

УДК 621.9.06-114-529:658.512:681-3

МЕТОДОЛОГИЯ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БАЗ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

© 2016 Ю.Л. Береснев

Самарский государственный технический университет

Статья поступила в редакцию 20.09.2016

Работа посвящена вопросу выбора технологических баз при изготовлении корпусных деталей коробчатого типа в рамках автоматизированных систем машин типа «обрабатывающий центр» с использованием приспособлений-спутников

Ключевые слова: механическая обработка, технологические базы, выбор баз, обрабатывающий центр, автоматизация производственных процессов, приспособление-спутник, технические требования, анализ технических требований, транспортно-накопительные системы.

Выбор или назначение технологических баз (ТБ) объектов механической обработки является определяющим фактором для обеспечения заданной точности относительного положения поверхностей деталей. Вопросу о выборе ТБ было уделено внимание со стороны таких видных ученых, как: Балакшин Б.С., Соколовский А.П., Егоров М.И., Маталин А.А. и др. И это не случайно, т.к. творческий подход к решению данной проблемы необходим для нахождения связи базирования с маршрутом обработки и, в конечном итоге, для разработки технологического маршрута механической обработки, обоснованного назначения модели металлообрабатывающего оборудования.

Анализ значительного количества работ показал, что, не смотря на то, что мнения авторов по вопросу выбора ТБ не всегда совпадают, а в ряде случаев, противоречат друг другу, в обобщенном виде, при выборе ТБ необходимо соблюдение следующих условий:

1. Технологическими базами заготовок (полуфабрикатов) могут служить те поверхности, оси или их сочетания, относительно которых должны занять требуемое положение другие ее поверхности, подлежащие получению на данном переходе или операции.

2. Для обеспечения каждого технического требования к точности относительного положения поверхностей выбирается или назначается свой единственный комплект ТБ.

3. Выполнение или обеспечение всех технических требований логически предполагает возможность организованной или управляемой смены ТБ при следовании от одной операции к другой.

Автоматизированное производство на базе многофункциональных станков типа «обрабатывающий центр» или машинных систем из этих станков формирует ряд принципиальных особенностей, объективное существование которых приводит к невозможности использования правил

выбора ТБ, пригодных в универсальных производствах, для автоматизированного производства.

К числу этих особенностей относятся следующие:

1. Высокая концентрация переходов внутри одной операции. Она обеспечивается наличием инструментальных магазинов емкостью до нескольких десятков инструментов, которые могут по программе последовательно вводиться в ход технологического процесса и наличием поворотных столов, как с вертикальной, так и с горизонтальной осями вращения планшайбы, что приводит к возможности последовательной обработки заготовок с пяти сторон за одну установку. Отсюда объективно вытекает, с одной стороны, ненужность многократной организованной смены баз, так как обработка может быть завершена за 1-2 установки заготовки (полуфабриката), с другой стороны, автоматически возникает необходимость обеспечения значительного (вместо одного) числа технических требований с одной установки, то есть от одного комплекта ТБ.

2. Наличие дополнительной оснастки в виде приспособлений-спутников, служащих для транспортировки заготовок (полуфабрикатов) от одной единицы технологического оборудования к другой, и адаптеров, используемых для установки заготовок оригинальными поверхностями на стандартные призматические поверхности приспособления-спутника. В результате чего появляется искусственно созданная технологическая сборочная единица «заготовка-адаптер-спутник», которая вносит дополнительные погрешности в формирование размера установки заготовок (полуфабрикатов) на рабочей позиции станка.

Итак, в условиях автоматизированного производства возникает противоречие между существующими, общепринятыми положениями выбора ТБ и новыми условиями, характеризующими сущность автоматизированного производства. Без разрешения этого противоречия становится невозможным обоснованное назначение ТБ в

*Береснев Юрий Леонидович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения»
E-mail: yberesnev@gmail.com*

условиях автоматизированного производства.

Принципиально задача выбора ТБ конкретных корпусных деталей при обработке на приспособлениях-спутниках и станках типа «обрабатывающий центр» включает следующие этапы:

1. Анализ чертежа детали и выявление технических требований к точности относительного положения поверхностей, от которых в первую очередь зависит правильность функционирования всего механизма, собранного в корпусе. Назовем эти технические требования «предпочтительными».

