

# МАШИНОБУДУВАННЯ, НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

УДК 621.658.512

## ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КОНСТРУКЦИЯХ АГРЕГАТНЫХ СТАНКОВ

*Захаров Н.В., проф., Мельниченко А.А. доц.\*, Латышев Н.В., доц.\**  
(\*Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков)

Технологичность конструкций оказывает значительное влияние на сроки и стоимость подготовки производства, изготовление, технического обслуживания и ремонта изделий в станкостроении. Основные положения, требования и рекомендации к созданию технологических конструкций изложены в ГОСТе 14.201-88, ГОСТе 14.206-83, ГОСТе 14206-73, МР186-85 (ВНИИНМАШ) и в справочной литературе.

Однако в этих документах не нашли должного отражения вопросы размерно-технологического анализа с учетом типа производства и таких технологических факторов, как вид и особенности применяемого оборудования, последовательности обработки отдельных поверхностей, необходимость введения или возможность исключения так называемых "технологических размеров", т.е. размеров, не указанных на чертежах, но необходимых для наладки станка или проведения измерений. Поэтому конструктор, не имея соответствующих рекомендаций, не знает, к чему ведет при технологической подготовке производства (ТПП) и в процессах изготовления нерациональная с точки зрения технологии ("нетехнологичная") расстановка размеров. Правильное решение этих вопросов позволит снизить трудоемкость ТПП, уменьшить стоимость и повысить качество обработки заготовок.

Рассмотрим различные варианты расстановки размеров, параллельных центральной оси, в наиболее распространенных сложнопольных деталях агрегатного станкостроения: ступенчатых валах (шпиндели, пиноли, вал-шестерни и др. типовые детали), втулках, фланцах и крышках из класса 71 по классификатору ЕСКД. При этом проанализируем их связь с технологическими факторами и дадим рекомендации, как из различных вариантов выбрать наиболее рациональный для конкретных условий.

На рис. 1 представлены пять вариантов расстановки размеров. Исходные заготовки: штамповки, сортовой или периодический прокат. Установка заготовки во всех вариантах - в центрах. Торцы заготовок подрезаны и зацентрированы в предыдущей операции в размеры:  $A_1, B_1, B_1, \Gamma_1, D_1$ .

Вариант I расстановки размеров пригоден для обработки деталей на настроенных гидроконтролируемых или многолезцовых полуавтоматах без пересчета размеров, так как размер длины крайней правой ступени открыт, т.е. отсутствует на чертеже. С этой же стороны следует начинать вести обработку последовательно или параллельно, выдерживая размеры  $A_4, A_3$ . Это связано с тем, что на указанных выше станках передний центр выполнен плавающим (рис. 2а), и технологической базой в осевом направлении в первой операции будет торец А. Следовательно, отклонения на общем размере  $A_1$ , полученные на предыдущей операции при обработке детали на фрезерно-центровальном станке, перейдут на правый крайний размер длины ступени, не указанный на чертеже.

Обработка левой стороны детали производится в следующей операции, где должны выдерживаться размеры  $A_4$ ,  $A_6$  и  $A_5$ . При этом для исключения погрешности, полученной на крайней ступени в первой операции, следует технологическую базу перенести на торец Б путем установки распорной втулки (см. рис. 2а).

Наладочным же размером для установки копира или упора в первой операции будет размер  $A_2$ , во второй -  $A_5$ . При большом расстоянии от правого торца заготовки до торца второй ступени Б для создания

технологической базы во второй операции вместо установки длиной распорной втулки можно делать в первой операции у правого торца заготовки технологическую заточку длиной  $l_1$  (рис. 2б). При этом длина заточки должна быть больше допуска на общую длину заготовки  $A_1$  ( $l_1 > T_{A_1}$ ). Диаметр заточки  $d_1$  должен быть на 4-5 мм меньше диаметра крайней ступени, что необходимо для создания надежной технологической базы, которой является торец заточки В во второй операции.

При обработке на универсальных токарных станках (путем снятия пробных стружек) этот вариант не пригоден, так как отсутствуют размеры от торцов до первой ступени. Следовательно, необходимо вводить технологические размеры  $A_{T1}$  и  $A_{T2}$ , предельные отклонения которых требуют соответствующих расчетов с построением размерных цепей.

