

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ТОЧНОСТИ ПРИ СБОРКЕ АГРЕГАТИРОВАННОГО МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

**М. М. Захаров**, к.т.н., доцент,

**О. І. Захарова**

Сумський національний аграрний університет

*В статье рассмотрена визуализация размерных взаимосвязей агрегатированного металло-режущего оборудования.*

**Ключевые слова:** визуализация, геометрическая точность, размерные цепи, агрегатирование, сборка, подгонка, модель, станок, моделирование.

**Постановка проблемы.** Агрегатированные технологические системы (АТС) составляют основу высокоорганизованного и наиболее эффективного массового машиностроительного производства. В настоящее время АТС проектируются в одновариантном исполнении, собираются по методу индивидуальной подгонки узлов и деталей, что в значительной мере отражается на экономичности обеспечения требуемых параметров оборудования. После проектирования в процессе сборки проводятся многоразовые установки и снятие узлов, подгонка, дообработка, разметка и т.д. Все это приводит к значительному повышению трудоемкости последнего этапа изготовления оборудования, а также к теоретической и практической непредсказуемости конечного результата. Визуализация размерных взаимосвязей позволит наглядно представлять точностные параметры агрегатных станков в пространстве, а так же комплексно выявлять доминирующие погрешности и намечать пути для уменьшения их значений.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Точность обработки деталей на металлорежущих станках-функция совокупного действия качественных факторов оборудования. Одним из таких факторов является геометрическая точность. В последнее время во многих отраслях машиностроительного производства при конструировании и изготовлении широкое применение находит пространственное моделирование. Наиболее традиционными областями использования является моделирование объемных изображений с целью их дальнейшего конструкторско-технологического анализа. Здесь важным является отображение на трехмерной модели технологических требований, которые в последующем должны учитываться при изготовлении элементов и сборке реальных объектов, трехмерные модели которых создаются. Нарастающая в настоящее время тенденция увеличения доли трехмерного моделирования, возможность использования объемных моделей для задания геометрической информации при автоматизированном проектировании, часто исключает необходимость получения традиционно используемых плоско проекционных чертежей. Физические объекты, моделируемые при проектировании, могут быть представлены, как трех-

мерные объемные изображения на основе проекционной инженерной графики.

**Цель работы.** Визуализация размерных взаимосвязей, позволяющая комплексно рассматривать точностные параметры агрегатированного металлорежущего оборудования в пространстве.

**Изложение основного материала.** Решению задач геометрической точности АТС в наибольшей степени соответствуют модели, созданные на основе сплошных геометрических конструктивов (solid - модели). При использовании solid-моделирования сложная пространственная модель формируется как совокупность примитивов более простой геометрической формы, сгруппированных между собой посредством Булевых операций (объединения, вычитания, пересечения и др.)

Для решения задач геометрической точности технологической системы на примере агрегатного станка с поворотным-делительным столом при горизонтальной компоновке позиций обработки разработана пространственная solid-модель (рис.1), на которую наносились размерные цепи.

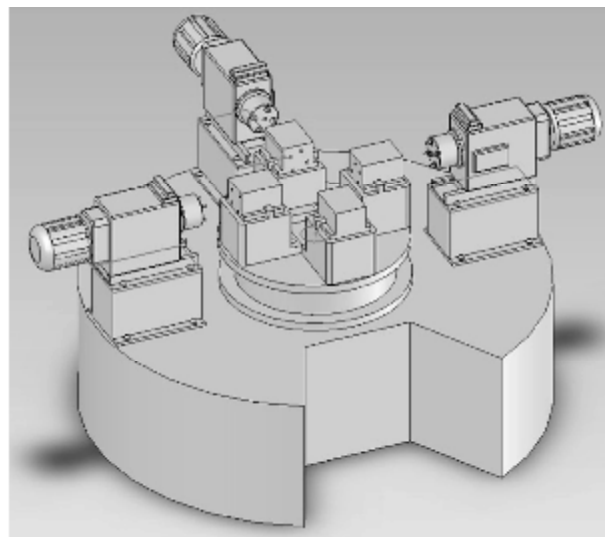


Рис. 1. Solid-модель агрегатного станка.

