

МИКРОЭЛЕМЕНТНАЯ СИСТЕМА НОРМАТИВОВ, ПРИМЕНЯЕМАЯ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Д. И. Долгов (к.э.н., доцент кафедры менеджмента и экономики
образования Мордовского государственного
педагогического института имени М. Е. Евсевьева)

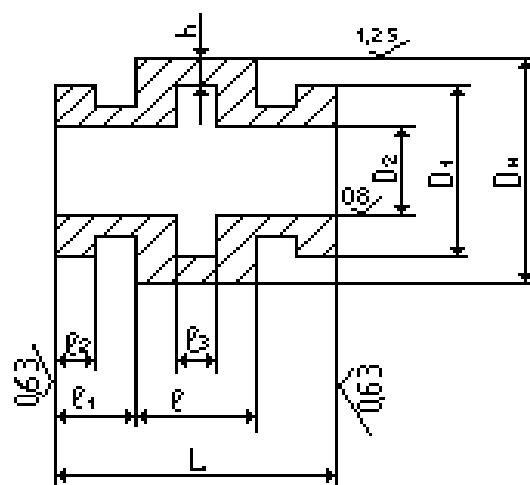
Прежде чем давать описания норм, применяемых при изготовлении станков, рассмотрим порядок проектирования станочного приспособления для отдельного станка с ЧПУ.

Специальное приспособление предназначено для окончательной обработки наружной поверхности детали на токарном станке с ЧПУ. Оно представляет собой разжимную оправку с гофрированными втулками, работающую от пневмопривода.

Приспособление состоит из корпуса 1, закрепляемом на шпинделе станка. На посадочную шейку корпуса установлены два разжимных кольца 4, сжимаемых тягой 3. Для базирования детали в осевом направлении служит кольцо упорное 2.

Расчет зажимных элементов.

По известному значению диаметра d_3 базы заготовки находим основные геометрические размеры гофрированной втулки.



$D_n=36,98$
 $D_1=35,8 \text{ H9}$;
 $D_2=30 \text{ H6}$;
 $L=24 \text{ мм}$;
 $l_1=9 \text{ мм}$;
 $l_2=8 \text{ мм}$;
 $l_3=4,5 \text{ мм}$;
 $l_3=5 \text{ мм}$;
 $h=0,6 \text{ мм}$

Рисунок 1 - Размеры гофрированной втулки

Размеры гофрированной втулки см. выше, $d_3=37^{+0,062} \text{ мм}$.
Номинальный наружный диаметр гофрированной втулки

$$D_n = d_3 - \Delta_{gap} = 37,00 - 0,02 = 36,98 \text{ мм},$$

где $\Delta_{гар}$ – гарантированный зазор между базой заготовки и наружным диаметром втулки, мм.

Номинальный диаметр центральной расточки гофрированной втулки

$$d = D_n - 2h = 36,98 - 0,60 = 36,38 \text{ мм},$$

где h – толщина стенок втулки, мм.

Приращение наружного диаметра D_n гофрированной втулки для установки заготовки

$$\Delta D_n = \delta D_n + \delta d_3 + \Delta_{гар} = 0,004 + 0,062 + 0,020 = 0,086 \text{ мм},$$

где δD_n – допуск на наружный диаметр гофрированной втулки, мм;

δd_3 – допуск на диаметр базы заготовки, мм.

Основное сжимающее усилие, которое нужно приложить к гофрированной втулке для закрепления заготовки (см. рисунок 16).

