

**Галеева Ляйсан Ильдаровна**

*Студент института авиации, наземного транспорта и энергетики  
Казанский национально-исследовательский технический университет-КАИ,  
E-mail: GaleevaLI@stud.kai.ru*

**Ворончихин Евгений Александрович**

*Студент института авиации, наземного транспорта и энергетики  
Казанский национально-исследовательский технический университет-КАИ,  
E-mail: VoronchikhinEA@stud.kai.ru*

## **ФРЕЗЕРНЫЕ СТАНКИ, ИХ АНАЛИЗ, СТЕПЕНЬ РАЗВИТИЯ, А ТАКЖЕ АКТУАЛЬНОСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ**

## **MILLING MACHINES, THEIR ANALYSIS, THE DEGREE OF DEVELOPMENT, AS WELL AS THE RELEVANCE OF THEIR APPLIKATION**

**Аннотация:** Фрезерный станок – это механизм, предназначенный для обработки твёрдых материалов, таких как металл, пластик, композиты или дерево, с использованием фрезы — специализированного инструмента с вращающимися резцами. Работа фрезерного станка основана на вращении фрезы и одновременном поступательном перемещении (подаче) обрабатываемой детали. Актуальность проблемы фрезерных станков обусловлена следующими факторами: гибкость (станки работают с различными материалами); экономическая эффективность (станки могут сэкономить деньги за счёт снижения затрат на рабочую силу); достижения в области автоматизации и робототехники. Цель статьи – рассказать о преимуществах использования фрезерных станков в производстве, таких как высокое качество обработки, широкий диапазон обрабатываемых материалов, экономия времени и снижение затрат, увеличение производительности, а также предложить качественные фрезерные станки различных моделей. Ведущий подход к исследованию проблемы в статье о фрезерных станках — это использование современных технологий, материалов и автоматизации для повышения эффективности производства, сокращения времени обработки, улучшения качества и точности продукции, а также понижения её себестоимости. В этой статье рассматриваются различные типы и классификации фрезерных станков. Разнообразие фрезерных станков открывает широкие возможности для решения разнообразных производственных задач.

**Ключевые слова:** фрезерный станок, подача, резка, заготовка, ЧПУ, шпиндель, инструмент, фреза, зуб, размер, зубчатое колесо, вращение, консоль.

**Abstract:** A milling machine is a mechanism designed to process hard materials such as metal, plastic, composites or wood using a milling cutter, a specialized tool with rotating cutters. The operation of the milling machine is based on the rotation of the milling cutter and the simultaneous translational movement (feeding) of the workpiece. The relevance of the milling machine problem is due to the following factors: flexibility (machines work with different materials); economic efficiency (machines can save money by reducing labor costs);

achievements in the field of automation and robotics. The purpose of the article is to talk about the advantages of using milling machines in production, such as high processing quality, a wide range of processed materials, saving time and reducing costs, increasing productivity, as well as offering high-quality milling machines of various models. The leading approach to the study of the problem in the article on milling machines is the use of modern technologies, materials and automation to increase production efficiency, reduce processing time, improve product quality and accuracy, as well as reduce its cost. This article discusses the various types and classifications of milling machines. The variety of milling machines opens up wide possibilities for solving a variety of production tasks.

**Key words:** milling machine, feed, cutting, workpiece, CNC, spindle, tool, cutter, tooth, size, gear, rotation, console.

### **Введение**

Начать выбор фрезерного станка следует с изучения его характеристик. Станки для фрезеровки металла являются одними из наиболее распространённых устройств, используемых для обработки металлических заготовок. Такие станки предназначены для обработки различных поверхностей, включая плоские и фасонные, зубчатые колёса и другие заготовки с помощью фрезы. Фреза, расположенная в шпинделе фрезерного станка, вращается (главное движение), в то время как заготовка, закреплённая на рабочем столе, остаётся неподвижной. Управление станком может быть ручным, автоматизированным или с использованием числового программного управления (ЧПУ) [1]. ЧПУ — это аббревиатура для термина “числовое программное управление”. В основе этого понятия — управление станком с помощью компьютера. Такие устройства являются своего рода роботами. ЧПУ обработка — это производственный процесс, в котором изготовление деталей происходит под управлением компьютерных программ. Сейчас же программы могут контролировать все, от движений обрабатывающего центра до скорости шпинделя, включения/выключения охладителя и прочих функций. Применение в станках ЧПУ значительно облегчает задачу массового производства деталей. Современные тенденции развития фрезерных станков включают:

Автоматизация и робототехника: развитие автоматизации и робототехники позволяет станкам с ЧПУ работать быстрее и эффективнее, сокращает время простоев и повышает производительность.

