

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КРИТЕРИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПРИРАБОТКИ ИНСТРУМЕНТА ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ СТАЛЕЙ АУСТЕНИТНОГО КЛАССА

В статье представлены результаты по определению критерия приработки инструмента, обеспечивающей в автоматизированном производстве управление образованием вторичных упрочненных структур на контактных поверхностях в процессе резания с использованием различных СОТС для достижения максимальной степени упрочнения.

Ключевые слова: критерий приработки, вторичные упрочненные структуры, СОТС, приработочный износ, составляющая усилия резания.

Введение. Интенсификация процесса резания является одной из важнейших проблем машиностроения, решение которой связано с повышением работоспособности инструмента, в частности его стойкости.

Острота проблемы интенсификации процесса резания усиливается при обработке труднообрабатываемых материалов, к которым относятся стали аустенитного класса. Одним из эффективных и наиболее доступных способов повышения работоспособности инструмента является применение смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС).

Исследованиями школы проф. Якубова Ф.Я. установлено, что использование СОТС в условиях непрерывного резания значительно усиливает эффект упрочнения резанием контактных с обрабатываемым материалом поверхностей быстрорежущего инструмента.

Особую роль этот способ повышения интенсивности процесса резания приобретает в автоматизированном производстве, когда упрочнение инструмента резанием при приработке на менее жестких режимах в сравнении с нормативными представляет собой одно целое.

Вместе с тем для совмещения процесса упрочняющей приработки и дальнейшей эксплуатации инструмента необходимо знать критерии завершения упрочнения контактных слоев на поверхностях инструмента для обеспечения его дальнейшей работы.

Целью работы является определение критерия приработки инструмента, обеспечивающей в автоматизированном производстве управление образованием вторичных упрочненных структур на контактных поверхностях в процессе резания с использованием различных СОТС для достижения максимальной степени упрочнения.

Предыдущие исследования. Вопросам интенсификации процесса резания за счет использования СОТС посвящены работы многих исследователей Н.Н. Зорева, В.Н. Латышева, М.И. Клушина, В.Н. Подураева, Л.В. Худобина, Р.Н. Ошера, Е.Г. Бердичевского, С.Г. Энтелиса, М.Б. Гордона, В.В. Подгоркова, Ф.П. Боудена, Д. Тейбора и др.

Из теории резания [1-4] известно, что вначале при любом виде обработки (точение, сверление, фрезерование и др.) наблюдается интенсивный износ до определенного значения фаски износа по задней поверхности, а затем кривая износа меняет свой наклон.

Значение фаски износа по задней поверхности, при котором изменяется наклон кривой износа и принимается за критерий приработки. Обычно этот критерий принимают значение фаски износа $h_{зпр} = 0,1$ мм и приработка в этом случае осуществляется в режиме эксплуатации инструмента.

Данных о величине приработочного износа в среде различных СОТС не достаточно. Согласно исследованиям [5] использование СОТС ведет к уменьшению площади контакта, следовательно, повышается уровень контактных давлений, что может в зависимости от используемой среды привести к изменению значения приработочного износа. В связи с этим при совмещении упрочняющей приработки и эксплуатационными режимами работы инструмента в условиях автоматизированного производства возникает задача определения значения приработочного износа $h_{зпр}$, обеспечивающего упрочнение контактных слое инструмента в среде различных СОТС.

Методика исследований. Определение критерия приработки проводилось на основании экспериментальных испытаний в присутствии отдельно каждой из технологических сред.

