

7. Крыль Я. А., Кайдаш О. Н., Павлова Е. Ю. Некоторые физико-химические и технологические свойства порошков нитрида кремния // Сверхтвердые материалы. – 1993. – № 3. – С. 23–30.
8. Золотухин А. В. Метод и прибор синхронного ДТА / ДСК для исследования и контроля материалов в диапазоне температур 300-2100 К // Сверхтвердые матер. – 1996. – № 1. – С. 15–24.
9. Fine-Grained Silicon Nitride Ceramic Prepared from β -Powder / M. Mitomo, H. Hirotsuru, T. Nishimura, Y. Bando // J. Am. Ceram. Soc. – 1997. – **80**, N 1. – P. 211–214.
10. Šajgalik P., Dusza J. Preparation and properties of fine Si_3N_4 / Silicon Nitride 93. Key Engineering Materials. – Trans. Tech. Publ., Switzerland, 1994. – **89–91**. – P. 171–174.
11. Hermel W., Herrmann M., Schulz I. Sintering and microstructure of Si_3N_4 -materials // Silicon Nitride 93. Key Engineering Materials. – Trans. Tech. Publ., Switzerland, 1994. – **89–91**. – P. 181–186.
12. Effect of powder characteristics on sintering behavior of silicon nitride / T. Yamada, Y. Kanetsuki, K. Fueda et al. // Silicon Nitride 93. Key Engineering Materials. – Trans. Tech. Publ., Switzerland, 1994. – **89–91**. – P. 177–180.
13. Knutson-Wedel M., Flak L. K. L., Ekström T. Si_3N_4 ceramics formed with different metal oxide additives – control of microstructure and properties / Silicon Nitride 93. Key Engineering Materials. Trans. Tech. Publ., Switzerland, 1994. – **89–91**. – P. 153–158.
14. Microstructural Design of Silicon Nitride with Improved Fracture Toughness: II, Effect of Yttria and Alumina Additives / E. Y. Sun, P. F. Becher, K. P. Plucknett et al. // J. Am. Ceram. Soc. – 1998. – **81**, N 11. – P. 2831–2840.

Поступила 31.05.12

УДК 621.922.079..678

В. В. Возный, канд. техн. наук., **С. Ф. Студенец**, **В. Е. Мельник**,
В. В. Мельниченко, **А. А. Микищенко**

Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев

СПОСОБЫ УСТРАНЕНИЯ ЭФФЕКТА ПОДРЕЗАНИЯ ПРИ ФОРМООБРАЗОВАНИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ИМПЛАНТАТОВ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Рассмотрены вопросы, связанные со взаимным расположением инструмента и обрабатываемой детали и изменением их расположения в процессе формообразования поверхности. Установлены закономерности изменения их взаимного расположения и величина подрезания. Для обеспечения точности обработки предложены эффективные способы устранения подрезания.

Ключевые слова: *формообразование поверхностей, смещение, поворот, подрезание, спираль Архимеда, бедренный элемент, эндопротез коленного сустава.*

Введение

При формообразовании поверхностей сложнопрофильных элементов имплантатов коленного сустава одним из основных факторов, влияющих на точность обработки, является взаимное расположение, как в начальный момент, так и в процессе обработки инструмента и детали.

Следует отметить, что изменение расположения инструмента (взаимное смещение и поворот осей) относительно обрабатываемой детали существенно влияет на точность и качество обрабатываемой поверхности. Так, при формообразовании поверхности бедренного элемента имплантатов коленного сустава инструментом со сферической формой рабочей

части в процессе обработки по спирали Архимеда изменяется угол между нормальными к спирали и образующей фасонной части инструмента (рис. 1).

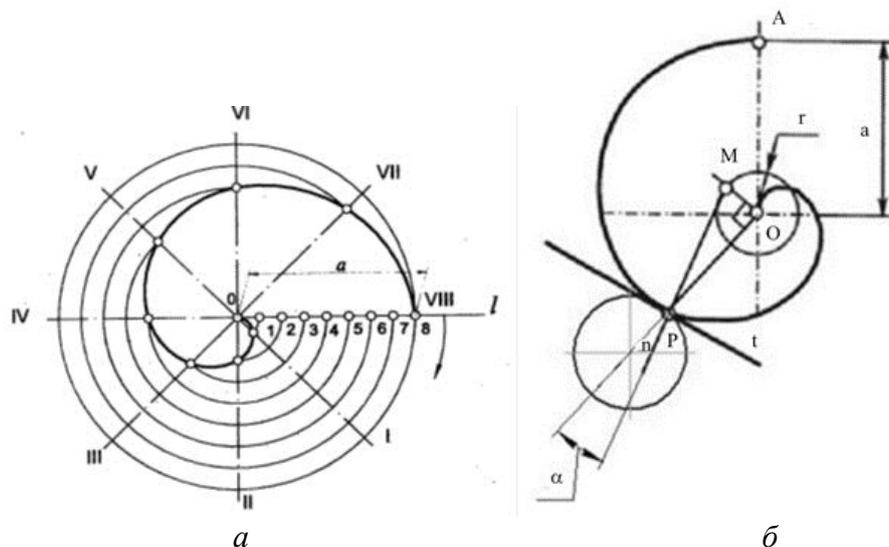


Рис. 1. Построение спирали Архимеда и нормали к кривой [2; 3]: а - принцип геометрического построения спирали Архимеда, б - построение нормали к спирали Архимеда

Изменение угла между нормальными имеет обратную функциональную зависимость от радиуса вектора спирали Архимеда определяемого по формуле [1].

$$R(m) = 15e^{\frac{\alpha_m}{5}}$$

где α – угол поворота спирали Архимеда, m – переменная величина определяющая количество производимых расчетов в модели. Изменяется в пределах от 0 до 70.

