

1. Ильюшин, А. А. Основы общей математической теории. / А. А. Ильюшин. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 271 с.
2. Зубчанинов, В. Г. Математическая теория пластичности / В. Г. Зубчанинов. – Тверь, ТГТУ, 2003. – 300 с.
3. Зубчанинов, В. Г. Механика процессов пластических сред / В. Г. Зубчанинов. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 352 с.

4.8 Технология машиностроения

УДК 621:658.512

ПОРЯДОК НАЗНАЧЕНИЯ СИСТЕМ РАБОЧИХ КООРДИНАТ WCS ДЛЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ОБРАБОТКИ ПАРТИЙ ЗАГОТОВОК ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Беляков Н. В.¹, к.т.н., доц., Попок Н. Н.², д.т.н., проф., Якушев М. А.¹, студ.

¹Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь

²Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой,
г. Новополоцк, Республика Беларусь

Реферат. В статье рассмотрены механизмы формирования погрешности схемы установки при обработке партий заготовок деталей на станках с ЧПУ. Предложена формализованная последовательность проектных процедур, при реализации которой создаются условия для минимизации погрешности схемы установки, а также определения рационального состава установочных и установочно-зажимных элементов для базирования заготовок на металлорежущих станках с ЧПУ.

Ключевые слова: базирование, схема установки, размерная настройка, погрешность, система координат, Work Coordinate System, WCS, ЧПУ.

При проектировании технологических наладок для обработки партии заготовок деталей на станках с ЧПУ важнейшее влияние на обеспечение точности линейных размеров и допусков расположения оказывает размещение системы рабочих координат (Work Coordinate System (WCS)) относительно конструктивных элементов заготовки (то есть собственной или базовой системы координат), а также ее положение относительно опорной (установочной) системы координат (привязанной к установочным элементам) [1]. При этом желательно совместить опорную систему координат с WCS, чтобы не создавать условия для возникновения погрешности схемы установки – меры несовпадения опорной системы координат и WCS. Причиной возникновения погрешности схемы установки являются погрешности размеров объекта производства, которые получены на этапах обработки, предшествующих рассматриваемому.

Например, на операции фрезерования уступов выполняются размеры A_2 , B_2 и C_2 (рис. 1), для чего с использованием команды G55 сформирована нулевая точка детали (размещена система координат WCS). При программировании и последующей обработке режущие кромки фрезы устанавливаются относительно нулевой точки на расстояния, соответствующие размерам настройки A_n , B_n и C_n . При выполнении размеров A_2 и B_2 оси Y_y и Z_y опорной системы координат не совпадают с осями Y и Z WCS. Следовательно, имеются условия для возникновения погрешности схемы установки по этим размерам. До рассматриваемой операции в направлении осей Y и Z ранее были выполнены размеры A_1 и B_1 с допусками TA_1 и TB_1 . Поскольку размеры настройки A_n и B_n остаются постоянными для всей обрабатываемой партии деталей и другие погрешности в данной задаче не учитываются, то A_2 и B_2 могут изменяться только в

зависимости от размера A_1 и B в пределах допусков TA_1 и TB_1 .

Поскольку в направлении оси X ось X_y опорной система координат совпадает с соответствующей осью WCS, условий для возникновения погрешности схемы установки нет. Допуск на размер C_1 никак не влияет на размер C_2 . Следовательно:

$$\Delta_{cy}(A_2) = TA_1, \Delta_{cy}(B_2) = TB_1, \Delta_{cy}(C_2) = 0,$$

где Δ_{cy} – погрешности схемы установки по соответствующим размерам.

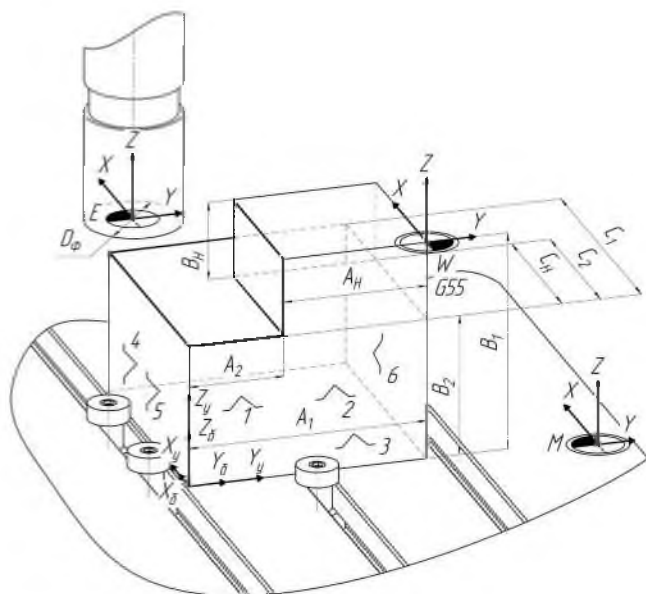


Рисунок 1 – Влияние размещения WCS на обеспечение точности линейных размеров

Установлено, что процедуры синтеза моделей базирования заготовок для обеспечения точности расположения конструктивных элементов являются недостаточно формализованными, как следствие, отсутствуют автоматические средства их реализации. Направлением решения задачи создания полностью автоматической системы синтеза моделей базирования является формализация соответствующих проектных решений.

