

ПРОЦЕССЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ И РЕЖУЩИЙ ИНСТРУМЕНТ

УДК 621.9

Ажар А.В., Дечко Э.М., Кочергин А.И., Ермоленко А.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ЧЕРВЯЧНЫХ МОДУЛЬНЫХ ФРЕЗ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Червячные фрезы – это один из наиболее сложных и дорогих режущих инструментов. От рациональной эксплуатации червячных фрез зависит производительность, точность и экономичность обработки зубчатых колес. Повысить работоспособность этих инструментов, наряду с назначением оптимальных режимов резания, возможно путем выбора оптимального критерия затупления, правильной установкой положения инструмента на станке и осевого перемещения фрезы при затуплении зубьев находящихся в контакте с заготовкой.

Величина допустимого износа, при определенной стойкости инструмента, принимается исходя из максимально возможного числа переточек, снижения трудоемкости перетачивания и исключения прижогов при снятии больших припусков.

Современные зубофрезерные станки имеют специальные суппорты, где фрезерная каретка может непрерывно или периодически перемещаться в направлении оси инструмента. Предусмотрено ручное и механическое осевое перемещение фрезы. При механическом способе перемещение может быть шаговое (периодическое) и непрерывное (диагональное) [1].

Осевое перемещение фрезы в процессе работы постоянно изменяет характер контакта режущих кромок с обрабатываемым колесом, что способствует равномерному износу зубьев фрезы и увеличению времени ее работы между переточками. При этом значительно повышается ресурс инструмента, а так же производительность обработки за счет возможности форсирования режимов резания.

В связи с этим встают задачи по установлению причин замены и исследованию состояния режущих зубьев червячных фрез, величин и закономерностей рассеивания износа в момент съема со станка, выявлению критериев затупления и факторов, влияющих на величину и разброс значений стойкости, общего ресурса этих инструментов.

Анализ причин замены червячных фрез и исследование износа зубьев, который в конечном итоге предопределяет замену этих инструментов, проводились на Минском тракторном заводе, на участке обработки “Шестерня ведомая”:

Обрабатываемый материал - Сталь 20 ХНР ГОСТ 4543-89, твердость 156...229 НВ.

Станок - зубофрезерный автомат ЕЗА-078.55 с механизмом осевого перемещения фрезы шагового типа.

Инструмент - червячная фреза с режущей частью из стали Р6М5К5 сборной конструкции; модуль расчётный $m=6,5$ мм, угол профиля $\alpha = 20^\circ$, угол подъёма витка $\omega=3^\circ 2'$, направление витка – правое.

Режимы фрезерования:

- первый проход: подача $s=2,9$ мм/мин, частота вращения $n=90$ об/мин, скорость резания $v=42,4$ м/мин;
- второй проход: подача $s=2,9$ мм/мин, частота вращения $n=121$ об/мин, скорость резания $v=57$ м/мин.

При исследовании установлены следующие причины замены червячных фрез:

- низкое качество обработанной поверхности, в виде рисок вдоль впадины зуба колеса;
- «избыточный износ» на задних поверхностях, а так же прижоги на передних поверхностях зубьев;

- внезапные поломки зубьев фрез в результате выхода из строя системы управления станка;
- плановая замена через две смены (обработка 12 деталей), что соответствует 723 минутам резания.

Анализ состояния инструмента в момент смены со станка показал, что преобладающим видом повреждения зубьев червячных фрез является износ по задней поверхности (Рисунок 1).

