

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КАРКАСА ЧПУ СТАНКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР КОМПАС-3D

Найданов Д.Н.

Березниковский филиал Пермского национального исследовательского политехнического университета, Березники

Ключевые слова: станок, каркас станка, числовое программное управление, ЧПУ, станки с числовым программным управлением, ЧПУ станки, САПР, система автоматизированного проектирования.

Аннотация. В статье приводится алгоритм проектирования каркаса станка с числовым программным управлением в системе автоматизированного проектирования, с учетом габаритов каждой отдельной детали. Рассмотрены основные отличия между системами автоматизированного проектирования, выбраны комплектующие для станка с числовым программным управлением и получены необходимое количество и размер конструктивных элементов для сборки каркаса станка.

DESIGNING A CNC MACHINE FRAME USING CAD KOMPAS-3D

Naydanov D.N.

Berezniki branch of Perm National Research Polytechnic University, Berezniki.

Keywords: machine tools, machine tool frame, computer numerical control, CNC, computer numerically controlled machine tools, CNC machines, CAD, computer-aided design system.

Abstract. The article presents the algorithm of designing a machine frame of computer numerically controlled machine tool in the computer-aided design, taking into account the dimensions of each individual part. The main differences between computer-aided design are considered, the components for the computer numerically controlled machine are selected and the necessary quantities and sizes of structural elements for the assembly of the machine frame are obtained.

Введение

Системы автоматизированного проектирования (далее по тексту – «САПР») позволяют создавать параметрические 3D-модели и компоновать спроектированные детали в сборки, что позволяет создать 3D-модель механизмов, оборудования и т.д.

В самом начале проектирования станка может возникнуть трудность с моделированием каркаса, так как все комплектующие должны крепиться к каркасу.

В статье рассмотрим, с чего начать, как учесть габариты деталей при проектировании каркаса станка с числовым программным управлением (далее по тексту – «ЧПУ»).

Краткий обзор на САПР программы

САПР – комплекс программ, разработанных с целью сокращения времени проектирования с минимальной погрешностью.

Над проблемой проектирования в САПР работал С.П. Шишков [1].

С.П. Шишков рассмотрел основные методы автоматизации конструкторских работ при составлении проектов различного оборудования. И подчеркнул, что для большинства задач используются разные виды САПР, такие как [2]:

- CAD – программы, для создания чертежей, 3D-моделей;
- CAE – программы, для симуляции физических процессов;
- CAM – программы, для формирования управляющих программ для ЧПУ станков [3].

Также С.П. Шишков выделил следующие преимущества использования САПР:

- удобство составление чертежей;
- высокая точность проектирования;
- высокое качество, при наименьших трудозатратах;
- много инструментов для составления чертежа;
- высокие вычислительные мощности;
- анализ и имитации позволяют выявлять проблемы в изделиях до создания прототипа.

Из недостатков выделил следующее:

- необходимость переобучаться при переходе от одной САПР программы к другой [4];
- каждая отдельная программа имеет свой формат, что не дает возможности работать над одним проектом в разных программах.

Наиболее популярные продукты: Fusion 360, SolidWorks, AutoCAD, FreeCAD, КОМПАС-3D.

Выбор комплектующих

Выбор комплектующих необходим при проектировании, так как размер каркаса напрямую зависит от размера комплектующих.

Наиболее распространенный тип ЧПУ станков – это фрезерные станки.

Фрезерные станки могут выполнять такие операции, как сверление, нарезка резьбы, рельефная обработка, отрезные работы и изготовление пазов.

Во фрезерных станках основной элемент, выполняющий операции – это шпиндель с приводом.

Шпиндели подразделяются на мощности и имеют разные форм-факторы.

Для примера выбран шпиндель GDZ80X73-2.2 (рис. 1) мощностью 2.2 кВт.

Каркас для ЧПУ станков изготавливают из профильных труб либо конструкционных профилей.

Конструкционные профили в отличие от профильных труб за счет особенности изготовления имеют точный размер и крепежные пазы.