Для решения задачи минимизации погрешности схемы установки, а также определения состава установочных и установочно-зажимных элементов предлагается использовать положения автоматизированного проектного базирования [2]. В основе предлагаемых формализованных проектных решений для синтеза моделей базирования лежит следующая последовательность процедур:

- 1) построение геометрической модели заготовки на основе принципа единства конструкторских и технологических баз;
- 2) определение составов баз ориентации и формирование структуры операции;
- 3) идентификация состава баз ориентации;
- 4) определение приоритета в обеспечении допуска;
- 5) синтез схемы базирования за счет наложения 6 геометрических связей (формирование WCS или базовой системы координат $X_cY_cZ_c$ (рис. 1));
- 6) синтез схемы установки (формирование опорной системы координат $X_yY_yZ_y$ (рис. 1)) и оценка ее погрешности;
- 7) синтез функциональной модели приспособления (список основных, вспомогательных и дополнительных функций);
- 8) определение характеристик элементов станка для установки приспособления;
- 9) разработка конструктивной схемы приспособления;
- 10) силовой и точностной расчет приспособления;
- 11) разработка рабочих чертежей приспособления.

Процедуры 1–6 играют особую роль в процессе проектирования технологического процесса и модели базирования. Именно с их помощью на стадии проектирования решаются задачи обеспечения заданных чертежом требований к точности допусков расположения и размеров. После их реализации формируется задание на выбор стандартного или проектирование нестандартного станочного приспособления (или состава установочных элементов и ориентации заготовки при установке на стол станка). Процедуры 7–11 реализуются при проектировании нового станочного приспособления и являются хорошо формализованными.

Предлагаемые решения могут использоваться в IT-компаниях для совершенствования CAPP и CAM-систем; в технологических бюро предприятий для проектирования наладок станков; в учебном процессе для подготовки специалистов в области машиностроения.

Список использованных источников

1. Попок, Н. Н. Практическое приложение теории базирования для синтеза универсально-сборных приспособлений / Н. Н. Попок, Н. В. Беляков, Ю. Е. Махаринский, Д. Г. Латушкин // Вестник ПГУ. – 2020. – №11, Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – С. 21–31.
2. Беляков, Н. В. Основы автоматизированного проектного базирования в субтрактивном и аддитивном машиностроительных производствах : монография / Н. В. Беляков, Н. Н. Попок ; УО «ВГТУ». – Витебск, 2023. – 183 с.

УДК 677.05-52:539.51

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Салманович С. И., студ., Станкевич А. П., студ., Москалёв Г. И., к.т.н., доц.,
Буткевич В. Г., к.т.н., доц., Мачихо Т. А., к.т.н., доц.
Витебский государственный технологический университет,
г. Витебск, Республика Беларусь*

Реферат. В статье проведен обзор и анализ автоматизированного оборудования для определения механических характеристик твердых материалов, рассмотрены принципы его работы, обосновано его значение для оптимизации временных затрат производства.

Ключевые слова: испытательная машина, механические характеристики, твердость, прочность, износостойкость, вязкость, твердомер, ультразвуковой контактный импеданс.

В современном мире наука и техника играют ключевую роль в развитии промышленности, производства и исследований. Одной из важнейших задач, стоящих перед инженерами, учеными и специалистами, является определение механических характеристик твердых материалов. Эти характеристики включают прочность, твердость, упругость, пластичность и другие параметры, которые позволяют оценивать качество материалов, их пригодность для использования в различных условиях и прогнозировать поведение под нагрузкой.

Традиционно измерение механических характеристик выполнялось с использованием ручных методов и оборудования, что нередко сопровождалось человеческими ошибками, снижением точности и значительными временными затратами. Однако с развитием автоматизации и компьютерных технологий произошел качественный скачок в методах испытаний. Автоматизированные системы для определения механических характеристик твердых материалов позволяют проводить более точные, надежные и оперативные измерения, что существенно повышает производительность и качество исследований.

Актуальность этой темы обусловлена тем, что в условиях нарастающего спроса на высокотехнологичные и инновационные материалы автоматизация процессов испытаний становится неотъемлемой частью современной научно-технической и производственной деятельности. Такие системы находят применение в промышленности, научных лабораториях и на этапах контроля качества продукции.

Классификация автоматизированного оборудования может быть выполнена по различным критериям, в зависимости от их назначения, принципа работы, степени автоматизации и типов тестируемых характеристик. Ниже приведена детальная классификация:

1. По назначению:
 - Универсальные испытательные машины (Instron 5982). Предназначены для измерения нескольких механических характеристик, таких как растяжение, сжатие и изгиб. Отличаются высокой универсальностью и широким спектром применения.
 - Специализированное оборудование:
 - твердомеры для измерения твердости (TKM-459, NOVOTEST T-УДЗ, Mitutoyo HR-530);
 - установки для испытаний на ударную вязкость (XP-05, Zwick/Roell HIT);
 - машины для испытаний на износ или усталость материалов (МУИ-6000).
2. По степени автоматизации: