2. Решение размерной цепи методом регулирования

При методе регулирования точность замыкающего звена достигается путем изменения величины заранее выбранного компенсирующего звена без снятия с него слоя материала.

Метод регулирования, по существу аналогичен методу пригонки. Однако отличие заключается в том, что изменение величины компенсирующего звена осуществляется за счет использования винтовой пары, клина, набора прокладок и т.п. На все звенья назначаются легко выполнимые допуски, а требуемая точность замыкающего звена достигается на сборке за счет перемещения подвижного компенсатора на необходимую величину или при помощи набора деталей (прокладок) одинаковой или разной толщины. Этот метод по сравнению с методом пригонки имеет ряд преимуществ: отпадает необходимость в сборке и разборке; в процессе эксплуатации изделия можно восстановить требуемую точность, создаются предпосылки для организации поточной сборки.

Вначале расчет размерной цепи проводится в той же последовательности, что и при расчете методом пригонки. На составляющие звенья размерной цепи, включая и компенсатор, назначают экономически достижимые в данных производственных условиях допуски. В соответствии с этим допуск замыкающего звена также окажется увеличенным, так как

$$TA_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{m-1} TA_i \quad (1)$$

Следовательно, для достижения требуемой точности замыкающего звена, характеризуемой допуском TA_{Σ} , необходимо удалить из размерной цепи, получающуюся лишнюю величину отклонения, которая называется *величиной компенсации*.

При установленных величинах допусков на все составляющие звенья наибольшая возможная величина компенсации $TA_{комп}$ определяется из равенства

$$TA_{комп} = TA_{\Sigma} - [TA_{\Sigma}] = \sum_{i=1}^{m-1} TA_i - [TA_{\Sigma}], \quad (2)$$

где $[TA_{\Sigma}]$ - допуск исходного замыкающего звена, определяемый постановкой задачи;

TA_{Σ} — возможный допуск замыкающего звена, получаемый при назначении экономически достижимых допусков на составляющие звенья;

TA_i - экономически достижимый допуск i -го составляющего звена.

Шаг между размерами ступеней компенсаторов принимаем равным допуску исходного звена $T_{см} = [T_{\Sigma}]$, мм.

Число компенсирующих втулок с учетом допуска на компенсирующее звено TA_k рассчитываем по формуле:

$$N = \frac{TA_{комп}}{[TA_{\Sigma}]} + 1 \quad (3)$$

Рассчитываем средний размер максимальной ступени:

- для уменьшающего компенсирующего звена

$$Ac_{\varepsilon} = A_k + EC_k + EC_{\Sigma} - [EC_{\Sigma}] + \frac{1}{2}TA_{комп}; \quad (4)$$

- для увеличивающего компенсирующего звена

$$Ac_{\varepsilon} = A_k + EC_k + [EC_{\Sigma}] - EC_{\Sigma} + \frac{1}{2}TA_{комп}; \quad (5)$$

Рассчитываем средний размер минимальной ступени:

- для уменьшающего компенсирующего звена

$$Ac_n = A_k + EC_k + EC_\Sigma - [EC_\Sigma] - \frac{1}{2}TA_{комп}; \quad (6)$$

- для увеличивающего компенсирующего звена

$$Ac_n = A_k + EC_k + [EC_\Sigma] - EC_\Sigma - \frac{1}{2}TA_{комп}; \quad (7)$$

где A_k - номинальный размер звена, выбранного в качестве компенсатора;

EC_k - середина поля допуска звена, выбранного в качестве компенсатора (если отклонения на компенсирующее звено не назначались $EC_k = 0$);

EC_Σ - середина поля допуска замыкающего звена, рассчитанного после назначения экономически оправданных допусков;

$[EC_\Sigma]$ - середина поля допуска исходного звена.

Размеры ступеней компенсатора определяются по формулам:

$$A_{k1} = Ac_\sigma \pm \frac{1}{2}TA_k$$

$$A_{k2} = (Ac_\sigma - T_{cm}) \pm \frac{1}{2}TA_k$$

$$A_{k3} = (Ac_\sigma - 2T_{cm}) \pm \frac{1}{2}TA_k$$

....

$$A_{kn} = (Ac_n + T_{cm}) \pm \frac{1}{2}TA_k$$

$$A_{kn} = Ac_n \pm \frac{1}{2}TA_k \quad (8)$$

2. Пример расчета

Найти отклонения звеньев размерной цепи представленной на рис. 1. методом пригонки если известно: $[A_\Sigma] = 1...2$ мм, $A_1 = 52$ мм, $A_2 = 38$ мм, $A_3 = 16_{-0,12}$ мм, $A_4 = 50$ мм, $A_5 = 25$ мм.

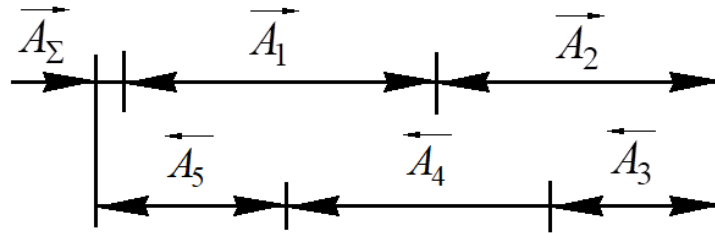


Рис 1. Схема размерной цепи

1. Определяем характер составляющих звеньев размерной цепи:
 A_1, A_2 - уменьшающие, A_3, A_4, A_5 - увеличивающие.

2. Согласно формуле (1) составляем уравнение номиналов:

$$[A_{\Sigma}] = (A_3 + A_4 + A_5) - (A_1 + A_2)$$

$$[A_{\Sigma}] = (16 + 50 + 25) - (52 + 38) = 1 \text{ мм}$$

Определяем отклонения исходного звена:

$$[ES_{\Sigma}] = A_{\max} - A = 2 - 1 = 1 \text{ мм};$$

$$[EI_{\Sigma}] = A_{\min} - A = 1 - 1 = 0 \text{ мм}.$$

Середину поля допуска исходного звена определяем по зависимости (4):

$$[EC_{\Sigma}] = \frac{1 - 0}{2} = 0,5 \text{ мм}.$$

$$[T_{\Sigma}] = [ES_{\Sigma}] - [EI_{\Sigma}] = 1 - 0 = 1$$

Таким образом исходное звено $[A_{\Sigma}] = 1^{+1}$

3. На составляющие звенья (кроме A_3) назначаем экономически оправданные допуски, например, по IT14

$$T_1 = 0,74 \text{ мм}, T_2 = 0,62 \text{ мм}, T_4 = 0,62 \text{ мм}, T_5 = 0,52 \text{ мм}.$$

В качестве компенсатора выбираем звено A_4 . Поле допуска для него принимаем симметричным $A_4 = 50Js13(\pm 0,31)$. Для остальных звеньев назначаем отклонения, исходя из назначения звена.

$$A_1 = 52h13(-0,74) \text{ мм}, A_2 = 38h13(-0,62) \text{ мм}, A_5 = 25Js13(\pm 0,26) \text{ мм}.$$

Проводим решение обратной задачи.

Допуск замыкающего звена определяем по формуле (1):

$$T_{\Sigma} = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5$$

$$T_{\Sigma} = 0,74 + 0,62 + 0,12 + 0,62 + 0,52 = 2,62 > 1$$

Середина поля допуска замыкающего звена определяется по формуле (3):

$$EC_{\Sigma} = (EC_3 + EC_4 + EC_5) - (EC_1 + EC_2)$$

А середины полей допусков составляющих звеньев – по формуле (4):

$$EC_1 = \frac{0 - 0,74}{2} = -0,37 \text{ мм},$$

$$EC_2 = \frac{0 - 0,62}{2} = -0,31 \text{ мм},$$

$$EC_3 = \frac{0 - 0,12}{2} = -0,06 \text{ мм},$$

$$EC_4 = 0 \text{ мм},$$

$$EC_5 = \frac{0,26 - 0,26}{2} = 0 \text{ мм}.$$

$$EC_{\Sigma} = (-0,06 + 0 + 0) - (-0,37 + (-0,31)) = 0,62$$

Определяем возможную величину компенсации по формуле (2)

$$TA_{\text{комп}} = 2,62 - 1 = 1,62 \text{ (мм)}$$

Шаг между ступенями принимаем $T_{cm} = [T_{\Sigma}] = 1 \text{ мм}$.

Число ступеней компенсатора рассчитываем по формуле (3):

$$N = \frac{1,62}{1} + 1 = 2,62$$

Принимаем $N = 3$

Так как компенсатор входит в число увеличивающих звеньев максимальный размер компенсатора определяем по формуле (5) а минимальный размер компенсатора по формуле (7):

$$Ac_6 = 50 + 0 + 0,5 - 0,62 + \frac{1}{2} \cdot 1,62 = 50,69 \text{ (мм)},$$

$$A_{c_n} = 50 + 0 + 0,5 - 0,62 - \frac{1}{2} \cdot 1,62 = 49,07$$

Определяем предельные размеры заготовки компенсатора по формулам (8):

$$A_{k1} = 50,69 \pm \frac{1}{2} \cdot 0,62 = 51,69 \pm 0,31 \text{ (мм)}$$

$$A_{k2} = (50,69 - 1) \pm \frac{1}{2} \cdot 0,62 = 49,69 \pm 0,31 \text{ (мм)}$$

$$A_{k3} = 49,07 \pm \frac{1}{2} \cdot 0,62 = 49,07 \pm 0,31$$

Окончательно устанавливаем размеры компенсаторов

$$A_{k1} = 52_{-0,62}, A_{k2} = 51_{-0,62}, A_{k3} = 49_{-0,24}^{+0,38}.$$

3. Порядок выполнения работы

1. Для заданного преподавателем узла проанализировать решаемую размерную цепь: определить тип решаемой задачи, выявить замыкающее (исходное) и составляющие звенья.
2. Провести расчет размерной цепи в соответствии с п. 1.2.