Одним из основных точностных параметров для горизонтальной компоновки силовых головок является смещение оси шпинделя относительно оси отверстия обрабатываемой заготовки в приспособлении, имитируемом присборке

станка отверстием монтажного шаблона. В размерной цепи С это отклонение представляет замыкающее звено  $C_6$  (рис.2).

Данная размерная цепь состоит из следующих составляющих звеньев:  $C_1$ -расстояние от оси шпинделя до базовой опорной поверхности силовой головки;  $C_2$ -расстояние между опорной

и базовой поверхностями монтажных салазок;  $C_3$ -расстояние между опорной и базовой поверхностями подкладки;  $C_4$ -высота делительного стола;  $C_5$ -расстояние между опорной и базовой поверхностями монтажного шаблона;  $C_6$ -расстояние от базовой поверхности монтажного шаблона до оси отверстия в шаблоне заготовки.

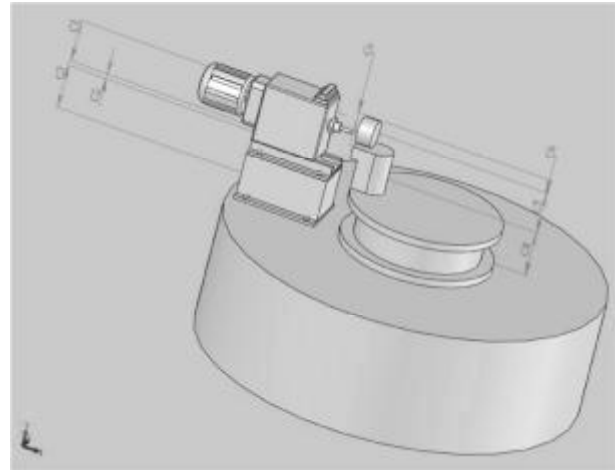
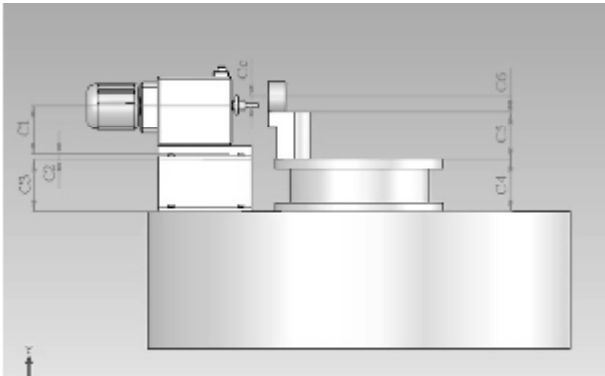


Рис. 2. Визуализация размерной цепи С.

Размерная цепь  $Y$  (рис. 3) определяет отклонение от параллельности оси инструмента относительно оси отверстия детали, имитируемого монтажным шаблоном. Такая цепь включает в себя следующие звенья:  $Y_5$ -суммарная погрешность;  $Y_1$ -отклонение от параллельности оси расточки под пиноль относительно опорной поверхности силовой головки;  $Y_2$ -отклонение от параллельности между опорной и базовой поверхностями монтажных салазок;  $Y_3$ -отклонение

от параллельности между опорной и базовой поверхностями подкладки;  $Y_4$ -плоскостность базовой опорной плоскости станины;  $Y_5$ -отклонение от параллельности оси отверстия в шаблоне и базовой поверхности монтажного шаблона;  $Y_6$ -отклонение от параллельности между опорной и базовой поверхностями монтажного шаблона;  $Y_7$ -отклонение от параллельности опорной плоскости делительного стола относительно зеркала планшайбы.