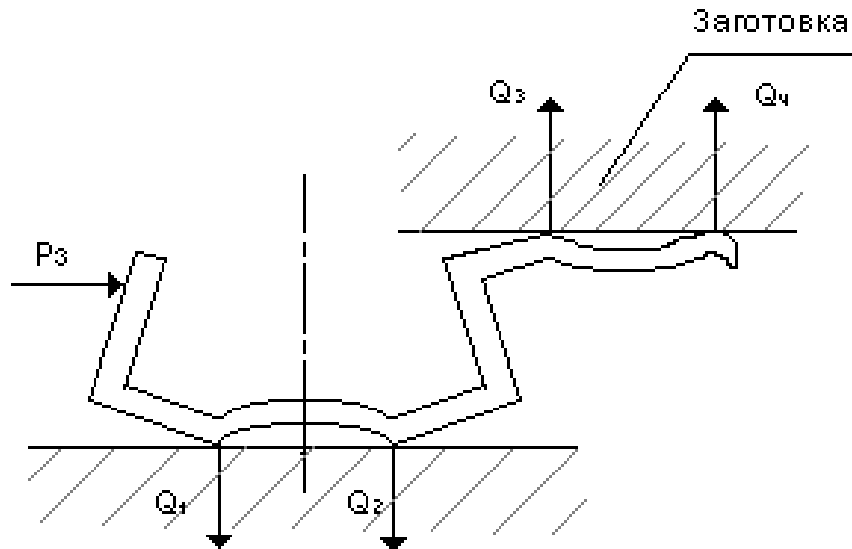


Рисунок 16 - Схема действующих сил

$$P_3 = \frac{\Delta D_n}{x} = \frac{86 \text{ мкм}}{0,0133 \text{ мкм/Н}} = 6460 \text{ Н}$$

Наибольшее напряжение, возникающее в материале гофрированной втулки при нагружении левым сжимным усилием P_3

$$\sigma_{max} = P_3 * \psi = 6460 * 0,28 = 1800 \text{ Н/мм}^2 = 1800 \text{ МПа},$$

где ψ – поправочный коэффициент на сжимное усилие.

Принимаем материал втулки сталь 40Х, твердость материала HRCэ 46,5...51,5.

Определяем максимальный крутящий момент резания при точении на оправке: имеем $t=1$ мм; $S=0,9$ мм/об; $V=124,6$ м/мин, тогда

$$P_z = 10 C_p * t^x * S^y * V^u * K_p = 10 * 300 * 1^1 * 0,9^{0,75} * 124,6^{-0,15} * 1,24 = 1379 \text{ Н},$$

где x – поправочный коэффициент на глубину резания;

y – поправочный коэффициент на подачу;

u – поправочный коэффициент на скорость резания;

K_p – поправочный коэффициент на составляющую силы резания.

$$M_{кр} = P_z \frac{D}{2} = 1379 \frac{128}{2} = 88200 \text{ Н*мм}$$

Число гофрированных втулок оправки принимаем $n=2$.

Крутящий момент, гарантированно передаваемый спроектированной оправкой

$$M_{кргар} = 1,5 \pi d_3^2 * P_3 * n * 10^{-2} = 1,5 * 3,14 * 27^2 * 6460 * 2 * 10^{-2} = 226000 \text{ Н*мм}.$$

Условие $\frac{M_{кргар}}{M_{кр}} \geq k$ выполняется, т.к. $\frac{226000}{88200} = 2,56 > 2,5$

Таким образом для нормальной работы приспособления необходим привод с осевым усилием не менее 6460 Н.

Проектирование контрольного инструмента.

Калибр предназначен для контроля расположения трех отверстий $\varnothing 12^{+0,43}$ мм.