Библиографический список

1. Емельянов С.Г. Нормирование точности в машиностроении: учебное пособие/ С.Г. Емельянов, Е.А. Кудряшов, Е.И. Яцун, Е.В. Павлов, С.А. Чевычелов, С.А. Сергеев. – Старый Оскол: ТНТ, 2012. – 440 с.
2. Схиртладзе, Александр Георгиевич. Автоматизация производственных процессов в машиностроении [Текст] : учебник / А. Г. Схиртладзе, В. Н. Воронов, В. П. Борискин. - Старый Оскол : ТНТ, 2011. - 612 с.
3. Палей М.А. Допуски и посадки: Справочник: В 2 ч. Ч. 1/ М.А. Палей, А.Б. Романов, В. А. Брагинский. – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2009. - 530 с.
4. Палей М.А. Допуски и посадки: Справочник: В 2 ч. Ч. 2/М. А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – 9-е изд., перераб. и доп. – СПб.: Политехника, 2009. – 629 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)**

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
«  »
2018 г.



**ИЗУЧЕНИЕ ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ
СОПРЯЖЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ АВТОМАТИЧЕСКОЙ СБОРКЕ**

**Методические указания по выполнению практической работы №6
по дисциплине «Автоматизация производственных процессов
в машиностроении»
для студентов направления
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машино-
строительных производств
(очной и заочной формы обучения)**

Курск 2018

УДК 621.7

Составители: О.С. Зубкова, Д.А. Бобрышев

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры
машиностроительных технологий и оборудования

А.А. Горохов

Изучение путей повышения точности сопряжения деталей при автоматической сборке: методические указания по выполнению практической работы №6 по дисциплине «Автоматизация производственных процессов в машиностроении»/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост. О.С. Зубкова, Д.А. Бобрышев. Курск, 2018. 10 с., ил. 3, Библиогр.: с. 10.

Содержат сведения о применении метода селективной сборки для повышения точности сопряжений деталей при автоматической сборке.

Методические указания соответствуют требованиям ФГОС по направлениям подготовки дипломированных специалистов 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Работа предназначена для студентов очной и заочной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 0,58. Уч. - изд. л. 0,53. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.

305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы: изучение процесса автоматизации сборочной операции и освоение методики расчета селективной сборки шарико-подшипников

1. Теоретическая часть

Автоматизация в промышленности является основным фактором повышения производительности и качества выпускаемой продукции. По прежнему актуальной остается задача повышения степени автоматизации сборочных операций. Несмотря на то, что в процессе, изготовления машины сборка составляет, примерно 30...40% общей трудоемкости, уровень автоматизации ее-5...10%.

Качество машины и трудоемкость сборки во многом зависят от того, как установлены нормы точности, какие выбраны методы достижения требуемой точности, как эти методы реализованы в технологии изготовления.

В технологической подготовке производства сборке отводится ведущая роль.

При автоматической сборке в промышленности наиболее широко применяются следующие методы:

Полной взаимозаменяемости.

Неполной взаимозаменяемости.

Селективный метод.

1.1. Метод полной взаимозаменяемости гарантирует соединение любых пар деталей без применения искусственных мер получения заданной точности соединения. Он обеспечивает высокую производительность и надежность сборочного оборудования, но требует высокой стабильности размерных параметров и должен быть обоснован экономически.

1.2. Метод неполной взаимозаменяемости несколько снижает требования по точности изготовления сопрягаемых деталей, но при этом методе возникает вероятность того, что при определенном сочетании размеров не будет обеспечена собираемость. Использование метода неполной взаимозаменяемости приводит к нарушению

стабильности процесса, появлению брака и вероятности поломки инструмента. Для устранения этого недостатка в сборочной машине предусматривают специальные контрольные и блокировочные устройства. Метод нашел применение при большом (более 4-х) количестве звеньев в размерной цепи собираемого изделия.

1.3. Метод селективной сборки он применяется когда необходимо обеспечить сопряжение деталей с малым зазором или натягом, но изготовление деталей требуемой точности затруднительно или экономически не целесообразно. При селективном методе предполагают сортировку деталей на группы и сборку в тех сочетаниях, которые обеспечивают заданную точность.

1.3.1. Сущность селективного метода сборки. Рассмотрим сущность селективного метода на простейшем примере сопряжения вала с отверстием втулки. Относительное расположение полей допусков вала (T_v) и отверстия (T_o) приведены на рис 1.

Здесь относительно нулевой линии ОО на отрезках полей рассеяния допусков T_v и T_o построены кривые распределения с одинаковыми площадями. Если собирать детали с такими допусками, то получим широкий диапазон зазора в сопряжении от S_{\min} до S_{\max} при среднем зазоре $S_{\text{ср}}$.

$$S_{\text{ср}} = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2}, \quad (1)$$

где S_{\max} и S_{\min} - соответственно максимальный и минимальный зазоры в сопряжении.

Для сопряжения диапазона зазоров при сохранении $S_{\text{ср}}$ отрезки T_v и T_o делят на равное число. Полученные однозначные отрезки соединяют (наклонными) линиями связями. Число отрезков определяется по формуле.

$$K = \frac{T_o + T_v}{S_{\max}^{\Gamma} - S_{\min}^{\Gamma}}, \quad (2)$$

где S_{\max}^{Γ} и S_{\min}^{Γ} - наибольший и наименьший заданные зазоры при сопряжении в селективной группе.

При автоматическом производстве можно считать, что распределение отклонений соответствует нормальному закону. Отрезки между линиями связи содержит одинаковое количество деталей n_{oj} и контрдеталей n_{vj} . Равное количество деталей в однозначных селективных группах обеспечивает сборку остатка. Это может быть осуществлено, если партии деталей предварительно будут рассортированы на соответствующие селективные группы.

1.3.2. Укрупненная блок-схема автомата для селективной сборки
Автомат имеет:

-устройства накопления и подачи детали 1 (вала) и контрдетали 2 (штулки)-УНП

-сборочное устройство (СУ)

-программное устройство (ПУ)

Устройство накопления и подачи (УНП) содержит количество ячеек (К) равное количеству селективных групп. Детали сортируются на контрольно-сортировочной машине-автомате и загружаются в соответствующие ячейки. На сборочную позицию детали поступают из однозначных ячеек 1-1 до полного расхода деталей, затем из ячеек 2-2, 3-3 и т. д. по командам ПУ.

Сборка без остатка будет осуществляться при одинаковом количестве деталей в однозначных селективных группах, что будет возможно в идеальных условиях при выполнении следующего условия.

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_o = \sigma_v \\ \chi_{CPo} = \chi_{CPv} \end{array} \right\} \quad (3)$$

где

σ_o и σ_v - средние квадратичные отклонения соответственно отверстия вала;

χ_{CPo} и χ_{CPv} - координаты середины полей рассеяния размеров сопрягаемых поверхностей.

В реальных условиях выполнить это условие невозможно.

Из-за несовпадения полей рассеяния размеров количество деталей №1 и №2 в однозначных ячейках УНП автомата будет неодина-

ковым, что неизбежно вызывает появление избытка деталей. Такая схема не дает хорошей собираемости.

Для сборки шарикоподшипников используется метод индивидуальной селекции с контролем размеров колец и выбором определенной группы шариков.

1.3.3.Блок-схема автомата для индивидуальной селективной сборки шарикоподшипников

Автомат (рис.3) состоит из устройства подачи внутреннего кольца (УП в) и наружного (УП н), измерительных позиций (И в, И н), устройства накопления и подачи шариков(УНП ш), комплектующего устройства (КУ), сборочного устройства(СУ), вычислительного устройства (ВУ). Информация с измерительных позиций о размерах колец подается в ВУ, где вычисляется размер шариков. Сигнал от ВУ поступает в УНП ш, откуда в комплектующее устройство (КУ) подаются шарики определенного размера(из соответствующей селективной группы). Туда же подаются и кольца. Скомплектованные кольца и шарики подаются на СУ.

Если по результатам замера комплект колец не соответствует ни одной группе шариков, находящихся в УНП ш, то кольца удаляются с КУ в незавершенное производство. Такая система не обеспечивает высокую собираемость.

1.3.4.Улучшенная блок-схема автомата индивидуальной селективной сборки с автоматическим управлением процессом комплектования шарикоподшипников

В отличие от схемы, представленной рис.3 в рассматриваемой схеме автомата (рис.4) предусмотрено N комплекточных позиций внутреннего и наружного колец (КП в и КП н).

Принцип действия автомата:

Шарики, рассортированные на селективные группы, засыпают в соответствующие ячейки (1,2,...,к) устройства накопления и подачи шариков (УНП ш). Устройствами подачи УП в и УП н внутреннее и наружное кольца подаются на измерительные позиции Ипв и ИПн. Информация о размерах колец передается в вычислительное устройство (ВУ), в оперативную память которого ведена информация о наличии тел качения(шариков) и номерах их селективных групп. «ВУ» решает уравнения комплектации и подбирает для первой пары колец шарики определенной группы. Для первой группы. Для пер-

вой пары колец, как правило, не находятся соответствующие шарики, и катятся кольца отправляются на первую комплектующую позицию КПв и КПн. На освободившиеся место ИПв и ИПн вновь поступают кольца и вновь решается уравнение комплектации. В случае невыполнения его условия второй комплект колец перемещается на первую позицию КПв и КПн, а находящиеся на этом месте предыдущие кольца перемещаются на вторую позицию итак до заполнения всех N позиций КПв и КПн.

После этого система уравнения работает по следующему алгоритму:

1) Внутреннее кольцо находящиеся на N -ой позиции КПн и последователь со всеми номерами селективных групп тел качения. Сопоставляется номер внутреннего кольца с позиции N с номером наружного кольца второй позиции КПн и со всеми номерами селективных групп тел качения.

2) Если сопоставлением внутреннего кольца с позиции N со всеми N -позициями КПн наружного кольца не получено уравнение комплектации то переходят на позиции $N-1$ КПв внутреннего кольца и т.д., повторяя действие по пункту 1.