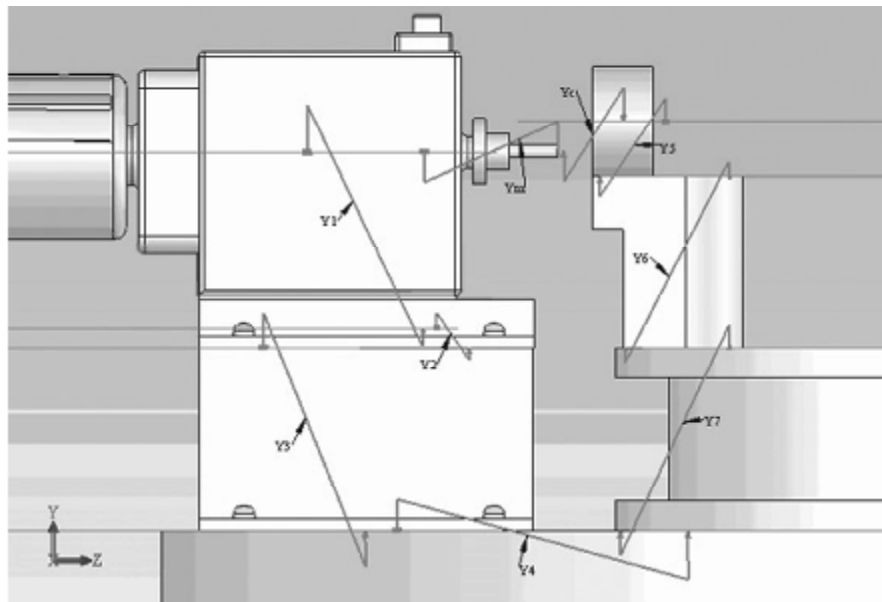


Рис. 3. Модель размерной цепи  $Y$ .

Смещение оси режущей части инструмента относительно оси отверстия шаблона в горизонтальной плоскости характеризуется линейной размерной цепью  $L$  (рис. 4), состоящей из следующих звеньев:  $L_1$ - расстояние от оси шпинде-

ля силовой головки (инструмента) до точки, лежащей на скосе сопряжения силовая головка-салазки;  $L_2$ -расстояние от точки, лежащей на скосе сопряжения силовая головка - салазки, до оси болтов, крепящих салазки к подкладке;  $L_3$ -

расстояние от оси болтов, крепящих салазки к подкладке, до оси болтов крепящих подкладку к

станине; Л4-расстояние от оси болтов, крепящих подкладку к станине, до оси отверстия шаблона.

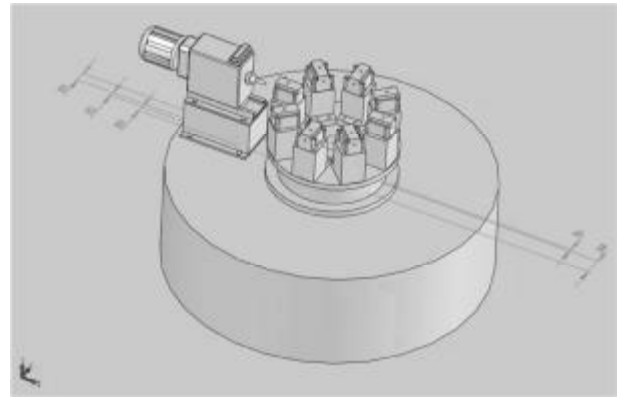
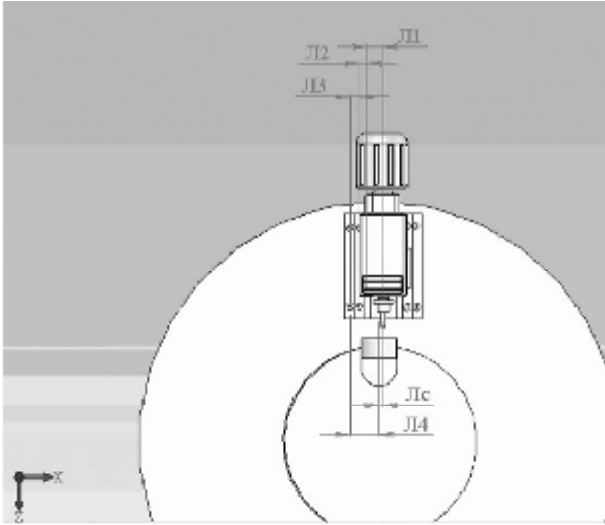


Рис. 4. Визуализация размерной цепи Л.