Профили делятся на серии, определяющие их размерность и сечение.

Профиль серии 20 (рис. 2) – наиболее распространенный размер за счет своей дешевизны, удобном размере и огромном количестве предлагаемых крепежных элементов.

Для линейного перемещения шпинделя и портала используются линейные подшипники или линейные рельсовые направляющие.

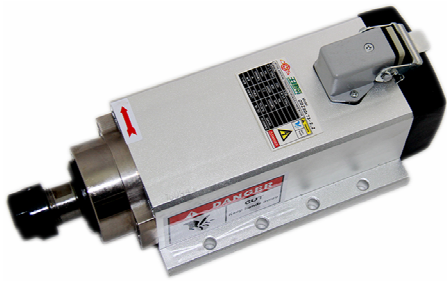


Рис. 1. Шпиндель GDZ80X73-2.2



Рис. 2. Конструкционный алюминиевый профиль серии 20

Линейный подшипник используется в совокупности с валом, который может прогибаться под большим весом, в свою очередь линейные рельсовые направляющие двигаются по рельсам, которые крепятся к конструкционному профилю, что повышает жесткость.

Приняв все эти факты во внимание, были выбраны линейные рельсовые направляющие (далее по тексту – «Направляющая»).

В качестве направляющих под профиль серии 20 подходят MGN12H (рис. 3), так как у этих направляющих крепежные отверстия находятся на расстоянии ширины профиля.

Для осуществления перемещения используют зубчатые ремни, ходовые винты или шарико-винтовые пары (далее по тексту – «ШВП»).

Ременная передача очень гибкая, бесшумная, но ремни могут проскальзывать или растягиваться при больших нагрузках, что неприемлемо для фрезерного станка.

В ШВП для передачи вращения используются шарики, что является движением качения, при котором трение минимально, тогда как ходовые винты используют для передачи движения трением между ходовым винтом и гайкой.

ШВП подразделяются на размеры, поэтому был выбран ШВП, подходящий под 20 профиль – SFU1204 (рис. 4), так как его диаметр – 12, совпадает с отверстием в профиле 20x40 серии 20.

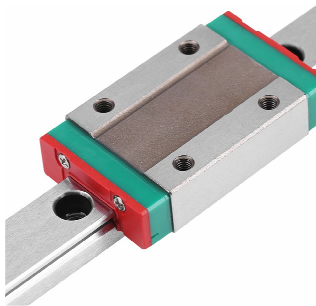


Рис. 3. Направляющие MGN12H



Рис. 4. Шарико-винтовая пара

Для осуществления управления движения ЧПУ станка используются шаговые двигатели.

Шаговые двигатели NEMA подразделяются на размеры лицевой части в дюймах, так, например шаговый двигатель NEMA 17 (рис. 5) имеет лицевую панель размерностью 1,7 x 1,7 дюйма.

Для примера выбран NEMA 17, так как это наиболее распространенный шаговый двигатель.