3) Если при переборе колец, находящихся на позициях КПв и КПн уравнение не решено, то с позиции N КПв и КПн внутреннее и наружное кольца поступают к устройству УПв и УПн, а с измерительных позиций ИПв и ИПн поступают новые кольца на первую позицию КПв и КПн. Весь комплект колец на

4) КП перемещается на один шаг и вновь решается задача по п.1 и п.2.

5) Если уравнение не решено, то надо повторить пункт 3.

Предположим уравнение решено для позиции 2 внутреннего кольца и позиции $N-2$ наружного кольца и 3-ей селективной группы тел качения. Система управления от ВУ получает соответствующие сигналы и через исполнительные механизмы устройств вызывает комплект деталей на КУ, от куда детали поступают на сборочное устройство (СУ). Освободившиеся места на комплектующих позициях заполняются перемещением колец с предыдущих позиций, а на первые позиции КП кольца поступают с измерительных позиций ИПв и ИПн.

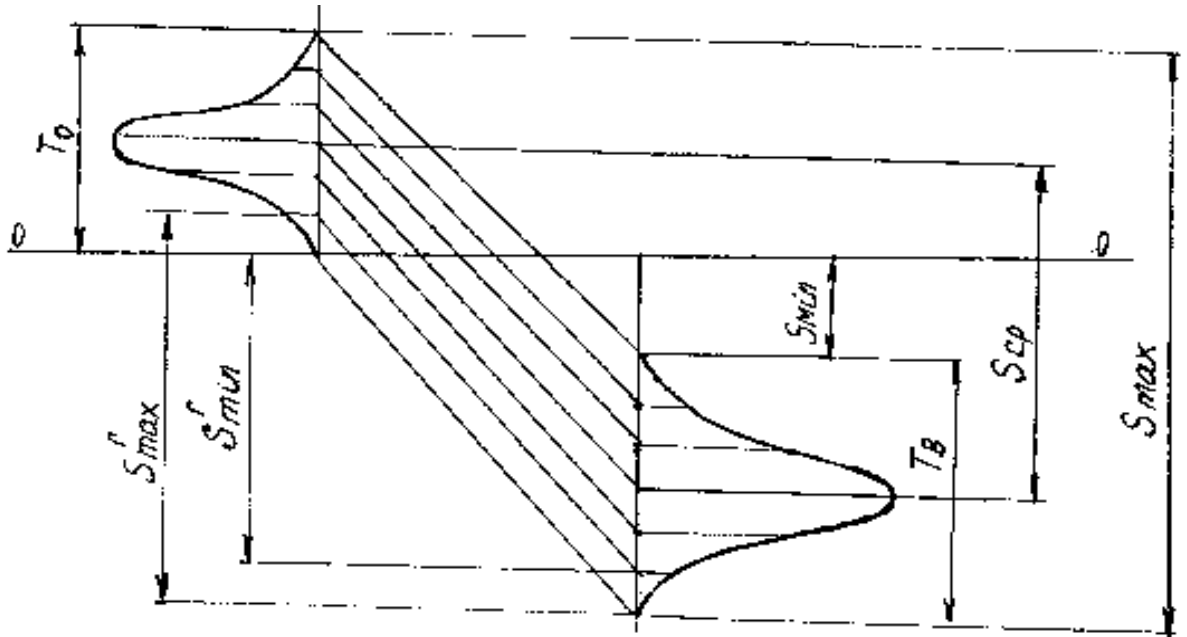


Рис 1. Относительное расположение полей допусков вала (Тв) и отверстий (То)

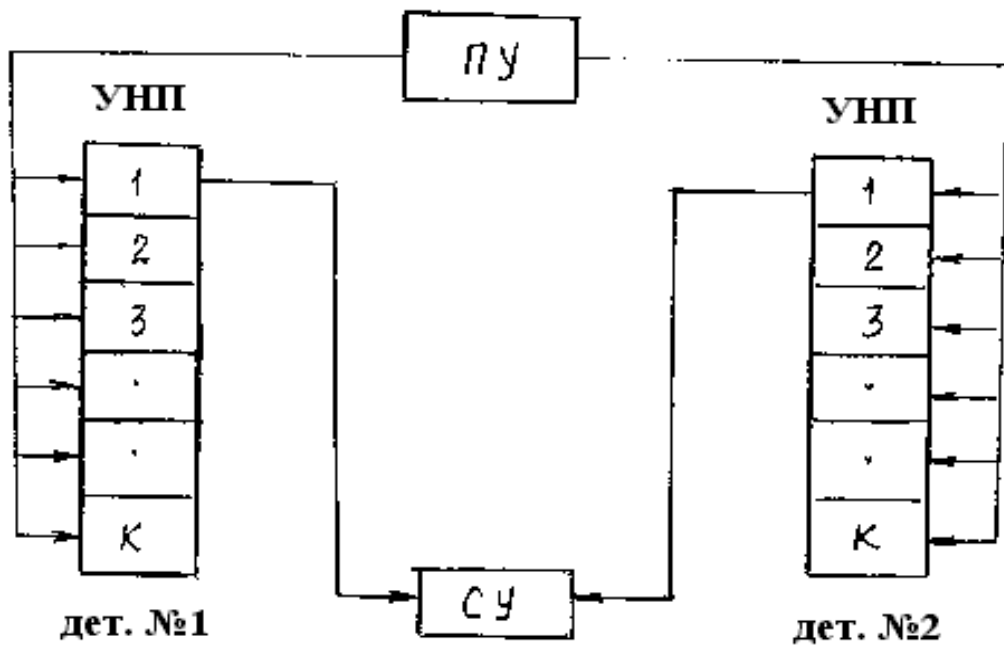


Рис 2. Укрупненная блок-схема автомата для селективной сборки

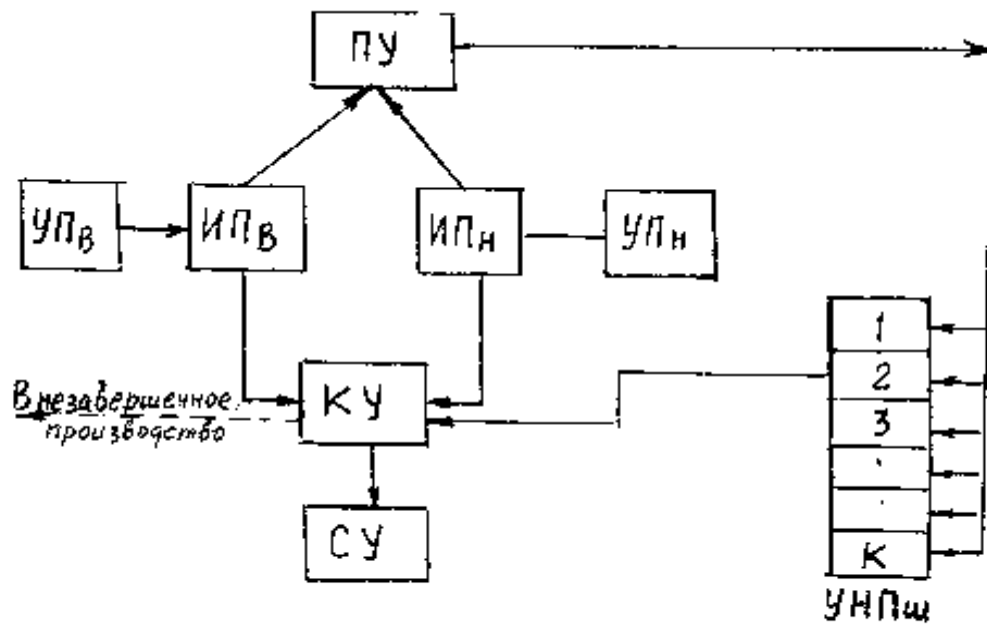


Рис. 3. Укрупненная блок-схема автомата для индивидуальной селективной сборки шарикоподшипников

2. Порядок выполнения работы

1. Изучить работу автомата;
2. Составить блок-схему автомата;
3. Составить уравнение комплектации для сборки шарикоподшипников.

Библиографический список

1. Волчкевич Л.И. и др. Комплексная автоматизация производства. М.: Машиностроение, 1983. 269 с.
2. Лебедевский М.С. Автоматизация в промышленности. М.: Лениздат. 1976. 252с.

МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)
Кафедра машиностроительных технологий и оборудования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.Г. Лекарева
« 1 » 03 2018 г.



**РАСЧЁТ ОСНОВНЫХ
ПАРАМЕТРОВ ВИБРАЦИОННОГО БУНКЕРНОГО
ЗАГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА**

Методические указания по выполнению практической работы №7
по дисциплине «Автоматизация производственных процессов
в машиностроении»
для студентов направления
15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машино-
строительных производств
(очной и заочной формы обучения)

Курск 2018

УДК 621.7

Составители: О.С. Зубкова, Д.А. Бобрышев

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры
машиностроительных технологий и оборудования

А.А. Горохов

Расчёт основных параметров вибрационного бункерного загрузочного устройства: методические указания по выполнению практической работы №7 по дисциплине «Автоматизация производственных процессов в машиностроении»/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост. О.С. Зубкова, Д.А. Бобрышев. Курск, 2018. 17 с., ил. 5, табл. 1, Библиогр.: с. 17

Содержат сведения о принципе действия бункерных загрузочных устройств и их основных элементах. Изучаются основные зависимости расчета параметров бункерного загрузочного устройства.

Методические указания соответствуют требованиям ФГОС по направлениям подготовки дипломированных специалистов 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Работа предназначена для студентов очной и заочной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 0,99. Уч. - изд. л. 0,89. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.

Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы:

Ознакомиться с принципом действия бункерных загрузочных устройств и их основными элементами. Изучить основные зависимости и получить практический навык расчета параметров бункерного загрузочного устройства.

