

УДК 631.3:537:608

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИЗГОТОВЛЕНИЕ ФРЕЗЕРНОГО 3 – D СТАНКА

Кадыров Ишембек Шакирович (0000-0003-2576-5387), Турусбеков Бактыбек Сагындыкович (0009-0000-9851-1375), Бактыбек уулу Азамат (0000-0002-2404-9541), Ботобеков Акниет Эркинбекович (0009-0004-4393-2913), Омуралиев Дастан Исланбекович (0009-0006-4533-3791)

Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина, г Бишкек, Кыргызская Республика

Аннотация: В статье описывается этапы проектирования фрезерного 3-D станка, состоящая из трех основных механизмов, обеспечивающих пространственное перемещение инструмента в процессе резания. Точность обработки деталей на фрезерного 3-D станка достигается за счет использования гибридных шаговых двигателей, которые перемещают шпиндель по трем координатным осям X, Y, Z с большой точностью. Приведены рабочие чертежи, выполненные с применением ИТ – технологии, типа Solid Works и другие программы, используемые при изготовлении конструкций машин, механизмов.

Ключевое слово: Фрезерный станок, Эскиз детали, Портал, Кронштейн, Шаговый двигатель, Крутящий момент, Рельсовые направляющие

ФРЕЗЕРЛИК 3 - D СТАНОКТУ ДОЛБООРЛОО ЖАНА ДАЯРДОО

Кадыров Ишембек Шакирович (0000-0003-2576-5387), Турусбеков Бактыбек Сагындыкович (0009-0000-9851-1375), Бактыбек уулу Азамат (0000-0002-2404-9541), Ботобеков Акниет Эркинбекович (0009-0004-4393-2913), Омуралиев Дастан Исланбекович (0009-0006-4533-3791)

К.И. Скрябин атындагы Кыргыз улуттук агрардык университети, Бишкек шаары, Кыргыз Республикасы

Аннотация: Макалада кесүү процессинде инструменттин мейкиндик-стволдук кыймылын камсыз кылуучу үч негизги механизмден турган фрезердик 3-дубалды долбоорлоо кадамдары сүрөттөлөт. 3 фрезердик Станоктогу тетиктерди иштетүүнүн тактыгы шпин-делди үч координаталык огу боюнча чоң тактык менен жылдырган гибридик кадамдык моторлорду колдонуу менен жеткирилет. Машина конструкцияларын, механизмдерди даярдоодо колдонулган ИТ-технологияларды, Solid Works тибин жана башка программаларды колдонуу менен аткарылган жумушчу чиймелер келтирилген.

Өзөктүү сөздөр: Фрезердик станок, Бөлүктүн эскизи, Портал, Кронштейн, Тепкич мотору, Момент, Рельс рельстери

DESIGN AND MANUFACTURE OF MILLING 3 - D MACHINE

Kadyrov Ishembek Shakirovich (0000-0003-2576-5387), Turusbekov Baktybek Sagyndykovich (0009-0000-9851-1375), Baktybek uulu Azamat (0000-0002-2404-9541), Botobekov Akniet Erkinbekovich (0009-0004-4393-2913), Omuraliev Dastan Islanbekovich (0009-0006-4533-3791)

Kyrgyz National Agrarian University named after K. I. Skryabin, Bishkek, Kyrgyzstan

Annotation: *The article describes the stages of designing a 3-D milling machine, which consists of three main mechanisms that ensure the spatial movement of the tool during the cutting process. The accuracy of machining parts on a 3-D milling machine is achieved through the use of hybrid stepper motors that move the spindle along the three coordinate axes X, Y, Z. Working drawings made using IT technology, such as Solid Works and other programs, are given used in the manufacture of structures of machines, mechanisms.*

Keyword: *Milling machine, Part sketch, Portal, Bracket, Stepper motor, Torque, Rail guides*

1. Введение

Создаваемая на кафедре «Электрификации и автоматизации сельского хозяйства» (ЭАСХ) КНАУ им. К.И. Скрябина учебная, научно-исследовательская лаборатория под названием «Автоматические системы по преобразованию возобновляемых источников энергии и управления сельскохозяйственными машинами» предназначена для проведения лабораторных занятий в учебном процессе по направлению: 610300 «Агроинженерия» профиль: «Электрооборудование и электротехнологии».