2. Выбор ТБ, исходя из необходимости обеспечения в первую очередь «предпочтительных» технических требований.

3. Определение способов базирования заготовки на первой операции с установкой, как правило, на регулируемые опоры по необработанным поверхностям с выверкой по базам разметки в первой операции для обработки поверхностей выбранного в п.2 комплекта ТБ.

4. Проверка на базе размерного анализа технологического процесса возможности обеспечения «предпочтительных», в первую очередь, и остальных технических требований при установке заготовок по выбранным базам.

Таким образом, процесс выбора ТБ должен идти в последовательности, обратной ходу технологического процесса механической обработки.

Необходимо выявить принципы и механизмы нахождения «предпочтительных» технических требований для корпусных деталей коробчатого типа.

Принята следующая последовательность их оценки. Во-первых, качественный анализ, выявляющий особенности конструктивного исполнения корпусов, во-вторых, количественный анализ, в результате которого определяется тот или иной способ формирования технического требования.

Качественный анализ основан на систематизации знаний о конструктивном исполнении корпусных деталей коробчатого типа и изучении их служебного назначения. Анализ значительной номенклатуры корпусных деталей станкостроения позволил разработать их классификацию на базе общности служебного назначения, которая предполагает наличие четырех групп и двух подгрупп (А и Б) в каждой группе: I – с параллельно расположенными осями основных отверстий; II – с пересекающимися и скрещивающимися осями основных отверстий, расположенных в горизонтальной и вертикальной плоскостях; III – с пересекающимися и скрещивающимися осями основных отверстий, расположенных в горизонтальной плоскости; IV – с пересекающимися и скрещивающимися осями основных отверстий, расположенными в трех координатных направлениях. А – открытое исполнение основной конструкторской базы и Б – полузакрытое исполнение основной конструкторской базы. Являясь составными элементами практически

всех агрегатов и механизмов в станкостроении, такие детали выполняют роль базирующих, в которых располагаются с требуемой точностью опоры, несущие валы с закрепленными на них зубчатыми колесами, рычагами, муфтами и другими деталями. Служебным назначением этих механизмов является передача вращательного движения и крутящего момента от ведущего звена к ведомому. Причем 85% корпусов укладываются в пространство, ограниченное размерами 1000x1000x1000 мм. Для них характерна механическая обработка с 4-6 сторон при диапазоне числа обрабатываемых поверхностей от 12 до 168.

Для рассматриваемого класса деталей, с точки зрения качественного выполнения ими служебного назначения, «предпочтительными» будут технические требования к точности относительного положения основных отверстий между собой и к точности относительного положения основных отверстий и конструкторских баз.

Кроме того, чрезвычайно важно учитывать численные значения этих требований. Следует отметить, что формирование одних и тех же технических требований к точности линейного и углового относительного положения поверхностей или их осей в условиях функционирования автоматизированных станочных систем механической обработки возможно принципиально различными организационными способами. При этом общая суммарная погрешность ω_ε рассматриваемой характеристики может быть описана следующими зависимостями:

1. Суммарная погрешность линейной (угловой) характеристики качества при ее формировании на одной единице технологического оборудования от подготовленных заранее технологических баз.

$$\omega_\varepsilon = \omega_y^I + \omega_c^I + \omega_\partial^I. \quad (1)$$

2. Суммарная погрешность линейной (угловой) характеристики качества при ее формировании на различных позициях технологического оборудования с использованием поворотного стола.

$$\omega_\varepsilon = \omega_c^I + \omega_\partial^I + \omega_c^{Ia} + \omega_\partial^{Ia}. \quad (2)$$

3. Суммарная погрешность линейной (угловой) характеристики качества при ее формировании на двух единицах технологического оборудования без переустановки заготовки на спутнике.

$$\omega_\varepsilon = \omega_y^I + \omega_c^I + \omega_\partial^I + \omega_y^{II} + \omega_\partial^{II}. \quad (3)$$

4. Суммарная погрешность линейной (угловой) характеристики качества при ее формировании на двух единицах технологического оборудования с переустановкой заготовки на спутнике.