1. СКОРОСТЬ ДВИЖЕНИЯ

Загрузке является частью обобщённой операции ввода объекта в рабочую машину и включает в себя комплекс элементарных операций по автоматическому подводу объектов в рабочую позицию. Базирование и закрепление их относится к другой части операции ввода. Автоматизация загрузки в общем комплексе проблем создания средств автоматизации является одной из наиболее сложных. Это вызвано разнообразием и конфигурацией размеров загруженных деталей (заготовок), а также разнохарактерностью технологических процессов. Возможность и целесообразность создания автоматических загрузочных устройств определяет и возможность разработки машин-автоматов, так как отсутствие загрузочных устройств обуславливает необходимость включения ручной операции установки деталей в рабочую позицию машины или линии.

Загрузочные устройства используют как для загрузки непрерывных заготовок, так и для загрузки дискретных деталей. Наибольшее распространение в машиностроительной, приборостроительной промышленности получили бункерно-ориентирующие вибрационные загрузочные устройства.

Конструктивное исполнение вибробункеров представлено на рис. 1.1.

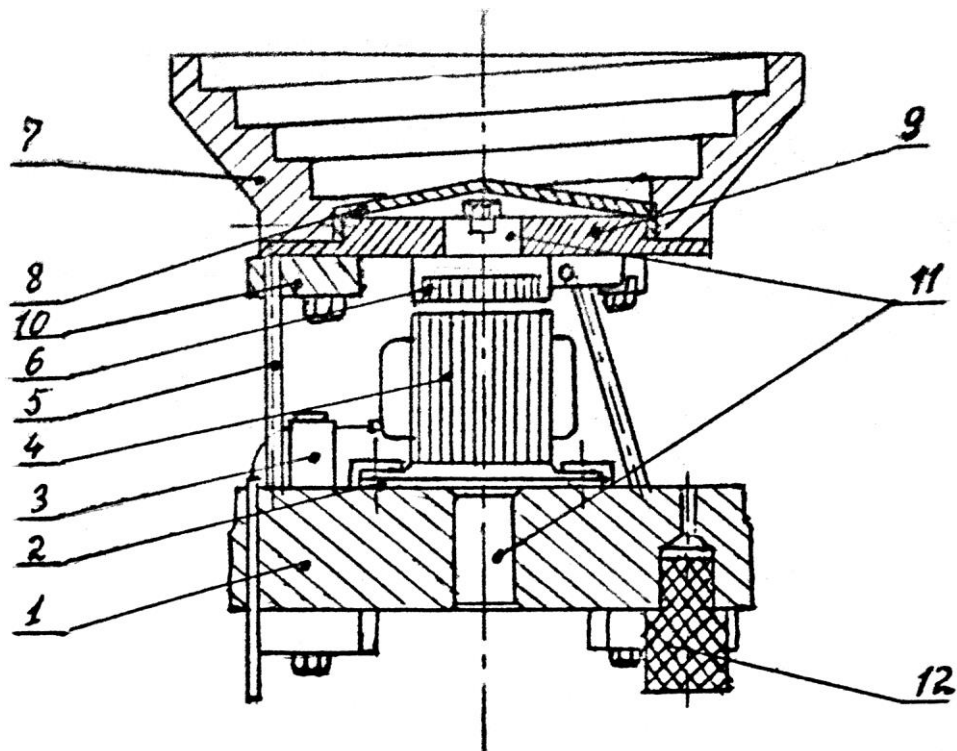


Рис. 1.1. Конструкция вибробункера.

Вибробункер состоит из следующих составных частей: 1 – плита, 2 – прокладки, 3 – клеменная колодка, 4 – электромагнит, 5 – пружинный стержень, 6 – якорь, 7 – чаша, 8- днище, 9 – верхний фланец, 10 – зажимы, 11 – отверстия, 12 – амортизатор.

Ниже приводится расчёт основных параметров этого устройства загрузки.

Средняя производительность определяется из:

$$P_{cp} = \frac{P_u}{1 - K_n}, \text{ мин}^{-1}, \quad (1.1)$$

где K_n - коэффициент неустойчивости работы загрузочного устройства : $K_n = 0,2 - 0,3$;

P_u - цикловая производительность, мин^{-1}

Скорость

$$v_g = \frac{P_{cp}}{60 \cdot K_3} \cdot l_g, \frac{\text{мм}}{\text{с}}, \quad (1.2)$$

где l_g - размер детали в направлении движения, мм;

K_3 - коэффициент заполнения лотка бункера деталями, движущимися в требуемой ориентированном положении, определяется по формуле:

$$K_3 = P(l_0) \cdot C_n, \quad (1.3)$$

где $P(l_0)$ - коэффициент вероятности ориентирования положения деталей на выходном лотке;

C_n - коэффициент плотности потока деталей:

$$C_n = \frac{l_g}{l_g + S}, \quad (1.4)$$

где S - среднее значение зазора между движущимися деталями, которое определяется экспериментально, мм (для системы активной ориентации можно принять $S = 0$).

При $l_g > d$ коэффициент вероятности определяется из:

$$P(l_0) = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{d}{l_g}\right)^2}}; \quad (1.5)$$

с несимметрическими концами детали по

$$P(l_0) = \frac{0,5}{\sqrt{1 + \left(\frac{d}{l_g}\right)^2}} \quad (1.6)$$

Для тонких деталей и симметричных длинных цилиндрических деталей - $P(l_0) \approx 1$ Для сложных - $P(l_0)$ экспериментальная, величина.

2. ЕМКОСТЬ БУНКЕРА

Бункер - это ёмкость куда засыпают детали, которые при направленных колебаниях перемещаются по спиральному лотку (рис.2.1).

Преимуществом цилиндрического бункера является простота изготовления, а недостатком - заклинивание деталей даже самой простой конфигурации между лотками.

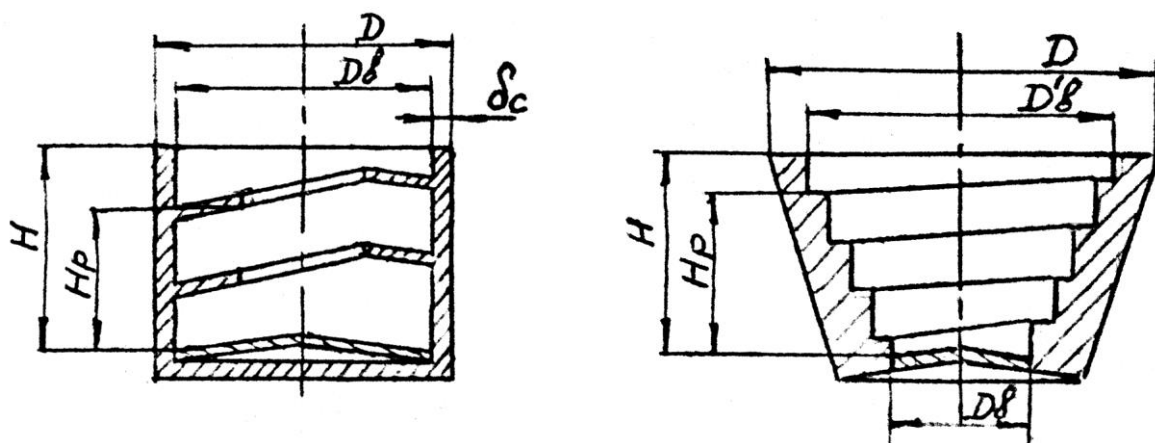


Рис. 2.1. Основные типы бункеров

Диаметр бункера выбирают в зависимости от размера, конфигурации деталей и величины партии загрузки.

Для цилиндрического:

$$D = D_{\delta} + 2\delta_c = 3 \cdot \sqrt{\frac{V_g \cdot \Pi_{\psi} \cdot T}{\pi \cdot H_p}} + 2\delta_c, \text{ мм}, \quad (2.1)$$

здесь $D_{\delta} \geq (5-8)l_g$;

конического:

$$D = D_{\delta} \cdot \left[\frac{H}{H_p} \left(\sqrt{\frac{24 \cdot V_g \cdot \Pi_{\psi} \cdot T}{\pi \cdot D_{\delta}^2 \cdot H_p}} - 0,75 - 1,5 \right) + 1 \right] + 2\delta_c = 3 \cdot + 2\delta_c \quad (2.2)$$

здесь $D_{\delta} \geq (8-5)l_g$;

Полная высота вибробункера

$$H = H_p + (1,0 - 1,5) \cdot t, \text{ мм} \quad (2.3)$$

Шаг лотка (подъёма) для цилиндрического вибробункера:

$$t = \pi \cdot D_{cp} \cdot \text{tg}\beta, \text{ мм} \quad (2.4)$$

Если лотки без отрицательного угла наклона $-\beta$, то его проверяют из условия однослойного движения деталей по лотку:

$$t \leq k \cdot d + \delta_l, \quad (2.5)$$

где

$$k = \frac{\sqrt{l_g^2 + 1}}{\sqrt{f^2 + 1}} \text{ при } \frac{l_g}{d} = 1,0 - 1,5;$$

$$k = 1,5 \text{ при } \frac{l_g}{d} > 1,5;$$

D_{cp} – средний диаметр движения детали по лотку, мм;

d – диаметр (высота) детали, лежащей на лотке, мм;

δ_l – толщина лотка, мм.

Угол подъема β спирального лотка выбирают в пределах:

$$\beta = (0,5-3)^\circ$$

f – коэффициент трения (табл. 2.1).

В конических бункерах шаг определяется из условия:

$$t > d$$

Расчетные диаметры бункеров D округляют в большую сторону до определенных значений:

60, 100, 120, 160, 200, 250, 320, 400, 460, 500, 640, 800, 1000 (мм).

Таблица 2.1

Деталь	Лоток	
	Алюминий	Капролон
Сталь	0,11 - 0,33,	0,12 - 0,30
Латунь	0,18 - 0,24	0,16 - 0,24
Алюминий	0,14 - 0,30	0,14 - 0,28
Медь	0,22	0,18 - 0,25
Керамика	-	0,36 - 0,44

3. ПАРАМЕТРЫ ДВИЖЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПО ЛОТКУ

Схема сил, действующих на деталь при гармоническом колебании лотка показана на рис. 3.1.