Дисциплины, для которых предназначены лабораторные стенды являются завершающими при подготовке бакалавров и могут быть объектами для написания выпускной квалификационной работы. Кроме этого, эта лаборатория может обеспечить возможность проведения опытно-экспериментальных исследований при выполнении магистерских, кандидатских и докторских диссертаций, так как номенклатура лабораторной базы имитируют практически все механизмы, которые используются в установках сельскохозяйственного назначения.

2. Материалы и методы исследования

В сельскохозяйственном секторе металлорежущие станки играют ключевую роль в поддержании техники в работоспособном состоянии, так как ремонтпригодность

сельскохозяйственных машин, в первую очередь, зависит от укомплектованности мастерских металлорежущими станками.

По этой причине, эта статья посвящена вопросу проектирования и изготовления фрезерного 3 – D станка, для которого описаны все стадии подготовки рабочих чертежей, изготовления деталей в производственных условиях и вопросы сборки станка. Необходимость в этом диктуется жесткими условиями требований к точности изготовления комплектующих частей станка, так как от этого зависит не только качество обрабатываемой детали, но и работоспособность и долговечность самого станка.

Лабораторный стенд фрезерного 3 – D станка позволить наглядно донести студентам информацию о структуре современного станка при изучении специальных дисциплин и подробно рассмотреть те механизмы, которые обеспечивают пространственное перемещение инструмента при изготовлении той или иной детали.

В этот проект с первых дней привлекаются наиболее подготовленные студенты, которые обучаются на кафедре ЭАСХ. Такой подход позволяет выделенным студентам приобрести неопределимый навык проектирования любых изделий, так как рабочие чертежи изготавливаются с применением IT – технологии, типа Solid Works и другие программы, используемые при

изготовлении конструкций машин, механизмов.

3. Результаты исследования

Основанием для проектирования станка является эскиз фрезерного 3 – D станка, приведенный на рис. 1 (<https://met-all.org>). На эскизе станка выделены

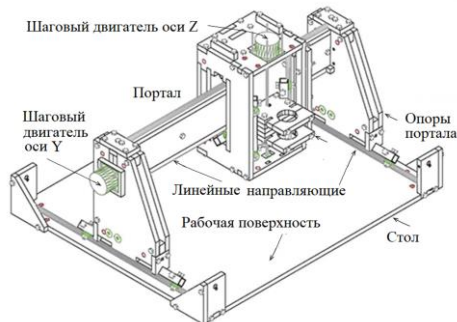


Рис. 1. Эскиз фрезерного 3 – D станка.
«Составлено по [1]»

основные механизмы, с помощью которых сообщается движение инструмента по трем координатам. Координатами, для перемещения инструмента являются составляющие по осям X, Y и Z. Действующая по оси Z сила F_z с крутящим моментом шпинделя преодолевается шаговым двигателем, установленным на верхней части портала, который обеспечивает непрерывный процесс резания подавая инструмент по оси Z.

Для преодоления усилия F_y обеспечения процесса резания по оси Y предусмотрен шаговый двигатель, установленный с левого бока портала. Третья составляющая усилия F_x преодолевается движением самого портала по направлению оси X.

На рис.1 показаны линейные направляющие, по которым перемещаются опоры портала, при этом для обеспечения движения портала по оси X предусмотрен шаговый двигатель (на схеме он не указан). Обрабатываемая деталь крепиться на рабочей поверхности стола.

Таким образом, эскиз на рис.1 наглядно показывает основной состав механизмов, необходимых для реализации фрезерного 3 – D станка. Следует отметить то, что для сборки

станка можно использовать готовые механизмы, взятые из других станков и механизмы, изготовленные по чертежам, выполненных с применением Solid Works.

К готовым частям станка, которые были использованы при сборке, относятся массивный стол и поперечина портала, с помощью которых обеспечивается требуемая устойчивость и жесткость крепления шпинделя и всех

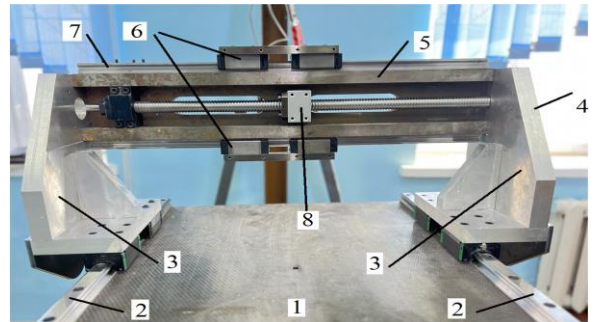


Рис. 2. Вид на портал фрезерного 3 – D станка.

