

## УДК 53.084.823

### Подготовка учебных материалов для выполнения курсового проектирования

Горлов Вячеслав Сергеевич

*Студент 6 курса*

*кафедра «Инструментальная техника и технологии»*

*Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Д.В. Виноградов,*

*кандидат технических наук, доцент кафедры «Инструментальная техника и технологии»*

В современной промышленности используют фрезы с криволинейной режущей кромкой [1], которые позволяют разделять стружку по ширине и увеличивают среднюю толщину срезаемого слоя. Это позволяет снизить силы резания [2–4], действующие на фрезу и заготовку и повысить подачу на зуб [5], что ведет к увеличению производительности обработки.

Однако такие фрезы относят к черновым, т.к. считается, что они не обеспечивают требований по шероховатости обработанной поверхности [6, 7]. Для исследования возможностей фрез с криволинейной режущей кромкой в части обеспечения низкой шероховатости обработки была разработана расчетная программа, позволяющая аналитически определить геометрическую шероховатость поверхности, обработанной такой фрезой.

Фрезы с криволинейной режущей кромкой классифицируются следующим образом:

1. **Концевые фрезы** – имеют хвостовик и бывают:
  - С **цилиндрическим хвостовиком** (гладкий, фиксируемый)
  - С **коническим хвостовиком** (Конус Морзе)
2. **Насадные фрезы** – крепятся на шпиндель через посадочное отверстие, бывают:
  - **Торцовые**
  - **Цилиндрические**
3. **Фрезы со сменными головками** – используются с креплением через:
  - **Коническую резьбу**
  - **Цилиндрическую резьбу**

В данной работе рассматривалось фрезерование фрезой с волнистой режущей кромкой. Такой инструмент позволяет улучшить условия резания за счёт изменения характера контакта зуба с поверхностью, но при этом приводит к образованию сложной ячеистой структуры на обработанной поверхности.

Для анализа полученной шероховатости была разработана программа, вычисляющая параметр  $R_a$ , который обозначает среднее арифметическое отклонение профиля. В основе программы лежит математическая модель, учитывающая геометрию режущих кромок, траекторию перемещения фрезы и режимы резания.

Для проверки корректности работы программы сначала была выполнена её верификация на основе 3D-моделирования. Смоделированная структура поверхности после фрезерования была проанализирована, и расчётные значения параметра совпали с результатами цифровой модели.

После этого был проведён натурный эксперимент. Фрезерование выполнялось в реальных условиях с заданными режимами обработки, после чего параметры шероховатости измерялись с помощью профилометра. Анализ экспериментальных данных показал, что результаты, полученные с помощью программы, соответствуют реальным значениям шероховатости, что подтверждает её работоспособность и точность.

Разработанная программа позволяет достоверно определять параметры шероховатости поверхности, обработанной фрезой с криволинейной режущей кромкой.

### **Литература**

1. Потапова, М. С. Обзор фрез с криволинейной режущей кромкой / М. С. Потапова, Д. В. Виноградов // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2014. – № 11. – С. 21-33. – DOI 10.7463/1114.0740472.

2. Мелкерис, Т. В. Определение силы резания для криволинейного сечения срезаемого слоя / Т. В. Мелкерис, Д. В. Виноградов // Наука и

образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2014. – № 12. – С. 124-135. – DOI 10.7463/1214.0745856.

3. Виноградов, Д. В. Исследование сил резания при криволинейном сечении срезаемого слоя / Д. В. Виноградов // XLVI Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых — пионеров освоения космического пространства. Королёвские чтения 2022 : XLVI Академические чтения по космонавтике, Москва, 25–28 января 2022 года. Том 4. – Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2022. – С. 99-102.

4. Виноградов, Д. В. Равномерность фрезерования фрезами с волнистой режущей кромкой / Д. В. Виноградов // Будущее машиностроения России : Сборник докладов Двенадцатой Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов (с международным участием), Москва, 24–27 сентября 2019 года. – Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2019. – С. 38-41.

5. Матасова, Е. Ю. Корректировка подачи при фрезеровании криволинейных поверхностей / Е. Ю. Матасова, Д. В. Виноградов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2019. – № 10(715). – С. 14-24. – DOI 10.18698/0536-1044-2019-10-14-24.

6. Потапова, М. С. Высота неровностей на поверхности после обработки фрезой с волнистой режущей кромкой / М. С. Потапова, Е. Ю. Матасова, Д. В. Виноградов // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2016. – № 7(676). – С. 19-27.

7. Виноградов, Д. В. Равномерность фрезерования фрезами с волнистой режущей кромкой / Д. В. Виноградов // Будущее машиностроения России : Сборник докладов Двенадцатой Всероссийской конференции молодых ученых и специалистов (с международным участием), Москва, 24–27 сентября 2019 года. – Москва: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), 2019. – С. 38-41.