Вариант II позволяет вести обработку на настроенных станках без

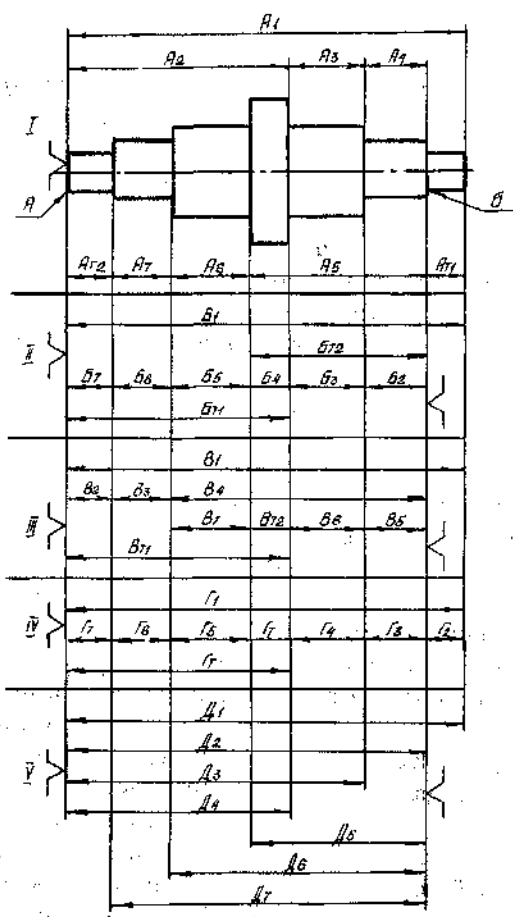


Рис.1 Варианты расстановки размеров в деталях типа ступенчатые вали: I-V - номера вариантов; А,Б,В с различными индексами - размеры, поставленные на чертежах;  $A_{T1}, A_{T2}, B_{T1}, B_{T2}, \Gamma_{T1}, \Gamma_{T2}$  - технологические размеры

пересчета размеров, но требует введения технологического размера  $B_{T1}$  для установки копира или упоров в первой операции и  $B_{T2}$  - во второй операции. Начинать обработку следует с правого торца и в дальнейшем повторять все элементы по аналогии с вариантом I. Обработку на универсальных станках можно также осуществлять без пересчета размеров, но начинать обработку нужно с левого торца, выполняя размеры в обратной

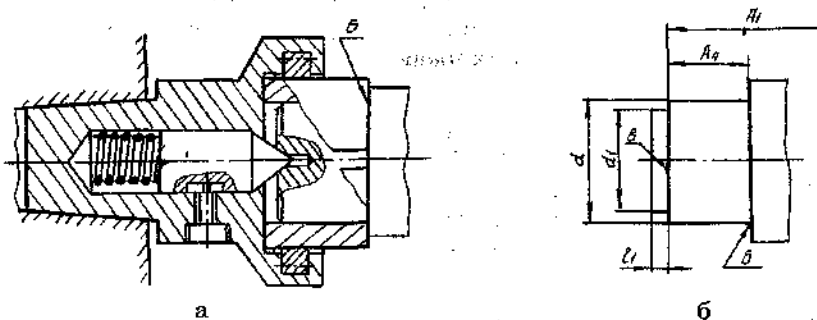


Рис.2 Особенности установки заготовок на токарных горизонтальных полуавтоматах: а) передний плавающий центр; б) технологическая заточка

последовательности:  $B_1, B_6, B_6$  и после поворота заготовки -  $B_4, B_3, B_2$ .

Вариант III позволяет вести обработку на настроенных станках без пересчета размеров с введением технологического размера  $B_{т1}$  для установки копира или упора в первой операции. Во второй операции для установки копира можно использовать размер  $B_4$ . Начинать обработку в этом случае следует с правого торца и всю остальную обработку вести по аналогии с вариантом I.

Данный вариант пригоден и для обработки на универсальных станках. При этом начинать обработку следует с левого торца, выдерживая размеры в следующей последовательности:  $B_2, B_3, B_7$  и после поворота заготовки -  $B_4, B_5$  и  $B_6$ . Если размер  $B_4$  неудобен для измерения, то вместо него можно ввести размер  $B_{т2}$  с соответствующим пересчетом, выдерживая размер  $B_{т2}, B_3, B_3$ .

Вариант IV пригоден только для универсальных станков. Начинать обработку можно с любой стороны. Для настроенных станков вариант не пригоден, так как размеры от торцов заготовок до торцов второй ступени закрыты с двух сторон, т.е. нет открытого размера.

Обработка на настроенных гидроконтрольных или многолезвцовых станках возможна только при ужесточении допуска на размер  $\Gamma_1$  так, чтобы он был меньше допуска на размер  $\Gamma_2$  или  $\Gamma_7$ , либо при введении размера  $\Gamma_2'$  вместо  $\Gamma_2$  с соответствующим пересчетом, а также добавлением размера  $\Gamma_т$  для установки копира в первой операции.

Вариант V пригоден только для станков с ЧПУ. Начинать обработку следует с правой стороны, выдерживая размеры  $D_2, D_3, D_4$ . При обработке такой стороны технологическую базу следует перенести на торец второй ступени по аналогии с вариантом I, выдерживая размеры  $D_7, D_8, D_3$ .