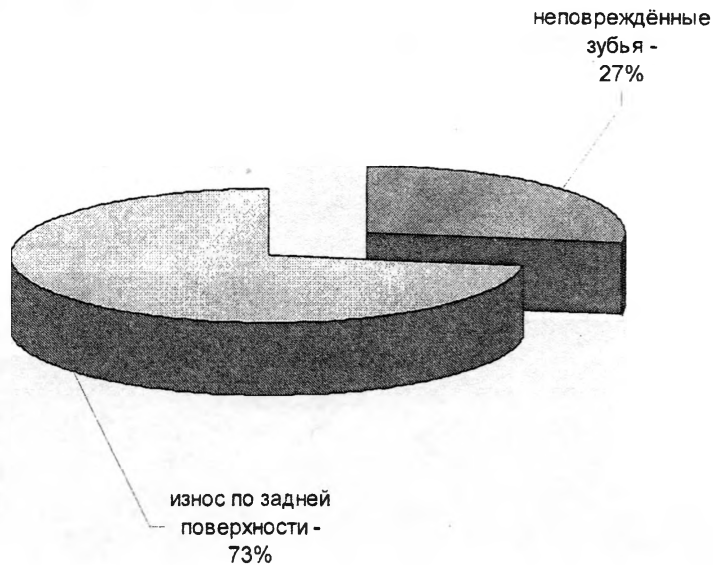


Рисунок 1 – Виды повреждений зубьев червячных фрез $m=6.5\text{мм}$

Установлено, что износ задних поверхностей зубьев происходит неравномерно. В наибольшей степени износ развивается на вершинной режущей кромке около уголков зубьев (Рисунок 2). Максимальный износ обычно имеет задняя поверхность на участке выходной режущей кромки, прилегающей к углу. Такой вид износа зубьев червячных фрез объясняется отклонением отходящей стружки, срезаемой входной и вершинной режущей кромками в сторону выходной режущей кромки.

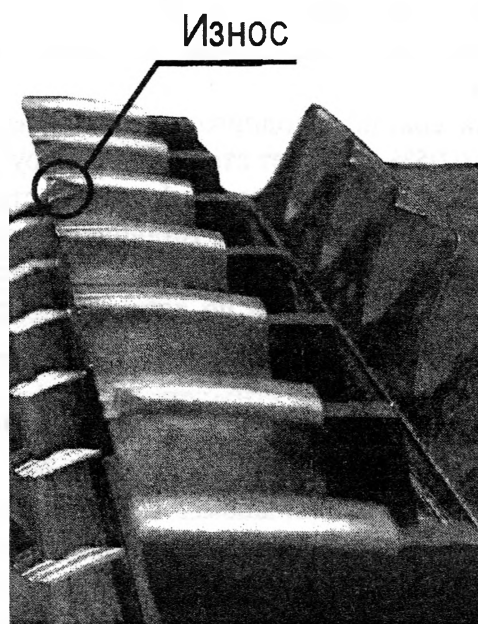


Рисунок 2 – Износ зубьев червячной фрезы по задней поверхности

На основе этого можно сделать следующие выводы относительно механизма образования износа по углам зубьев фрезы:

Взаимодействие стружек, снимаемых одновременно вершинной и двумя боковыми режущими кромками, создают условия затормаживания схода стружки около угла зуба фрезы.

Возрастание износа по углам усиливается частицами отделившегося нароста между обрабатываемой поверхностью зуба колеса и боковой задней поверхностью зуба фрезы.

Статистическая обработка результатов измерения износа показала, что его средние значения по виткам имеет разброс от 0,2 до 2,75 мм (Рисунок 3). Зафиксированный максимальный износ имел место на среднем витке равный 9,2 мм.

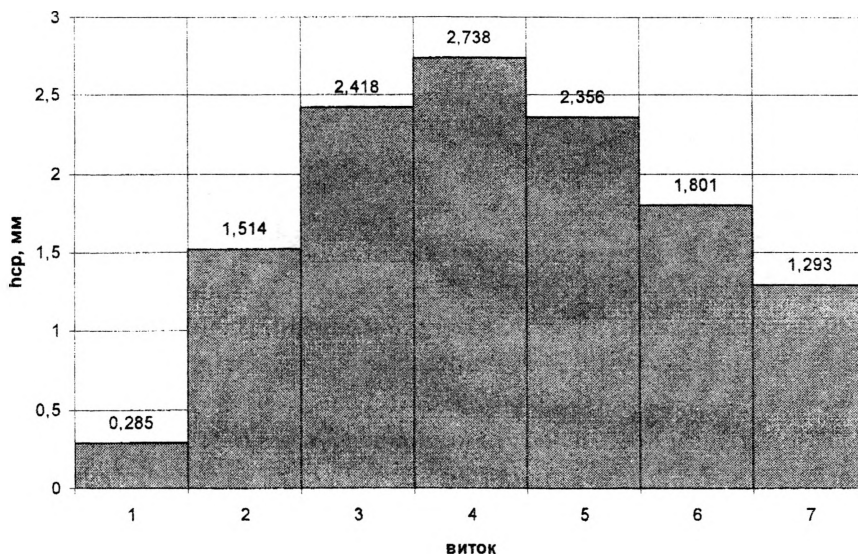


Рисунок 3 – Среднее значение износа зубьев червячных фрез по виткам

В результате статистической обработки полученных данных построены эмпирические и соответствующие им теоретические законы распределения величин износа зубьев червячных фрез по каждому витку (Рисунок 4) [2,3,4].

