

ПЯТИОСЕВОЙ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ СТАНОК С ЧПУ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗ ЛАФЕТА ЭЛЕМЕНТОВ СРУБА ПО ТЕХНОЛОГИИ «НОРВЕЖСКИЙ ЗАМОК»

Платонов В.В., Платонова Е.В.

Хакасский технический институт – филиал Сибирского федерального университета, Абакан

Ключевые слова: специализированная пятиосевая головка, станок портального типа, линейные модули с электрическим шаговым приводом, автоматизированная система подачи, ориентирования и закрепления лафета, система ЧПУ, сервопривод.

Аннотация. В работе предлагается технический проект специализированного пятиосевого станка с числовым программным управлением, который предназначен для работы в составе технологической линии по изготовлению деревянных срубов из лафета по технологии «норвежский замок». Конструктивной основой пятиосевого станка является трехосевой станок портального типа, дополненный двухосевой шпиндельной головкой, а также системой подачи, позиционирования и зажима лафета. Проект разработан на цифровой автоматизированной платформе в системе SOLIDWORKS.

FIVE-AXIS CNC WOODWORKING MACHINE FOR MAKING LOG CABIN ELEMENTS USING THE NORWEGIAN CASTLE TECHNOLOGY

Platonov V.V., Platonova E.V.

Khakass Technical Institute – branch of Siberian Federal University, Abakan

Keywords: specialized five-axis head, gantry-type machine, linear modules with electric stepper drive, automated system for feeding, orienting, and fixing the carriage, CNC system, and servo drive.

Abstract. The paper proposes a technical project of a specialized five-axis numerical control machine, which is designed to work as part of a technological line for the production of wooden log cabins using the Norwegian castle technology. The five-axis machine is based on a three-axis gantry-type machine, which is equipped with a two-axis spindle head and a system for feeding, positioning, and clamping the log cabins. The project was developed using the SOLIDWORKS digital automation platform.

С целью создания технологической линии полного цикла изготовления деревянных срубов на автоматизированной цифровой платформе нами был спроектирован специализированный деревообрабатывающий пятиосевой станок с ЧПУ, предназначенный для изготовления из лафета элементов деревянного сруба по технологии «норвежский замок». Технологический проект механической обработки элементов «норвежского замка» был разработан в системе SprutCAM на базе четырехосевого деревообрабатывающего станка, опытный образец которого был спроектирован и изготовлен нами ранее, после чего успешно прошел производственные испытания [1, 2]. В ходе производственных испытаний опытного образца четырехосевого станка с ЧПУ была подтверждена эффективность полного исключения ручной рубки за счет автоматизации технологического процесса и были определены оптимальные параметры изготовления соединения «норвежский замок». По итогам испытаний был проведен анализ достоинств и недостатков опытного образца четырехосевого

станка и принято решение о дальнейшем его совершенствовании. В данной работе описан технический проект принципиально нового пятиосевого станка с ЧПУ.

На рисунке 1 показана 3D-модель специализированного деревообрабатывающего пятиосевого станка с ЧПУ, спроектированного в системе SOLIDWORKS. Конструктивной основой пятиосевого станка является трехосевой станок portalного типа, дополненный двухосевой шпиндельной головкой, а также системой подачи, позиционирования и зажима лафета.