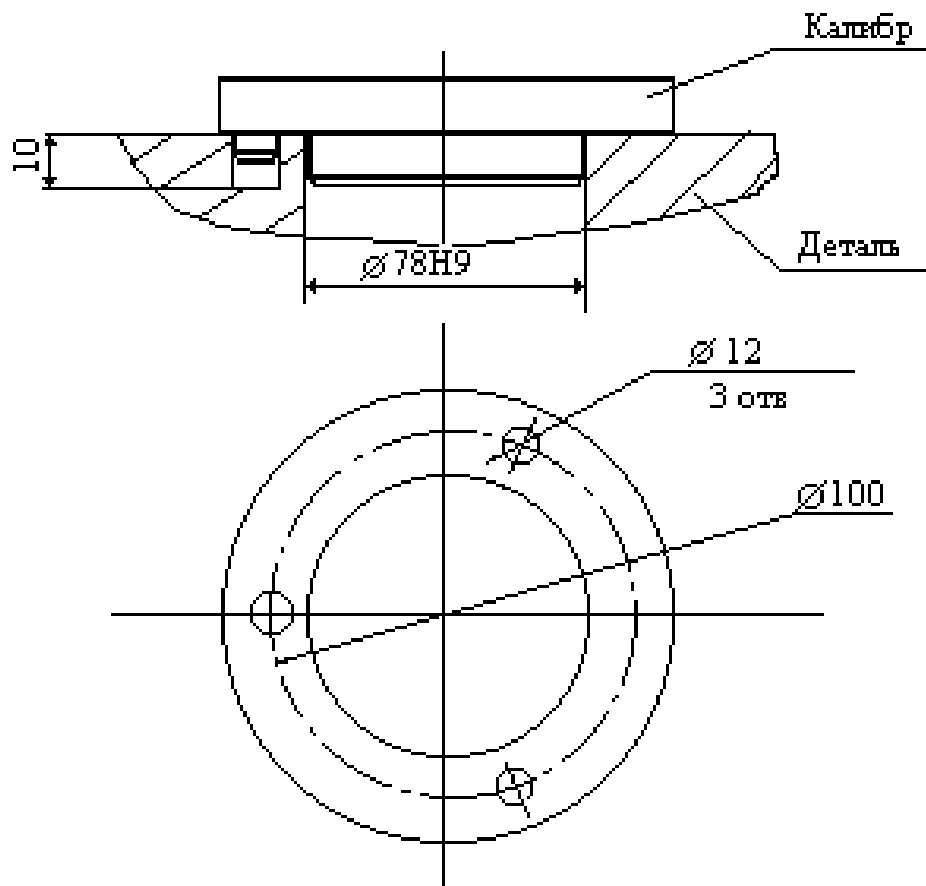


Рисунок 2 - Калибр

Определяем размеры направляющей пробки калибра

$$d'_{нов} = d'_{ном} = 78 \text{ мм}$$

$$d'_{изн} = d'_{нов} - \beta' = 78,000 - 0,065 = 77,935 \text{ мм},$$

где β' – суммарный допуск на изготовление и износ пробки.

Определяем размеры ненаправляющих пробок калибра

$$d_{нов} = D + 2\Delta_k + \beta + \beta' - 2\Delta = 12 + 2 * 0,008 + 0,042 + 0,065 - 2 * 0,25 = 11,623 \text{ мм},$$

где D – наименьший предельный диаметр отверстия детали;

Δ_k – допускаемое отклонение между центрами пробок калибра

$$\Delta_k = \frac{24}{n} = \frac{24}{3} = 8 \text{ мкм},$$

где n – число пробок калибра;

β – суммарный допуск на изготовление и износ ненаправляющих пробок калибра, мкм;

Δ – допускаемое отклонение между центрами отверстий детали;

$$d_{\text{нов-}\alpha} = 11,623 - \alpha = 11,623 - 0,018 \text{ мм}$$

$$d_{\text{зн}} = d_{\text{нов-}\beta} = 11,623 - 0,042 = 11,581 \text{ мм},$$

где α - допуск на изготовление пробки.

Определяем контрольные размеры калибра

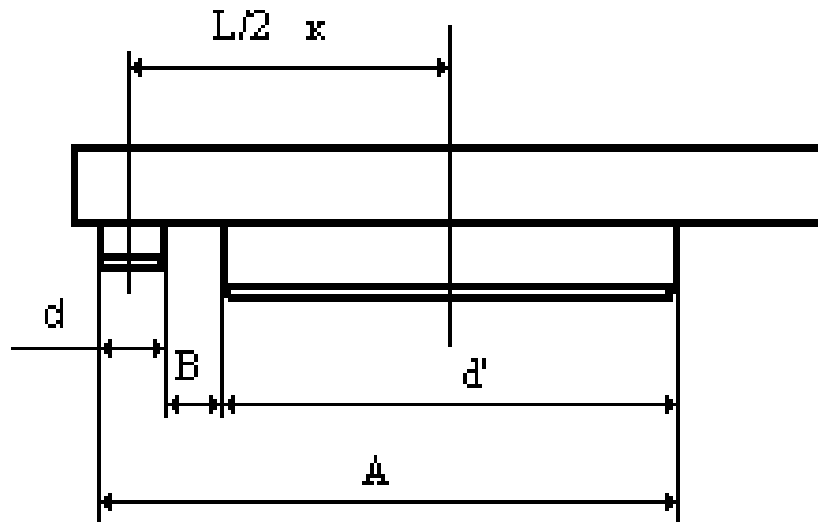


Рисунок 3 - Калибр

$$A_{\text{нб}} = \frac{1}{2} (L + \Delta_k + d'_{\text{нов}} + d_{\text{нов}}) = \frac{1}{2} (100 + 0,008 + 78 + 11,623) = 94,8155 \text{ мм},$$