Объединив полученные виртуальные модели размерных взаимосвязей изображенные на рисунках 2,3,4, получим возможность комплексного представления точностных параметров аг-

регатного станка в пространстве, с возможностью выявления доминирующих погрешностей и определения путей для уменьшения их значений рис 5.

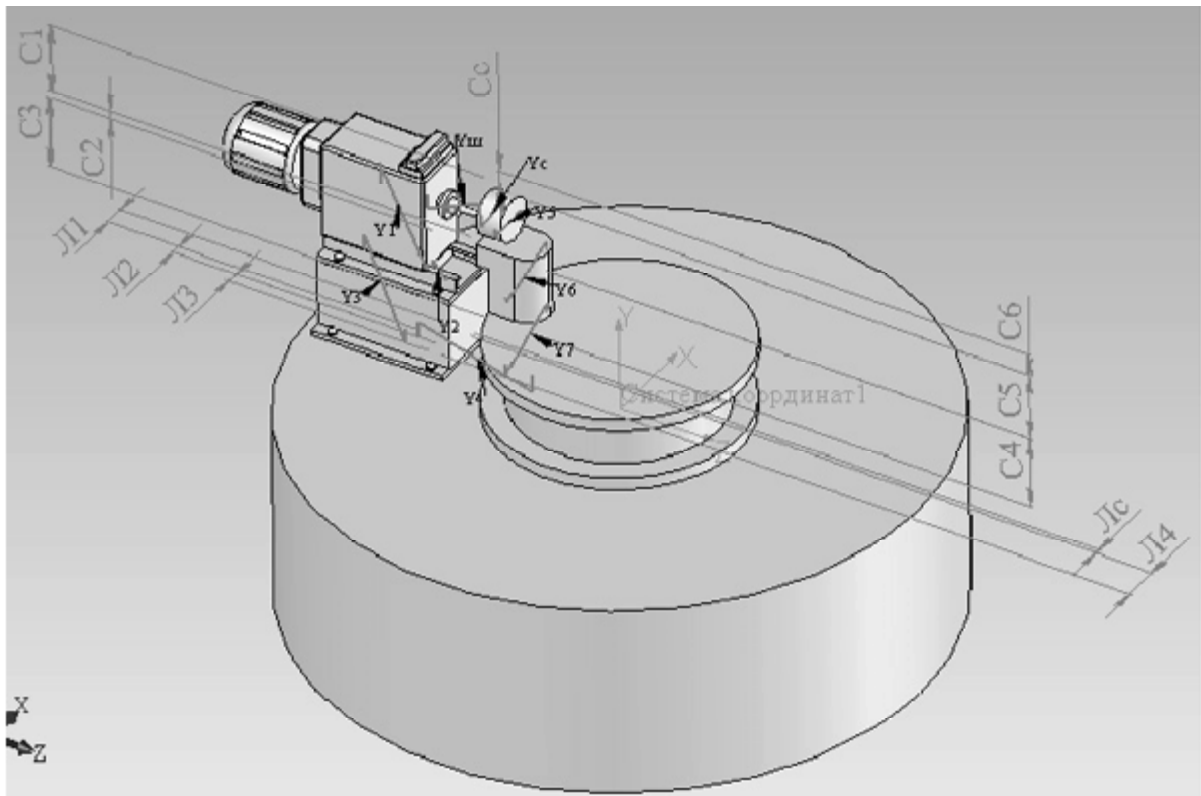


Рис. 5. Визуализация комплекса сборочных размерных цепей агрегатного станка в пространстве.

**Выводы.** Таким образом, пространственное моделирование геометрической точности агрегатного металлорежущего оборудования позволяет: наглядно представлять точностные выходные параметры агрегатных станков; анализировать в пространстве точность изготовления и

сборки отдельных сборочных единиц и станка в целом; комплексно выявлять доминирующие погрешности и намечать конкретные пути для уменьшения их значений и степени влияния на геометрическую точность оборудования.