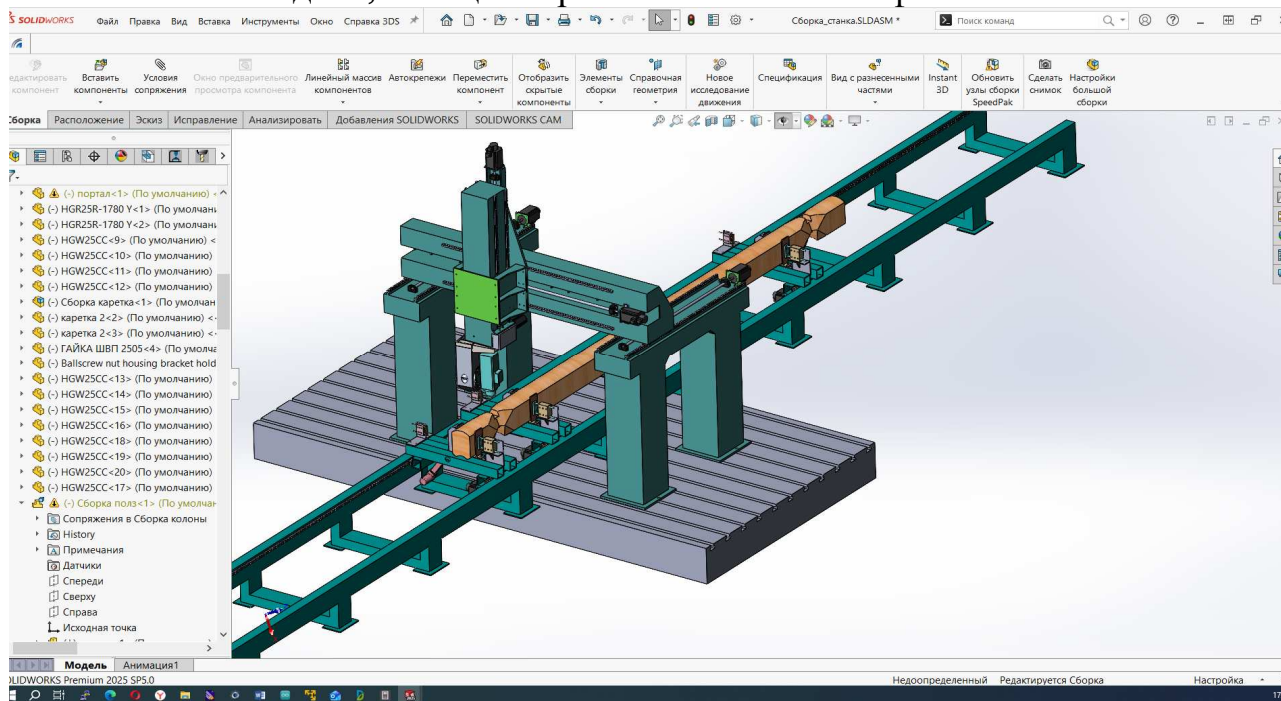


Рис. 1. Пятиосевой станок с ЧПУ для механической обработки лафета

Базовые детали станка будут изготовлены сваркой из стали 10ХСНД в виде прямоугольного проката. Они рассчитаны на высокие динамические нагрузки и будут состоять из трех основных частей.

1) Станина состоит из двух двухколонных стоек, изготовленных с использованием квадратного проката с размером сторон 400 мм с толщиной стенки 20 мм и жестко установленных на монтажной плите. В верхней части колонны сварены с поперечиной, образуя две стойки, на которых установлены четыре направляющих качения и две передачи винт-гайка качения. По координате X станок имеет два сервопривода, которые согласуются между собой системой ЧПУ, что создает высокую жесткость и строгую параллельность движения портала при высоко производительной обработке (рис. 2).

2) Портал (рис. 3) сварен из прямоугольного проката размером 400X200X10 мм и квадратного 200X200X10, на котором установлены линейные направляющие и передача винт-гайка качения. По ним движется каретка, образуя координатную ось Y (рис. 4). Сама каретка состоит из трех основных частей: основания, на котором расположена передача винт-гайка качения с серводвигателем, двух боковых плит, на которых установлены по четыре каретки направляющих и передней замыкающей плиты, которая придает дополнительную жесткость конструкции каретки.

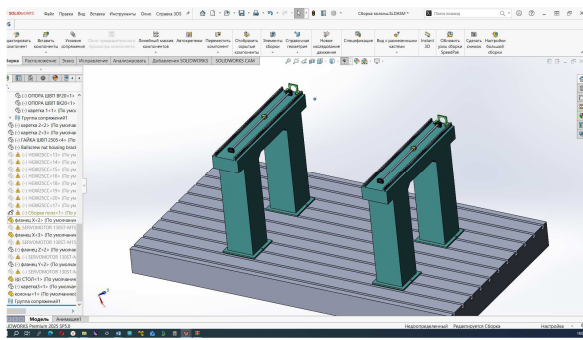


Рис. 2. Две стойки на плите

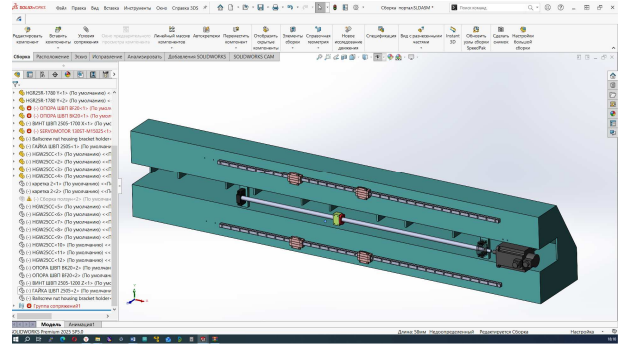


Рис. 3. Портал

3) Ползун представляет собой квадратный прокат размером 400X400X10 мм, на котором с двух боковых сторон установлены по две направляющие, образуя координатную ось Z (рис. 4). К нижнему торцу ползуна крепится двух осевая шпиндельная головка (рис. 5).

