

4. Климентьев А.П. Общий алгоритм связи деталей и технологических процессов // Технические ВУЗы — Республике. Материалы. — Минск: БГПА, 1997 — С. 11.
5. Климентьев А.П., Мисевич В.С. Детали, допускающие множественность вариантов процесса их формообразования // Машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып. 18 / Под ред. И.П. Филонова. — Минск: УП «Техноспринт», 2002. — С. 122-126

## НАГРУЗКА ЗУБЬЕВ ЧЕРВЯЧНОЙ ФРЕЗЫ ПРИ ЗУБОФРЕЗЕРОВАНИИ

**А.В. Дрынов, В.В. Сяборов**

**Научный руководитель — В.В. Сяборов**

**УО «Витебский государственный технологический университет»**

Обеспечение высокой стойкости червячных модульных фрез является важным условием их эффективной эксплуатации [1]. Зубья фрезы нагружены неравномерно: при одной осевой установке существует только один зуб с максимальным износом, определяющий ее стойкость. При этом вершинная режущая кромка зуба снимает максимальный срез и имеет максимальный износ. Поэтому для определения стойкости червячных фрез необходимо уметь определять толщину среза на вершине зуба.

Нами разработана методика определения толщины среза на вершине зуба червячной модульной фрезы. Как показали расчеты, для прямозубых колес и колес с небольшими углами наклона зуба, по мере приближения зуба фрезы к межосевому перпендикуляру толщина среза  $a_z$  уменьшается, а длина среза  $l_{cp}$  увеличивается. В соответствии с теорией резания, износ зуба пропорционален длине среза  $l_{cp}$  и толщине среза в некоторой степени  $n$ , т. е. пропорционален  $a_z^n$ . На основании анализа процессов обработки резанием принимаем  $n = 1,6$ . Таким образом, максимальный износ имеет зуб с максимальным произведением  $a_z^{1,6} \times l_{cp}$ . Такой зуб является критическим.

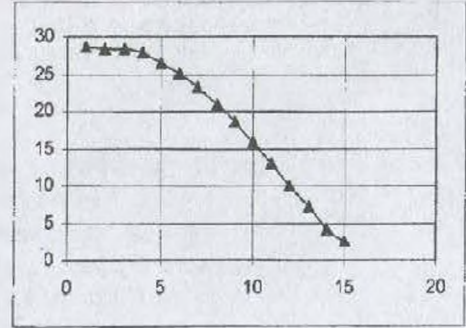
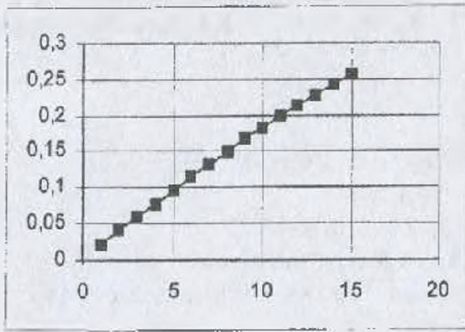
Как показали расчеты, толщина среза критического зуба связана с максимальной толщиной среза соотношением  $a_{z\_кр} = 0,655 a_{z\_max}$ . Следовательно, для определения стойкости фрез, а также для сравнения стойкости однозаходных и многозаходных фрез важно уметь определять максимальную величину среза  $a_{z\_max}$ .

Целью работы является получение математической модели, связывающей максимальную толщину среза с режимами резания и конструктивными параметрами червячных модульных фрез. При этом в целях выделения основных факторов, влияющих на толщину среза, незначительные факторы были отброшены, что внесло погрешности не превышающие 5%.

На рис. 1 показаны графики  $a_z$ ,  $l_{cp}$  и произведения  $a_z^{1,6} \times l_{cp}$  для различных зубьев фрезы при фрезеровании колеса  $m = 4$  мм,  $z = 40$  червячной фрезой диаметром  $D_f = 90$  мм с числом заходов  $k = 1$  и числом реек  $Z_f = 10$  при осевой подаче  $s_o = 3,2$  мм/об. Из графиков видно, что 8-й зуб является критическим.

$$a_z = f(N_{зуба})$$

$$l_{cp} = f(N_{зуба})$$



$$a_z^{1,6} \times l_{cp} = f(N_{зуба})$$

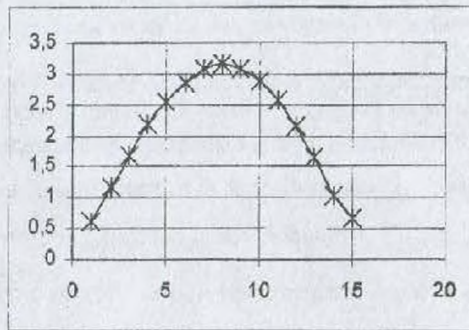


Рис. 1

На основании анализа схемы зубофрезерования прямозубого цилиндрического зубчатого колеса нами была получена формула для определения максимальной величины среза  $a_{z\_max}$  при зубофрезеровании

$$a_{z\_max} = \frac{\pi m k}{Z_f} \cdot \sqrt{\frac{2s_o}{r}} \cdot \sqrt{\frac{2(D_f - 4t_p)}{D_f - 2t_p}} \cdot \sqrt[4]{\frac{t_p}{D_f}} \quad (1)$$

где  $r$  - радиус делительной окружности колеса;  $t_p$  - глубина резания при зубофрезеровании.

