

филя и, следовательно, повышение универсальности инструмента. Например, при $z=1$ и $p=2$ формируется трехгранная поверхность с выпуклыми гранями.

Значение i определяет форму граней, а произведение iz – их количество. Так, если $i=1$, то формируются профили 1.1, 2.2, 3.3 с числом граней $m=z$, очерченных по окружности, радиус r которой определяется уравнением (7). При $i=2$ независимо от z на заготовке обрабатывается четное число граней (профили 2.1, 4.2, 6.3), очерченных по эллипсу (9). За счет выбора диаметра d инструмента при необходимости они с требуемой точностью могут приближаться к плоским граням.

Независимо от конструкции головки при $1 \leq i < 2$ обработанные поверхности имеют выпуклые, а при $i > 2$ вогнутые грани. В каждом конкретном случае диаметр инструмента и геометрия его режущих зубьев определяется в зависимости от допускаемого изменения их рабочих углов и отклонения обработанных граней от заданной формы.

Для реализации схемы профилирования по рис. 1, r создан инструмент охватывающего типа, который с образцами обработанных им на станке модели ВС50 деталей показан на рис. 3, б. Он оснащен одним резцом 2, закрепленным в корпусе 1, поэтому им возможна обработка деталей с профилями типов 1'.1, 1'.2, 1'.3 и др. (рис. 4, б). В общем случае он может быть оснащен несколькими резцами (см. рис. 4, б, инструменты типов 2' и 3').

Управление формой поперечного сечения обработанной поверхности достигается за счет параметров i , z , и R . Например, при $i=1$ (профили 1'.1, 1'.2, 1'.3) обработанные грани спрофилированы по окружности, при $i=2$ (профили 1'.2, 2'.4, 3'.6) – по эллипсу. При $i < 2$ обрабатываются поверхности с вогнутыми, а при $i \geq 2$ с выпуклыми гранями. Однорезцовая головка позволяет обрабатывать также сопряженные наружные и внутренние многогранные поверхности профильного моментопередающего соединения с выпуклыми гранями. В общем случае количество резцов в головке определяется исходя из зависимости (1).

Таким образом, схемы обработки многогранных поверхностей, основанные на применении циклоидальных кривых, обладают высокой универсальностью по форме обрабатываемых поверхностей и реализуются на отечественных станках, что позволяет более широко применять профильные моментопередающие соединения в конструкциях машин и механизмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данилов В.А. Формообразующая обработка сложных поверхностей резанием. – Мн.: «Наука и техника», 1995. – 264 с. 2. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. – М.: Наука, 1997. – 870с. 3. Карелин Н.М. Бескопирная обработка цилиндрических деталей. – М. Машиностроение, 1966. – 187 с. 4. Данилов В.А., Данилова Л.А. Кинематическое формирование производящих линий поверхности при обработке резанием на базе циклоидальных кривых // Вестник Полоцкого государственного университета, серия В "Прикладные науки". – №12. – 2004 – С. 44-53. 5. Данилов В. А. Новые технологии формообразования профильных и прерывистых поверхностей резанием // Инженер – механик. – 2003. – №3(20). – С. 26-31.

УДК. 621. 791

Дечко Э.М., Воронович А.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В ОБЛАСТИ КОНТАКТА ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ПЛАСТИН И КОРПУСОВ ФРЕЗ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Белорусский национальный технический университет

Интенсификация процессов резания при фрезеровании за счет применения высокоскоростных станков, увеличения режимов резания, объемов снимаемого припуска металла, использования новых инструментальных материалов и конструкций инструментов выявило ряд проблем, связанных с возрастанием центробежных сил в 3-10 раз, вызывающих раскрепление режущих пластин, кассет с пластинами и др.

Глубокие радиальные пазы, эксцентричные отверстия, дополнительные элементы крепежа, дисбаланс инструментальной оснастки и т.п. приводят к возникновению вибраций и напряжений, вызывающих разрушение корпусов и пластин инструмента. Эти проблемы возникают при работе торцовых и концевых фрез на частотах вращения шпинделя более 10000 об/мин [1].