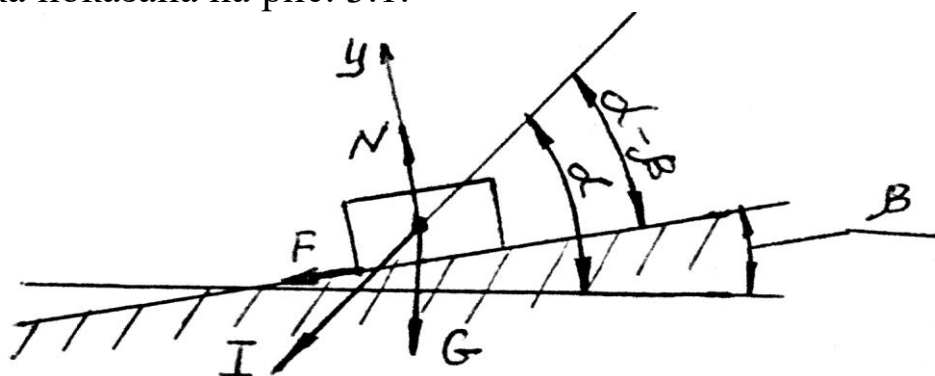


Рис. 3.1. Схема сил

Коэффициент режима R_o характеризует "отрывность", скорость движения детали по лотку и максимальный угол подъема лотка.

При значении $R_0 < 1$ детали движутся без отрыва от лотка с проскальзыванием.

При $R_0 = 3,3$ наступает режим непрерывного подбрасывания. Такой режим вибробункера не пригоден.

Режим вибробункера определяется из:

$$R_0 = \frac{A \cdot p^2 \cdot \sin(\alpha - \beta)}{g \cdot \cos \beta}, \quad (3.1)$$

где $p = 2\pi\nu_B$ - круговая частота вынужденных колебаний;

ν_B - частота вынужденных колебаний лотка, Гц;

A - амплитуда колебаний, мм.

На практике проектируют вибробункеры с:

$R_0 < 1$ при безотрывном движении;

$1 \leq R_0 \leq 1,16$ при плавном движении;

$R_0 = 1,16 - 1,7$ при движении с подбрасыванием.

Расчётная формула угла подбрасывания:

$$\alpha - \beta = \arctg \frac{R_0 \cdot g \cdot \cos \beta \cdot K_v}{2 \cdot \pi \cdot \nu_B \cdot v_g} \quad (3.2)$$

g - ускорение свободного падения;

ν_B - вынужденная частота колебаний (50 Гц, 100 Гц);

v_g - скорость детали, мм/с;

K_v - коэффициент, учитывающий снижение скорости движения детали относительно амплитудного значения скорости лотка:

$$K_v = (0,18 - 0,2) \cdot R_0 \left(1 - \frac{tg\beta}{f} \right) \text{ при } R_0 \leq 1;$$

$$K_v = (0,18 - 0,2) \cdot R_0 \left(1 - \frac{tg\beta}{f} \right) \cdot \left[1 + \left(1 - \frac{1}{R_0} \right)^2 \right] \text{ при } 1 \leq R_0 \leq 1,16;$$

$$K_v = K_{(c)} \cdot \left(1 - \frac{1}{R_0} \right) \cdot \left(1 - \frac{tg\beta}{f} R_0^2 \right) \text{ при } 1,16 \leq R_0 \leq 1,7;$$

Значение $K_{(c)}$ находят по формуле:

$$K_{(c)} \approx 1 - \frac{K_e}{2};$$

где K_e - коэффициент восстановления, представляющий собой отношение проекций скорости детали на ось Y до и после удара и от материала соударяющихся тел.

Соотношение $K_{(c)}$ и K_e показано на рис.3.2.

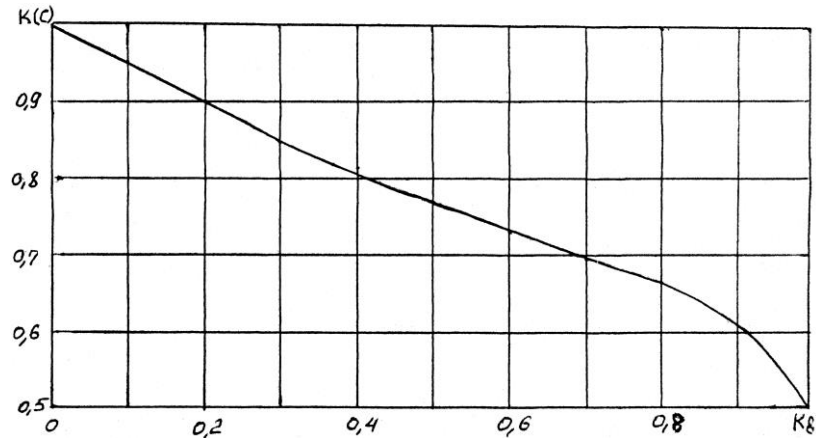


Рис. 3.2. График соотношения коэффициентов $K_{(c)}$ и K_8

Коэффициент трения - f принимают при $R_0 > 1$, а для $R_0 < 1$ принимают - f скольжения:

$$f_{ск} = (1,2-1,3) \cdot f$$

$\alpha-\beta$ - можно определить по номограмме (рис. 3.3.).

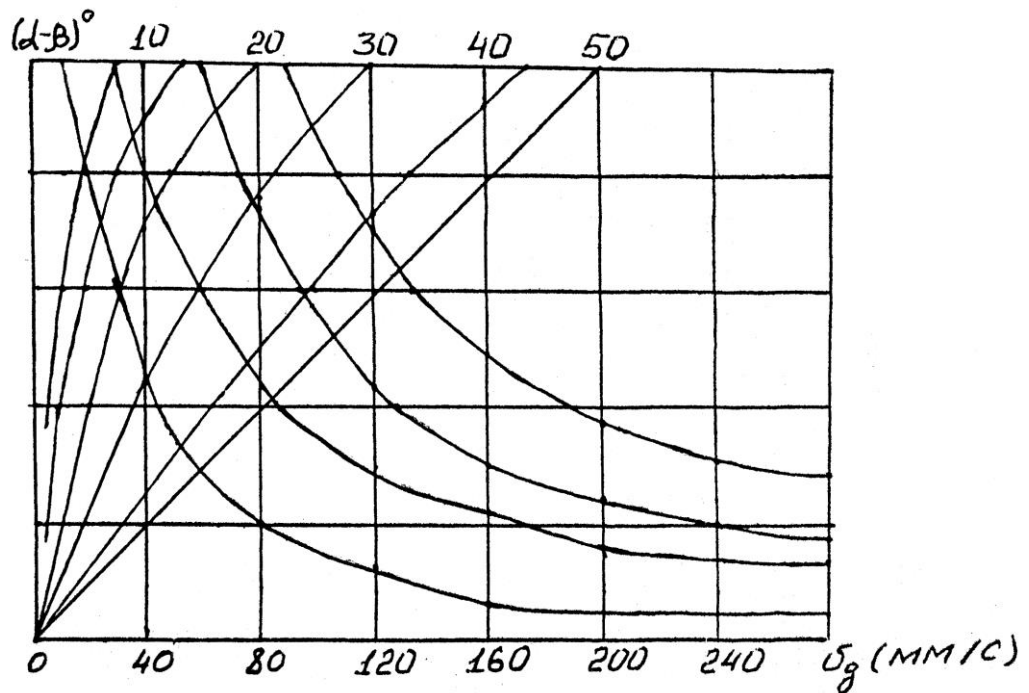


Рис. 3.3. Номограмма соотношения $\alpha-\beta$ и v_g

Угол наклона пружинных стержней ψ ;

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{R}{r} \operatorname{tg} \alpha \quad (3.3)$$

где R - средний радиус движения детали по лотку, мм;
 r - радиус верхний заделки пружинных стержней ;
 $r=(0,75-0,9) \cdot R$, мм. (3.4)

4. РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ ПРИВОДА.

Расчет конструкции привода вибрационного бункерного грузочного устройства включает в себя определение размеров пружинных стержней и конструктивных параметров электромагнитного возбуждителя.

Важно правильно определить необходимую жёсткость пружинных стержней, от которых при уже известном угле направления колебаний α и определённой массе устройства зависит частота собственных колебаний, а следовательно и режим работы.

Рациональный режим работы вибрационного бункерного устройства - околорезонансный. В этом режиме работы можно получить требуемую амплитуду колебаний при минимальной возмущающей силе. Кроме того, амплитуда колебаний в околорезонансном режиме сравнительно малочувствительна к изменению загрузки бункера деталями и колебаниям напряжения в сети.

При расчёте следует принимать частоту собственных колебаний ν системы несколько большую, чем частота вынужденных колебаний ν_B :

$$\nu = K_\nu \cdot \nu_B \quad (4.1)$$

где K_ν - коэффициент, учитывающий отклонение режима работы системы от резонансного.

Значение коэффициента K_ν выбирают в зависимости от вида нагруженных деталей:

$K_\nu = 1,05 - 1,1$ - легкие детали (керамика, слюда, пластические материалы);

$K_\nu = 1,08 - 1,15$ - тяжёлые детали.

Частота собственных колебаний :

$$\nu = \frac{1}{2 \cdot \pi} \cdot \sqrt{\frac{c}{m_{пр}}}, \text{ Гц,} \quad (4.2)$$

где c - жёсткость пружинных стержней;

$m_{пр}$ - приведённая масса системы.