$$A_{\text{нм}} = \frac{1}{2} (L - \Delta_k + d'_{\text{под-}\alpha_1} + d_{\text{нов-}\alpha}) = \frac{1}{2} (100 - 0,008 + 78 - 0,03 + 11,623 - 0,018) = 94,7835 \text{ мм};$$

$$B_{\text{нб}} = \frac{1}{2} (L + \Delta_k - d'_{\text{нов}} + \alpha - d_{\text{нов}} + \alpha_1) = \frac{1}{2} (100 + 0,008 - 11,623 + 0,018 - 78 + 0,03) = 5,2165 \text{ мм};$$

$$B_{\text{нм}} = \frac{1}{2} (L - \Delta_k - d_{\text{под}} - d'_{\text{под}}) = \frac{1}{2} (100 - 0,008 - 11,623 - 78) = 5,1845 \text{ мм}.$$

Допуск на изготовление калибра

$$\gamma = A_{\text{нб}} - A_{\text{нм}} = 94,8155 - 94,7835 = 0,032 \text{ мм};$$

$$\gamma_1 = B_{\text{нб}} - B_{\text{нм}} = 5,2165 - 5,1845 = 0,032 \text{ мм}.$$

Исполнительные размеры калибра

$$A = 94,8155_{-0,032} \text{ мм};$$

$$B = 5,1845^{+0,032} \text{ мм}.$$

Размеры изношенного калибра

$$A_{изн} = \frac{1}{2}(L - \Delta k + d_{изн} + d'_{изн}) = \frac{1}{2}(100 - 0,008 + 11,581 + 77,935) = 94,754 \text{ мм};$$

$$B_{изн} = \frac{1}{2}(L + \Delta k - d_{изн} - d'_{изн}) = \frac{1}{2}(100 + 0,008 - 11,581 - 77,935) = 5,241 \text{ мм}.$$

Проектирование режущего инструмента

Специальный режущий инструмент – трехступенчатое сверло-зенкер предназначен для обработки трех отверстий под резьбу М10-7Н.

Учитывая небольшие размеры обрабатываемых поверхностей, принимаем конструкцию цельной.

Первая ступень – сверло $\varnothing 8,4$ мм с длиной режущей части 33 мм.

Угол при вершине $\alpha_{чр}$ принимаем 118° .

Угол наклона винтовых канавок ω принимаем 28° .

Шаг винтовой канавки

$$H = \pi * d * \text{ctg } \omega = 3,14 * 8,4 * \text{ctg } 28^\circ = 49,8 \text{ мм};$$

Диаметр сердцевины сверла

$$d_0 = (0,15 - 0,19)d = 0,17 * 8,4 = 1,42 \text{ мм};$$

Ширина ленточки f принимаем 0,7 мм.

Высоту затылка t принимаем 0,2 мм.

Форма заготовки сверла – нормальная.

Вторая и третья ступени инструмента формируется как продолжение первой с увеличением диаметра.

У торцевых зубьев ($z=2$) принимаем $\varphi=12^\circ$, задний угол - 8° , обратная конусность калибрующей части - 30° . [14, с.54]

Инструмент изготовлен из быстрорежущей стали Р9К5 с последующим покрытием нитридом титана.

Назначаем хвостик конический Морзе №3 ГОСТ 2847-73.

Проверка инструмента на прочность.

Расчет ведем по наиболее слабому сечению-шейке $\varnothing 7,2$ мм. Суммарный крутящий момент на инструменте $M_k=3,744$ Н/м. Суммарная осевая сила $P_o=887$ Н.