Известны конструкции цельных и сборных фрез фирм Sandvik, ISKAR, Mitsubishi с различными формами режущей части и вариантами ее крепления, рис. 1...2.[2...5].

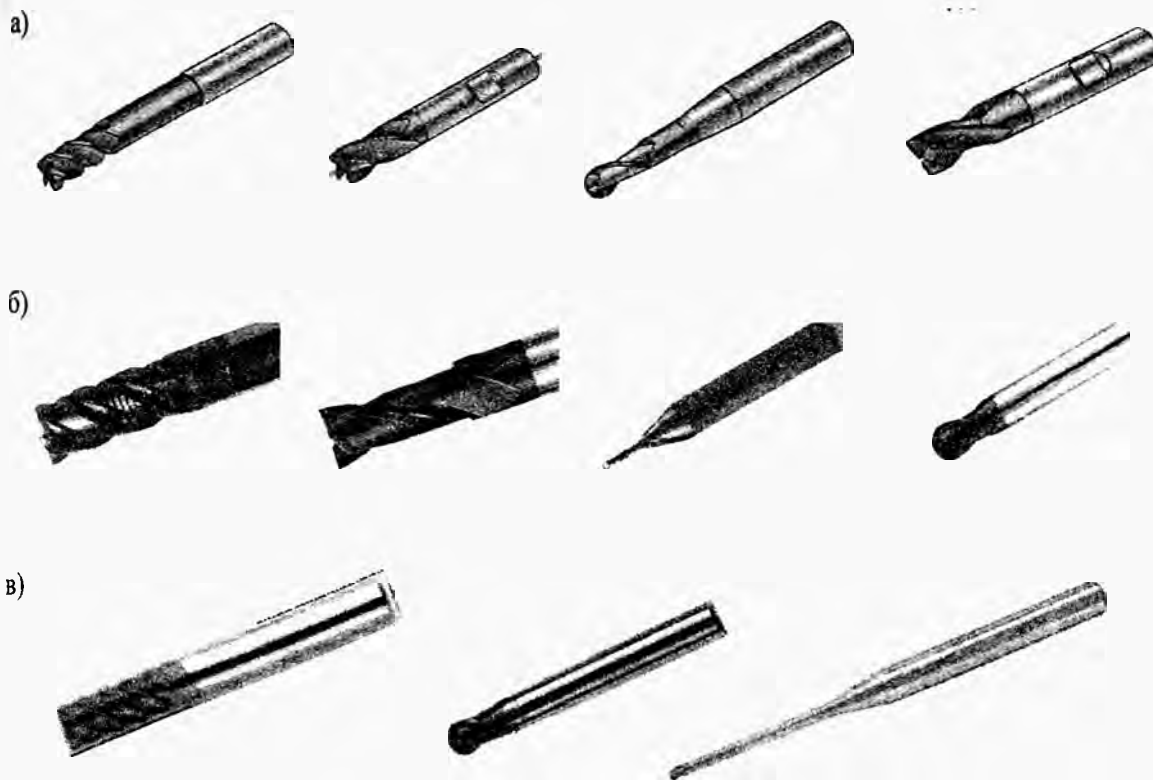


Рис. 1. Цельные твердосплавные фрезы фирм а) SANDVIK, б) ISKAR, в) MITSUBISHI

Для крепления рабочей части сборных концевых фрез (коронки) из твердого сплава используются различные соединения, рис. 2,а,б, в, г.

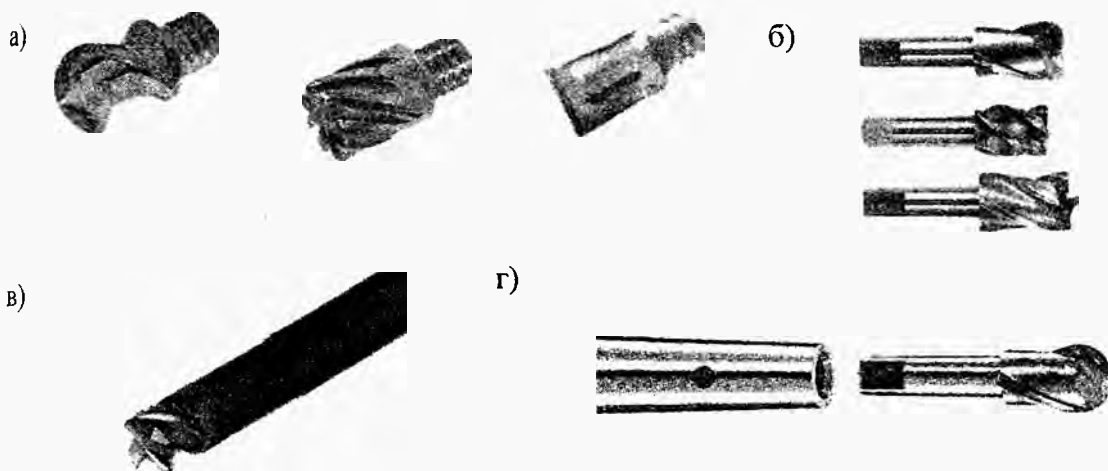


Рис. 2. Способы крепления коронок: а) коронки фирмы ISKAR; б) коронки фирмы NIKKEN; в) резьбовое крепление фирмы ISKAR; г) боковое крепление фирмы NIKKEN

Крепление пластинок твердого сплава осуществляется винтами, рис.3. На концевых фрезях малых диаметров пластинки крепятся винтами. Размещение прихватов практически не

используется. Пластины на рабочей части располагаются радиально (рис. 4,а), в том числе в диаметральном пазе корпуса (рис. 4,б), и тангенциально (рис. 5,в).