### **Список використаної літератури:**

1. Мельниченко А.А. Теоретические основы управления качеством агрегатированного металло-режущего оборудования: Дис. д-ра техн. наук.- Харьков.: Украинская инженерно-педагогическая академия, 1999. – 295 с.

2. Сычев Ю.И. Повышение точности и качества многопозиционной обработки выбором структуры и параметров агрегатированных технологических систем: Дис. к-та техн. наук.- Харьков.: Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», 2006. – 145с.

#### **Захаров М.М., Захарова О.И. Візуалізація геометричної точності при складанні агрегативаного металоріжучого устаткування**

*Точність обробки деталей на металоріжучих верстатах - функція сукупної дії якісних факторів устаткування. Одним з таких факторів є геометрична точність. Останнім часом у багатьох галузях машинобудівного виробництва при конструюванні й виготовленні широко застосовування знаходить просторове моделювання. Найбільш традиційними областями використання є моделювання об'ємних зображень із метою їх подальшого конструкторсько-технологічного аналізу. Тут важливим є відображення на тривимірній моделі технологічних вимог, які надалі повинні враховуватися при виготовленні елементів і складанні реальних об'єктів, тривимірні моделі яких створюються. Наростаюча в цей час тенденція збільшення частки тривимірного моделювання, можливість використання об'ємних моделей для завдання геометричної інформації при автоматизованому проектуванні, часто виключає необхідність одержання традиційно використовуваних плоско-проеційних креслень. Фізичні об'єкти, моделюємі при проектуванні, можуть бути представлені, як тривимірні об'ємні зображення на основі проєційної інженерної графіки.*

*Для розв'язання завдань геометричної точності найбільшою мірою відповідають моделі, створені на основі суцільних геометричних конструктивів (solid - моделі). Для розв'язання завдань геометричної точності технологічної системи на прикладі агрегатного верстата з поворотно-ділильним столом при горизонтальному компонуванні позицій обробки розроблена просторова solid-модель, на яку на носилися розмірні ланцюги. Просторове моделювання геометричної точності агрегатного металорежущого устаткування дозволило: наочно представити точностні вихідні параметри агрегатних верстатів; аналізувати в просторі точність виготовлення й складання окремих складальних одиниць і верстата в цілому; комплексно виявляти домінуючі погрішності й намічати конкретні шляхи для зменшення їх значень і ступеня впливу на геометричну точність устаткування.*

**Ключові слова:** візуалізація, геометрична точність, розмірні ланцюги, агрегативання, складання, припасування, модель, верстат, моделювання.

#### **Zaharov M., Zaharova O. Visualization of geometrical exactness at the stowage of paclaged metal-cutting equipment**

*Exactness of treatment of details on metal-cutting machine tools is a function of the combined action of quality factors of equipment. One of such factors there is geometrical exactness. Lately in many industries of machine-building production at constructing and making wide application finds a spatial design. The most traditional areas of the use are designs of by volume images with an aim them further of technological analysis. Here important is a reflection on the three-dimensional model of technological requirements that in future must be taken into account at making of elements and stowage of real part the three-dimensional models of that are created. Increasing at this time tendency of increase of part of three-dimensional design, possibility of the use of by volume models for the task of geometrical information at the automated planning, often eliminates the necessity of receipt traditionally used trivial-projection drafts. Physical objects, at planning can be presented, as three-dimensional by volume images on the basis of projection engineering graphic arts. For the decision of tasks of geometrical exactness the models created on the solid models. For the decision of tasks of geometrical exactness of the technological system on the example of aggregate machine-tool with a table at horizontal arrangement of positions of treatment a spatial solid- model on that size chains were inflicted is worked out. The spatial design of geometrical exactness of aggregate equipment allowed: evidently to present initial parameters of aggregate machine-tools; to analyse in space exactness of making and stowage of separate frame-clamping units and machine-tool on the whole; complex to find out dominant errors and set concrete ways for reduction of their values and degree of influence on geometrical exactness of equipment.*

**Keywords:** visualization, geometrical exactness, size chains, unitizations, stowages, model, machine-tool, design.

Дата надходження до редакції: 18.01.2016

Рецензент: д.т.н., проф. Подригало М.А.