Анализ полученных зависимостей показал, что рассеивание износа зубьев червячных фрез по задней поверхности в момент съёма со станка наилучшим образом описывается лог-нормальным, экспоненциальным и законом Вейбулла.

В ходе исследований выявлены факторы, влияющие на величину и разброс значений стойкости червячных фрез:

— физико-химический состав исходного материала заготовки: увеличение количества содержания молибдена на 0,05% снижает стойкости инструмента в 3-5 раз;

— параметры предварительной установки фрезы на станке и величина осевого перемещения инструмента за цикл обработки: при установке фрезы не по первой впадине зуба и уменьшении шага осевого перемещения менее 3,65 мм увеличивает износ средних витков фрезы. Равномерный износ инструментов по длине наблюдается при настройке механизма осевого смещения каретки на ход в диапазоне 3,65...6,35мм, что соответствует 4...7с работы привода;

— точность заточки передней поверхности инструмента: радиальное биение реек ведет к повышенному износу.

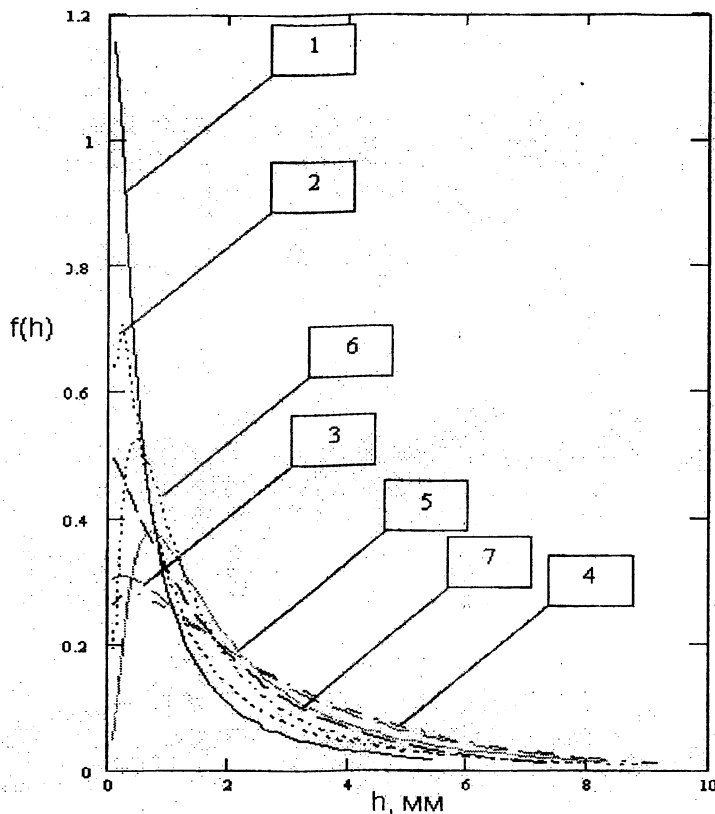


Рисунок 4 – Графики плотности распределения износа зубьев червячных фрез на витках в момент съема со станка:

1,2,5,6-кривые плотности теоретического распределения износа, подчиняющиеся логнормальному закону:

$$f(h) = \frac{M}{h\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(\lg h - \lg h_1)^2}{2\sigma^2}};$$

где M-коэффициент перехода от натуральных к десятичным логарифмам; M=0,4343; h - износ по задней поверхности, мм; h₁ – математическое ожидание износа, соответственно, мм: h₁=0,285;1,514;2,356;1,80; σ- среднее квадратическое отклонение износа, соответственно: σ = 1,386;1,317;0,957;1,02;

3,4 - кривые плотности теоретического распределения износа, подчиняющиеся закону Вейбулла:

$$f(h) = \beta_1 \cdot \alpha_1 \cdot h^{\beta_1 - 1} \cdot e^{-h^{\beta_1} \cdot \alpha_1},$$

