

### *Литература*

1. Уонг Х. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров: справочник/ Х. Уонг. – М.: Атомиздат, 1979. – с.
3. Машиностроительные материалы: Краткий справочник / В.М. Раскатов, В.С. Чуенков, Н.Ф. Бессонова, Д.А. Вейс. – 3-е изд. – М.: Машиностроение, 1980. – 511 с.
3. Локтев Д., Ямашкин Е. Методы и оборудование для нанесения износостойких покрытий // Наноиндустрия. 2007. №4. – С. 18–25.
4. Тулина, А.А. Исследование трибологических характеристик вакуумно-дуговых покрытий на основе системы оксида алюминия // Молодежный Вестник УГАТУ 2023. №3(29). – С.145–14.
5. Пшеничный А.Д, Савченко Н.Л., Саблина Т.Ю., Севостьянова И.Н., Кульков С.Н. Физико-механические свойства и деформационное поведение пористой керамики из плазмохимических порошков  $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2(MgO)$  // Материалы и технологии новых поколений в современном материаловедении: сборник трудов Международной конференции, г. Томск, 9-11 июня 2016 г. — Томск : Изд-во ТПУ, 2016. – С. 260-266.

УДК 621.9.07

## **СКАЙВИНГ. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС**

Студент гр. 10301121 Делянко Г.П.

*Научный руководитель – ст. преподаватель Касач Ю.И.*

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Power Skiving (скайвинг или силовое точение, в некоторых источниках) – это технология изготовления зубчатых колёс, являющаяся совмещением процессов зубофрезеровки и зубодолбления и используемая для получения как внешнего, так и внутреннего зубчатого профиля. Этот метод был разработан в начале XX века, он является долблением заготовки с

одновременным вращением. Также метод обработки можно сравнить с фрезерованием многозаходной червячной фрезой [1].

В последние годы, с развитием технологии ЧПУ и инструментальных материалов, обработка методом скайвинга постепенно показала свои большие потенциальные преимущества. Для обработки скайвингом известными производителями были разработаны высококлассные станки.

Первый патент на скайвинг был зарегистрирован в Германии в 1910, поэтому технологию нельзя считать инновационной. В течение целого столетия метод обработки не применялся из-за ряда технологических ограничений, как со стороны программного обеспечения, так и металлорежущего оборудования: не было возможности обеспечить надежность, точность и скорость обработки. В настоящее время скайвинг является рациональной в использовании и высокопроизводительной технологией обработки зубчатых профилей

Использование технологии силового точения дает возможность обрабатывать деталь за один установ при обработке на многоцелевом станке или обрабатывающем центре даже без специализированного оборудования. Это помогает потратить меньше времени на обработку, упростить техпроцесс изготовления изделия, уменьшить погрешности, неизбежно возникающие в процессе переустановки обрабатываемой детали на разные станки, устраняет проблему выставления детали заново. [2]

Сущность метода определяется геометрическим расположением инструмента и заготовки относительно друг друга. При обработке зубчатых колес инструмент и заготовка вращаются вокруг своей оси, а заготовка одновременно подается вдоль оси вращения. Как показано на рисунке 1, параметры настройки инструмента  $\Sigma$ ,  $a$ ,  $L$  используются для определения угла поворота вала, межцентрового расстояния и расстояния смещения между инструментом и заготовкой соответственно.  $S_I(x_I, y_I, z_I)$  – фиксированная система координат заготовки, которая вращается вокруг оси  $z_I$  и перемещается вдоль нее.  $S_w(x_w, y_w, z_w)$  жестко закреплена на заготовке, и ее исходное положение совпадает с  $S_I$ .  $S_2(x_2, y_2, z_2)$  – фиксированная система координат инструмента, который вращается вокруг оси  $z_2$ .  $S_c(x_c, y_c, z_c)$  – жестко закрепленная на инструменте система координат, исходное

положение которой совпадает с  $S2$ .  $R$  – вектор положения инструмента.

Если угловая скорость инструмента  $\omega_c$ , а осевая скорость подачи заготовки вдоль оси  $z_I$  равна  $f$ , то угловая скорость заготовки  $\omega_w$  может быть описана как

$$\omega_w = \frac{Z_c}{Z_w} \omega_c + \frac{f}{p} \quad (1)$$

где  $Z_c$  и  $Z_w$  – количество зубьев инструмента и заготовки соответственно;

$p$  – параметр спирали, который может быть выражен как

$$p = \frac{p_z}{2\pi} \quad (2)$$

где  $P_z$  – направление спирали на опорный цилиндр заготовки.