составных частей станка. Эти механизмы являются основой, с помощью которых достигается устойчивая работа как отдельных механизмов, так и станка в целом.

4. Дискуссия

На рис. 2 показаны основные механизмы станка, установленные на столе

1. Портал 4 является важным механизмом для разрабатываемого станка, так как этот механизм несет на себя всю конструкцию, обеспечивающая перемещение режущего инструмента в пространстве. Поэтому, для свободного перемещения портала 4 по оси X были выбраны рельсовые направляющие 2, которые по конструкции являются более совершенными. Основное отличие этих направляющих от остальных конструкций заключается в отсутствии больших погрешностей и потерь на трение. Также к достоинствам этих направляющих можно отнести наличие пыльника, защищающего подшипники, сальники, ниппели от попадания пыли. Кроме этого, они обеспечивают высокую устойчивость при перемещении портала по всей длине стола, имеют малый коэффициент трения и хорошую сопротивляемость износу. Все перечисленные достоинства рельсовых

направляющих позволяют снизить погрешность работы станка в целом.

Как было сказано выше портал 4 является основным звеном, участвующим в процессе резания, поэтому шпиндель с режущим инструментом, установленный на нем, преодолевает сопротивления, возникающие в процессе резания по всем трем координатам. Следовательно боковые стойки портала 3 должны быть рассчитаны на преодоление всех этих нагрузок. Кроме того, жесткость конструкции боковых стоек портала должна быть достаточной для длительной эксплуатации станка и практически не иметь сварных швов, так как сварные швы в процессе эксплуатации разрушаются, что существенно может влиять на точность изготовления детали (С.Л. Мурашкина 2003. - 278 с.).

В качестве примера на рис. 3 приведены рабочие чертежи кронштейна для крепления шагового двигателя, выполненные с применением Solid Works.

При изготовлении деталей боковых стоек портала рабочие чертежи были выполнены по аналогии с рис. 3. Причем, при проектировании деталей боковых стоек особое внимание было направлено на обеспечение жесткости конструкции, которое достигнуто тщательной подгонкой при сборке их с помощью болтов и отсутствием зазоров на стыках.

К ответственной операции сборки портала относится установка поперечины 5 между боковыми стойками портала 3 (рис. 2). В этой операции основное внимание было уделено на отсутствие перекосов крепления поперечины 5 к боковым стойкам 3 и исключения появления его в процессе эксплуатации. Направляющие шпинделя 7 по оси Y, также имеют профиль рельсовых,

поэтому они обеспечивают требуемую точность перемещения.

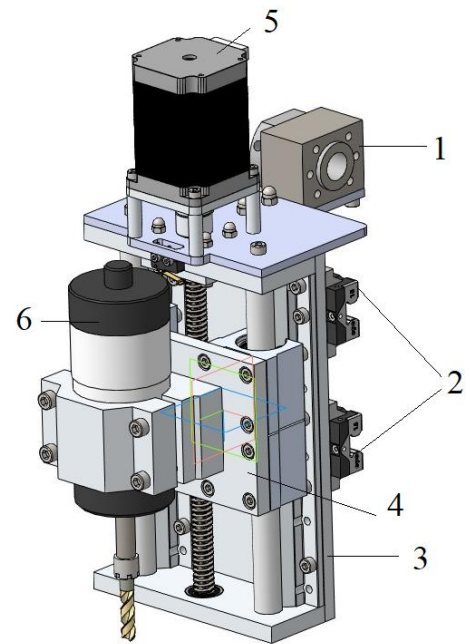


Рис. 4. Общий вид крепления шпинделя фрезерного 3 – D станка.
«Составлено по [4] »

К последующей операции сборки можно отнести монтаж механизма перемещения шпинделя по оси Z. На рис. 4 приведен чертеж, выполненный в 3-D формате, который наглядно показывает на основные узлы, которые требуется изготовить, чтобы собрать очень важный и ответственный узел станка – механизм перемещения шпинделя. Изготовлению чертежей для деталей, указанных на рис. 4 подлежит только позиции, отмеченные цифрами 3 и 4, так как цифрой 1 отмечена гайка, которая осуществляет перемещение шпинделя по оси Y вдоль портала по рельсовым направляющим 2. Причем, шариковинтовой механизм закреплен к поперечине портала как показано на рис. 2.