где β₁, α₁- параметры формы и масштаба распределения износа, соответственно: β₁=1,077; 1,109; α₁=0,345; 0,310;

7 - кривая плотности теоретического распределения износа, подчиняющаяся экспоненциальному закону:

$$f(h) = \lambda e^{-\lambda h},$$

где λ- постоянная (параметр распределения износа): λ=0,520

Исследования показали, что при эксплуатации фрез неправильная организация процесса управления осевым смещением инструмента приводит к увеличенному износу центральных витков. Нерегламентированный критерий смены приводит к избыточному износу инструмента, что уменьшает его общий ресурс. Поэтому, одним из путей повышения работоспособности червячных фрез является разработка методов, позволяющих обеспечить равномерный износ зубьев вдоль всего профиля инструмента и установить критерий «оптимального» износа.

В результате выполненной работы можно сделать следующие выводы.

В качестве количественного критерия замены инструмента может быть принята величина среднего износа на центральном витке фрезы, т.к. износ на этом витке лимитирует работу инструмента и имеет более равномерное распределение с малым разбросом значений. Износ отдельных зубьев фрез не может быть использован в качестве критерия затупления всего инструмента, как и его максимальная величина. Так как из-за разброса значений износа

зубьев фрез, а также возможности нормальной эксплуатации инструмента при критическом износе отдельных его зубьев общий ресурс инструмента будет недоиспользован.

Таким образом, результаты работы позволяют прогнозировать стойкости червячных фрез при производственных испытаниях и при нормировании расхода, а также могут быть использованы при разработке мероприятий направленных на увеличение надежности инструментов на этапе проектирования и эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник инструментальщика/И.А.Ординарцев, Г.В.Филиппов, А.Н.Шевченко и др.; Под общ. ред. И.А.Ординарцева. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1987.-846 с.
2. Вентцель, Е.С., Овчаров, Л.А. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1973. – 368 с.
3. Шор, Я.Б. Статистические методы анализа и контроля качества и надежности – М.: издательство «Советское радио», 1962. – 552 с.
4. Солонин, И.С. Математическая статистика в технологии машиностроения – М.: Машиностроение, 1972. – 216 с.

УДК 614.05(015)

Бурносов Н.В., Седов А.Г.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ТОКАРНО-ФРЕЗЕРНОЙ ОЦИЛИНДРОВКИ БРЁВЕН

*Белорусский государственный технологический университет
Минск, Беларусь*

Современное экономическое состояние Республики Беларусь требует увеличения доли строительства жилых и иных помещений, как в городской, так и в сельской местности. Курс правительства на повышение благосостояния представителей сельской местности подразумевает улучшение жилищно-бытовых и социальных условий жизни. Потребность в посёлках нового типа, называемых агрогородками, ставит перед строительными и иными организациями ряд вопросов: поиск новых решений в сфере строительства; использование качественных и недорогих строительных материалов; использование строительных материалов, удовлетворяющих экологическим, эстетическим требованиям; увеличение скорости строительных работ без потери в качестве и др. Кроме этого, большое внимание в городах уделяется развитию малых форм: беседки, детские площадки, павильоны в парках, местах общественного отдыха, а так же для развития туристического бизнеса.

Таким требованиям отвечает древесина, используемая как строительный материал и, в частности, оцилиндрованные брёвна. Преимущества их использования очевидны. Во-первых, древесина – это возобновляемое сырьё, а лесной фонд страны равен 9,2 млн. га. Во-вторых, строительство, при сборке сруба из оцилиндрованных брусьев наиболее быстро и экономично. В-третьих, благодаря физическим свойствам древесины, можно получить качественную постройку, отвечающую всем требованиям и нормам, с минимальными затратами.

Оцилиндровка – процесс обработки брёвен с приданием заготовке формы цилиндра.[4]

Предлагаем следующую классификацию существующих типов оцилиндровочных станков.

Оцилиндровочные станки делятся на два основных класса:

1. Роторные (станки проходного типа);
 2. Токарно-фрезерные (станки позиционного типа);
- Токарно-фрезерные, в свою очередь, различаются:
- 2.1. По количеству инструмента: