

Разновидности современных фрезерных станков

© Н. Л. Дорофеева, А. И. Шелехова

*Иркутский национальный исследовательский технический университет,
г. Иркутск, Российская Федерация*

Аннотация. Создание современной инновационной продукции требует от производителей внедрения новых современных методов обработки металлических деталей. Для того чтобы успешно внедрять новые разработки, необходимо знать текущий уровень техники в данной области, а также каким способом необходимо обрабатывать металлическую поверхность для получения требуемого качества. Одним из способов обработки металлических поверхностей является процесс фрезерования. В статье приводится анализ факторов, влияющих на качество обработки поверхности металлических деталей, показано, что процесс фрезерной обработки металла должен быть определен в зависимости от стадии и назначения деталей. В статье представлены все способы фрезерной обработки, виды и классификации современных фрез, используемых при изготовлении машиностроительных деталей и поверхностей. Показано, что развиваются новые методы фрезерной обработки, связанные со специализированной обработкой заготовок, применением автоматизированных способов обработки металла и создания станков с числовым программным управлением. Для увеличения производительности и повышения качества выпускаемой продукции необходимо не только активно внедрять в производство современные технологии, но и совершенствовать имеющиеся, которые являются основой любого металлообрабатывающего производства.

Ключевые слова: фрезерная обработка металла, классификация фрез, классификация фрезерных станков

Varieties of modern milling machines

© Natalia L. Dorofeeva, Anastasia I. Shelekhova

*Irkutsk National Research Technical University,
Irkutsk, Russian Federation*

Abstract. The creation of modern innovative products requires manufacturers to introduce new modern methods of processing metal parts. In order to successfully implement new developments, it is necessary to know the current state of the art in this area, as well as how to process a metal surface to obtain the required quality. One of the ways to process metal surfaces is the milling process. The article provides an analysis of the factors affecting the quality of surface treatment of metal parts; it is shown that the process of metal milling should be determined depending on the stage and purpose of the parts. The article presents all the methods of milling, types and classifications of modern cutters used in the manufacture of machine-building parts and surfaces. It is shown that new methods of milling processing are being developed, associated with specialized processing of workpieces, the use of automated metal processing methods and the creation of machine tools with numerical control. To increase productivity and improve the quality of products, it is necessary not only to actively introduce modern technologies into production, but also to improve the existing ones, which are the basis of any metalworking production.

Keywords: metal milling, milling cutter classification, milling machine classification

Многозубчатые инструменты, используемые для снятия лишнего материала с изготавливаемой детали, называются фрезами и устанавливаются на фрезерные станки. К механическим процессам вытачивания и доработки материалов относится фрезерная обработка металлов. Это процесс, при котором используются вращающиеся режущие инструменты, фрезы или фрезеры. Чаще всего металлическая заготовка устанавливается и прикрепляется к станине с поступательным движением, при поступательном движении обрабатываемая заготовка сопри-

касается с фрезой, послойно удаляющей лишний материал [1–4].

Уже в XVII–XVIII вв. в Австрии и Германии была известна инструментальная обработка материалов. Требования, предъявляемые к фрезеровочным станкам, заключаются в наличии крепкой и прочной основы и точно выверенной подшипниковой системы с радиально-упорными подшипниками, изобретенными еще во времена Леонардо да Винчи. Патент же на изобретение фрезерного станка в 1818 году подал англичанин сэр Э. Уитни.

На рис. 1 показана классификация современных фрезерных станков по типу обработки деталей и заготовок.

Так как отличительные особенности фрезерных установок заключаются в различном креплении обрабатываемых деталей к станине и положении шпинделя по отношению к заготовкам, первоначальная классификация подразделяла фрезеровочные станки на станки, использующие вертикальную и горизонтальную обработку заготовок. Использование универсальных станков позволяет производить фрезеровочную обработку деталей в разном направлении и под различными углами [5–8].

Также существуют классификации фрезе-

ровочных станков:

1). По виду обрабатываемых материалов. Сюда включаются металлы разной прочности, дерево и даже фрезы, используемые в стоматологии;

2). По виду используемых фрез;

3). Локально, по видам производимых изделий.

Кроме того, существуют концевая, торцевая, фасонная и периферийная фрезеровочная отделка деталей [10, 11].

Режущие лезвия концевых фрез устанавливаются на торцах и цилиндрических плоскостях фрезеровочных установок.

На рис. 2 показаны виды концевого фрезерования.