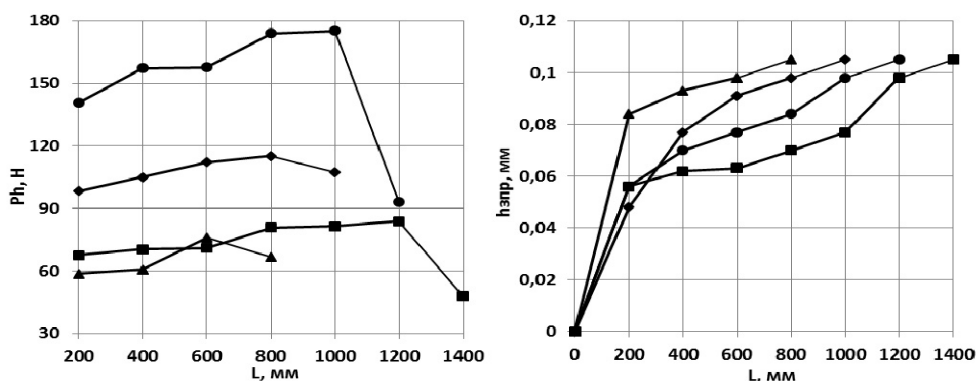
По каждому из экспериментов инструмент считался приработанным, когда кривая $h_{зпр} = f(L_{пр})$ изменила свой наклон ($h_{зпр}$ – фаска затупления на задней поверхности приработанного инструмента). В процессе приработки наряду с изменением наклона этой кривой измерялись значения составляющих усилий резания (P_h , P_v и P_y). В эксперименте участвовали двузубые дисковые фрезы Ø100 мм. На заготовках из стали 12Х18Н10Т было выполнено по семь уступов длиной 200 мм каждый, что соответствует количеству проходов. В конце каждого прохода соответственно измерялось значение фаски износа по задней поверхности и составляющие усилия резания.

В среде каждой из СОТС было проведено по четыре эксперимента с различными режимами упрочняющей приработки. По результатам экспериментов построены графики изменений горизонтальной составляющей силы резания P_h и фаски износа по задней поверхности $h_{зпр}$ в процессе приработки в зависимости от пройденного пути инструмента после приработки.

Анализ экспериментальных исследований. На рис. 1, 2, 3, 4 и 5 показано изменение горизонтальной составляющей силы резания и фаски приработочного износа в зависимости от пути резания при приработке соответственно при сухой обработке, в среде И-20А, МР-99, рапсового и касторового масел.

Анализ изменения наклона фаски приработочного износа после каждого прохода (измерения) и соответствующих значений, составляющих сил резания показали, что они коррелируют между собой.

Установлено, что во всех случаях, кроме приработки зубьев фрез в среде касторового масла, увеличение фаски износа приработанного инструмента на задней поверхности происходит постепенно и сопровождается ростом силы резания, в частности ее составляющей P_h , до определенного значения, а затем снижения, которое показывает завершение



образования вторичных упрочненных структур контактных слоев инструмента.

Рис. 1. Изменение силы P_h и $h_{зпр}$ прирабатываемого инструмента при сухой обработке:

- $V_{пр} = 19,45$ м/мин, $S_z = 0,15$ мм/зуб, $t = 1,6$ мм;
- ◻— $V_{пр} = 27,9$ м/мин, $S_z = 0,3$ мм/зуб, $t = 0,8$ мм;
- ▲— $V_{пр} = 27,9$ м/мин, $S_z = 0,3$ мм/зуб, $t = 0,4$ мм;
- ◆— $V_{пр} = 15,5$ м/мин, $S_z = 0,1$ мм/зуб, $t = 0,8$ мм.

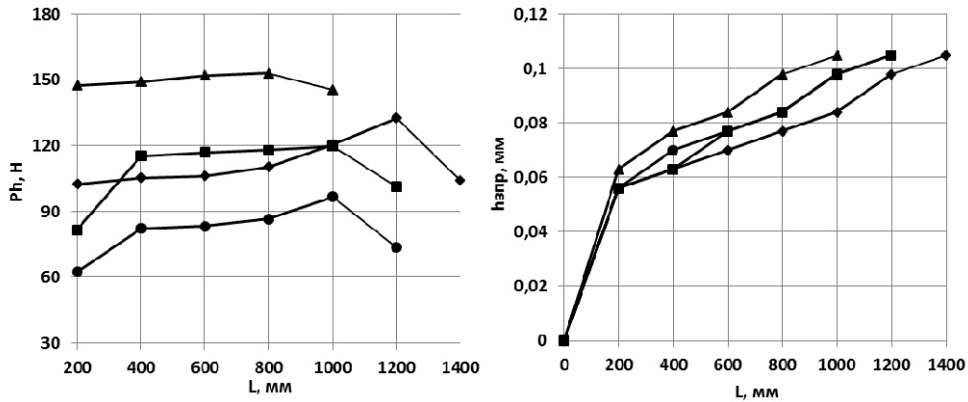


Рис. 2. Изменение силы P_h и $h_{зпр}$ прирабатываемого инструмента в среде И-20А:

—■— $V_{пр} = 12,2$ м/мин, $S_z = 0,3$ мм/зуб, $t = 0,4$ мм; —▲— $V_{пр} = 27,53$ м/мин,
 $S_z = 0,3$ мм/зуб, $t = 0,8$ мм; —◆— $V_{пр} = 19,25$ м/мин, $S_z = 0,1$ мм/зуб, $t = 1,6$ мм;
 —●— $V_{пр} = 24,45$ м/мин, $S_z = 0,3$ мм/зуб, $t = 0,4$ мм.

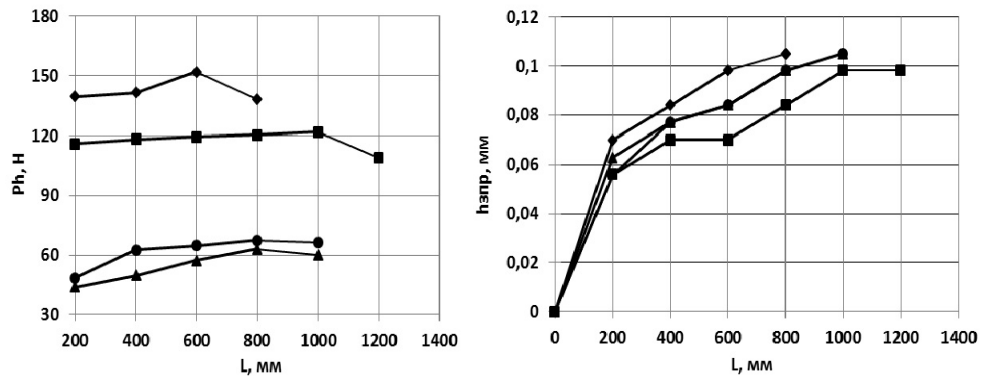


Рис. 3. Изменение силы P_h и $h_{зпр}$ прирабатываемого инструмента в среде МР-99: —■—

$V_{пр} = 27,7$ м/мин, $S_z = 0,2$ мм/зуб, $t = 2,0$ мм; —▲— $V_{пр} = 19,29$ м/мин,
 $S_z = 0,3$ мм/зуб, $t = 0,8$ мм; —◆— $V_{пр} = 15,3$ м/мин, $S_z = 0,1$ мм/зуб, $t = 0,4$ мм;
 —●— $V_{пр} = 24,6$ м/мин, $S_z = 0,25$ мм/зуб, $t = 0,4$ мм.

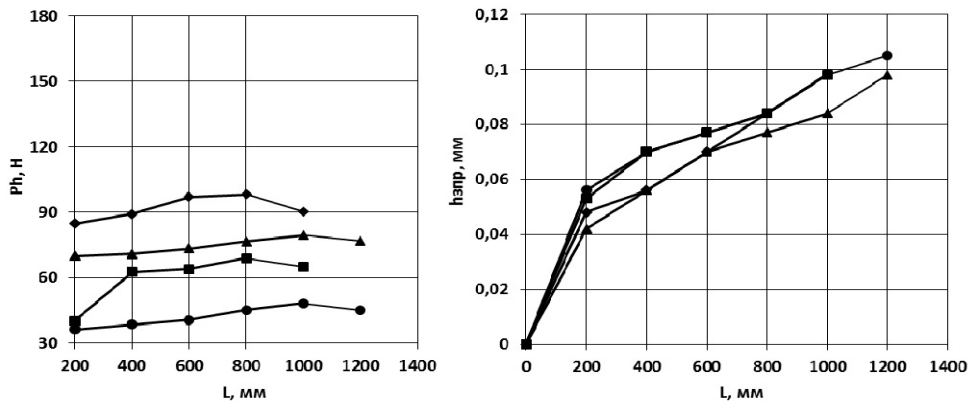


Рис. 4. Изменение силы P_h и $h_{зпр}$ прирабатываемого инструмента в среде рапсового масла: —■—

$V_{пр} = 15,33$ м/мин, $S_z = 0,3$ мм/зуб, $t = 0,4$ мм; —▲— $V_{пр} = 15,5$ м/мин,
 $S_z = 0,1$ мм/зуб, $t = 0,8$ мм; —◆— $V_{пр} = 24,45$ м/мин, $S_z = 0,15$ мм/зуб, $t = 1,2$ мм;
 —●— $V_{пр} = 12,27$ м/мин, $S_z = 0,2$ мм/зуб, $t = 0,4$ мм.

Такое изменение составляющей силы резания P_h может объясняться тем, что одновременно происходит упрочнение контактных слоев инструмента и срезаемого слоя пластического материала, каковым является сталь 12Х18Н10Т. Поэтому при резании пластического материала в начале наблюдается его пластическое разрушение с постепенным

упрочнением. При достижении определенной величины упрочнения срезаемый слой становится хрупким, происходит хрупкое разрушение, при котором сила резания снижается.

В этом случае, за критерий приработки, при котором образуются упрочненные контактные слои инструмента, следует принимать значение фаски износа по задней поверхности, после которого наблюдается снижение составляющей силы резания P_h .

Анализ количества измерений приработочного износа и составляющих силы резания во время приработки показывает, что время приработки зависит от режимов резания.

Установлено также, что в присутствии касторового масла приработка осуществляется быстрее (Рис. 5).

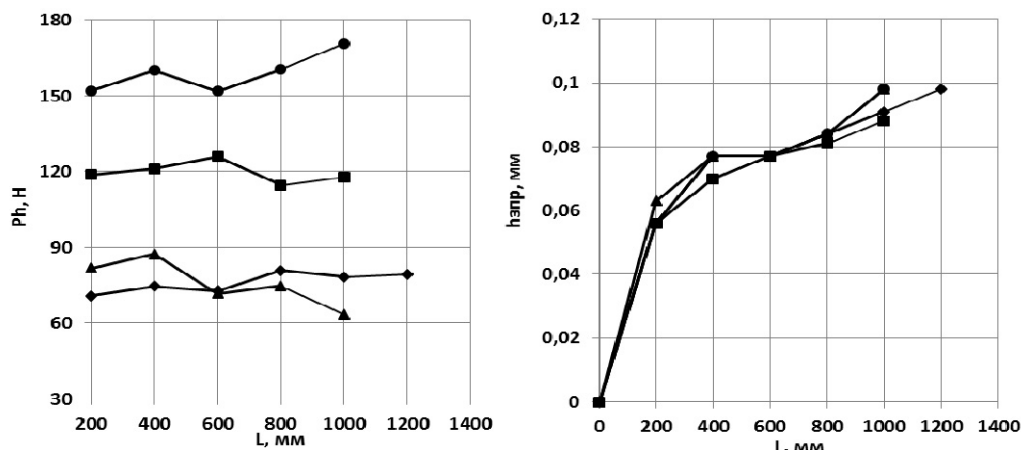


Рис. 5. Изменение силы P_h и $h_{зпр}$ приработываемого инструмента в среде касторового масла: \blacksquare – $V_{пр} = 24,75$ м/мин, $S_z = 0,3$ мм/зуб, $t = 1,2$ мм; \bullet – $V_{пр} = 19,35$ м/мин, $S_z = 0,15$ мм/зуб, $t = 0,8$ мм; \blacktriangle – $V_{пр} = 15,47$ м/мин, $S_z = 0,1$ мм/зуб, $t = 0,8$ мм; \blacklozenge – $V_{пр} = 24,65$ м/мин, $S_z = 0,25$ мм/зуб, $t = 1,6$ мм.

В среде касторового масла наблюдается периодическое снижение и возрастание усилий резания, в то время как у остальных после снижения составляющая сила резания P_h постоянно увеличивается. Такая особенность упрочняющей приработки в среде касторового масла позволяет утверждать, что механизм образования вторичных упрочненных структур отличается от механизма приработки в среде других СОТС. При этом следует отметить, что первое наибольшее значение составляющей силы резания при последующем снижении соответствует изменению наклона кривой износа.

Анализ результатов экспериментальных исследований показывает, что изменение кривой износа не зависит от режимов приработки и определяется только технологической средой в котором происходит процесс приработки.

