

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К. И. Сатпаева

Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева

Кафедра «Станкостроение, материаловедение и технологии
машиностроительного производства»

Еденова Акмарал Саламатовна

На тему: «Методы повышения эффективности работы режущего инструмента»

ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

Специальность: 5В071200 - Машиностроение

Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии

Кафедра «Станкостроение, материаловедение и технологии
машиностроительного производства»



ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

На тему: «Методы повышения эффективности работы режущего инструмента»

по специальности: 5В071200 - Машиностроение

Выполнила

Еденова А.С.



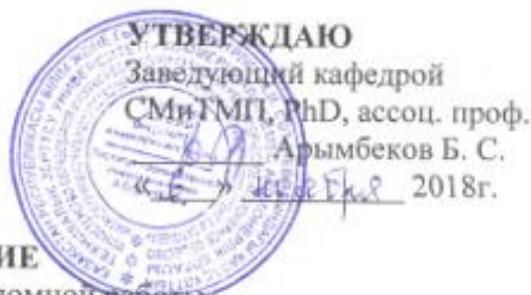
Алматы 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский национальный исследовательский технический университет
имени К.И.Сатпаева

Институт промышленной инженерии им. А. Буркитбаева

Кафедра «Станкостроение, материаловедение и технологии
машиностроительного производства»



ЗАДАНИЕ

На выполнение дипломной работы

Обучающемуся: Еденовой Акмарал Саламатовне

Тема: Методы повышения эффективности работы режущего инструмента

Утверждена приказом Ректора Университета № 1252-б от « 6 » ноября 2018 г.

Срок сдачи законченной работы « ____ » _____ 2019г.

Исходные данные к дипломной работе: Диаметр заготовки $D = 80$ мм, припуск наобработку (насторону) $h = 3,5$ мм, подача наоборот $S_0 = 0,2$ мм/об, вылет резца $l = 60$ мм. Материал - углеродистая сталь 50 с $\sigma_b = 650$ МПа, допустимое напряжение на изгиб $\sigma_{изг} = 200$ МПа.

Краткое содержание дипломной работы:

- литературно – патентный анализ
- общий расчет режущего инструмента
- расчет на прочность

Перечень графического материала:

Представлены ____ слайдов презентации работы

Рекомендуемая основная литература:

а) Григорьев С. Н. Технологические методы повышения износостойкости контактных площадок режущего инструмента: [монография] / С. Н. Григорьев, В. П. Табаков, М. А. Волосова. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. -379 с. : ил., табл., схемы.

б) Степанова Т. Ю. Технологии поверхностного упрочнения деталей машин: учебное пособие/ Т. Ю. Степанова; Иван. гос. хим. - технол. Ун - т. Иваново, 2009.- 64с.

ГРАФИК
подготовки дипломной работы

Наименование разделов, перечень разрабатываемых вопросов	Сроки представления руководителю	Примечание
Обзор литературы Теоретическая часть	01.02.19 - 15.03.19	<i>выполнено</i>
Токарный резец по металлу Износ резца	20.03.19 - 07.04.19	<i>выполнено</i>
Методы повышения эффективности работы режущего инструмента Общий расчет. Расчет на прочность. Статический расчет	10.04.19 – 20.04.19	<i>выполнено</i>

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу
с указанием относящихся к ним разделов работы

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Нормоконтролер	Карпеков Р. К., лектор	<i>27.04.2019</i>	<i>[Подпись]</i>

Научный руководитель *[Подпись]* Сушкова О.А.

Задание принял к исполнению обучающийся *[Подпись]* Еденева А.С.

Дата

«6» ноября 2018 г.

Аннотация

Дипломная работа посвящена методам повышения эффективности работы режущего инструмента. Были рассмотрены особенности методов.

Произведен расчет по формулам и в программе Solid Works и выбор режущего инструмента.

Отдельное внимание уделено выявлению эффективного метода для увеличения работоспособности инструмента на износ.