Интеграция ИИ и машинного обучения: алгоритмы машинного обучения анализируют данные и автоматически корректируют параметры обработки, что улучшает качество и скорость операций.

Разработка гибридных машин: сочетание технологий, таких как 3D-печать и фрезеровка с ЧПУ, обеспечивает большую гибкость и настройку, сокращает отходы и использует ресурсы эффективнее.

Увеличение использования экологически чистых материалов: фрезерные станки с ЧПУ идеально подходят для создания продукции из экологически чистых материалов, что привлекает потребителей, заботящихся об окружающей среде.

## **Обзор литературы**

Первые описания принципа фрезерования появились в Европе в XVI веке. Леонардо да Винчи создал эскиз прототипа фрезы в виде вращающегося круглого напильника, а в Пекине в 1665 году был построен станок с вращающимся напильником.

Прототипы современных фрезерных станков появились в XIX веке: консольный в 1835 году, универсальный в 1862 году и продольный в 1884 году.

Эли Уитни считается изобретателем первого фрезерного станка. Он жил во времена расцвета и активного развития промышленности и индустрии. Для многих операций требовалась специальная техника, и новые изобретения упрощали работу. Одним из таких новшеств стал станок Уитни, который резал металл.

Станок Уитни действовал следующим образом: металлический лист крепился на верстаке, лекало накладывалось на лист сверху, и режущий инструмент двигался по очертаниям лекала. Стол станка был подвижным, его можно было привести в движение с помощью червячной передачи.

Уитни заменил резец на железное колесо с зубцами по краям, которое действовало как резец. Все зубцы вгрызались в металл с одинаковой силой, поэтому колесо ровно разрезало металл.

Таким образом, изобретение Уитни значительно упростило процесс обработки металла и повысило точность работы. Фрезерные станки представляют собой группу металлорежущих и деревообрабатывающих станков, классифицированных по типу обработки. Эти станки предназначены для обработки плоских и фасонных поверхностей, зубчатых колёс и других металлических и неметаллических заготовок с использованием фрезы. Фреза, закреплённая в шпинделе фрезерного станка, осуществляет вращательное движение (основное движение), в то время как заготовка, закреплённая на столе, остаётся неподвижной [2]. Управление может быть ручным, автоматизированным или осуществляться через систему числового программного управления (ЧПУ).

В фрезерных станках основное движение — это вращение фрезы, а движение подачи — это относительное перемещение фрезы и заготовки.

Вспомогательные движения необходимы для подготовки процесса резки. Они включают настройку и наладку станка, управление им, закрепление и освобождение детали и инструмента, подвод инструмента к обрабатываемым поверхностям и его отвод, а также работу автоматических измерительных приборов и прочее. Вспомогательные движения могут выполняться автоматически или вручную. На станках-автоматах все вспомогательные движения выполняются автоматически в определённой последовательности.

### **Основная часть**

#### **1.2. Виды фрезерных станков:**

- универсальные (с поворотным столом);
- горизонтально-фрезерные консольные (с горизонтальным шпинделем и консолью);
- широкоуниверсальные (с дополнительными фрезерными головками);
- широкоуниверсальные инструментальные (с вертикальной рабочей плоскостью основного стола и поперечным движением шпиндельных узлов);

- вертикально-фрезерные (с вертикальным шпинделем), в том числе консольные;

- бесконсольные (называемые также с крестовым столом);
- с передвижным порталом;
- копировально-фрезерные;
- фрезерные непрерывного действия, в том числе карусельно-фрезерные;
- барабанно-фрезерные.