При двухмассовой конструкции вкбробункера:

$$m_{np} = \frac{m_{\text{в}}}{1 + \frac{m_{\text{в}}}{m_{\text{н}}}}, \quad (4.3)$$

где $m_{\text{в}}$ и $m_{\text{н}}$ – массы соответственно верхней (подвешенной) на пружинных стержнях и нижней части, приведённых к точкам крепления пружинных стержней. Жёсткость стержня определяется формулой:

$$c = n \cdot \frac{12 \cdot E \cdot I_0}{l^3} \cdot \tau_{кр}, \quad (4.4)$$

где n – количество пружинных стержней;

E - модуль упругости;

I_0 - осевой момент инерции (для круглого сечения:

$$I_0 = \frac{\pi \cdot d^4}{64});$$

l – длина стержня;

$\tau_{кр}$ - коэффициент скручивания стержня (см. формулу 4.14)

Приведённые массы $m_{\text{в}}$ и $m_{\text{н}}$, с достаточной для практических расчётов степенью точности, определяют по следующим формулам:

$$m_{\text{в}} = \sum_{i=1}^q m_{\text{в}i} \sin^2 \psi + \frac{\sum_{i=1}^q I_{\text{в}i}}{r^2} \cdot \frac{\cos^2 \psi}{\cos^2 \gamma}, \quad (4.5)$$

$$m_{\text{н}} = \sum_{i=1}^s m_{\text{н}i} \sin^2 \psi + \frac{\sum_{i=1}^s I_{\text{н}i}}{r_{\text{н}}^2} \cdot \frac{\cos^2 \psi}{\cos^2 \gamma}, \quad (4.6)$$

где $m_{\text{в}i}$, $m_{\text{н}i}$ - масса i -й(j -й) детали верхней или нижней частей;

$I_{\text{в}i}$, $I_{\text{н}i}$ - момент инерции i -й(j -й) детали верхней или нижней частей;

γ - угол между радиусом заделки стержня (в верхней точке) и перпендикуляром к его проекции на горизонтальную плоскость;

r - радиус верхней заделки стержня;

$r_{\text{н}}$ - радиус нижней заделки стержня;

ψ - угол наклона пружинных стержней от вертикали.

В общем виде:

$$m = \frac{\rho_v}{g} \int \rho \cdot d \cdot v = \frac{\rho_v}{g} \iiint \rho \cdot dx \cdot dy \cdot dz, \quad (4.7)$$

$$I = \frac{\rho_v}{g} \int \rho^2 \cdot d \cdot v, \quad (4.8)$$

где ρ - радиус вектор;

v - объём детали.

Для конического бункера, для упрощения, лотки можно представить как фигуру, образованную поверхностями, выполненными по пространственной спирали Архимеда.

Фигура описывается уравнением:

$$\rho = a \cdot \varphi, \quad (4.9)$$

где φ – угол поворота радиуса вектора спирали ρ в радианах;

$$a = \frac{t}{2\pi}$$

$$\varphi_i = 2\pi \frac{R_i}{t},$$

где $i = 1, 2, 3$;

$$m_{\text{л}} = \frac{\rho_v \cdot h}{24\pi^2 g \cdot \cos \beta} \cdot (\varphi_3^3 + \varphi_1^3 + 2 \cdot \varphi_2^3) \quad (4.10)$$

$$I_{\text{л}} = \frac{\rho_v \cdot h \cdot t^4}{320\pi^4 g \cdot \cos \beta} \cdot (\varphi_3^5 + \varphi_1^5 + 2 \cdot \varphi_2^5) \quad (4.11)$$

или

$$I_{\text{л}} = \frac{\rho_v \cdot h \cdot t \cdot \pi}{g \cdot \cos \beta} \cdot (2 \cdot R_1^3 + 6 \cdot R_1^2 \cdot t + 7 \cdot R_1 \cdot t^2 + 3 \cdot t^2) \quad (4.12)$$

Найденные по формулам $m_{\text{г}}$ и $m_{\text{н}}$ представляются в:

$$m_{\text{нр}} = \frac{m_{\text{г}}}{1 + \frac{m_{\text{г}}}{m_{\text{н}}}},$$

причем отношение $\frac{m_{\text{г}}}{m_{\text{н}}}$ должно иметь заданное значение. В

практических разработках следует принимать:

$$\frac{m_{\text{г}}}{m_{\text{н}}} = 0,15 - 0,3$$

Диаметр круглого пружинного стержня определяется из выражения:

$$d = 2\sqrt[4]{\frac{4\pi \cdot \mathcal{G}^2 \cdot l^3 \cdot m_{np}}{3n \cdot \varepsilon \cdot \tau_{кр}}}, \quad (4.13)$$

где \mathcal{G} - частота собственных колебаний;

l - длина стержня;

n - количество стержней;

ε - модуль упругости пружинной стали;

$\tau_{кр}$ - коэффициент, учитывающий влияние скручивания круглого пружинного стержня на жесткость:

$$\tau_{кр} = 1 + \frac{1}{15} \left(\frac{l}{r} \right)^2 (\cos^2 \psi + 0,313 \cdot \sin^2 2\psi)$$

(4.14)

Полученное значение округляют до ближайшего большего стандартного и пересчитывают длину:

$$l = 3\sqrt{\frac{3n \cdot \varepsilon \cdot d^4 \cdot \tau_{кр}}{64\pi \cdot \mathcal{G}^2 \cdot m_{np}}} \quad (4.15)$$

Пружинные стержни проверяют на выносливость по формуле:

$$[\delta_{-1}] \geq 16 \frac{G + G_g}{\pi \cdot n \cdot d^3} l \cdot \sin \psi + 3E \frac{A_0 \cdot d}{l^2}, \quad (4.16)$$

где G и G_g - вес верхней части вместе с деталями;

A_0 - относительная амплитуда колебаний приведенной массы, определяемая выражением:

$$A_0 = A \frac{r}{R} \left(1 + \frac{m_g}{m_n} \right), \quad (4.17)$$

где A - расчетная амплитуда колебаний лотка, которую находят из формулы:

$$\mathcal{G} = 2\pi \cdot \mathcal{G}_B \cdot A \cdot \cos(\alpha - \beta) \cdot k_\delta \quad (4.18)$$

Для пружин из сталей 65Г и 60С2 значение $[\delta_{-1}] = 1800 \text{ кгс/см}^2$.

5. ЗАДАНИЯ

5.1. Определить скорость движения деталей по лотку вибробункера, если средняя производительность вибробункера 60 дет/мин, а коэффициент заполнения лотка бункера деталями движущимися в требуемом ориентированном положении равен 0,25, длина детали в направлении движения 10 мм.

5.2. Определить скорость движения деталей по лотку вибробункера, если средняя производительность вибробункера 60 дет/мин, а коэффициент заполнения лотка бункера деталями движущимися в требуемом ориентированном положении равен 0,5, длина детали в направлении движения 10 мм.

5.3. Определить скорость движения деталей по лотку вибробункера, если средняя производительность вибробункера 180 дет/мин, а коэффициент заполнения лотка бункера деталями движущимися в требуемом ориентированном положении равен 0,75, длина детали в направлении движения 10 мм.

5.4. Определить скорость движения деталей по лотку вибробункера, если средняя производительность вибробункера 240 дет/мин, а коэффициент заполнения лотка бункера деталями движущимися в требуемом ориентированном положении равен 1 длина детали в направлении движения 10 мм.

5.5. Определить скорость движения деталей по лотку вибробункера, если средняя производительность вибробункера 60 дет/мин, а коэффициент заполнения лотка бункера деталями движущимися в требуемом ориентированном положении равен 1 длина детали в направлении движения 40 мм

5.6. Определить среднюю производительность вибробункера, если скорость движения деталей по лотку 5 мм/с, длина детали 10 мм, а коэффициент заполнения лотка бункера деталями движущимися в требуемом ориентированном положении равен 1.

5.7. Определить среднюю производительность вибробункера, если скорость движения деталей по лотку 10 мм/с, длина детали 5 мм, а коэффициент заполнения лотка бункера деталями движущимися в требуемом ориентированном положении равен 0,5.

5.8. Определить среднюю производительность вибробункера, если скорость движения деталей по лотку 20 мм/с, длина детали 10 мм, а коэффициент заполнения лотка бункера деталями движущимися в требуемом ориентированном положении равен 0,1.

5.9. Определить среднюю производительность вибробункера, если скорость движения деталей по лотку 30 мм/с, длина детали 5 мм, а коэффициент заполнения лотка бункера деталями движущимися в требуемом ориентированном положении равен 0,75

5.10. Определить среднюю производительность вибробункера, если скорость движения деталей по лотку 5 мм/с, длина детали 15 мм, а коэффициент заполнения лотка бункера деталями движущимися в требуемом ориентированном положении равен 0,25

5.11. Определить диаметр чаши вибробункера (мм), если коэффициент пропорциональности равен 1,5 средняя производительность 5 дет/мин, наружный объем загружаемых деталей 300 мм³, время между пополнениями чаши 2 мин, высота детали 3 мм (Ответ округлить до десятых).

5.12. Определить диаметр чаши вибробункера (мм), если коэффициент пропорциональности равен 2 средняя производительность 10 дет/мин, наружный объем загружаемых деталей 270 мм³, время между пополнениями чаши 1 мин, высота детали 5 мм (Ответ округлить до десятых).