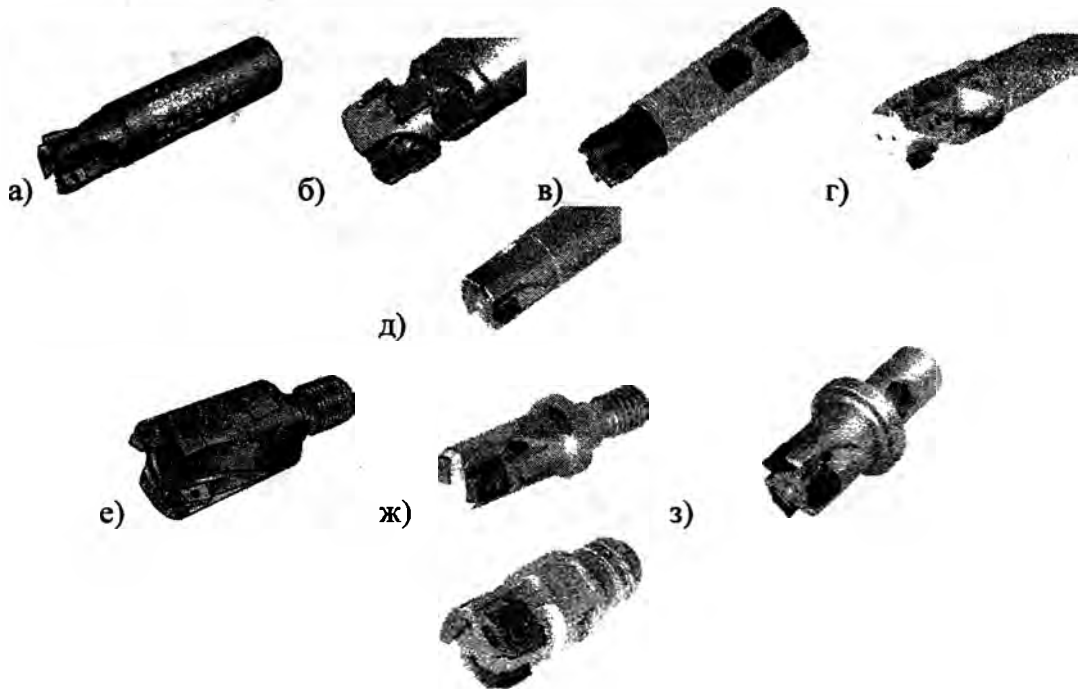


Рис. 3. Варианты крепления твердосплавных пластин на рабочей части концевой фрезы: а) радиальным расположением пластин SANDVIK ; б) фреза с тангенциальным расположением пластин фреза с удлиненной стружечной канавкой ISKAR; з) фреза с радиальным расположением пластин IS фреза с удлиненной стружечной канавкой ISKAR; е) крепление головки с метрической резьбой SANDVIK; ф) крепление головки с прямоугольной резьбой ISKAR; з) крепление головки с метрической резьбой ISKAR; и) крепление головки боковым зажимом ISKAR

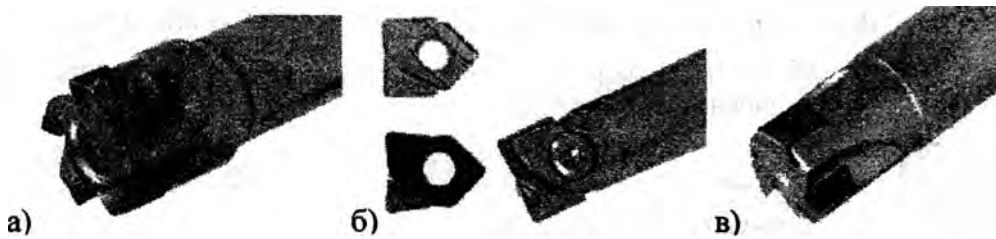


Рис. 4. Виды расположения пластин на концевых фрезах: а, б) радиальное расположение пластин; в) тангенциальное расположение пластин

Для проверки мнений об увеличении жесткости корпуса и разгрузке сердцевины концевой фрезы при тангенциальном расположении пластин проведены исследования 3D моделей концевых фрез с радиальным и тангенциальным расположением пластин.

Модели были импортированы в программу ANSYS Workbench, где были созданы сетки конечных элементов: тело фрезы 0,002м, пластина 0,0007м, винт 0,001м; поверхности гнезда под пластину и нагружаемая поверхность пластины – 0,0005м.

Винт крепления пластины затянут с силой 5000Н. Условно воздействие сил резания на пластину нагрузка принято 700Н, рис. 5.

Величины напряжений качественно оценивались по цвету области: чем «горячее», темнее, цвет тем больше напряжение и наоборот. Количественное значение оценивалось постаново-

кой «проб» ($3.5996e+007$), которые указывают значение напряжения в выбранной точке в паскалях.

а)

б)

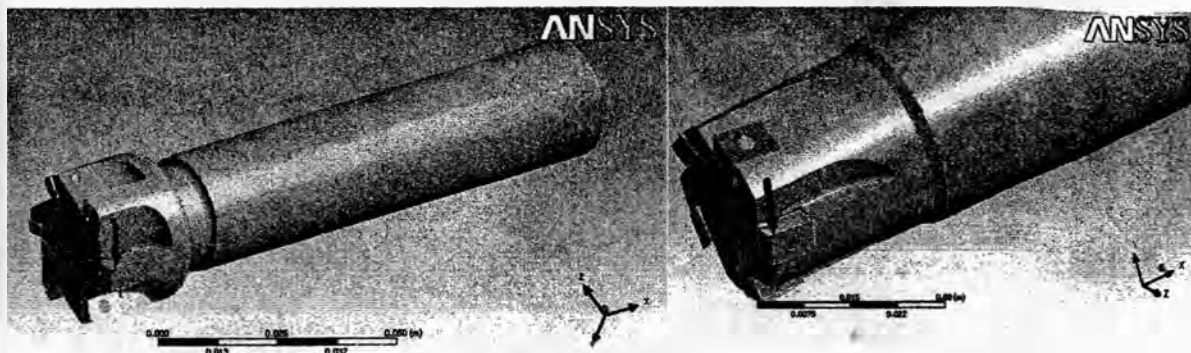


Рис. 5. Нагружение фрез в пакете ANSYS с расположением пластин: а) радиально; б) тангенциальным