$$\omega_\varepsilon = \omega_y^I + \omega_c^I + \omega_\partial^I + \omega_y^{II} + \omega_c^{II} + \omega_\partial^{II}, \quad (4)$$

где: ω_y^I – погрешность установки комплекта заготовка-адаптер-спутник в позиционном приспособлении первого станка;

ω_c^I – погрешность статической настройки режущего инструмента на первом станке;

ω_δ^I – погрешность динамической настройки режущего инструмента на первом станке;

ω_c^{Ia} – погрешность статической настройки второго режущего инструмента на первом станке;

ω_δ^{Ia} – погрешность динамической настройки второго режущего инструмента на первом станке;

ω_y^{II} – погрешность установки комплекта заготовка-адаптер-спутник в позиционном приспособлении второго станка;

ω_c^{II} – погрешность статической настройки режущего инструмента на втором станке;

ω_δ^{II} – погрешность динамической настройки режущего инструмента на втором станке.

Многолетней практикой машиностроения установлено, что в общем балансе точности механической обработки погрешность установки заготовок в позиционном приспособлении в рабочей области металлорежущего станка составляет ориентировочно 75%, погрешность статической настройки режущего инструмента – 20% и погрешность динамической настройки

Таблица 1. Результирующие погрешности линейных размеров при обработке на ОЦ мод. 6904ВМФ2 с установкой на спутнике, (мм)

Размер	Операция, переходы	На нескольких станках с	На нескольких станках без	На одном станке и одной	На одном станке, но на
		переустановкой детали на спутнике	переустановки детали на спутнике	позиции с установкой по обработанной базе	нескольких позициях поворотного стола, при одной установке детали по боковой стороне
А-расстояние между плоскостями	Фрезерование плоскостей параллельных основной конструкторской базе	0,375-0,381	0,113-0,119	0,113	0,1
Б-расстояние между осью отверстия и плоскостью	Растачивание отверстий параллельных основной конструкторской базе	0,375-0,381	0,113-0,119	0,113	0,1
Е-расстояние между осями отверстий	Растачивание отверстий с осями параллельными, пересекающимися и скрещивающимися в плоскости параллельной основной конструкторской базе	0,386-0,392	0,118-0,124	–	0,118-0,124
К-расстояние между осями отверстий	Растачивание отверстий с осями параллельными, пересекающимися и скрещивающимися в плоскости перпендикулярной основной конструкторской базе	0,386-0,392	0,118-0,124	–	0,118-0,124

технологической системы – 5%. Тогда, приняв условно суммарную погрешность линейной (угловой) характеристики качества при ее формировании на одной единице технологического оборудования от подготовленных заранее технологических баз за 1 (единицу), суммарная погрешность линейной (угловой) характеристики

качества при ее формировании на различных позициях технологического оборудования с использованием поворотного стола составит 0,5; суммарная погрешность линейной (угловой) характеристики качества при ее формировании на двух единицах технологического оборудования без переустановки заготовки на спутнике – 1.25

Таблица 2. Результирующие погрешности угловых размеров при обработке на ОЦ мод. 6904ВМФ2 с установкой на спутнике, (мм на базовой длине 300 мм)

Размер	Операция, переходы	На нескольких станках с переустановкой детали на спутнике	На нескольких станках без переустановки детали на спутнике	На одном станке и одной позиции с установкой по обработанной базе	На одном станке, но на нескольких позициях поворотного стола, при одной установке детали по боковой стороне
А-угловое положение плоскостей	Фрезерование плоскостей параллельных основной конструкторской базе	0,232-0,238	0,05	0,104	0,03
Б-угловое положение осей отверстий и плоскостей	Растачивание отверстий параллельных основной конструкторской базе	0,232-0,238	0,05	0,104	0,03
В-угловое положение плоскостей	Фрезерование плоскостей перпендикулярных основной конструкторской базе	0,232-0,238	0,05	0,104	0,03
Е-угловое положение отверстий	Растачивание отверстий с осями параллельными, пересекающимися и скрещивающимися в плоскости параллельной основной конструкторской базе	0,232-0,238	0,05	-	0,03
К-угловое положение отверстий	Растачивание отверстий с осями параллельными, пересекающимися и скрещивающимися в плоскости перпендикулярной основной конструкторской базе	0,232-0,238	0,05	-	0,03

и суммарная погрешность линейной (угловой) характеристики качества при ее формировании на двух единицах технологического оборудования с переустановкой заготовки на спутнике – 2.