5.13. Определить диаметр чаши вибробункера (мм), если коэффициент пропорциональности равен 1,7 средняя производительность 8 дет/мин, наружный объем загружаемых деталей 250 мм³, время между пополнениями чаши 4 мин, высота детали 10 мм (Ответ округлить до десятых)

5.14. Определить диаметр чаши вибробункера (мм), если коэффициент пропорциональности равен 1,9 средняя производительность 15 дет/мин, наружный объем загружаемых деталей 500 мм³, время между пополнениями чаши 10 мин, высота детали 1 мм (Ответ округлить до десятых)

5.15. Определить диаметр чаши вибробункера (мм), если коэффициент пропорциональности равен 2 средняя производительность 30 дет/мин, наружный объем загружаемых деталей 90 мм³, время между пополнениями чаши 5 мин, высота детали 5 мм (Ответ округлить до десятых)

5.16. Определить диаметр чаши вибробункера (мм), если коэффициент пропорциональности равен 1,6 средняя производительность 100 дет/мин, наружный объем загружаемых деталей 1000 мм³, время между пополнениями чаши 3 мин, высота детали 10 мм (Ответ округлить до десятых)

5.17. Определить диаметр чаши вибробункера (мм), если коэффициент пропорциональности равен 1,8 средняя производительность 120 дет/мин, наружный объем загружаемых деталей 1200 мм³, время между пополнениями чаши 6 мин, высота детали 2 мм (Ответ округлить до десятых)

5.18. Определить диаметр чаши вибробункера (мм), если коэффициент пропорциональности равен 1,5 средняя производительность 150 дет/мин, наружный объем загружаемых деталей 300 мм³, время между пополнениями чаши 2 мин, высота детали 10 мм (Ответ округлить до десятых)

5.19. Определить диаметр чаши вибробункера (мм), если коэффициент пропорциональности равен 1,5 средняя производительность 270 дет/мин, наружный объем загружаемых деталей 150 мм³, время между пополнениями чаши 3 мин, высота детали 5 мм (Ответ округлить до десятых)

5.20. Определить диаметр чаши вибробункера (мм), если коэффициент пропорциональности равен 1,8 средняя производительность 20 дет/мин, наружный объем загружаемых деталей 270 мм³, время между пополнениями чаши 7 мин, высота детали 9 мм (Ответ округлить до десятых)

Библиографический список

1. Лебединский М. С., А. И. Федотов, Автоматизация в промышленности, справочная книга – Л.: Лениздат, 1976 г. – с. 256.
2. Бляхеров, Автоматическая загрузка технологических машин, справочник – М.: Машиностроения, 1990 г.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Юго-Западный государственный университет»
(ЮЗГУ)

Кафедра машиностроительных технологий и оборудования

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
О.П. Демокцинова
« 1 » 0 2018 г.



РАЗРАБОТКА СХЕМЫ УЗЛОВОЙ И ОБЩЕЙ СБОРКИ

Методические указания по выполнению практической работы №1
по дисциплине «Автоматизация производственных процессов
в машиностроении»

для студентов направления

15.03.05. Конструкторско-технологическое обеспечение машино-
строительных производств,

(очной и заочной формы обучения)

Курск 2018

УДК 621.(923)

Составители: О.С. Зубкова, Д.А. Бобрышев

Рецензент

Кандидат технических наук, доцент кафедры
«Машиностроительные технологии и оборудование»

А.А. Горохов

Разработка схемы узловой и общей сборки: методические указания по выполнению практической работы №1 по дисциплине «Автоматизация производственных процессов в машиностроении»/ Юго-Зап. гос. ун-т; сост. О.С. Зубкова, Д.А. Бобрышев. Курск, 2018. 10 с., ил. 4., Библиогр.: с. 10

Содержат сведения о разработке схем процесса сборки изделия. Позволяют получить навыки по анализу собираемого узла, технических требований и технических характеристик, построению общей и узловой схем сборки.

Методические указания соответствуют требованиям ФГОС по направлению подготовки дипломированных специалистов 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Работа предназначена для студентов очной и заочной формы обучения.

Текст печатается в авторской редакции

Подписано в печать . Формат 60x84 1/16. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 0.58. Уч. - изд. л.0,53. Тираж 30 экз. Заказ . Бесплатно.
Юго-Западный государственный университет.
305040, г. Курск, ул. 50 лет Октября, 94.

Цель работы:

Получение навыков построения схем общей и узловой сборки с целью дальнейшей автоматизации сборочных операций.

1. Теоретическая часть

Сборка – один из заключительных этапов изготовления машин, в котором проявляются результаты всей предшествующей работы, проделанной конструкторами и технологами. Трудоемкость сборки составляет 30 – 40 % общей трудоемкости.

Качество машин и трудоемкость сборки во многом зависит от того, как понято конструктором и воплощено в конструкцию служебное назначение машины, как установлены нормы точности, какие выбраны методы достижения требуемой точности, как эти методы реализованы в технологии изготовления.

В технологической подготовке производства сборке отводится ведущая роль. Технологические процессы изготовления деталей часто оказываются подчиненными технологии сборки. Этому должно предшествовать изучение служебного назначения машины и анализ соответствия ему технических требований и норм точности.

Установление маршрута и содержания операции
общей и узловой сборки.

Маршрут устанавливают по технологической схеме сборки. Отдельные операции могут быть выполнены на одно- и многопозиционном автомате. На однопозиционном автомате собирают несложные изделия из 4 – 4 деталей. Более сложные – собирают на многопозиционном автомате с числом позиций 6 – 12 и более, т. к. надежность их резко падает. Операцию разбивают на позиции так, чтобы не нарушалась технологическая законченность процесса. Операция состоит из переходов и приемов.

Переход – законченная часть технологической операции, характеризующаяся постоянством применяемого инструмента и соединяемых поверхностей.

Прием – отдельное движение.

Технологические схемы сборки наглядно отображают техпроцесс и позволяют оценить конструкцию с технологической точки зрения. Различают узловую и общую сборки.

Эти схемы, являясь первым этапом разработки технологического процесса сборки, в наглядной форме отражают маршрут сборки изделия и его составных частей. Технологические схемы сборки составляют на основе сборочных чертежей изделия. При наличии образца изделия составление технологических схем облегчается. В этом случае наиболее выгоднейшая последовательность сборки может быть установлена путем его пробной разборки. Элементы снимаемые в неразобранном виде представляют собой части изделия на которые в дальнейшем разрабатываются схемы узловой сборки; детали снимаемые отдельно, являются элементами входящими непосредственно в схему общей сборки изделия.

При определении последовательности анализируют и размерные цепи изделия. Если изделие имеет несколько размерных цепей, то сборку следует начинать с наиболее сложной и ответственной цепи. В каждой размерной цепи сборку завершают установкой тех элементов соединения, которые образуют ее замыкающее звено. При наличии размерных цепей с общими звеньями начинают сборку с элементов той цепи, которая в наибольшей степени влияет на точность изделия.

На последовательность сборки влияет функциональная взаимосвязь элементов изделия, конструкция базовых элементов, условия монтажа силовых и кинематических передач, постанровка легко повреждаемых элементов в конце сборки, размеры и масса присоединяемых элементов, а также степень взаимозаменяемости изделий.

При производстве невзаимозаменяемых изделий на последовательность сборки влияют пригоночные работы, промежуточные разборка и сборка соединений, дополнительная обработка, очистка и контроль деталей.

Элементы узловой и общей сборки, а так же возможная структура схем сборки представлена на рис. 1.

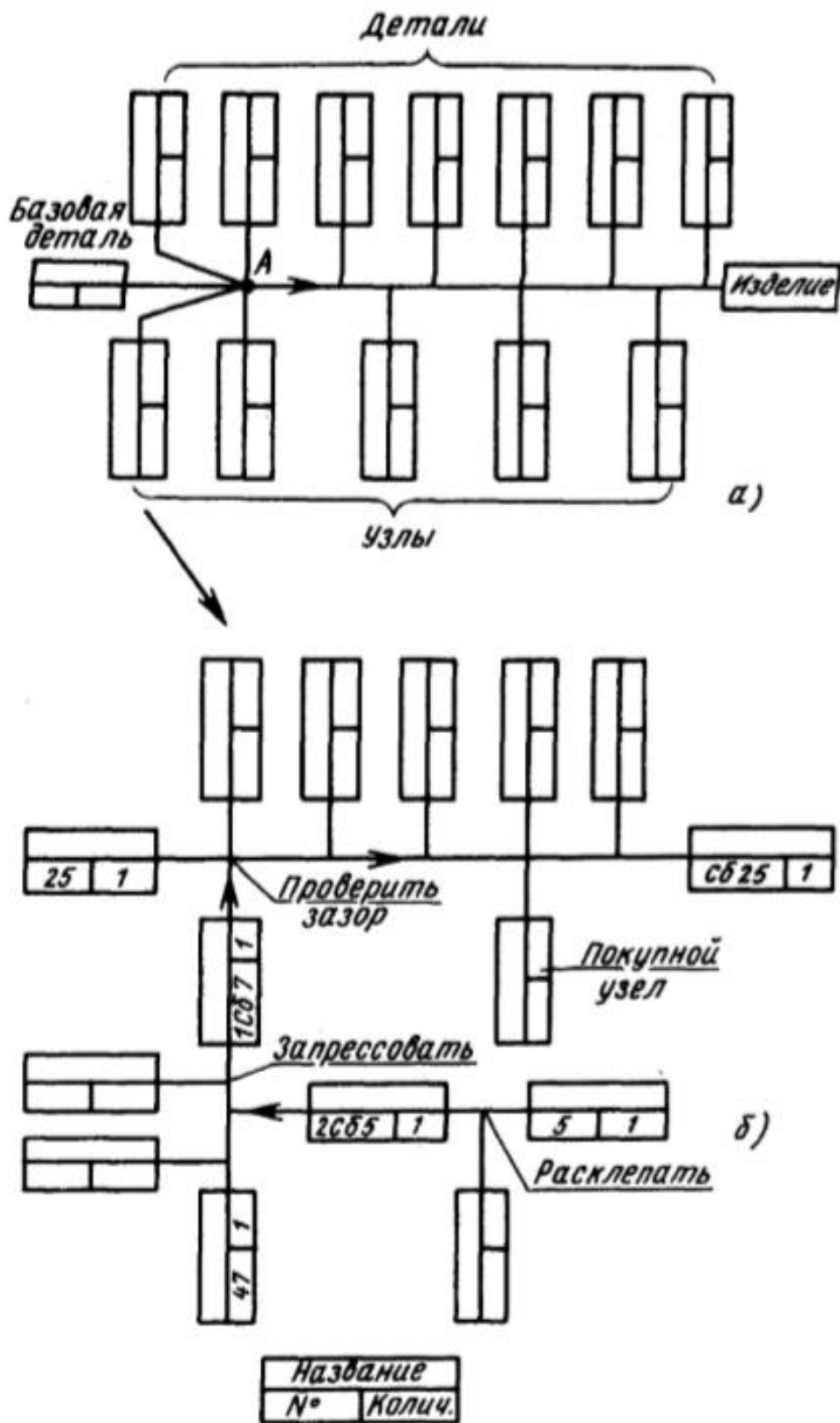


Рис. 1 Технологические схемы сборки: а) общей; б) узловой.