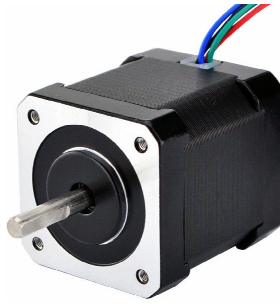


Рис. 5. Шаговый двигатель NEMA17HS19-2004S1

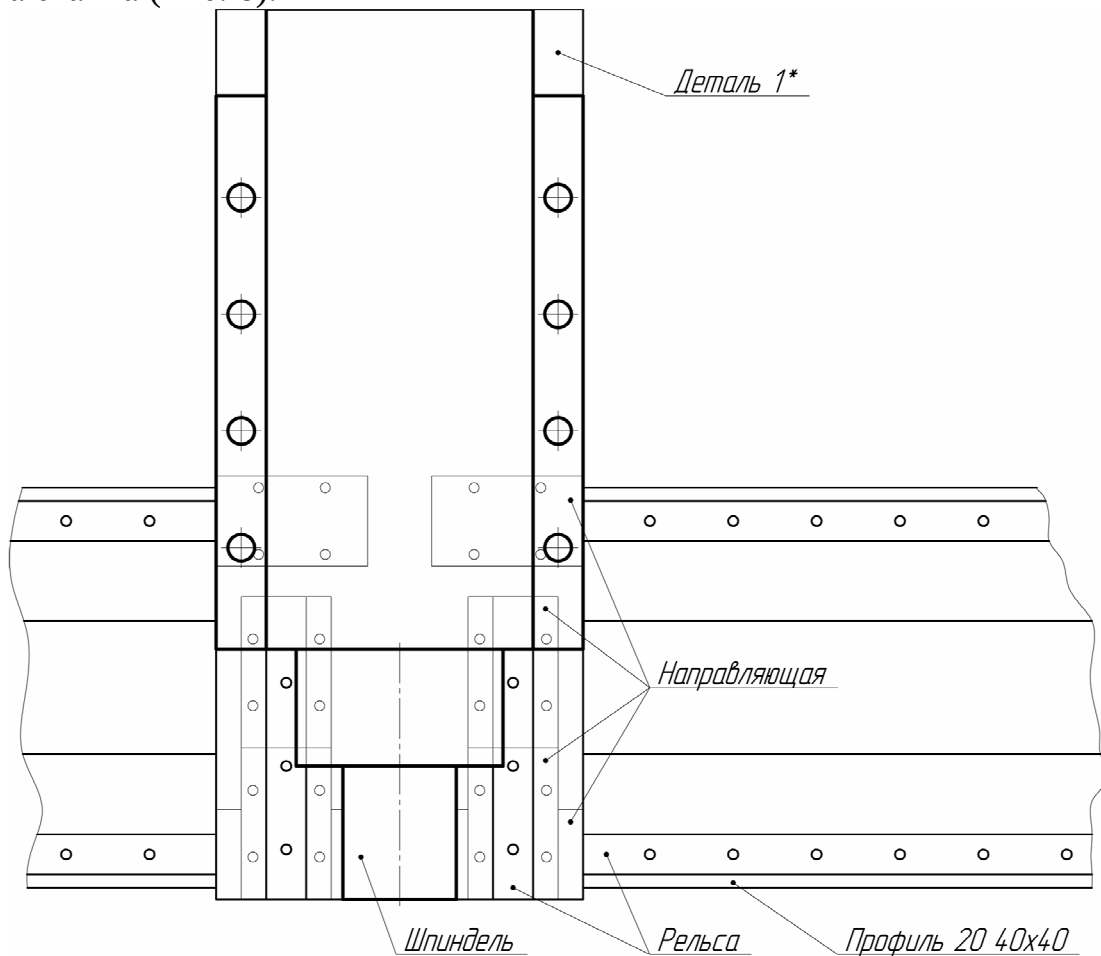
Проектирование в САПР программе

После выбора комплектующих необходимо выбрать рабочую область, например 500 x 500 x 100 (длина × ширина × высота).

При проектировании необходимо учесть габариты всех компонентов, поэтому построим на двухмерном чертеже оси x и z .

Так как ось вращения шпинделя должна описывать рабочую область, то необходимо нанести на чертеж сам шпиндель и уже от него отталкиваться при построении чертежа оси x .

Шпиндель в крайнем верхнем положении должен заходить за каркас портала станка (Рис. 6).

Рис. 6. Ось z

Деталь 1 (рис. 7) – деталь, напечатанная на 3D-принтере или изготовленная на фрезерном станке, для установки на нее рельс, шпинделя и гайки ШВП.