По результатам инженерных расчетов и экспериментальных проверок (см. табл. 1 и табл. 2) доказано, что при одной установке в одной операции, на оном станке горизонтальной компоновки и использованием поворотного стола точность параметров относительного положения поверхностей, обработанных на двух позициях поворотного стола может быть достигнута более высокой, чем при их формировании от подготовленных заранее ТБ, т.е. в две установки на одном станке и тем более в два операционных установка на двух единицах технологического оборудования. Поэтому технические требования, выполнение которых возможно только с одной установки с использованием поворотного стола, являются «предпочтительными» с количественной точки зрения. Наличие на чертеже детали таких жестких («предпочтительных») технических требований, выполнение которых возможно лишь с одной установки, и определяет выбор соответствующих поверхностей в качестве технологических установочных баз.

Так, зная численные значения максимально возможных величин полей рассеяния отдельных параметров точности, которые можно получить на автоматизированных системах из «обрабатывающих центров», становится возможным установить такую схему базирования и закрепления заготовки, которые в первую очередь позволят выполнить наиболее важные технические требования.

Другими словами, наличие «предпочтительных» технических требований определяет принципиально единственно возможный вариант базирования заготовки для их достижения.

Предложенный подход к выбору ТБ кроме формирования собственно одного из этапов технологической подготовки комплексной механической обработки корпусных деталей коробчатого типа на автоматизированных обрабатывающих системах с использованием приспособлений-спутников предполагает возможность обоснованного решения ряда организационно-проектных задач для

производственных систем, а именно:

– обоснованно подбирать и назначать модельный ряд основного технологического оборудования с соответствующими функциональными возможностями для номенклатуры деталей, полученной в качестве производственного заказа.

– рационально подбирать номенклатуру деталей, планируемых к комплексной механической обработке на имеющемся в наличии металлообрабатывающем оборудовании автоматизированных систем машин.

Создание роботизированных технологических комплексов целесообразно, в первую очередь, для обработки деталей простейших форм.

Это детали типа тел вращения (класс 40 по «Иллюстрированному определителю деталей общемашиностроительного применения») и корпусных деталей коробчатого вида (класс 50).

Детали класса 40 – гладкие и ступенчатые, прямоосные и эксцентричные валы диаметром до 160 мм и длиной до 2000 мм, диски, фланцы, гильзы и втулки диаметром до 500 мм и длиной до 300 мм.

Детали класса 50 – плоские и объемные детали простейшей формы (планки, крышки, шпонки, угольники, коробчатые детали и т.п.) размером до 1000x1000 мм.

Таким образом, создание и функционирование автоматизированных систем на базе металлорежущих станков типа «обрабатывающий центр» с использованием приспособлений-спутников не заключается в простом усовершенствовании оборудования, повышающем уровень его автоматизации и производительность, а требует нового подхода к построению процессов комплексной механической обработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сулов А.Г., Дальский А.М. Научные основы технологии машиностроения. М.: Машиностроение, 2008. 360 с.
2. Сысоев С.К., Сысоев А.С., Левко В.А. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов: Учеб. Для вузов. СПб.: Лань, 2011. 352 с.
3. Клепиков В.В., Бодров А.Н. Технология машиностроения: учебник. 2-издание. М.: ФОРУМ. 2008. 864 с.

METHODOLOGY OF SELECTION OF TECHNOLOGICAL BASES BODY PARTS IN AUTOMATED PRODUCTION

© 2016 Y.L. Beresnev

Samara State Technical University

Work related to the choice technological bases of bode parts in the manufacture of box type in the automated machines of the “processing center” with the program separate devices satellites

Key words: machining, processing center, technological bases, factory automation, satellites, technical requirements, specifications for bigger storage system

Yury Beresnev, Candidate of Technics, Associate Professor at the Mechanical Engineering Technology Department.
E-mail: yberesnev@gmail.com