#### Классификация фрезерования

- В зависимости от расположения шпинделя станка и удобства закрепления обрабатываемой заготовки - вертикальное, горизонтальное. На производстве в большей степени используют универсально-фрезерные станки, позволяющие осуществлять горизонтальное и вертикальное фрезерование, а также фрезерование под разными углами различным инструментом.

- В зависимости от типа фрезы (концевое, торцовое, периферийное, фасонное и т. д.) [3].

1. Концевое фрезерование — пазы, канавки, подсечки; колодцы (сквозные пазы), карманы (пазы, стороны которых выходят более чем на 1 поверхность), окна (пазы, которые выходят только на одну поверхность).

2. Торцевое фрезерование — фрезерование больших поверхностей.

3. Фасонное фрезерование — фрезерование профилей. Примеры профильных поверхностей — шестерни, червяки, багет, оконные рамы.

4. Существуют также специализированные фрезы, предназначенные для отрезки (дисковые фрезы)

Поэтому при выборе фрезерного станка нужно учитывать его параметры и свойства материалов, которые предстоит работа.

Деталь должна свободно размещаться на рабочей поверхности. Поэтому при выборе нужно учитывать высоту и площадь стола. При необходимости использования поворотных механизмов или тисков, нужно учитывать их габариты. Размер дополнительных комплектующих и самой заготовки в совокупности показывают минимальное расстояние до режущего элемента. Мощность. Этот параметр обязательно учитывается. Необходимая мощность фрезерного станка зависит от режима его эксплуатации. При регулярном использовании по 2 часа в день понадобится более мощное оборудование. Такие станки за 1 раз снимают больший слой металла и быстрее изготавливают деталь.

Для заточки стали не подходят маломощные агрегаты. Их возможности используются только для изготовления деталей из цветных металлов. Станки для бытового использования можно подключить только к сети 220 в. Поэтому для мощного оборудования понадобится помещение с источником более высокого напряжения. В больших мастерских не возникают трудности с размещением станков. Однако для мастеров, работающих в домашних условиях, подойдут компактные настольные модели. Небольшой вес позволяет легко переносить оборудование и устанавливать на верстак только на время использования.

Диаметр сверления. Этот параметр указывается в инструкции к каждому станку. Диаметр отверстий важен для мастеров, которым приходится выполнять сверление в

больших количествах. Наибольший диаметр фрезы указывает на ширину слоя металла, который будет удаляться за 1 проход. Торцевая фреза толщиной 20 мм формирует срез шириной 2 см.

Массивные станки отличаются высоким показателем жесткости и отсутствием вибрации. Эта особенность влияет на точность обработки материала. Оборудование весом от 300 кг используется на промышленных объектах, заводах, крупных производствах. Набор их функций слишком широкий для простых бытовых задач, поэтому можно ограничиваться легкой моделью весом 50 кг. Чтобы уменьшить уровень вибрации, можно надежнее прикрепить фрезерный станок к верстаку. При работе с большими металлическими деталями подходит оборудование весом от 100 кг. Предварительно придется спланировать, как его занести в мастерскую и где установить.

Направление вращения фрезы зависит от того, как она движется относительно заготовки: попутное фрезерование («под зуб»), когда фреза «подминает» материал, обеспечивает высокую точность поверхности, но есть риск вырывания заготовки при большой глубине резания; встречное фрезерование («на зуб») предполагает движение режущей кромки навстречу заготовке, что снижает точность, но повышает производительность. На практике используются оба метода: предварительный черновой этап выполняется «на зуб», а чистовая обработка — «под зуб».

Преимущества 5-осевых фрезерных станков с ЧПУ:

Высокая точность: Способность перемещать инструмент в пяти направлениях позволяет достигать высокой точности обработки. Это особенно важно при производстве деталей, требующих высокой точности размеров и форм.

Сложные геометрические формы: 5-осевые станки могут обрабатывать детали с сложными геометрическими формами, такими как турбины, лопасти компрессоров и сложные проточки.

Уменьшение числа установок: Благодаря способности обрабатывать детали с разных сторон без их переключивания, 5-осевые станки позволяют сократить число установок, что снижает риск ошибок и увеличивает производительность.

Высокая производительность: Эти станки способны работать на высокой скорости, что увеличивает производительность производства.

Уменьшение брака: Благодаря высокой точности и возможности обработки деталей в одной установке, 5-осевые станки помогают сократить количество брака и отходов.

Работа с разными материалами: Они могут обрабатывать широкий спектр материалов, включая металлы, пластик, дерево и композиты [4].

Недостатки 5-осевых фрезерных станков с ЧПУ:

Высокая стоимость: Эти станки часто являются дорогими, как в плане приобретения, так и в плане обслуживания и обучения персонала.

Сложность программирования: Создание программ для 5-осевых станков требует более высокой квалификации и может быть более трудоемким процессом по сравнению с более простыми станками.

Необходимость опытных операторов: Работа на 5-осевых станках требует высокой квалификации и опыта, что может усложнить найм и обучение персонала.

Поддержка и обслуживание: Обслуживание и ремонт таких станков может быть более сложным и дорогостоящим процессом.

Ограниченные размеры деталей: В зависимости от конфигурации станка, максимальный размер обрабатываемых деталей может быть ограничен.

Требования к помещению: 5-осевые станки могут требовать больших и прочных фундаментов, а также хорошо вентилируемого и подходящего помещения.

В настоящее время в производстве для фрезерования используются станки с ЧПУ (числовым программным управлением), благодаря чему фрезерные работы производятся в автоматическом режиме. Для осуществления автоматических работ создается специальная программа, а также производится предварительная обработка чертежей.

**Заключение:** В этой статье были изучены разные типы и классификации фрезерных станков. Анализ типов станков позволяет определить, какой станок подходит для конкретной заготовки. Разнообразие фрезерных станков предоставляет обширные возможности для выполнения различных производственных задач. При выборе оборудования следует принимать во внимание его технические характеристики, чтобы достичь максимальной эффективности и гибкости в обработке деталей.

### Библиографический список

1. Б.И. Черпаков. Технологическая оснастка. – М.: Академия, 2012. – 288 с. (дата обращения: 05.09.2024).
2. Л.И. Вереина, М.М. Краснов. Устройство металлорежущих станков. – М.: Академия, 2012. – 432 с. (дата обращения: 07.09.2024).
3. Т.А. Багдасарова. Технология фрезерных работ. – М.: Академия, 2012. – 128 с. (дата обращения: 09.09.2024).
4. Ю.В. Петраков, О.И. Драчев. Автоматическое управление процессами резания (+ CD-ROM). – М.: ООО "ТНТ", 2012. – 408 с.
5. В.Л. Косовский. Справочник молодого фрезеровщика. – М.: Высшая школа, 1985. – 240 с. (дата обращения: 11.09.2024).
6. Л.И. Вереина. Фрезеровщик. Оборудование и технологическая оснастка. – М.: Академия, 2008. – 64 с. (дата обращения: 13.09.2024).
7. П.П. Серебrenицкий, А.Г. Схиртладзе. Краткий справочник станочника. – М.: Дрофа, 2008. – 656 с. (дата обращения: 15.09.2024).
8. Л.И. Вереина, М.М. Краснов. Справочник станочника. – М.: Академия, 2008. – 560 с. (дата обращения: 17.09.2024).
9. В.Л. Сосонкин, Г.М. Мартинов. Программирование систем числового программного управления (+ CD-ROM). – М.: Логос, Университетская книга, 2008. – 344 с. (дата обращения: 19.09.2024).
10. Л.И. Вереина. Фрезеровщик. Технология обработки. – М.: Академия, 2009. – 64 с. (дата обращения: 21.09.2024).
11. П.Ю. Бунаков, Э.В. Широких. Сквозное проектирование в машиностроении. Основы теории и практикум. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 128 с. (дата обращения: 23.09.2024).
12. Производители деревообрабатывающих станков и оборудования // Продуктцентр.ру. [Электронный ресурс] URL: <https://productcenter.ru/producers/catalog-dierievoobrabatyvaiushchie-oborudovaniie-209> (дата обращения: 25.09.2024).