При обработке на гидроконтрольных полуавтоматах этот вариант требует расчета размеров длины каждой ступени, проводимых для изготовления копира. В единичном производстве этот вариант затрудняет измерение заданных размеров при взятии пробных стружек.

Таким образом, анализ расстановки размеров показывает, что в массовом и крупносерийном производствах предпочтительным является вариант I, не требующий введения технологических размеров. Возможны также варианты II и III, однако они требуют введения технологических размеров, необходимых для настройки копиров или упоров. Вариант IV не приемлем.

В серийном производстве при обработке валов на станках с ЧПУ

рекомендуется V вариант.

В единичном и мелкосерийном производствах предпочтительным является вариант IV, так как он удобен для измерения размеров при взятии пробных стружек и позволяет начинать обработку с любой стороны.

На основании сказанного можно дать следующие рекомендации: в крупносерийном и массовом производствах при обработке на многолезцовых и гидрокопировальных полуавтоматах необходимо оставлять открытым (с любой стороны) размер, связывающий торец вала с торцом любой ступени;

в серийном производстве при обработке на станках с ЧПУ предпочтительным является координатный способ расстановки размеров от одной базы с левой стороны и от другой базы с правой стороны;

в единичном и мелкосерийном производствах при обработке на универсальных станках расстановка размеров должна обеспечить возможность их получения путем взятия пробных стружек и доступность контроля простым измерительным инструментом. Рассмотрим изготовление деталей типа втулок, фланцев и крышек.

На рис. 3 представлены три варианта расстановки размеров. Исходные заготовки: штучные - прокат, штамповки или отливки. Установка заготовок при механической обработке осуществляется в самоцентрирующем патроне.

Вариант I позволяет вести обработку на универсальных станках в следующей последовательности. Начинать обработку следует с левого торца поверхности 1, выдерживая размер  $A_1$  плюс припуск под последующую обработку правого торца. Затем обрабатывают поверхности 2 и 3, выдерживая размер  $A_2$ , и после переустановки (поворота) детали поверхности 4, 5 и 6, выдерживая размер  $A_3$ , и поверхность 7, выдерживая размер  $A_1$ .

Начинать обработку с правого торца детали нельзя, так как отсутствует размер, связывающий поверхности 7 и 5.

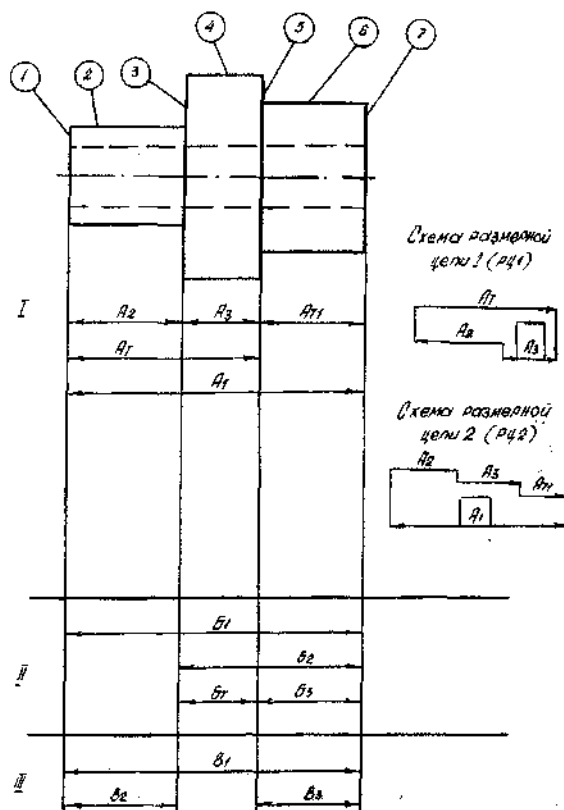


Рис.3 Варианты расстановки размеров в деталях типа втулки, фланцы, крышки; I, II, III-номера вариантов; 1, 2, 3, ..., 7-обрабатываемые поверхности; А, В с различными индексами-размеры, представленные на чертеже;  $A_{11}$ ,  $B_1$ -технологические размеры

При обработке на настроенных станках, многошпиндельных токарных полуавтоматах, револьверных станках этот вариант требует введения технологического размера  $A_T$  во второй операции с соответствующим построением размерной цепи и пересчетом размеров, так как начинать обработку следует, как и на универсальных станках, с левой стороны и устанавливать один резец на размер  $A_1$  с припуском на последующую обработку правого торца, являющегося базой во второй операции, второй резец - на размер  $A_2$  от первого. При обработке правой стороны во второй операции, принимая за базу в осевом направлении торец 1, один резец устанавливаем на размер  $A_1$ , а для установки второго резца отсутствует размер, связывающий поверхность 5 либо с поверхностью 7, либо с базой 1. Следовательно, для получения размера  $A_3$  с предельными отклонениями, заданными чертежом, следует ввести технологический размер  $A_T$ . Построив размерную цепь (рис. 3), в которой размер  $A_3$  будет замыкающим звеном, и решив проектную задачу, определяем, какие необходимо назначить допуски и предельные отклонения на размеры  $A_2$  и  $A_T$ , чтобы обеспечить автоматическое получение размера  $A_3$  с заданными чертежом отклонениями.