Условие прочности по гипотезе наибольших касательных напряжений имеет вид $\sigma = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma]$ или

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{P_o}{F}\right)^2 + 4\left(\frac{M_k}{W}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{8,87}{10,1 * 10^{-1}}\right)^2 + 4\left(\frac{3,744}{4,58 * 10^{-9}}\right)^2} = 107 * 10^6 \text{ Н / м}^2$$

где F – площадь поперечного сечения

$$F = \frac{\pi(0,5d)^2}{4} = \frac{3,14(0,5 * 7,2)^2}{4} = 10,1 \text{мм}^2.$$

W – осевой момент сопротивления сечения

$$W = \frac{\pi(0,5d)^3}{32} = \frac{3,14(0,5 * 7,2)^3}{32} = 4,58 \text{мм}^3$$

Условие $\sigma \leq [\sigma]$ соблюдается, т.к. $107 \text{ МН/м}^2 < 120 \text{ МН/м}^2$.

Ввиду сложности изготовления не только металлорежущих станков, но и технологического оборудования в целом, необходимо рассматривать не нормы изготовления, а микроэлементную систему нормативов, дающую возможность разложить весь технологический процесс до мельчайших движений.

В основе микроэлементной системы нормативов лежит принцип дифференциации трудовых процессов на составные части: прием, действие, движение. Каждый из этих элементов должен иметь в практике нормирования труда объективные признаки классификации и свои четкие границы в трудовых процессах.

Микроэлементные системы нормативов времени разрабатывают трудовые движения и трудовые действия, правильное комбинирование которых позволяет проектировать рациональный состав и структуру трудовых процессов и устанавливать на этой основе продолжительность как отдельных его элементов, так и всего процесса в целом. В этом состоит сущность микроэлементных систем времени и методов нормирования труда.

Первая отечественная система микроэлементных нормативов времени создана в 1930 г. в Ленинградском инженерно - экономическом институте профессором В. М. Иоффе. В этой системе все трудовые движения сведены к двум основным стандартам первичных элементов: взять и переместить.

Наиболее известной системой микроэлементных нормативов является система МТМ, разработанная в 40 - х гг. в США. К настоящему времени имеется несколько модификаций этой системы (МТМ - 2, МТМ - 3).

За рубежом используется ряд других систем микроэлементных нормативов: Уорк Фактор, МОДАПТС, МОСТ. Из этих систем на некоторых предприятиях нашей страны нашла применение система МОДАПТС - модульная система микроэлементных нормативов. Система разработана в 1968 - 1969 гг. группой австралийский специалистов под руководством Г. Хейде и является производной от американской системы МСД, которая в свою очередь построена на основе системы МТМ.

В данной системе все микроэлементные нормативы представлены в виде рисунков. Условные обозначения на рисунке включают самый норматив, выраженный в модах. 1 мод равен 1/7 с со включение надбавки на отдых, равной 10,75 %, а без этой надбавки - 0,129 с = 0,00215 мин. Это время соответствует продолжительности движения пальца.

Имеются компьютеризованные варианты систем элементного нормирования, которые существенно ускоряют расчет норм и повышают их качество.

В нашей стране имеется опыт разработки и применения базовой системы микроэлементных нормативов (БСМ), которая была создана в 80 - х гг. НИИ труда при участии ряда вызов и отраслевых организаций. Как показали результаты сравнительных расчетов, система БСМ лучше МТМ учитывает особенности крупного машиностроения. При нормировании трудоемкости изготовления деталей небольшого веса и габаритов результаты расчетов по БСМ и МТМ не имеют существенных отличий.

Микроэлементные нормативы решительных трудовых движений:

- 1) Незначительное движение пальцев, кисти или руки;
- 2) Движение руки;
- 3) Поворот корпуса;
- 4) Нагибание корпуса;
- 5) Глубокое приседание;
- 6) Один шаг;
- 7) Движение ступени или ноги.

Нормативы темпа работы устанавливают регламентированный темп выполнения работ.

Нормативы времени отдыха устанавливают регламентированных перерывов.

