

В результате исследования нами были сделаны следующие выводы:

1) при вращении волоки с частотой 100 об/мин накопленная пластическая деформация практически выравнивается по сечению, способствует улучшению структуры металла проволоки и снижению обрывности при волочении;

2) величина напряжений пластического течения металла при вращении волоки повышается на 10 МПа, что повышает механические характеристики проволоки и повышению качества конечной продукции.

#### Литература

1. Совершенствование режимов деформации и инструмента при волочении круглой проволоки: монография / В. А. Харитонов [и др.]. – Магнитогорск : Изд-во Магнитогор. гос. техн. ун-та им. Г. И. Носова, 2011. – 174 с.
2. Тимошпольский, В. И., Применение вращающейся волоки в метизном производстве РУП «Речицкий метизный завод» / Тимошпольский В. И. [и др.]. // Литье и металлургия. – 2006. – № 2-2 (38).
3. Петрусевич, В. А. Оценка влияния диаметра проволоки на эффективность применения вращающихся волок / В. А. Петрусевич // Беларусь в современном мире : материалы XIV Междунар. науч. конф. студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. Гомель, 13–14 мая 2021 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого; под общ. ред. В. В. Кириенко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2021. – С. 274–277.
4. Петрусевич, В. А. Оценка влияния частоты вращения волоки на параметры процесса при волочении стали / В. А. Петрусевич // Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления : материалы XXI Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Гомель, 22–23 апр. 2021 г. : в 2 ч. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого ; под общ. ред. А. А. Бойко. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2021. – Ч. 1. – С. 100–104.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ НА ТОЧНОСТЬ ОБРАБОТКИ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ КОНЦЕВЫМИ ФРЕЗАМИ**

**А. Г. Мякенький**

*Учреждение образования «Гомельской государственной технической  
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель: д-р техн. наук, проф. М. И. Михайлов

При обработке деталей под действием силы резания возникают пластические деформации в конструкции детали и упругие деформации инструмента, что существенно снижает точность обработки. Минимизация возникающих деформаций за счет режимов резания приводит к тому, что увеличивается длительность обработки.

Оптимизация технологических условий обработки деталей включает решение различных технологических, экономических, конструкторских и организационных задач и используется при проектировании технологического процесса (операции, перехода). Оптимизация базируется на ранее накопленном производственном или научно-экспериментальном опыте, систематизированном в виде нормативов, стандартов, рекомендаций [1], [2]. Используемые при оптимизации операций резания издания общемашиностроительных нормативов являются довольно грубым приближением к действительности, а оценка рекомендуемых режимов резания лежит в широком доверительном интервале.

Компьютерное моделирование процессов резания с применением CAE-систем позволит определить оптимальные значения режимов резания.

Исследования производились с использованием модулей программы КОМПАС-3D, для расчетов деформаций в режущем инструменте при концевом фрезеровании угловой поверхности из стали 40X.

На рис. 1 приведена схема, используемая в работе [1], поясняющая расчет толщин срезаемого слоя и сил резания при концевом фрезеровании. На схеме режущая кромка представлена при обработке уступа с шириной  $B$  (размер, параллельный оси фрезерования) и глубиной резания  $t$  (размер перпендикулярный оси). Кинематическими параметрами являются величины: частота вращения фрезы  $n$ , подача  $S$ .

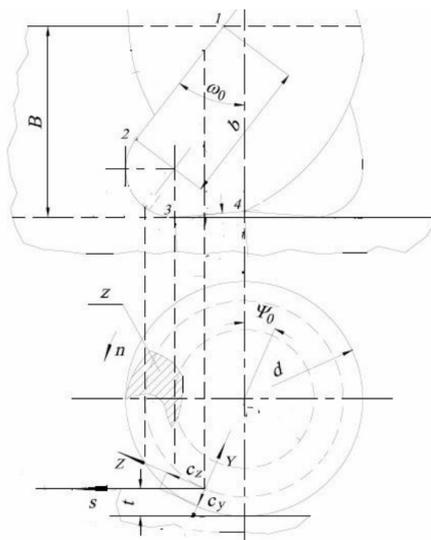


Рис. 1. Схема расчета кинематических параметров и сил резания

Для оценки погрешности обработки вызываемой деформацией режущего инструмента проведены исследования влияния сил резания и обрабатываемой заготовки на величину упругих деформаций инструмента при обработке одним и двумя зубьями (рис. 2).

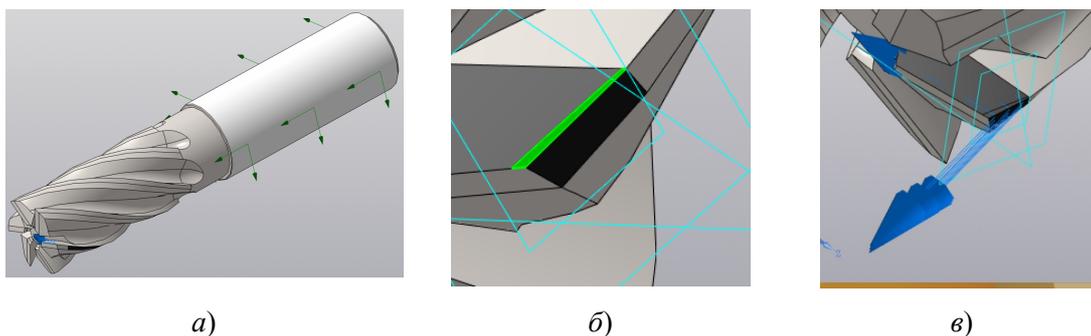
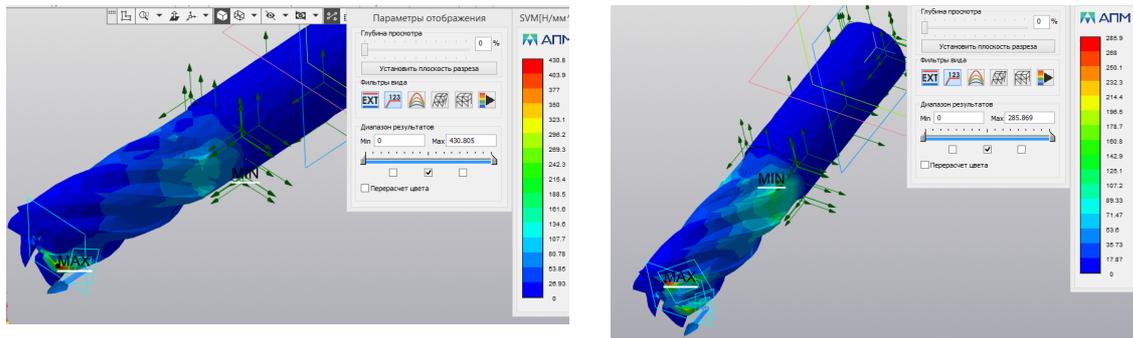