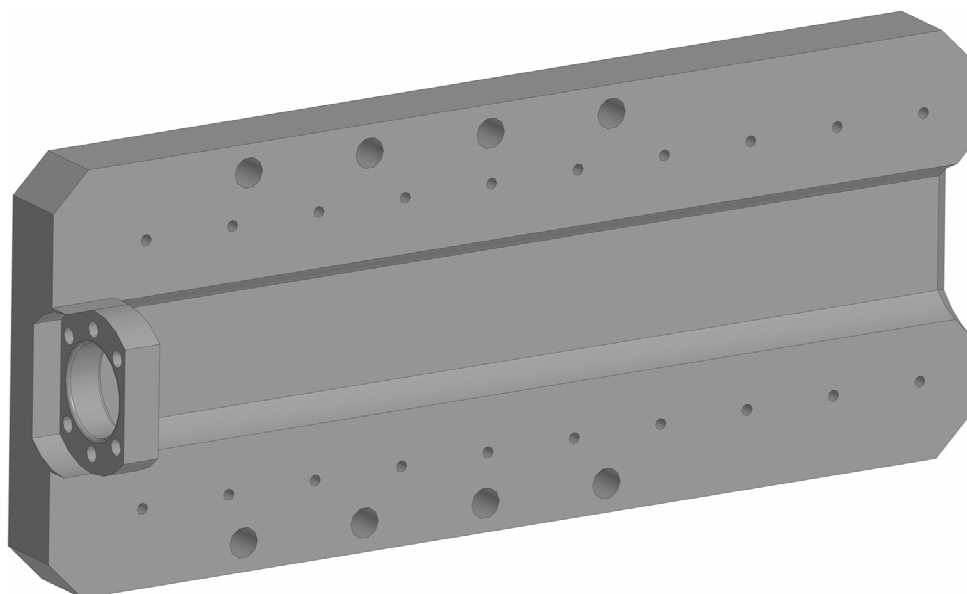


Рис. 7. Деталь 1

Для определения длины оси x и количества профилей для стола необходимо перенести шпиндель влево и вправо на расстояние 250 мм от его изначального положения.

Так же стоит учесть, что в шпиндель будут вставляться разной длины фрезы, и возможно будет устанавливаться деревянный стол, поэтому стоит установить шпиндель выше на ~100 мм (рис. 8).

Стоит отметить, что длину профиля необходимо округлять до целого значения.