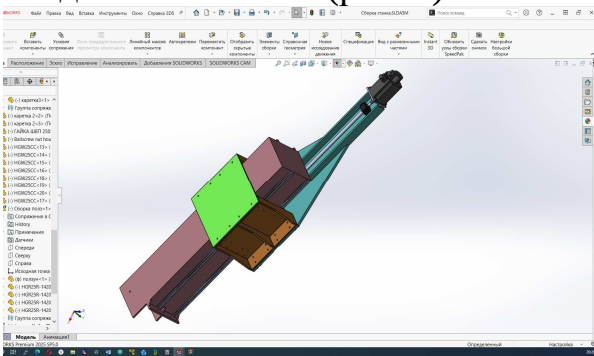


Рис. 4. Каретка с ползуном

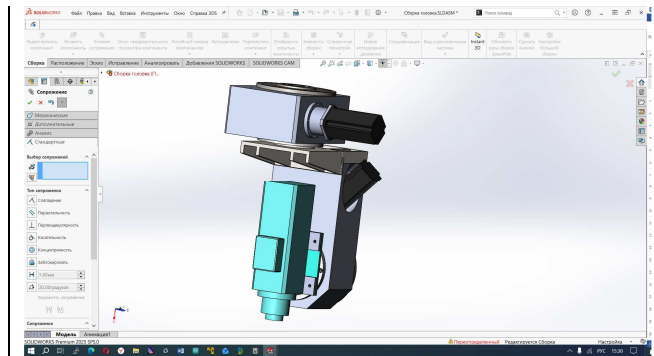


Рис. 5. Двух осевая головка

Ранее в рамках разработки технологии изготовления литейной оснастки для производства алюминиевых слитков нами была изготовлена трехосевая шпиндельная головка (А, С, W) с использованием двух кольцевых и одного линейного двигателей производства Bosch Rexroth. Головка была предназначена для механической обработки кристаллизатора [3, 4]. Так как требования по точности в нашем случае деревообработки значительно ниже, а требуется высокая интенсификация технологического процесса (непрерывная трехсменная работа), мы отказались использовать кольцевые двигатели, а применили обычный червячный привод с серводвигателем для круговых осей (рис. 6). Конструктивно головка состоит из двух одинаковых червячных передач с серводвигателями (круговые оси А и С), но их корпуса изготовлены из цельного алюминиевого сплава. Это связано с тем, что КПД червячной передачи низкий, при интенсивной работе выделяется много тепла, а у алюминия теплопроводность в два раза выше, чем у стали, поэтому монолитный корпус из алюминиевого сплава хорошо отводит тепло, к тому же его удельный вес значительно ниже.

Для уменьшения бокового зазора в червячной передаче применен принцип пошагового изменения межосевого расстояния в пределах 0,1 мм. Это достигается тем, что оси стакана с корпусом и оси стакана с подшипником червяка не совпадают, а изготовлены с эксцентриситетом 0,1 мм. Сам стакан крепится к корпусу шестью болтами. Это дает возможность иметь шесть положений (дискрет) для изменения пятна контакта в червячной передаче, а значит пошагового изменять боковой зазор в червячной передаче, что необходимо для круговой

интерполируемой оси. В головке используется синхронный мотор-шпиндель с частотным управлением и водяным охлаждением мощностью 20 кВт при 18000 об/мин, так как важно иметь высокий крутящий момент при низкой частоте вращения (от 500 до 1000 об/мин) при работе с отрезным дисковым инструментом. Мотор-шпиндель имеет пневматическую автоматическую смену инструмента с конусом хвостовика HSK63.

Рама системы подачи, позиционирования и зажима лафета (см. рисунок 1) длиной 14700 мм сварена из прямоугольного профиля размером 200x100x10 мм. На раме в верхней внутренней части установлены две рейки, по одной с каждой стороны для перемещения по ним трех независимых тележек по раме. Чуть ниже с правой стороны установлена косозубая рейка для привода перемещения трех тележек.

Тележки сварены из двух квадратных профилей размером 100x100x8 мм. На тележках установлены механизмы прижатия, поворота и зажима лафета (рис. 7), а также привод продольного перемещения тележек по раме.