Различие между нормами и нормативами:

1) Норме соответствуют строго определенные значения факторов, определяющие ее величину в условиях конкретного производственного процесса. В отличие от этого нормативы устанавливаются для множества факторов. Именно поэтому единые и типовые нормативы относятся к нормативным материалам. Если использовать математическую терминологию, то норматив следует рассматривать как функцию, которая устанавливает однозначное соответствие между множеством норм или их элементов и влияющих на них факторов. Эта функция может быть создана аналитически, графически или таблично. Нормой является значение функции (нормативной зависимости) при фиксированных значениях аргументов (факторов). Таким образом, различие между нормативом и нормой прежде всего определяется различием между функцией и одним из ее значений;

2) Нормативы многократно используются для установления различных норм на работы данного вида. Норма устанавливается только для конкретной работы;

3) Нормативы действуют длительное время (пока сохраняется зависимость между нормой и факторами). В отличие от этого нормы должны пересматриваться при изменении условий, на которые они были установлены.

Наряду с общими принципами нормирования труда нормативы по труду должны удовлетворять следующим требованиям:

- 1) Обеспечивать заданный уровень точности норм;
- 2) Учитывать различные варианты условий выполнения нормируемых работ;
- 3) Быть удобными в использовании.

Первое требование учитывается при установлении допустимых погрешностей нормативов исходя из заданной точности норм и объективно неизбежной вариации параметров производственного процесса.

Второе требование означает необходимость исчерпывающего описания вариантов условий, на которые составлены нормативы.

В соответствии с третьим требованием нормативы должны быть удобными для расчетов норм как «вручную», так и с помощью вычислительной техники.

Для установления нормативных зависимостей требуется следующее:

- 1) Определить состав факторов - условий и факторов - аргументов;
- 2) Выполнить расчеты или исследования по определению затрат труда при выбранных значениях факторов - аргументов;
- 3) На основе получения данных установить соотношение между факторами и величинами нормативных затрат труда.

Трудовой прием - законченная совокупность трудовых действий работника, характеризуемая определенным законченным целевым назначением, и представляющая собой технологически завершенную часть операции из нескольких трудовых действий. Например, прием «установить деталь в патроне токарного станка» имеет определенное и законченное целевое назначение: подготовить заготовку к обработке с креплением в патроне. Он включает следующие действия: поднести деталь к патрону и вставить ее в патрон.

Трудовые приемы в зависимости от назначения подразделяются на:

- основные (технологические);
- вспомогательные.

Основные (технологические) приемы предназначены для непосредственного осуществления (реализации) цели данного технологического процесса по изменению физико-химических свойств, формы или положения предмета труда.

Целевое назначение вспомогательных приемов - обеспечение подготовки к выполнению основных приемов.

Приемы объединяются в комплексы приемов. Если приемы объединяются в их технологической последовательности, то создаются технологические комплексы приемов (например, приемы «установить деталь в патроне» и «зажать деталь в патрон» можно объединить в один технологический комплекс «установить деталь в патроне и зажать»).

Если приемы объединяются не по принципу последовательности их выполнения, а по признаку единства (общности) какого-либо фактора, влияющего на их продолжительность, то речь идет о расчетных комплексах. Так, длительность времени на, установку и снятие детали одним и теми же

способом определяется, в основном, такими общими факторами, как вес и размер детали. Поэтому можно все приемы по установке и снятию детали объединить в один расчетный комплекс «установка и снятие детали».

Основные элементы трудового процесса – это трудовые приемы, охватывающие совокупность трудовых действий, состоящих из трудовых движений. Самые универсальные элементы трудового процесса - трудовые движения.

Исследования, проведенные НИИ труда в различных отраслях промышленности, показали, что при одинаковых условиях, составе и последовательности движений в трудовых действиях время на их выполнение практически одинаково. Так, затраты времени на выполнение трудового движения «взять предмет» весом до 3 кг одной рукой по группам предприятия различных отраслей промышленности составляли, (сек.):

- в станкостроении – 0,68;

Трудовые движения, действия и приемы, их состав и последовательность выполнения формируют, определяют метод труда, т.е. способ выполнения трудового процесса. Отсюда вытекает важность анализа трудовых приемов, действий и, прежде всего, трудовых движений, как первичного, исходного и наиболее универсального элемента трудового процесса, с целью выявления лишних, менее эффективных движений, установления возможности их совмещения, изменения траектории и т.п. и на основе их совершенствования рационализировать сам трудовой процесс в целом и метод его выполнения. Многочисленные системы рационализации труда и микроэлементного нормирования основаны на тщательном изучении и анализе трудовых движений.