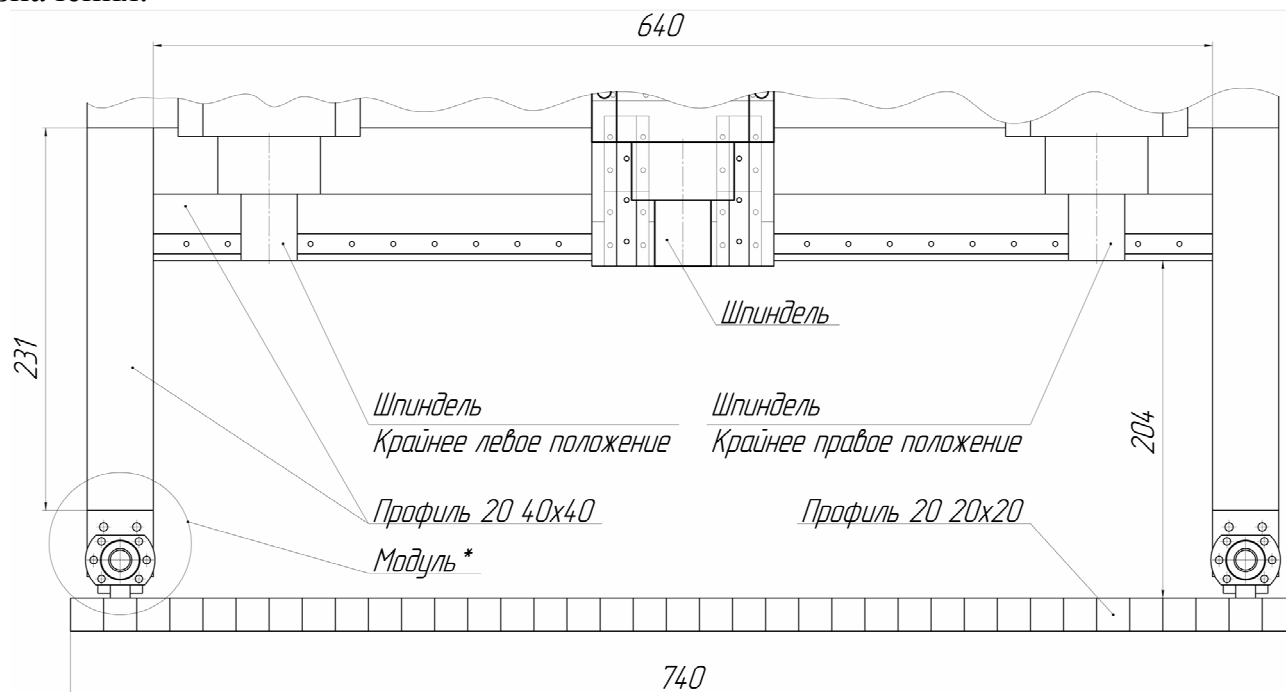


Рис. 8. Вид спереди

Модуль (рис. 9) представляет собой сборку из 2-х профилей серии 20 20x40, ШВП SFU1204, линейной направляющей и крепежной детали.

Для определения длины профилей для стола необходимо начертить станок в профиль и перенести весь портал на расстояние 500 мм (рис. 10).