Как видно из рис. 4 шпиндель закреплен к площадке 4. Весь механизм перемещения шпинделя 6 с инструментом, смонтированная к основанию 3, перемещается по оси Z с помощью шагового двигателя 5.

Механизм перемещения шпинделя крепится болтами на рис. 2 к гайке 8 и направляющие 6.

На рис. 5 приведена фотография механизма перемещения шпинделя, собранный по рабочим чертежам, выполненными с применением Solid Works. Механизм перемещения шпинделя состоит из шпинделя 1, который вращает режущий инструмент, вставленный в патрон 2. Вращение патрона шпинделя 2 сообщается встроенным двигателем, питание к которому подводится через муфту 3. Перемещение шпинделя по оси Z производится по рельсовым направляющим 4 при помощи шагового двигателя, установленного в кронштейн с посадочным отверстием 5, изготовленный по чертежам на рис. 4. Смазка пары винт-гайка производится через штуцер, отмеченный цифрой 6.

К завершающей операции сборки можно отнести монтаж механизма

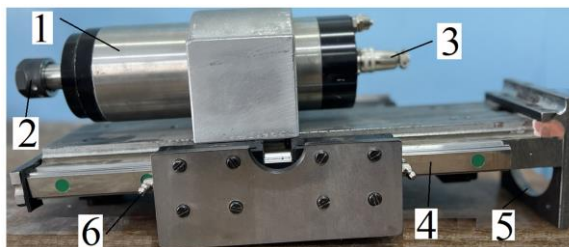


Рис. 5. Общий вид крепления шпинделя фрезерного 3 – D станка.
«Составлено авторами»

перемещения портала по оси X, показанная на рис. 6. Перемещение портала сообщается посредством винт-гайки 1, которая крепится к боковому краю стола 2 с помощью крепежных деталей 3 (на рис. 6 показана только левая). Гайка этой пары 4 образует с щитком портала 5 жесткую связь с помощью болтовых соединений. Для обеспечения движения портала по оси X предусмотрен шаговый двигатель, вал

которого соединяется с валом винт-гайка 6 с помощью муфты.

5. Выводы

Конструирование современных станков является хорошей школой для студентов в процессе подготовки бакалавров, так как они на основе глубокого изучения разновидностей металлорежущих станков овладевают навыками проектирования узлов 3-D фрезерного станка. Управление движением основных механизмов, обеспечивающих пространственное перемещение шпинделя с инструментом по координатам X, Y, Z будет производиться с помощью шаговых двигателей, которые в современном станкостроении широко используются в системах управления с ЧПУ (<https://elektrikexpert.ru>).

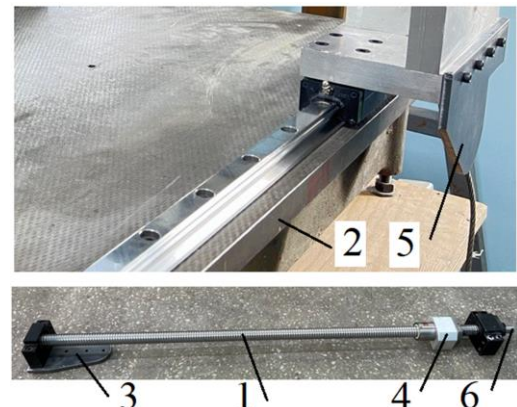


Рис. 6. Механизм перемещения портала фрезерного 3 – D станка по оси X.

Основной целью данной статьи было описание этапов проектирования и сборки объектов управления механизмами 3-D фрезерного станка, которые перемещаются с помощью шаговых электроприводов. Поставленная задача, привлеченными студентами успешно выполнена, о чем свидетельствует подборка материалов данной статьи.

6. Использованная литература

1. <https://met-all.org/oborudovanie/stanki-frezernye/samodelnyj-frezernyj-stanok-chpu-svoimi-rukami.html>

Технические науки

2. Технология машиностроения: В 2-х кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения: Учеб. пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкина и др.; под ред. С.Л. Мурашкина: - М.: Высшая школа, 2003. - 278 с.

3. Технология машиностроения: В 2-х т. Т. 1. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов/

В.М. Бурцев, А.С. Васильев, А.М. Дальский и др.; под ред. А.М. Дальского: - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. - 564 с.

4. <https://elektrikexpert.ru/shagovye-dvigateli-tipy-ustrojstvo-i-princip-raboty.html>