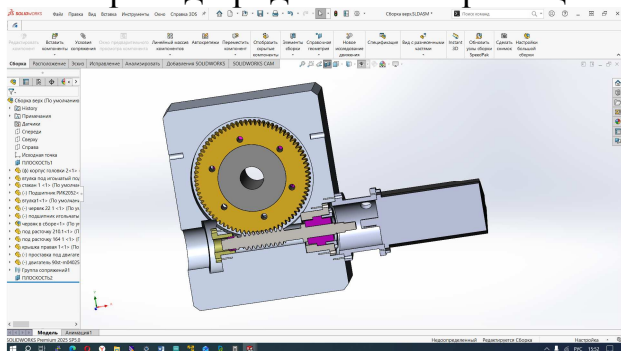


Рис .6. Привод оси С

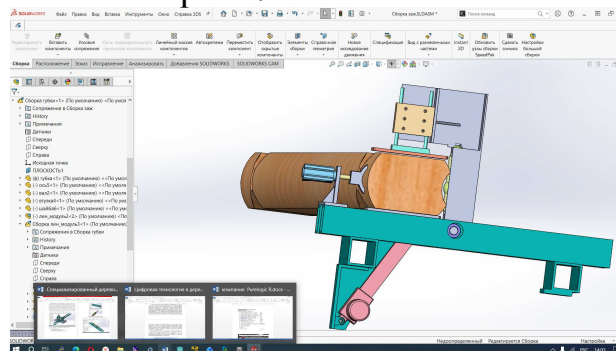


Рис. 7. Приводы прижима, зажима и поворота

Так как скорость продольного перемещения тележек по интерполируемой оси может достигать 30 метров в минуту, то для уменьшения радиальной нагрузки на вал серводвигателя косозубая шестерня привода имеет собственные опоры. В приводе предварительного прижатия лафета используется пневматический цилиндр с длиной хода 50 мм. В приводе поворота лафета используются актуаторы с электрическим приводом от шагового двигателя. В приводе зажима используются электроцилиндры с шаговым приводом. Сами тележки могут работать синхронно или независимо друг от друга в зависимости от технологической ситуации. Для автоматической подачи лафета в зону механической обработки станка, продольный привод имеет устройство выхода в ноль. Станок имеет два пневмоцилиндра, установленные на каретке для уравнивания ползуна. Конструктивно на станке предусмотрена автоматическая смена инструмента. Для этого магазин линейного типа на четыре-шесть гнезд располагается на внутренней стороне колон станины. На станке также предусматриваются механизмы вытяжки и удаления древесной пыли и стружки из зоны резания. Конструктивно станок разработан для механической обработки лафета размером 300x200 мм из любой древесины и имеет следующие параметры:

- длина хода по оси X = 1500 мм, по оси Y = 1400 мм, по оси Z = 1000мм;
- угол поворота по оси A=110 градусов, по оси C = 360 градусов;
- длина хода тележек по раме до12000 мм;

- скорость перемещения по осям X, Y, Z установочная 20 м/мин, рабочая 10 м/мин;
- скорость перемещения тележек по раме установочная 30 м/мин, позиционная 10;
- скорость вращения круговых осей до 20 оборотов в минуту;
- мощность двигателя шпинделя 20 кВт при 18 000 оборотов в минуту.

Также предусмотрен переход на другой типоразмер с минимальными издержками.

Так как станок предполагает интенсивную нагрузку (в три смены), предусматривает сложную электроавтоматику для управления вспомогательными устройствами и имеет кроме главного привода шесть интерполируемых осей, то принято решение использовать в качестве системы управления ЧПУ NC-110 производства ООО «Балтсистем» в максимальной комплектации с поддержкой до восьми интерполируемых осей, восьми позиционных осей с обратной связью по перемещениям и максимальным количеством Входов/Выходов более 100.

Список литературы

1. Платонов В.В., Лахтяков А.И., Салахов А.А., Ташматов Р.А. Станок для обработки лафета по технологии норвежской рубки // Современные фундаментальные и прикладные исследования. – 2019. – №2(33). – С. 20-22.
2. Platonov V.V., Maizel I.G., Maizel I.V. Digital technology in the construction of Norwegian house // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2020, vol. 962, p. 022086. DOI: 10.1088/1757-899X/962/2/022086.
3. Майзель И.Г., Платонов В.В. Трехосевая шпиндельная головка для производства панелей в авиастроении // Авиамашиностроение и транспорт Сибири: Сборник статей XII Международной научно-технической конференции. – Иркутск: Изд-во ИрННТУ, 2019. – С. 227-234.
4. Майзель И.Г., Платонов В.В., Глушкин Е.Я. Разработка специальной трехосевой шпиндельной головки для изготовления литейной оснастки по технологии HSM (High Speed Machining) // Вестник ИрГТУ. – 2015. – №7(102). – С. 66-70.

Сведения об авторах:

Платонов Владимир Викторович – к.т.н., доцент, доцент кафедры ЭМиАТ;

Платонова Елена Владимировна – к.т.н., доцент, доцент кафедры ЭМиАТ.