Исследованы напряжения в различных зонах контактов корпуса, пластин и крепежного винта при радиальном и тангенциальном креплений: контакты пластин с корпусом по опорной плоскости и торцу; со стороны образующей цилиндра корпуса, в зоне винт-пластина и винт-корпус, рис. 6...13.

Установлены следующие величины напряжений:

1) радиальное крепление пластин: по опорной плоскости – 87...357МПа, рис. 8; по торцу – 18...157МПа, рис. 6; со стороны образующей цилиндра корпуса – 60...160МПа, рис. 7; в поверхностях гнезд, где находится винт 100...150 МПа, около винта – 300-357МПа

2) тангенциальное крепление пластин: по опорной плоскости – 70...71МПа, рис. 12; по торцу – 62...34МПа, рис. 10; со стороны образующей цилиндра корпуса – 8 до 70МПа, рис. 11; в поверхностях гнезд, где находится винт – 58МПа и на участках, близких к винту – 740МПа.



Рис. 6. Нагруженная пластина радиальной фрезы (торец)

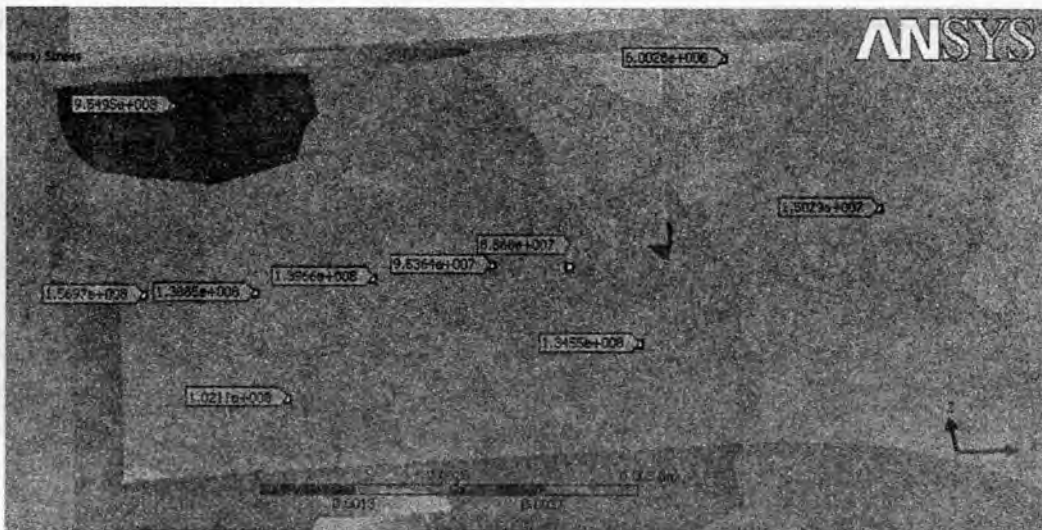


Рис. 7. Нагруженная пластина радиальной фрезы (боковая сторона)