Основной причиной снижения эффективности работы режущего инструмента является недостаточная их прочность при длительной работе, усталостное разрушение металла.

В работе рассмотрены основные проблемы резца, виды износа резца, общие методы упрочнения.

Ключевые слова: упрочнение, режущий инструмент, методы эффективности, резец, износ.

Аңдатпа

Жоғарыда аталған құралдың жұмыс құралының тиімділігін арттырудың әртараптандыру әдістерінің дипломатиялық жұмысы.

Формулаларды есептеу және Solid Works бағдарламасында және тиісті құралды таңдау арқылы шығарылады.

Құралдың тозуымен жұмыс істеу қабілетін жоғарылатудың тиімді әдісін анықтауға ерекше назар аударылады.

ДК тиімділігінің төмендеуінің басты себебі - компьютердің сапасы төмен, компьютердің ұзақ мерзімді жұмысы, ұзақ мерзімді жұмыс, компьютердің жоғары сапасы және ДК-ны дамыту.

Зерттеуде тесттің негізгі мәселелері, сынақтың тозу түрлері, арматураның жалпы әдістері.

Түйінді сөздер: беріктендіру, кесу құралы, тиімділік әдістері, кескіш, тозу.

Annotation

Diplomatic work of diversifying methods of increasing the efficiency of the working tool of the aforementioned tool. Were the simulations of the methods. Produced by the calculation of the formulas and in the Solid Works program and the selection of the appropriate tool.

Special attention is paid to the identification of an effective method to increase the workability of the instrument by wear and tear.

The primary reason for the decrease in the efficiency of the PC is the poor quality of the PC, the long-term performance of the computer, the long-term performance, the high quality of the PC, and the development of the PC.

In the survey, the main problems of the test, the types of wear of the test, general methods of reinforcement.

Keywords: hardening, cutting tool, efficiency methods, cutter, wear.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	9
1	Токарный резец по металлу	10
1.1	Конструкция резца	10
1.2	Основные типы резцов	10
2	Износ резца	13
2.1	Виды износа резца	13
2.2	Абразивный износ	13
2.3	Адгезионный износ	13
2.4	Диффузионный износ	14
3	Методы повышения эффективности работы режущего инструмента	16
3.1	Группы методов	17
3.2	Динамический метод	19
3.2.1	Дробеструйная обработка	19
3.2.2	Ультразвуковой метод	21
3.2.3	Чеканка	23
3.2.4	Виброударный метод	25
3.2.5	Упрочнение в магнитном поле	27
3.2.6	Ионное азотирование	30
4	Общий расчет	33
4.1	Расчет на прочность	33
4.2	Расчет резца на прочность в программе Solidworks	36
4.2.1	Статическое исследование режущего инструмента	36
	Заключение	39
	Список использованной литературы	40

ВВЕДЕНИЕ

Главной и основной проблемой машиностроения является увеличение срока эксплуатации механизмов и машин.

Важным показателем, что определяет спрос на проектируемый объект и есть его качество. Обеспечение необходимого качества возможно при удовлетворении эксплуатационных требований, предъявляемых к деталям машин и механизмов. В данной дипломной работе рассматриваются методы повышения эффективности работы режущего инструмента. Резцы рассчитывают на прочность, жесткость.

В процессе восстановления изношенной поверхности, резец подвергается заточке для придания правильной формы и установления необходимого угла режущей кромки.

Для этого срезается поверхностный упрочненный слой детали, при этом снижается ее микротвердость.

Часто в технологическом процессе восстановления режущих инструментов, помимо собственно процесса восстановления, в процессе присутствуют операции по упрочнению восстановленных поверхностей.

1 Токарный резец по металлу

1.1 Конструкция резца

При точении в качестве режущего инструмента используют резцы. Основным принципом систематизации резцов считается их технологическое предназначение. Главная часть резца имеет единую конструкцию. В основном их отличие - это геометрия режущей части. Существуют технологии соединения державки и режущей части резца, от которых зависит основная составляющая токарных резцов. Все виды имеют одну рабочую плоскость и грань головки резца, что принимает участие в процессе резания. Также присутствуют элементы, ответственные за направленный отвод слоя удаленного металла, рисунок 1.

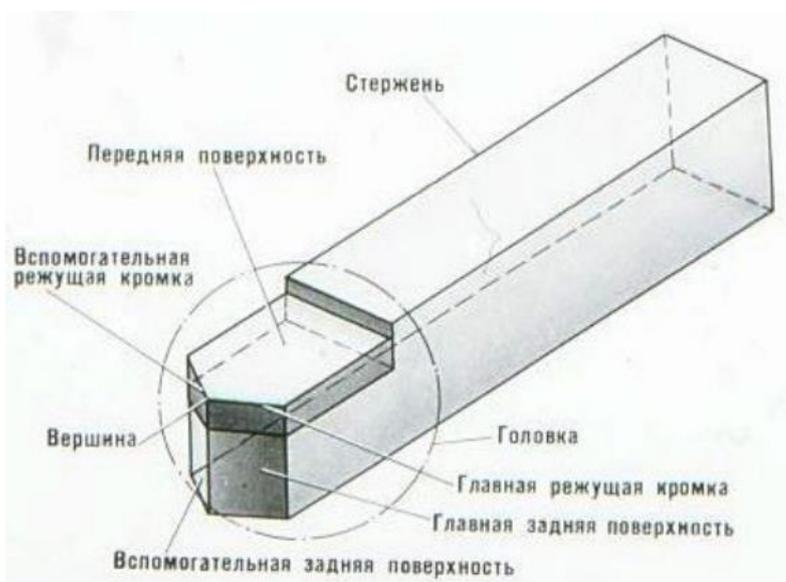


Рисунок 1- Конструкция токарного резца [2]

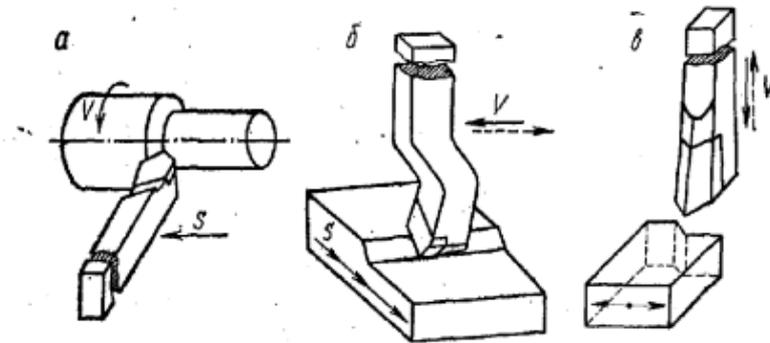
К особенностям токарной обработки можно отнести горизонтальное продольное движение инструмента, которое может осуществляться в двух направлениях: от шпинделя (вправо) и по направлению к нему (влево).

При смене направления движения требуется изменение ориентации режущей поверхности, в следствии этого, инструментальная промышленность производит режущий инструмент в двух вариантах [1].

1.1 Основные типы резцов

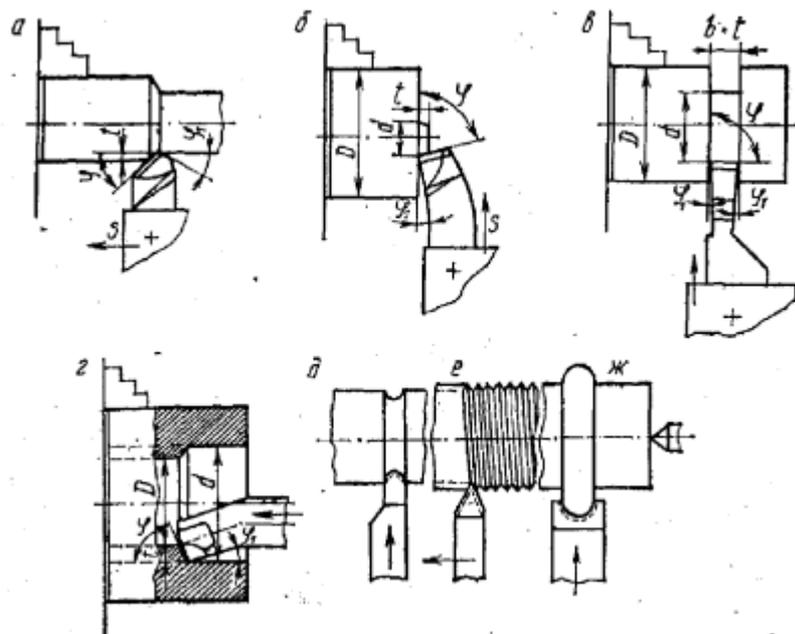
Основные типы резцов по виду станков:

- токарные, строгальные, долбежные, автоматнo-револьверные, расточные для горизонтально-расточных станков, специальные, рисунок 2 [3]:
- по виду обработки: проходные, подрезные, отрезные, прорезные, расточные, галтельные, резьбовые, фасонные, рисунок 3.



а- токарные; б -строгальные; в - долбежные

Рисунок2- Классификация резцов по виду станков [3]

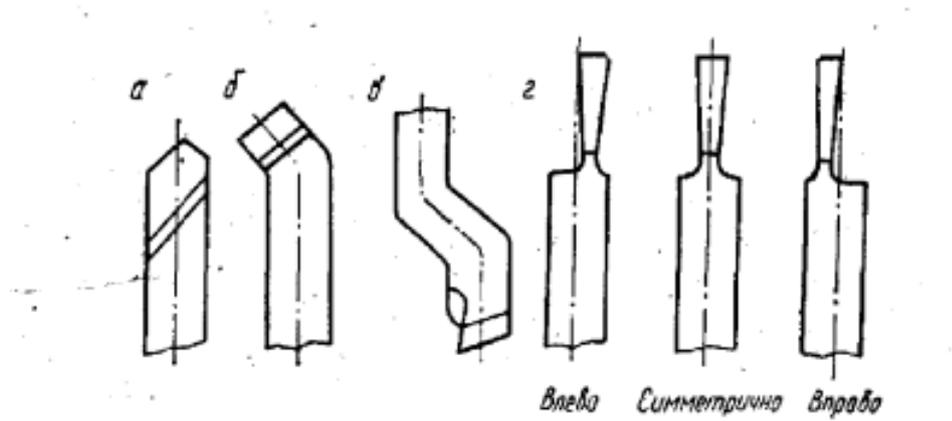


а- проходной; б - подрезной; в -отрезной, прорезной; г -расточной;
д - галтельный; е - резьбовой; ж - фасонный

Рисунок 3 - Классификация резцов по виду обработки [3]

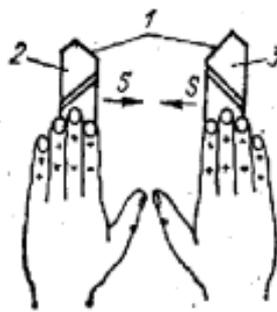
- по типу обработки: чистовые,обдирочные (черновые), для тонкого точения;
- по сечению крепежной части: прямоугольные, квадратные, круглые;

- по составной рабочей части: отогнутые, прямые, изогнутые, с оттянутой головкой, рисунок 4;
- по направлению подачи: левые, правые, рисунок 5 [3].



а- прямые; б -отогнутые; в - изогнутые; г -с оттянутой головкой

Рисунок 1.3 - Классификация резцов по конструкции рабочей части [3]



1 – главные режущие кромки; 2 - левый резец; 3 - правый резец

Рисунок 5 - По направлению подачи [3]

2 Износ резца

В процессе работы происходит износ поверхности режущего инструмента.

При изнашивании износ проявляется на передней и задней поверхности, рисунокб.