Рис. 2. Схемы закрепления и нагружения фрезы

На рис. 3 и 4 представлены результаты расчетов суммарных напряжений и перемещений.



а)

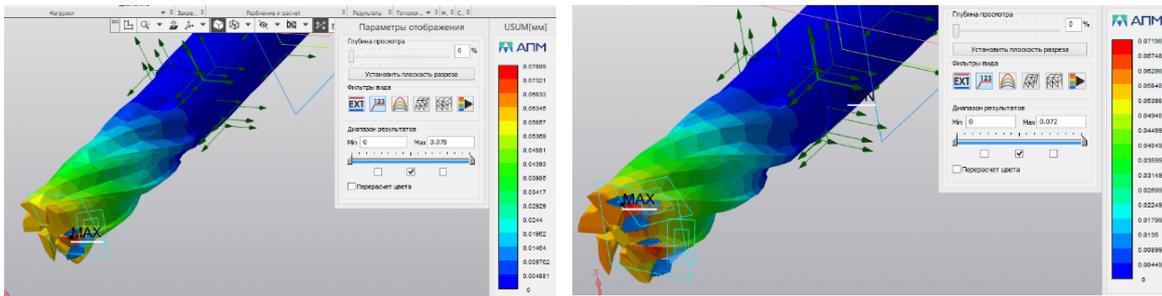
б)

Рис. 3. Картина распределения суммарных напряжений концевой фрезы

Как видно на рис. 3, характер распределения суммарных напряжений переменный. Вдоль режущей кромки на расстоянии 13 мм расположена зона максимальных напряжений, дальше уровень напряжений уменьшается и возрастает на конце режущей кромки.

При сравнении максимальных значений суммарных напряжений установлено, что напряжения при обработке одним зубом в 1,506 раза больше, чем при обработке двумя.

Характер распределения суммарных перемещений представлен на рис. 4.



а)

б)

Рис. 4. Картина распределения суммарных перемещений концевой фрезы

Вдоль режущей кромки от основания к краю режущего инструмента суммарные перемещения пропорционально уменьшаются.

При сравнении максимальных значений суммарных перемещений установлено, что перемещения при обработке одним зубом в 1,084 раза больше, чем при обработке двумя.

Перемещения инструмента приводит к образованию волнистости на обработанной поверхности и искривлению направляющей поверхности детали (рис. 5).

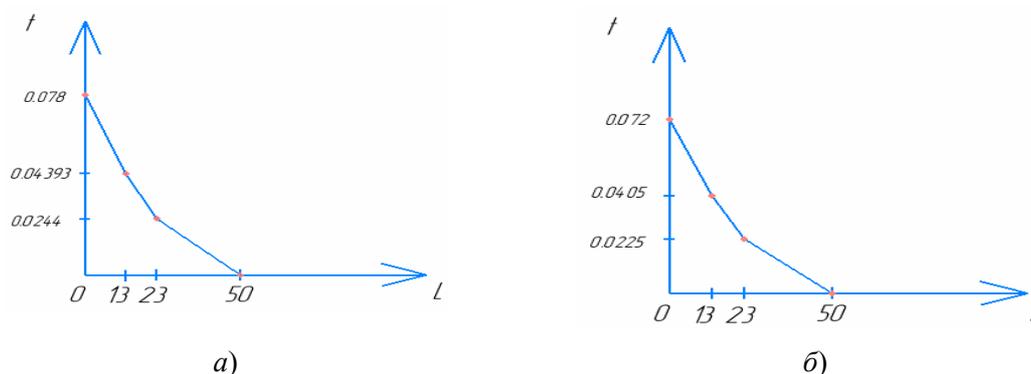


Рис. 5. Графики перемещений концевой фрезы относительно обработанной поверхности

Таким образом, была разработана методика расчета сил при фрезеровании концевыми фрезами деталей из стали марки 40Х.

Полученная математическая модель позволяет определять допустимые значения напряжений режущего инструмента и перемещений. Получены зависимости влияния режимов резания на точность обрабатываемой детали, которые позволяют определять их оптимальные значения по критериям деформации детали и режущего инструмента и требуемой точности обработки.

#### Литература

1. Грубый, С. В. Обоснование условий фрезерования карманов в корпусных деталях из алюминиевых сплавов / С. В. Грубый, А. М. Зайцев // Наука и образование : МГТУ им. Н. Э. Баумана. – Режим доступа: <http://engineering-science.ru/doc/709770.html>. – Дата доступа: 19.02.2019.
2. Старков, В. К. Физика и оптимизация резания материалов / В. К. Старков. – М. : Машиностроение, 2009. – 640 с.