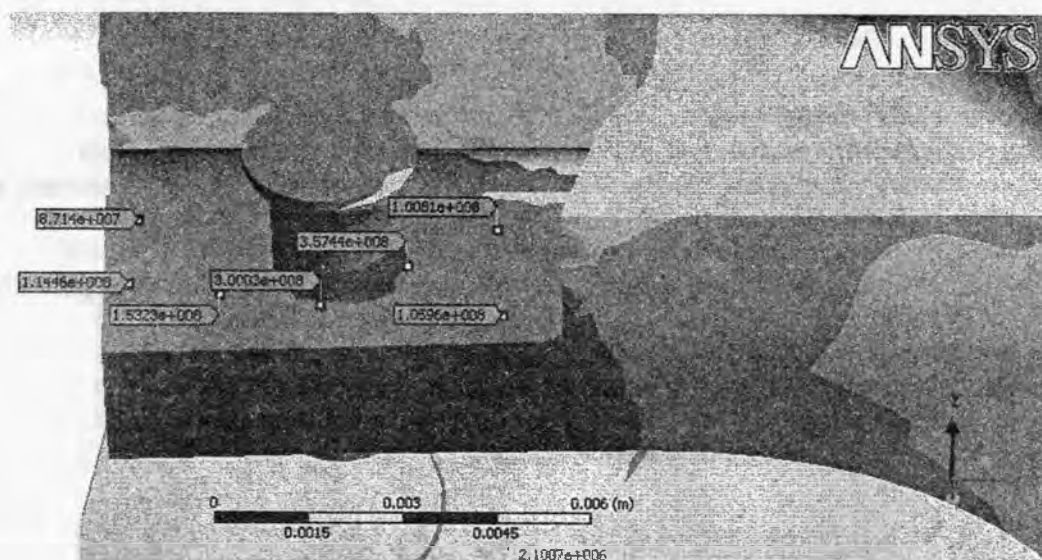


Рис. 8. Гнездо под пластину радиальной фрезы (пластина не показана)

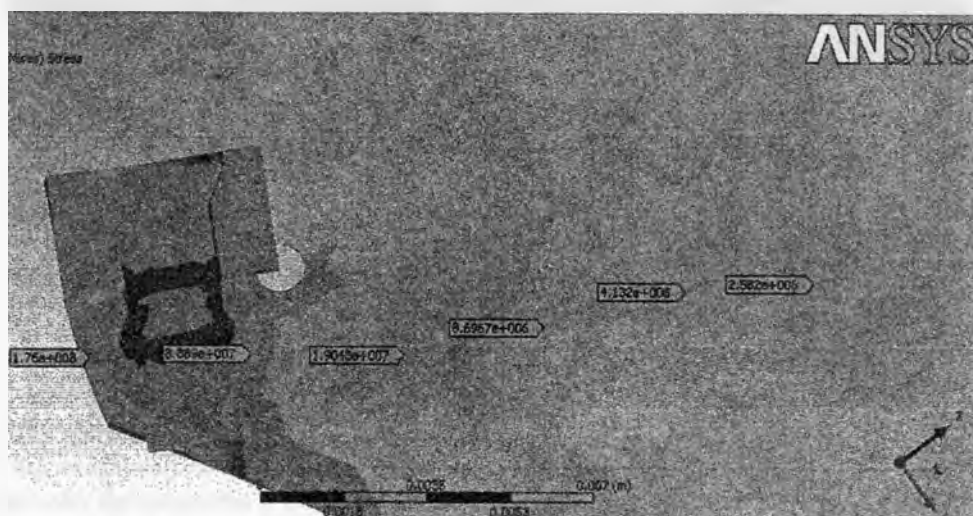


Рис. 9. Разрез перпендикулярно оси радиальной фрезы

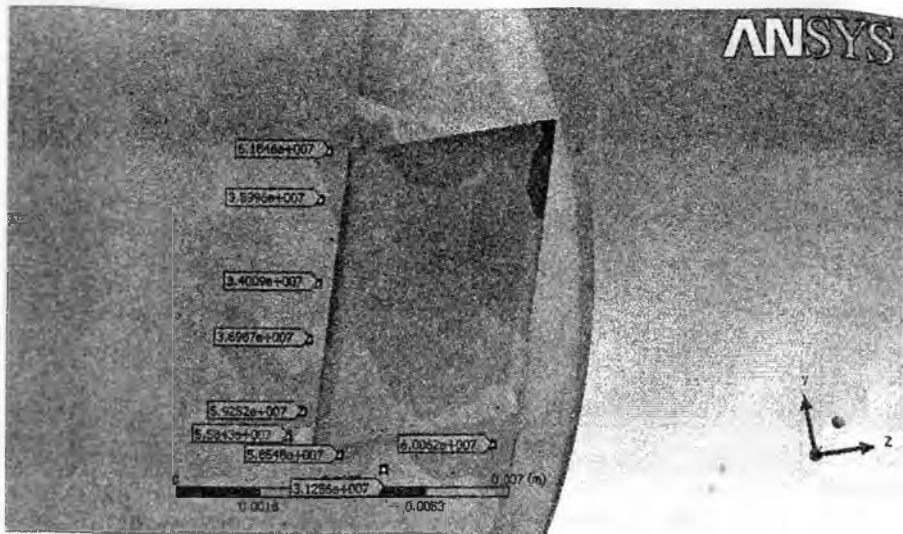


Рис. 10. Нагруженная пластина тангенциальной фрезы (торец)

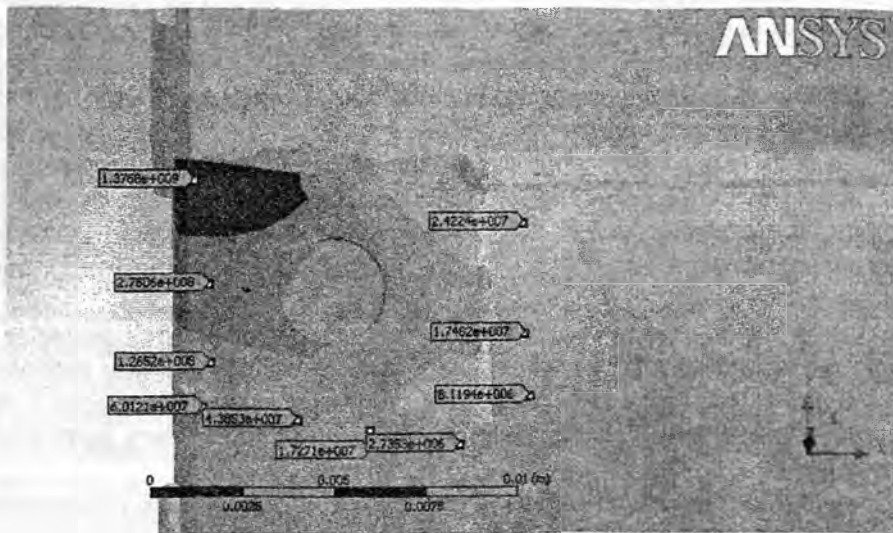


Рис. 11. Нагруженная пластина тангенциальной фрезы (боковая сторона)

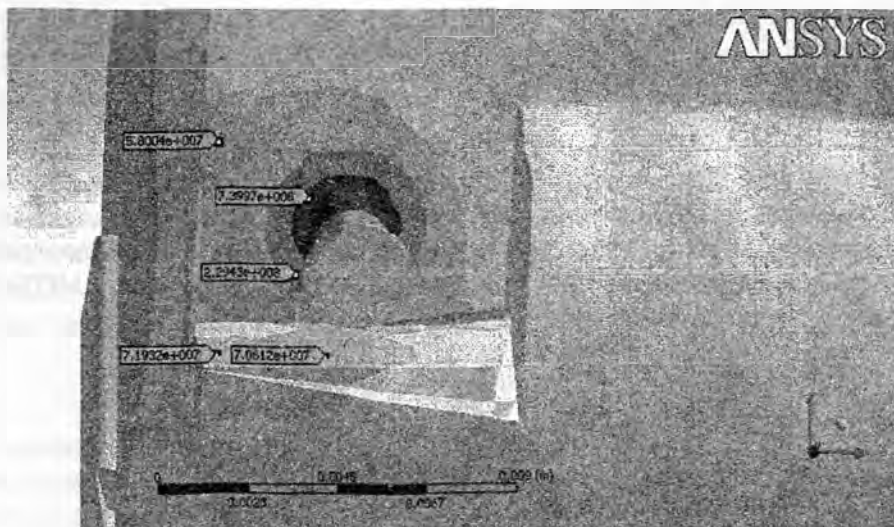


Рис. 12. Гнездо под пластину тангенциальной фрезы (без пластины)