Формула (1) позволяет ранжировать параметры процесса резания по степени влияния на максимальную толщину среза: наибольшее влияние оказывают модуль  $m$ , число заходов фрезы  $k$  (увеличивают) и число реек  $Z_f$  (уменьшают); среднее влияние оказывает осевая подача  $s_o$  (увеличивает) и радиус колеса  $r$  (уменьшает); наименьшее влияние оказывает диаметр червячной фрезы  $D_f$  (уменьшает) и глубина резания  $t_p$  (увеличивает). Эти соотношения действительны при малых изменениях глубины резания, при  $t_p \approx 2m$ .

В соответствии с понятиями, введенными Лашневым С.И. [2], подача оближение (глубина резания), установочная подача (подача на ход, оборот), рабочая подача (подача на зуб, окружная подача), -- первый множитель в (1) отражает влияние осевой подачи, второй множитель --

влияние установочной (осевой) подачи и третий сомножитель – влияние глубины резания на максимальную толщину среза.

Полученная формула (1), вместе с понятием критического зуба фрезы, позволяет определить отношение стойкости однозаходных и многозаходных фрез при заданных параметрах обработки. раскрыть факторы эффективности многозаходных фрез и определить условия их применения.

Литература.

1. Шевченко А.Н. Перспективы развития производства зуборезного инструмента //СТИН - 2001 - № 6.- С.19-22.
2. Лашнев С.И., Юликов М.И. Проектирование режущей части инструмента с применением ЭВМ. - М.: Машиностроение, 1980.- 180 с.

## РОЛЬ ТЕМПЕРАТУРЫ МЕЗОМОРФНОГО СОСТОЯНИЯ В ТРЕНИИ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ И ИХ СМЕСЕЙ

**В.А. Шардин**

**Научный руководитель – С.Ф. Ермаков**  
ИНСТИТУТ МЕХАНИКИ МЕТАЛЛОПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМ  
им. В.А. Белого НАНБ

Увеличение срока службы современной техники, снижение ее энергоемкости, а также интенсификация технологических процессов в машиностроении тесно связаны с разработкой новых эффективных смазочных материалов. В последнее время внимание трибологов привлекают жидкие кристаллы (ЖК), которые в ряде случаев обладают уникальными смазочными свойствами [1-4]. В современной практике системы "активного контроля" управляют трением посредством изменения нагрузки на скользящие поверхности, а не коэффициента трения. С трибологической точки зрения, активное управление коэффициентом трения есть объект значительного интереса [5].

Целью настоящей работы является исследование смазочного действия холестерических ЖК и их смесей в мезоморфном состоянии в зависимости от температуры.

**Методика исследований.** В исследованиях использовали энантиохромные X-17, Текон-0 и Текон-20, медицинское вазелиновое масло, пары трения из стали 45. Смесевые композиции формировали при температуре выше точки перехода в изотропную жидкость наиболее тугоплавкого компонента и последующим охлаждением.

Для непрерывного контроля изменения фазового состояния препаратов в зависимости от температуры использовали лабораторный комплекс, который состоит из поляризационного микроскопа NU-2 (Германия), снабженного нагревательным столиком и двухкоординатным самописцем. Триботехнические испытания производили на оригинальной установке торцевого трения. Испытания проводились в интервале скоростей 0,1±0,5 м/с и нагрузок 0,1±3,0 МПа. Для испытаний на машине торцевого трения изготавливали диски и цилиндрические образцы («штифты»). Проводилась приработка в среде кремнийорганической жидкости ПЭС-В-2.

**Результаты и обсуждение.** Известна способность ЖК, находящихся в мезофазе, вращать плоскость поляризации, в то время как изотропная фаза таким свойством не обладает [7]. В результате по мере нагревания ЖК препаратов, расположенных между скрещенными поляроидами микроскопа, при переходе от мезофазы к изотропной жидкости световой поток уменьшается практически скачкообразно (рис. 1). Область, лежащая левее указанного излома, включает фазовый переход твердое тело – мезофаза. Она при контроле не вызывает трудностей, т.к. хорошо определяется термографически. Вид кривых в этой области обусловлен, по-видимому, процессами, присходящими в структуре препаратов, т.к. по мере нагревания упорядоченность структуры падает, и химическим составом, т.к. Текон является смесью ЖКСХ обусловленной особенностями процесса синтеза.

Установлено, что в отличие от многокомпонентных для двухкомпонентных смесей ЖК соединений холестерина в широком диапазоне концентраций наблюдается близкая к линейной зависимость температур перехода композиций в жидкокристаллическую фазу и фазу изотропной жидкости (рис. 2). Такая закономерность наиболее характерна для смесей энантиохромных палконатов холестерина, для которых линейная зависимость температур фазовых переходов от