2. Пример выполнения общей и узловой схем сборки

Рассмотрим построение схем общей и узловой сборки на примере сборки шестеренчатого насоса, представленного на рис. 2.

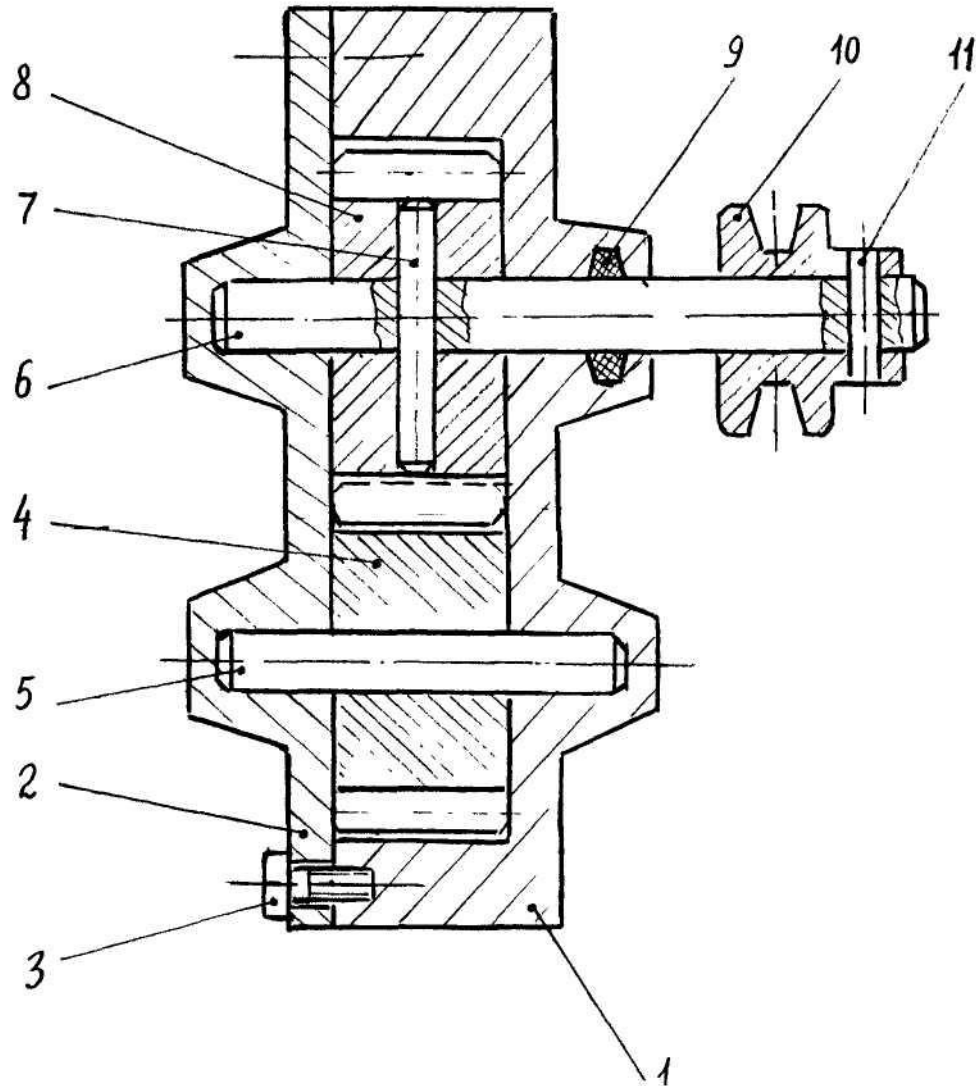


Рис 2. Упрощенная конструкция шестеренчатого насоса

В корпусе 1 на оси 5 и валу 6 установлены шестерня 4 и шестерня 8. Шестерня 8 фиксируется на валу штифтом 7. Шкив 10 фиксируется на валу 6 штифтом 11. Для предотвращения насоса от попадания внутрь корпуса грязи на валу 6 установлен сальник 9. Крышка 2 крепится к корпусу винтами 3.

На рис. 3 показаны технологические схемы узловой сборки оси 5 (а) и вала 6 (б). На рисунке 4 показана технологическая схема общей сборки.

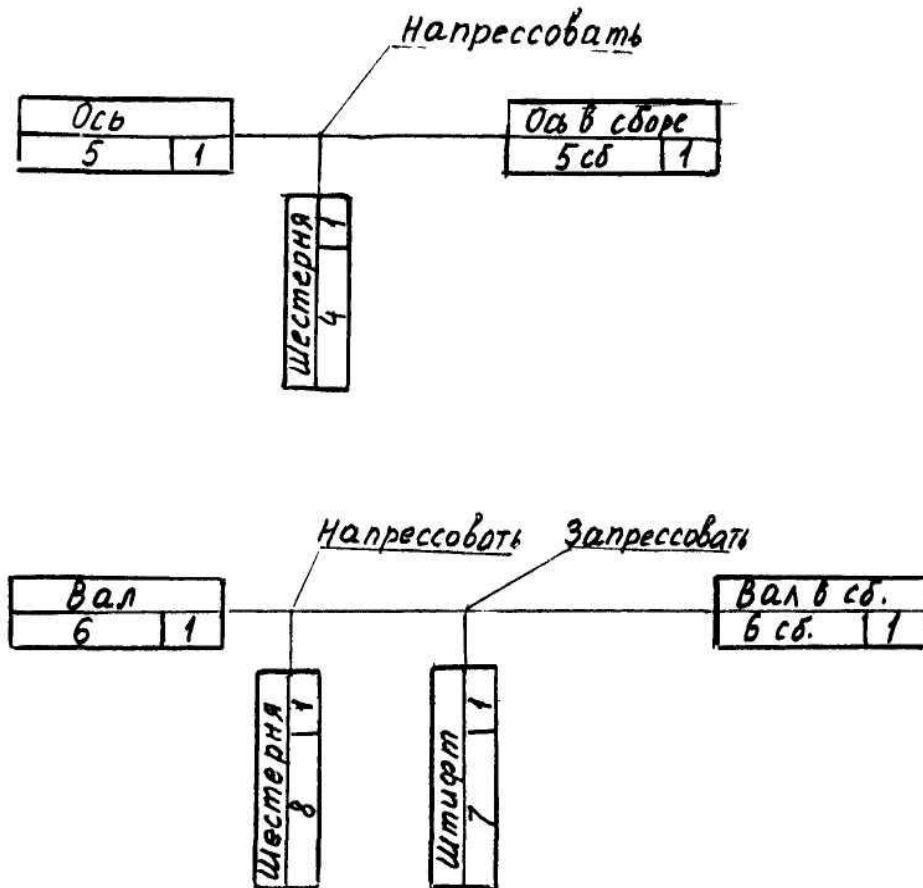


Рис 3. Технологические схемы узловой сборки
а- оси 5 ; б- вала 6

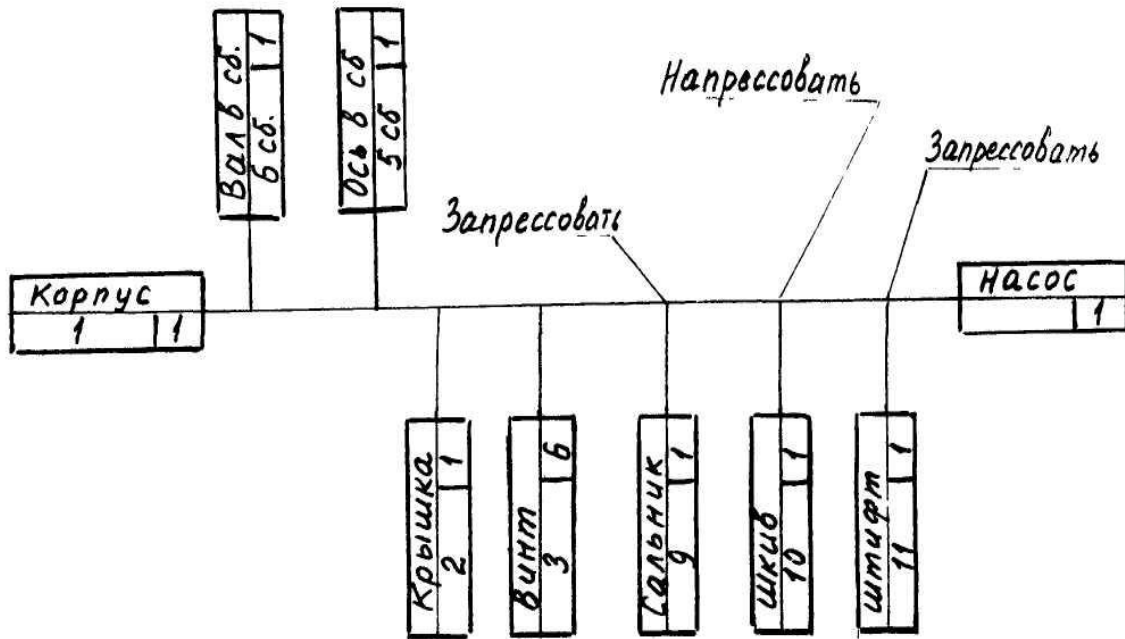


Рис 4. Технологическая схема общей сборки насоса.

3. Порядок выполнения работы

1. Для заданного преподавателем узла разработать схемы общей и узловой сборки. Указать особенности монтажа деталей, их общее число в соответствующем поле.

Библиографический список

1. Схиртладзе, Александр Георгиевич. Автоматизация производственных процессов в машиностроении [Текст] : учебник / А. Г. Схиртладзе, В. Н. Воронов, В. П. Борискин. - Старый Оскол : ТНТ, 2011. - 612 с.
2. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т./Под ред. А.Д. Косиловой и Р.К. Мещерякова.- перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985.-Т1 -65с., 1986. –Т2-496с.