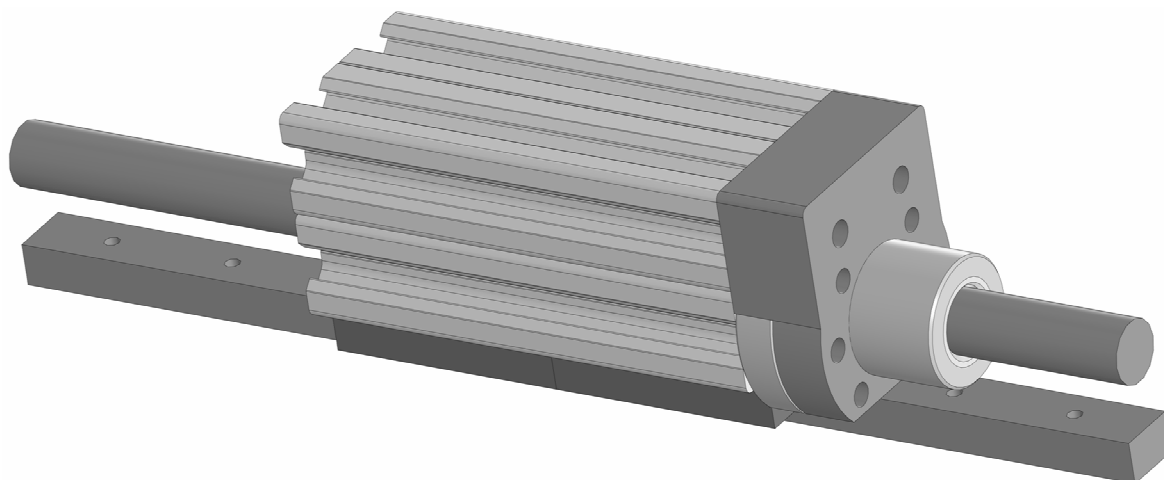


Рис. 9. Модуль

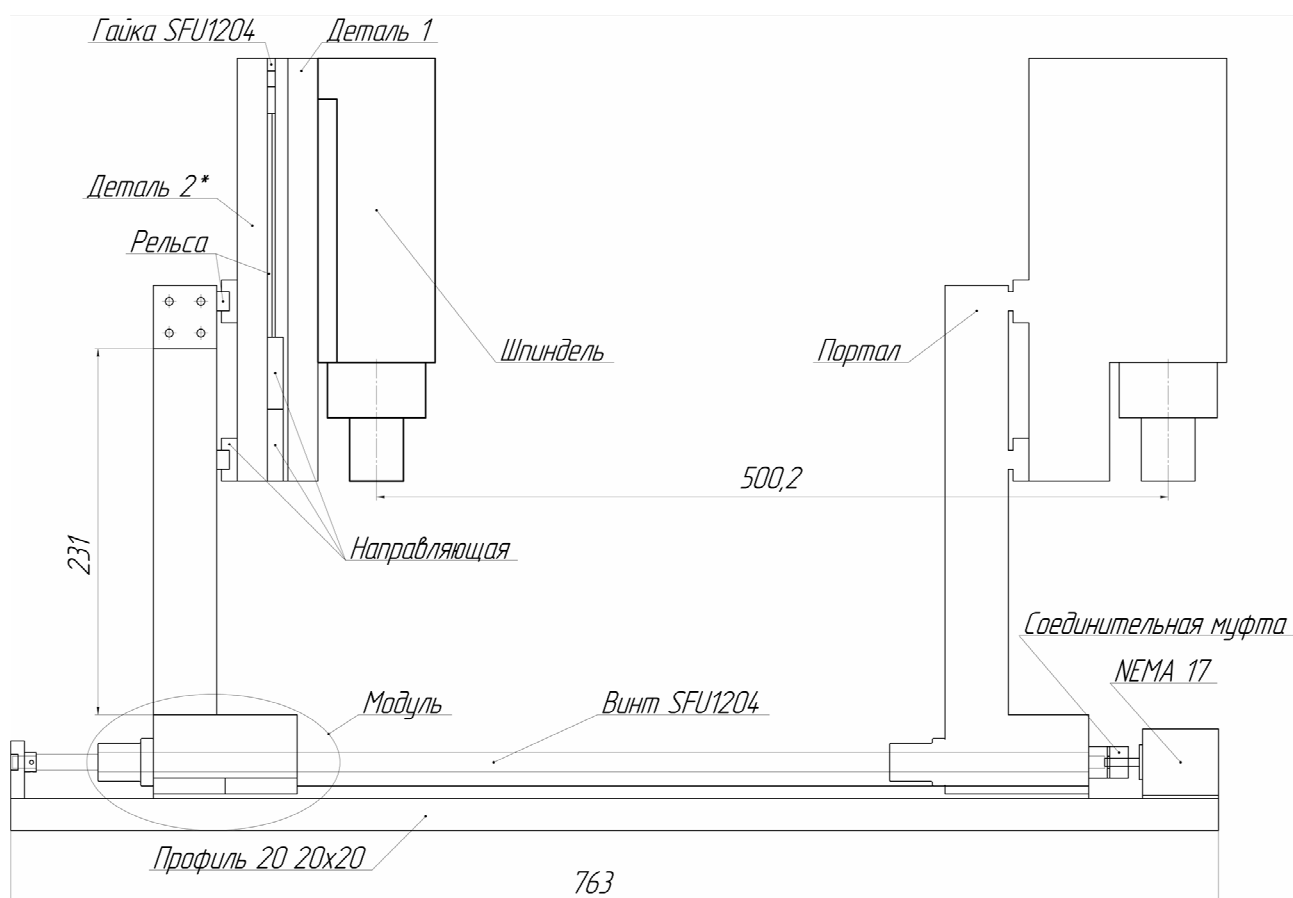


Рис. 10. Вид справа

Деталь 2 (рис. 11) – деталь, напечатанная на 3D-принтере или изготовленная на фрезерном станке, для установки на нее блоков линейных направляющих и подшипников для ШВП.

В результате подсчета профилей по чертежам было получено количество, исполнение и размер конструкционного профиля:

- 37 шт. 20 20x20 763 мм;
- 2 шт. 20 40x40 231 мм;
- 2 шт. 20 40x40 640 мм;
- 1 шт. 20 40x40 720 мм;
- 4 шт. 20 20x40 91 мм.