Методика

Как следует из рис. 1 в разных точках спирали Архимеда углы между нормальными к спирали Архимеда и фасонной рабочей частью инструмента (MP и OP отрезки соответственно) различные и чем дальше от центра спирали взята точка (больше радиус-вектор), тем угол между нормальными меньше.

В результате расчета зависимости изменения угла между нормальными от радиуса-вектора получили график его распределения (рис. 2).

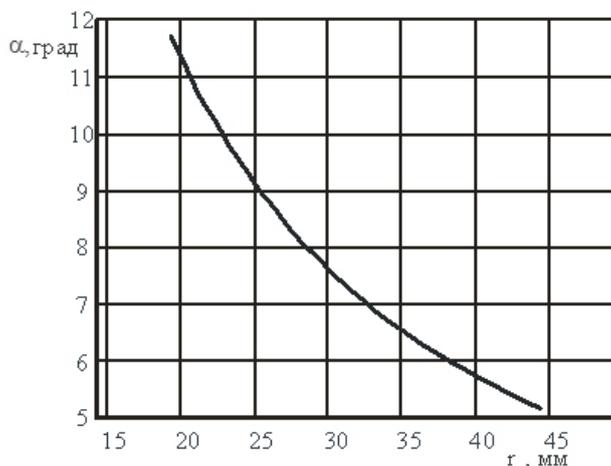


Рис. 2. Зависимость изменения угла между нормальными α от величины радиуса-вектора r

Изменение угла между нормальными влечет за собой эффект подрезания (рис. 3).

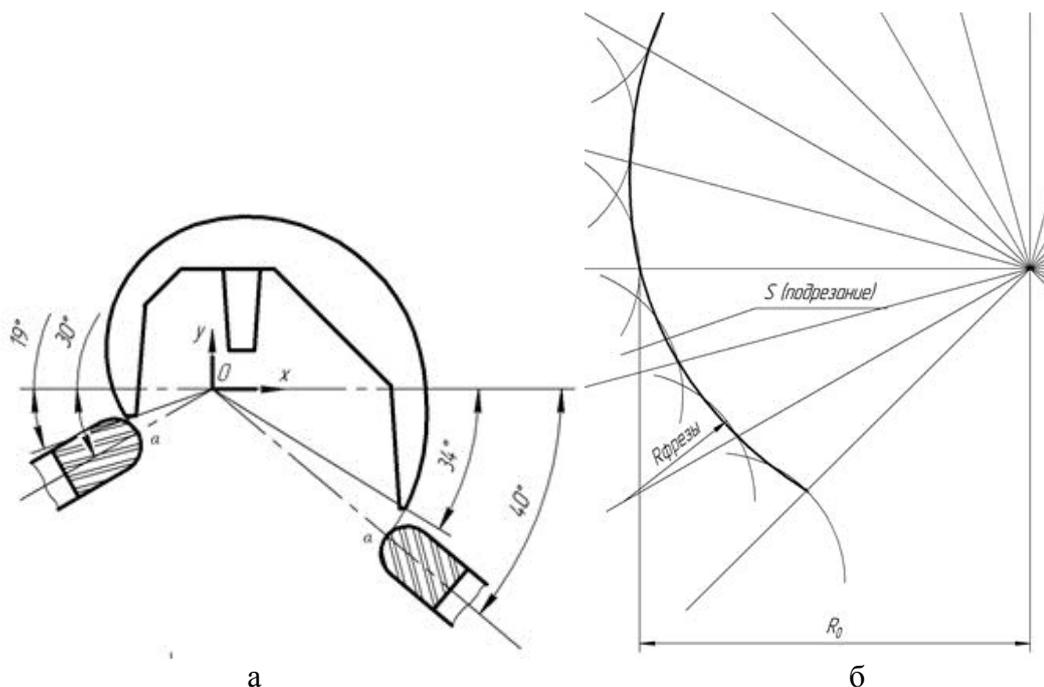


Рис. 3. Положение инструмента относительно центра спирали Архимеда: а – положение фрезы относительно обрабатываемой поверхности, б – геометрическое определение подрезания детали

Как следует из рис. 4. в результате изменения положения инструмента относительно заготовки происходит формообразование бедренной поверхности элементов имплантатов