Режущие кромки зубьев инструмента для скалывания могут быть определены как начальная кромка "А", которая является самой первой боковой кромкой, подходящей к заготовке, кромка углубления "R", которая является последней боковой кромкой, отделяющейся от заготовки, и верхняя кромка "Т" [3].

Технологию скавинга можно представить в виде сочетания процесса зубофрезерования червячной фрезой с процессом зубодолбления. В отличие от зубофрезерования, процесс формирования стружки при скайвинге происходит с изменением условий резания: в области выхода кромки из материала передний угол становится отрицательным; по этой причине метод обработки осуществляется за несколько проходов.

Режущий инструмент представляет собой фрезу с особым расположением режущих кромок. Инструмент может быть изготовлен как цельным, так и сборным (рисунок 2). Повернутое расположение режущей пластины в корпусе значительно повышают эффективность удаления стружки из зоны обработки. Корпус инструмента может иметь внутренний подвод СОЖ с подачей непосредственно на каждую режущую кромку пластины.

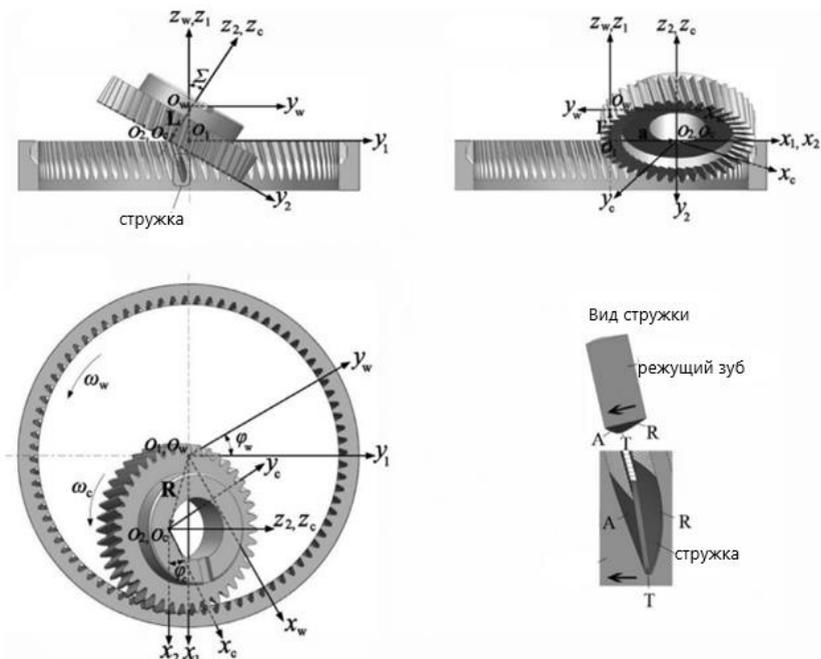


Рисунок 1 – Система координат при скайвинге



Рисунок 2 – Фреза для скайвинга

Хотя технология была разработана в начале прошлого века, она только сейчас начала демонстрировать свои полные возможности. Это стало возможным благодаря значительному прогрессу в современных методах обработки и создании режущего инструмента. Металлообработка не только не стоит на месте, но и активно развивается, комбинируя идеи прошлых лет с современным оборудованием и инструментом. Целью этого является постоянное совершенствование, достижение высокой точности и качества, а также снижение цены получаемого изделия.

#### *Литература*

1. Резание материалов. Режущий инструмент в 2 ч. Ч.1: Учебник / А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников, Н.А. Чемборисов [и др.]. – 1-е изд. – Москва: Изд-во Юрайт, 2020. – 263 с.
2. Марков, А.М. Технологические особенности механической обработки деталей из композиционных материалов / А.М. Марков // Научные технологии в машиностроении. 2014. № 7.
3. Zheng Guoa , Shi-Min Maoa, Liang Huyanb , Dong-Sheng Duana Research and improvement of the cutting performance of skiving tool // Mechanism and Machine Theory Volume 120, February 2018, pages 302-313

УДК 621.9.011

### **КОНЦЕПЦИЯ ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ ПРЕЦИЗИОННЫХ КРУПНОГАБАРИТНЫХ СТАНКОВ АРКТИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ. ЧАСТЬ А: ГРАФИЧЕСКОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ С ПОМОЩЬЮ ИИ**

Студенты гр.1030522 Жаврид Ю.Ю., Крепская В.Я.

*Научный руководитель – доцент Довнар С.С.*

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

Прецизионные крупногабаритные станки (ПКС), например, продольно-фрезерные порталные станки, требуют термостабилизации своей несущей системы (НС), чтобы избежать неравномерных температурных деформаций и потери точности.