В случае если во второй операции принята в качестве технологической базы в осевом направлении поверхность 3, то, настраивая один резец для обработки поверхности 5 на размер  $A_3$ , для установки второго резца на обработку поверхности 7 отсутствуют размеры, связывающие поверхность 7 с базовой поверхностью 3 или с поверхностью 5.

Следовательно, здесь также необходимо вводить технологический размер  $A_T$ , связывающий поверхности 5 и 7. В этом случае допуски и предельные отклонения этого технологического размера будут определены из размерной цепи 2 (рис. 3), где конструкторский размер  $A_1$  будет замыкающим звеном. При этом допуски на размеры  $A_2$ ,  $A_3$  и  $A_T$  должны быть ужесточены так, чтобы их сумма или сумма их квадратов не превышала допуска на размер  $A_1$ .

Вариант II обеспечивает изготовление деталей на настроенных станках без пересчета размеров, но обработку можно начинать только с правой стороны, выдерживая размер  $B_1$  с припуском на последующую обработку левого торца, являющегося базой в первой операции, затем  $B_3$  и во второй операции, принимая за базу поверхность 7, получаем размеры  $B_1$  и  $B_2$ . При обработке на универсальных станках эта расстановка размеров нетехнологична. В таких случаях обработку следует начинать также с правой стороны, выдерживая размер  $B_1$  с припуском и размер  $B_3$ . Во второй операции получаем размер  $B_1$ . Размер  $B_2$  путем пробных стружек получать и измерять неудобно. Вместо него следует ввести размер  $B_T$  с соответствующим пересчетом.

Вариант III обеспечивает обработку на настроенных и ненастроенных станках. При этом начинать обработку можно как с левой стороны, так и с правой в следующей последовательности: в первой операции, выдерживая размер  $B_1$  с припуском, размер  $B_2$  или размер  $B_3$ , во второй операции - размеры  $B_1$  и  $B_2$  или  $B_1$  и  $B_3$ .

Таким образом, при обработке деталей типа втулки, фланца, крышки в любом типе производства наиболее приемлемым является вариант III, так как он не требует наличия дополнительных технологических размеров и позволяет осуществлять обработку детали с любой стороны.

В массовом производстве приемлем также вариант II, но обработку начинать можно только с правой стороны. В единичном производстве может быть применен вариант I, но начинать обработку детали следует только с

левой стороны.

#### Рекомендации:

наиболее рациональной в любом типе производства является расстановка размеров, при которой обе торцевые поверхности детали связываются размерами с торцами следующих ступеней, оставляя открытым средний размер;

в массовом производстве при обработке на настроенных станках и в серийном - на станках с ЧПУ допустимо также использовать координатный способ расстановки размеров, который будет определять последовательность обработки;

в единичном и мелкосерийном производствах можно допустить расстановку размеров цепным способом, оставляя открытым один размер от любого торца детали до торца следующей ступени. Однако такая расстановка диктует определенную последовательность обработки.

Приведенный анализ расстановки размеров в наиболее распространенных деталях общемашиностроительного применения позволяет сделать вывод, что при расстановке размеров на чертежах деталей и при технологическом контроле необходимо, наряду с конструктивными особенностями, учитывать тип производства, вид применяемого оборудования и последовательность обработки отдельных поверхностей.

#### SUMMARY

*It was fulfilled a measure analysis on correlation of complex details with various types of enterprises.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологичность конструкций изделий: Справочник/Под ред. Ю.Д.Амирова.- М.:Машиностроение, 1985.-С.368.

2. Якушев А.И., Воронцов Л.Н., Федотов Н.М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.- М.:Машиностроение, 1987.-С.351.

*Поступила в редколлегию 11 октября 1995 г.*

УДК 621.9.06

#### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ СИЛ РЕЗАНИЯ ПРИ ПОПУТНОМ ТАНГЕНЦИАЛЬНОМ ТОЧЕНИИ

*Залого В.А., проф., Приходько В.В., ст. науч. сотр., Гребенюк А.Г., студ.*

В автоматизированных обрабатывающих системах при одновременной работе большого числа инструментов режим работы многих из них не обеспечивает полного использования режущих свойств всех инструментов, а определяется, как правило, наименее выгодными условиями эксплуатации обрабатывающей системы в целом.

В результате этого часть инструментов в системе работает в условиях большой вероятности отказов, зависящих от уровня нагрузок, действующих на режущий клин.

Особую актуальность это приобретает при разработке динамических