В тоже время для каждой из исследуемых СОТС усилия резания определяются режимами приработки, которые определяют степень упрочнения контактных слоев.

Определив рекомендуемые режимы приработки, обеспечивающие необходимую стойкость инструмента по снижению составляющей силы резания можно управлять процессом упрочняющей приработки, что особое значение приобретает в условиях автоматизированного производства в частности на станках с ЧПУ.

Таким образом, инструмент считался приработанным (на режимах $V_{пр} = 15,5$ м/мин, $S_z = 0,1$ мм/зуб, $t = 0,8$ мм) при обработке всухую и в присутствии МР-99, И-20А – $h_{зпр} = 0,098 \div 0,1$ мм и в среде рапсового масла – $h_{зпр} = 0,084$ мм. Значение $h_{зпр}$ в среде касторового масла принято равным $0,07 \div 0,077$ мм, что соответствует первой ступени изменения наклона кривой.

Выводы. В результате исследований установлена корреляция между изменением приработочной кривой износа и усилием резания.

Вывявлено, що завершення образования упрочненних вторичних структур на контактних поверхностях інструмента супроводжується зниженням составляючих сили реза- ния и изменением наклона кривой износа.

Определены критерии предварительной приработки для каждой из исследуемых сред.

Показано, что механизм образования упрочненных слоев на поверхностях инстру- мента в среде касторового масла отличается от других рассматриваемых СОТС.

Литература

1. Яцерицын П.И. Теория резания: учебник [Текст] / П.И. Яцерицын, Е.Э. Фельдштейн, М.А. Корниевич. – 2-е издание, исправлено и дополнено – Мн.: Новое знание, 2006. – 512 с.

2. Мазур Н.П. Основы теории резания материалов [Текст] : учебник [для высш. учебн. заве- дений] / Н.П. Мазур [и др.]; под общ. ред. Н.П. Мазура и А.И. Грабченко. – 2-е изд., перераб. и до- полн. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2013. – 534 с.

3. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов [Текст] – М.: Машиностроение, 1975. – 344 с.

4. Внуков Ю.М. Зношування і стійкість різальних лезових інструментів: навчальний посіб- ник [Текст] / Ю.М. Внуков, В.О. Залоза. – Суми: Вид-во СумДУ, 2010. – 243 с.

5. Якубов Ч.Ф. Упрочняющее действие СОТС при обработке металлов резанием. [Текст] – Симферополь: ОАО «Симферопольская городская типография» (СГТ), 2008. – 156 с.

© Э.Р. Ваниев, Ч.Ф. Якубов, А.И. Алиев

УДК 621.914

*Е.Р. Ванієв, ст. преп.; Ч.Ф. Якубов, к.т.н, доцент; А.І. Алієв, к.т.н, доцент
Кримський інженерно-педагогічний університет*

ВИЗНАЧЕННЯ КРИТЕРІЮ ПОПЕРЕДНЬОЇ ПРИРОБІТКИ ІНСТРУМЕНТУ ПРИ ФРЕЗЕРУВАННІ СТАЛЕЙ АУСТЕНІТНОГО КЛАСУ

У статті представлені результати по визначенню критерію підробітки інструме- нту, що забезпечує в автоматизованому виробництві управління освітою вторинних змі- цнених структур на контактних поверхнях в процесі різання з використанням різних МОТС для досягнення максимального ступеня зміцнення.

Ключові слова: критерій приробітки, вторинні зміцнені структури, МОТС, прира- боточний знос, складова зусилля різання.

UDC 621.914

*E.R. Vaniyev, Senior lecturer; Ch.Ph. Yakubov, Ph.D.; A.I. Aliyev, Ph.D.
Crimean Engineering and Pedagogical University*

DETERMINATION OF CRITERIA PRE-BURNISHING TOOL DURING MILLING OF AUSTENITIC STEELS

The article presents the results of determination criterion burnishing tool that provides au- tomated manufacturing control the formation of secondary structures reinforced on the contact surfaces of the cutting process using a variety of cutting fluids to achieve the maximum degree of hardening.

Keywords: criterion of the running, the secondary structure of hardened, LCTE, the run- ning-in wear, component of the cutting force