Изнашивание поверхности режущего инструмента имеет различие по сравнению с изнашиванием деталей машин, так как зона резания, в которой происходит процесс резания, преобладает высокая химическая частота трущихся поверхностей, высокая температура и давление в зоне контакта инструмента и детали [4].

2.1 Виды износа резца

Изнашивание по передней грани проявляется вследствие трения стружки. На передней грани появляется лунка, которая имеет диаметр и глубину. Режущую кромку инструмента защищает застойная зона - т. е. нарост, в следствии этого лунка появляется за пределами нароста. Изнашивание поверхности режущего инструмента по задней грани может проявляться путем трения задней грани и обработанной поверхности. Происходит проявление на задней грани площадки износа. Изнашивание по передней грани проявляется при черновой обработки детали, по задней грани - при чистовой обработке.

Процесс изнашивания режущего инструмента при резании металлов сложен и состоит из абразивного, адгезионного и диффузионного износа [4].

2.2 Абразивный износ

Абразивное изнашивание резца состоит в следующем: стружка внедряется в рабочую плоскость режущего инструмента и способом микроцарапаний устраняет металл с рабочей плоскости. При уменьшении скорости резания эффективность абразивного изнашивания возрастает [4].

2.3 Адгезионный износ

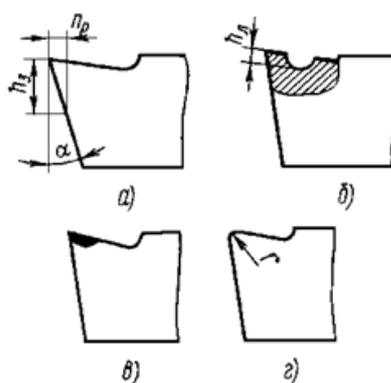
Адгезионный износ резца происходит в случае налипания трущихся поверхностей и в дальнейшем схватывания или жеотрыва микрочастиц материала инструмента. В следствии данного изнашивания, которое

происходит при температуре ниже 900°C, происходит проявление кратеров на рабочей поверхности инструмента, которые образуются при слиянии лунки. Адгезионное изнашивание уменьшается при повышении твердости режущего инструмента [4].

2.4 Диффузионный износ

Диффузионное изнашивание инструмента, происходит при температурах 900-1200°C, данный износ происходит при взаимном растворении металла детали и самого режущего инструмента. При возрастании скорости резания увеличивается температура контактного слоя в следствии чего, повышается активность процесса растворения. Поэтому диффузионное изнашивание рассматривают как один из видов химического изнашивания, что приводит к изменению химического состава и физико-химических свойств поверхностного слоя реза и снижению его износостойкости.

Износ инструмента становится интенсивней за счет повышения механических качеств обрабатываемого материала и содержания в нем углерода, вольфрама, молибдена. Скорость резания оказывает большое воздействие на интенсивность изнашивания, малое- подача и глубина резания. Режущий инструмент изнашивается по задней и передней поверхностям, рисунок 6 [4].



h_z - износ по задней поверхности, h_p - радиальный износ,
 h_n - глубина лунки, r – радиус скругления [4]

Рисунок 6- Износ поверхности

Износ по задней поверхности проявляется при невысокой скорости резания, при этом толщина среза должна быть малой, не более 0,15 мм (рисунок б, а). Износ по передней поверхности проявляется при наибольшем давлении и

высокой температуре в зоне резания. Условия появляются при отсутствии охлаждения с большой толщиной среза более 0,5 мм и высокой скорости резания. Лунка появляется при изнашивании режущего инструмента по передней поверхности, при этом ширина и глубина лунки непрерывно увеличиваются (рисунок 6, б). Между лункой и режущей кромкой происходит непрерывное уменьшение ширины перемычки и когда перемычка пропадает, затем наступает абсолютный или катастрофический износ (рисунок 6, в). На практике инструмент изнашивается по задней и передней поверхностям одновременно и при этом возрастает радиус r скругления режущей кромки, рисунок 6, г). Преобладание одного из данных типов износа над другими находится в зависимости от режима обработки [4].