Рис. 1. Классификация фрезерных станков по типу обработки заготовок

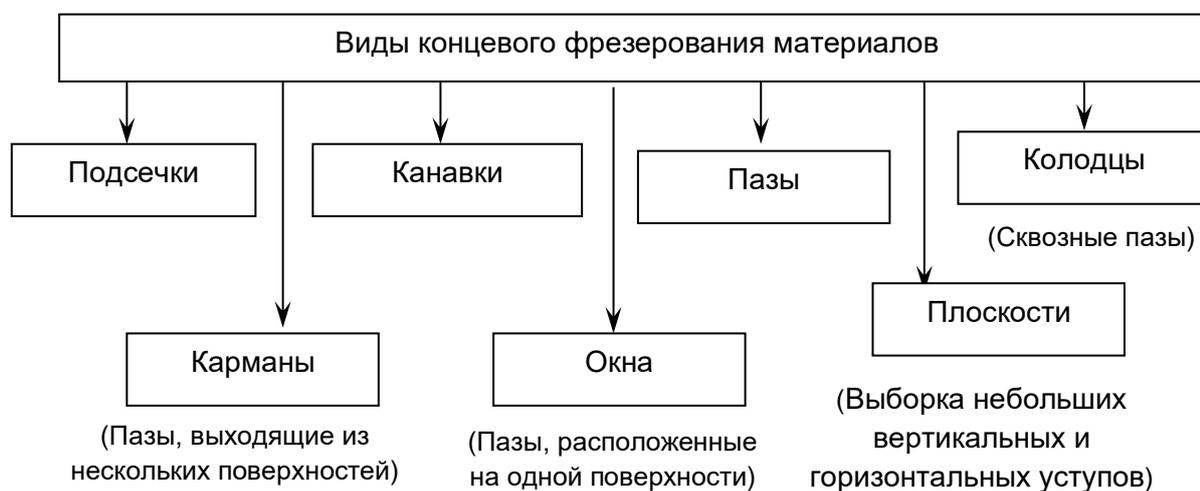


Рис. 2. Виды концевго фрезерования материалов

Торцевое фрезерование позволяет обрабатывать большие плоскости, а фасонное фрезерование заготовок выпускать профильные изделия (шестеренки, червячные соединения, рамы для картин и окон). Фрезы, установленные и закрепленные в одной обойме, позволяют повысить продуктивность фрезеровочной обработки плоскостей. Дисковые фрезы резать заготовки на части. Также фреза может быть затылованной, сохраняющей конфигурацию профиля задних режущих кромок при повторном затачивании (точится со стороны передней поверхности) и незатылованной, остроконечной формы (затачиваемой со стороны задней поверхности).

Еще одна классификация станков характеризуется направлениями вращения фрезы и движения заготовки. При попутном (под зуб) фрезеровании направления вращений фрез и подачи заготовок совпадают, заготовки подминаются фрезами, образуя очень гладкую поверхность, но при необходимости произвести глубокий срез велика вероятность получения бракованного изделия. На таких станках обычно проводится окончательная обработка металла. При встречном фрезеровании (на зуб) вращение фрез и движение заготовок направлены навстречу друг другу. Это дает увеличение производительности станка, резко снижает вероятность иметь бракованное изделие, но на выходе получается более шероховатая поверхность. На таких станках обычно проводится предварительная обработка материала [13, 14].

Немаловажной характеристикой фрезе-

ровочных станков является их класс точности, обеспечению которого способствует подключение к станку систем числового программного управления (ЧПУ), позволяющее придавать изделиям сложные геометрические формы и приводящее к увеличению производительности станков [12]. Высокотвердые металлы режут минералокерамическими фрезами и фрезами из сверхтвердых синтетических материалов. При обработке изделий такими фрезами нет необходимости в последующем шлифовании [16].

Машиностроительные детали имеют, как правило, сложные поверхности. Фрезеровочные станки, используемых для их изготовления, можно разделить на классы:

- 1). Станки общего назначения, прерывного (консольная, безконсольная, продольная фрезеровочная обработка деталей) действия;
- 2). Фрезеровочные станки непрерывного действия (барабанная или карусельная обработка больших поверхностей);
- 3). Специализированные станки, производящие копировально-фрезерную, шлице- и зубофрезерную, резьбовую и шпоночную обработку деталей.

На размеры фрезеровочных установок влияют размеры обрабатываемых изделий, рабочей площади поверхности стола, схемы расположения шпинделя и фрез.

В заключение отметим, что от производителя в наше время требуется внедрение новых технологий. Надо разрабатывать обрабатывающее металл оборудование, способ-

ное выполнять специализированные и многоуровневые работы [17, 18]. В частности, применение широкопрофильных многокоординатных обрабатывающих центров, таких как немецкие центры комплексной обработки

DMU [9, 15], содействует совершенствованию классических способов обработки металлических поверхностей при изготовлении машиностроительных деталей сложных форм и поверхностей.

Список источников

1. Razumov M. S., Gladyshev A. O., Yatsun E. I., Zinovkin A. A., Zubkova O. S. Selection of rational geometrical parameters of profile of moment transmitted connections // *Metallurgical and Mining Industry*. 2015. Vol. 7. No. 8. P. 512-516.
2. Budak E., Tunc L. T., Alan S., Özgüven H. N. (2012) Prediction of Workpiece Dynamics & its Effects on Chatter Stability in Milling. *CIRP Annals*, 61 (1), 339–342.
3. Бирбраер Р., Аникин В. Развитие базовых принципов механической обработки деталей на современном оборудовании // *Умное производство*. 2009. № 1. С. 12–20.
4. Власенков А. В., Умнов В. П. Высокоскоростное фрезерование – основа построения современных технологических систем автоматизированной обработки деталей сложной формы // *Проблемы машиностроения и автоматизации*. 2010. № 4. С. 105–108.
5. Savas V., Ozay C. Analysis of the surface roughness of tangential turn-milling for machining with end milling cutter // *Journal of Materials Processing Technology*. 2007. Vol. 186. No. 1-3. P. 279-283.
6. Bravo U., Altuzarra O., Lopez Lacalle L. N., Sanchez J. A., Campa F. J. (2005) Stability Limits of Milling Considering the Flexibility of the Workpiece & the Machine. *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 45 (15), 1669–1680.
7. Гимадеев М. Р., Стельмаков В. А. Исследование параметров шероховатости при фрезеровании поверхностей с различными углами наклона концевой сферической фрезы // *Информационные технологии XXI века: сборник научных трудов*. Хабаровск: Тихоокеанский государственный университет, 2019. С. 410–419.
8. Демидов А. В., Махжуб У., Попова О. И., Попова М. И. Математическое моделирование процесса фрезерования червячных колес // *Высокие технологии в строительном комплексе*. 2020. № 1. С. 76–81.
9. Thevenot V., Arnaud L., Desein G., Cazenave-Larroche G. (2006) Integration of Dynamic Behavior Variations in the Stability Lobes Method: 3D Lobes Construction & Application to Thin-Walled Structure Milling. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 27 (7–8), 638–644.
10. Малышев Е. Н., Колесников И. А. Исследование шероховатости поверхности при контурном фрезеровании // *Journal of Advanced Research in Technical Science*. 2019. No. 15. С. 39-42.
11. Хоменко В. А., Черданцев А. О., Черданцев П. О. Оптимизация операции торцового фрезерования по критерию максимальной производительности на основе имитационного моделирования // *Ползуновский вестник*. 2015. № 2. С. 49–54.
12. Волков Д. И., Кожина С. М. Влияние покрытий режущего инструмента на оптимальные по стойкости режимы обработки при концевом фрезеровании титановых сплавов // *Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П. А. Соловьева*. 2020. № 3 (54). С. 62–69.
13. Бешевли О. Б., Дуюн Т. А. Оптимизация технологических параметров при фрезеровании баббита в условиях ремонтной обработки опорной поверхности скольжения крупногабаритных подшипников // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В. Г. Шухова*. 2016. № 8. С. 142–147.
14. Кудряшов Е. А., Смирнов И. М. Скоростное фрезерование резьбы вращающимися резцами // *Обработка металлов. Технология. Оборудование. Инструменты*. 2013. № 1 (58). С. 4–8.
15. Кузьменко А. П., Моделирование режущих кромок дисковой фрезы с переменным радиусом предназначенной для обработки РК-профильных валов // *Известия Юго-Западного государственного университета*. 2012. № 1(40). С.116–120.
16. Кудряшов Е. А., Смирнов И. М. Эффективная работа инструмента из композита при скоростном фрезеровании резьбы // *Обработка металлов. Технология. Оборудование. Инструменты*. 2013. № 2 (59). С. 25–32.
17. Болотеин А. Н., Кордюков А. В. Назначение режимов фрезерования пазов специальными концевыми фрезами с применением методов компьютерного моделирования // *Вестник Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П. А. Соловьева*. 2020. № 2 (53). С. 76–81.
18. Гермашев А. И. Влияние осевой глубины резания на шероховатость поверхности при высокоскоростном фрезеровании тонкостенных деталей // *Наука и техника*. 2021. Т. 20. № 2. С. 127–131.

Информация об авторах / Information about the Authors

Наталья Леонидовна Дорофеева,
кандидат технических наук, доцент,
кафедра «Механика и сопротивление
материалов»,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
dorofeeva@istu.edu

Анастасия Игоревна Шелехова,
бакалавр группы ГСХБ-22-1,
Институт архитектуры, строительства и дизайна,
Иркутский национальный исследовательский
технический университет,
664074, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83,
Российская Федерация,
sheleh.ananas@yandex.ru

Natalia L. Dorofeeva,
Cand. Sci. (Technics), Associate Professor,
Mechanics and Strength of Materials Department,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
dorofeeva@istu.edu

Anastasia I. Shelekhova,
Bachelor,
Institute of Architecture, Construction and Design,
Irkutsk National Research Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk 664074,
Russian Federation,
sheleh.ananas@yandex.ru