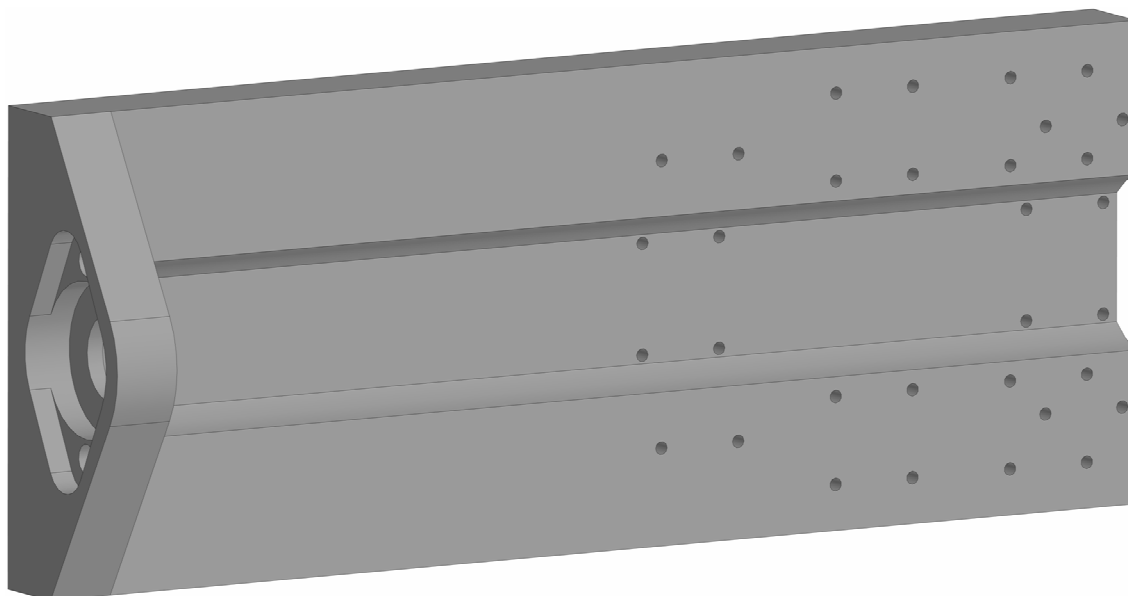


Рис. 11. Деталь 2

Вывод

Данный алгоритм позволяет быстро получить необходимые размеры конструктивных элементов, он универсальный и простой, что дает возможность пользоваться им при проектировании и дальнейшем изготовлении любого оборудования с ЧПУ.

Сам алгоритм представляет собой последовательность действий.

1. Определение инструмента, выполняющего работу, и его рабочей области (например, экструдер с соплом 3D-принтера или шпиндель фрезерного станка).

2. Нанесение на чертеж рабочего инструмента и способа его перемещения.

3. Добавление деталей для соединения рабочего инструмента и способа его перемещения.

4. Определение точки, описывающей траекторию как кончик или ось вращения рабочего инструмента, перемещение по заданной рабочей области в плоскости (Ширина x Длина) стола полученной сборки для определения габаритов каркаса для соединения этой сборки.

5. Определение необходимой высоты рабочей области с учетом установки дополнительного оснащения стола или рабочего инструмента.

6. Поднятие полученной сборки из каркаса и рабочего инструмента на высоту рабочей области от плоскости стола и установление способа перемещения сборки относительно плоскости стола или перемещения стола относительно рабочего инструмента.

При этом подходе в проектировании каркаса делается акцент на инструменте, выполняющем работу и его траектории движения по рабочей области. Это позволяет получить нужную рабочую область и не допустить саморазрушения станка.

Список литературы

1. Шишков С.П. Проектирование с использованием САПР. Проблемы и преимущества // Образование. Наука. Производство: Сборник докладов XV Международного молодежного форума, Белгород, 23-24 октября 2023 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – 2023. – С. 295-299.

2. Фролов В.В., Приходько О.Ю., Слипченко С.Е., Матюшенко Н.В. САПР расчета размерных цепей инженерных конструкций // Энергетические системы. – 2019. – №1. – С. 183-189.
3. Аверченков В.И., Леонов Ю.А. Использование методов эвристического поиска для структурной оптимизации технологических процессов обработки заготовок // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2012. – №1. – С. 168-172.
4. Котлярский Э.В., Кочнев В.И., Давлятова Д.Ю. Блок учета характеристик исходных материалов при автоматизированном проектировании асфальтобетонных смесей // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2013. – №6. – С. 33-38.

Сведения об авторе:

Найданов Дмитрий Николаевич – студент.