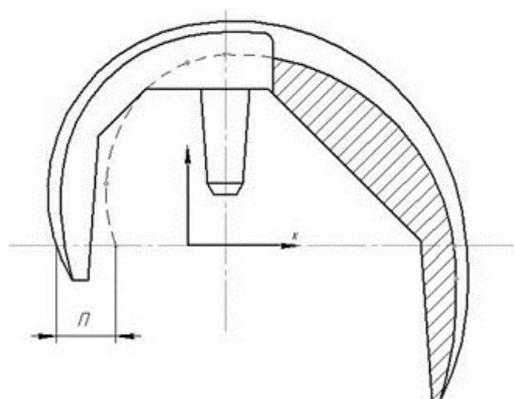


Рис. 4. Искажение спирали Архимеда на величину подрезания

коленного сустава с искажением формы (рис. 4), максимальное значение которой $h = 0,3-0,5$ мм. Это может быть допустимо при предварительном снятии материала. В случае чистовой обработки величина подрезания приведет к выбраковке детали.

Обсуждение результатов

Основными способами устранения подрезания являются доворот стола с установленной на нем заготовкой на угол, равный углу в данной точке между нормальными (рис. 5, а), смещение центра спирали по осям x и y (рис. 5, б, в), перерасчет уравнения спирали с учетом величины подрезания (рис. 5, г).

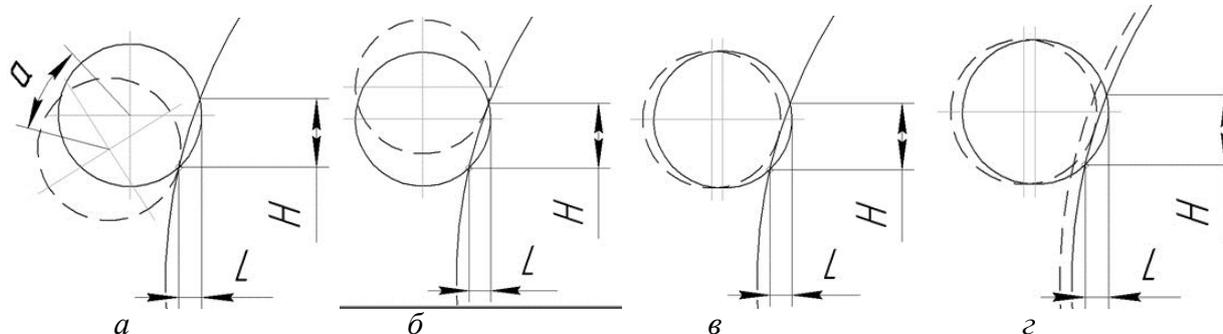


Рис. 5. Способы устранения подрезания: а – доворот стола с установленной на нем заготовкой на угол равный углу, в данной точке между нормальными, к спирали и инструменту; б – смещение центра спирали по оси x ; в – смещение центра спирали по оси y ; г. – перерасчет уравнения спирали с учетом величины подрезания

Как следует из рис. 5 три из четырех способов (рис. 5, а-в) можно реализовать непосредственно на станке с ЧПУ введя поправочные коэффициенты. Применение способа, изображенного на рис 5, г требует перерасчета уравнения спирали Архимеда и соответственно корректировки всей программы перемещения инструмента.

С нашей точки зрения, наиболее простой способ предупреждения и устранения возможного подрезания является доворот стола с установленной на нем заготовкой на угол равный углу, в данной точке между нормальными, к спирали и инструменту (рис. 5, а).

Выводы

Расчет изменения угла между нормальными от радиуса-вектора по поверхности дает возможность не только оценить качественные, но и количественные характеристики подрезания в процессе формообразования.

На стадии чернового формообразования обрабатываемой поверхности подрезанием можно пренебречь, поскольку его величина на порядок меньше чем снимаемый припуск.

Наиболее простой способ предупреждения и устранения возможного подрезания является доворот стола с установленной на нем заготовкой на угол равный углу, в данной точке между нормальными, к спирали и инструменту.

Розглянуто питання, пов'язані зі взаємним розташуванням інструменту і оброблюваної деталі та зміною їх розташування у процесі формоутворення поверхні. Встановлено закономірності зміни їх взаємного розташування і величину підрізання. Для забезпечення точності оброблення запропоновано ефективні способи усунення підрізання.

Ключові слова: *формоутворення поверхонь, зсув, поворот, підрізання, спіраль Архімеда, стегновий елемент, ендопротез колінного суглоба.*

Questions, related to the mutual location of instrument and work part and change of their location in the process of formmaking of surface, are considered. Descriptions of change of their mutual location and size of paring are set. For providing of exactness of treatment the possible methods of removal of paring are offered.

Key words: *formmaking of surfaces, displacement, turn, paring, spiral of Archimedes, femoral element, endoprosthesis of knee-joint.*

Литература

1. Возный В.В. Математическое моделирование бедренного элемента эндопротеза коленного сустава как элемента высшей кинематической пары.//Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения. 2011 г. - №14, С. 579-583.
2. Построение спирали Архимеда [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.2x2business.ru/sarx.htm>. свободный. – Загл. с экрана.
3. Спираль Архимеда [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.viktoriastar.ru/spiral-arhimeda.html>. свободный. – Загл. с экрана.

Поступила 24.05.11