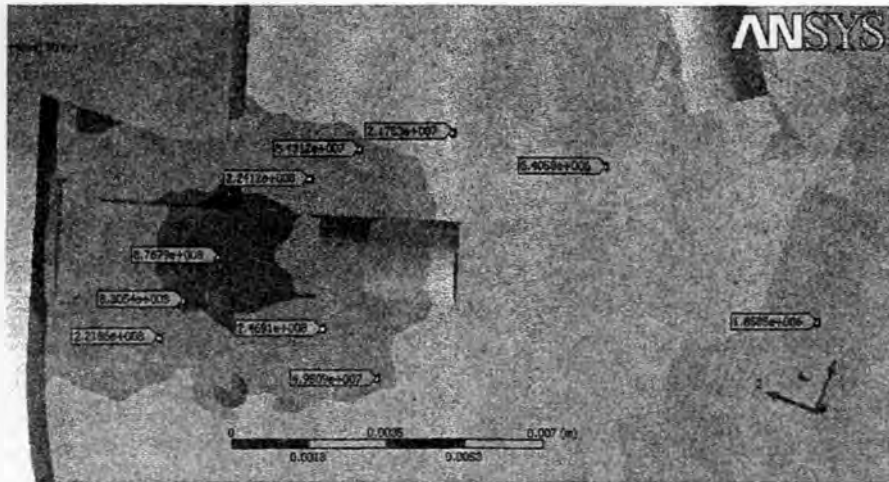


Рис. 13. Разрез перпендикулярно оси тангенциальной фрезы

Выводы.

1. Наибольшая нагрузка и соответственно напряжения при радиальном расположении пластин наблюдаются на опорной поверхности гнезда, на которую нагрузка передается через пластину.

2. При тангенциальном расположении пластин нагрузку воспринимает поверхность, несущая винт. Плоскость действия нагрузки проходит через винт. Нагрузка воздействует вначале на винт и затем – на опорную поверхность гнезда, и винт работает, как жестко защемленная балка.

3. В центральной области корпуса концевой фрезы с тангенциальным расположением пластин наблюдаются более равномерное распределение напряжений по сравнению с фрезой с радиальным расположением пластин. Величины напряжений составляют для концевых фрез с радиальным расположением пластин 2,5МПа, а и для концевых фрез с тангенциальным расположением пластин – 1,8МПа.

4. Область около гнезда со стороны торца фрезы при тангенциальном расположении пластин имеет напряжения в 1,8 раза меньшие, чем у фрез с радиально расположенными пластинами. Зона гнезда со стороны образующей цилиндра корпуса для фрез с тангенциальным расположением пластин имеет напряжения в 2,8 раза меньшие, чем у фрез с радиальным расположением пластин.

5. Разгрузка центральной части фрезы с тангенциальным расположением пластин незначительна. Напряженная область около крепежного винта при радиальном расположении пластин распространяется по всей зоне контакта пластины и корпуса. В концевой фрезе с тангенциальным расположением пластин напряжения сосредоточены вокруг отверстия.

Величины напряжений в фрезях концевых с тангенциальным расположением пластин выше (напряжения 224...247МПа), чем с радиальным расположением пластин, где область напряжений около винта составляет 88МПа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Маслов А.Р. Приспособления для металлообрабатывающего инструмента: Справочник. 2-е изд. исправ. и доп. Библиотека инструментальщика – М.: Машиностроение, 2002 – 256 с.: ил.
2. Оборудование и инструмент для профессионалов. Серия Металлообработка. Журнал № 2/123/2010 .
3. Каталог SANDVIK Coromant 2009.
4. www.iscar.com.
5. MITSUBISHI каталог 2007-2009. pdf