3 Методы повышения эффективности работы режущего инструмента

Использование классических способов увеличения режущих качеств резца за счет сложного легирования инструментальных материалов в наше время ограничено из-за нехватки ряда элементов.

Проблемой считается создание новейшего инструментального материала, именуемого - композиционный, что имеют высокое противостояние износу и относительно высокую прочность.

Имеют зависимость от химического состава, структуры и кристаллического строения решетки материала, которые представляют возможность определить эксплуатационные качества инструмента - микротвердость, теплостойкость, теплопроводимость, прочность, ударную вязкость, коррозионную стойкость и стойкость против окисления при повышенной температуре. Отмеченными качествами инструментального материала устанавливают контактные качества, термомеханическое напряженное состояние и функциональность резца.

Кристаллическая структура покрытия, его физико - химические и теплофизические качества имеют возможность отличаться от надлежащих качеств инструментальных и обрабатываемых материалов, в следствии этого напыление необходимо расценивать как особую среду, которая с одной стороны имеет возможность менять поверхностные качества инструментального материала, с иной - воздействовать на контактные процессы, деструкции, силы и температуры резания. Задавая качества покрытия методом варьирования его химического состава и структуры, можно менять главные свойства процесса резания и, в конечном результате, управлять важными выходящими параметрами процесса - износом резца и качеством поверхностного слоя обрабатываемых деталей. Не считая этого, процедура нанесения покрытия разрешает направленно влиять на поверхностные недостатки инструментального материала, собственно, что в сочетании с вероятностью формирования стабильных характеристик покрытия имеет возможность заметному увеличению надежности инструмента.

Этим образом, нанесение износоустойчивых покрытий инструментальные материалы разрешает приблизиться к решению задачи формирования идеального инструментального материала, обладающего высокой износостойкостью в сочетании с необходимой прочностью и вязкостью. Режущий инструмент, сделанный из такого материала, имеет возможность удовлетворять самым высоким требованиям, предъявляемым к качеству, производительности, надежности.

Обширное промышленное внедрение режущих инструментов с износоустойчивыми покрытиями позволяет решать весь комплекс важнейших народнохозяйственных задач. К таким задачам можно отнести[5]:

- увеличение стойкости и надежности металлорежущего инструмента;
- повышение производительности процессов обработки деталей резанием;
- расширение действенной области применения твердых сплавов и уменьшение номенклатуры используемых сплавов стандартных марок;
- повышение свойства поверхностного слоя и точности размеров обработанных деталей;
- повышение режущей способности инструментов, изготовленных из низколегированных материалов.

В настоящее время промышленность изготавливает сравнительно большое количество режущих инструментов с покрытием. В прочем их эффективность еще недостаточно велика из-за отсутствия научно обоснованных назначений по использованию такого инструмента и из-за некоторых особенностей его производства, а также данных по выбору состава и характеристик покрытия.

Функциональность режущего инструмента имеет возможность быть повышена за счет такого изменения поверхностных качеств инструментального материала, при которых контактные площадки инструмента станут более действенно сопротивляться абразивному, адгезионно - усталостному, коррозионно-окислительному и диффузионному видам изнашивания как при комнатной, так и при повышенной температурах. При данном инструментальный материал обязан в одно и тоже время обладать достаточным запасом прочности при сжатии и изгибе, приложении ударных импульсов и знакопеременных напряжений.

Существует большое количество способов получения покрытий на рабочих поверхностях режущих инструментов. Под словом покрытие будем понимать такое образование на поверхности инструментального материала, которое, существенно отличаясь по своим кристаллохимическим, физико - механическим и теплофизическим свойствам от соответствующих свойств инструментального материала (основы), значительно улучшает качества последнего [5].

3.1 Группы методов

В зависимости протекания процессов и их формирования покрытий существующие методы подразделяют на три основные группы.

Способ, при котором создание покрытия осуществляется преимущественно за счет диффузионных реакций насыщаемыми веществами и структурой инструментального материала можно отнести к первой группе.

Ко второй группе относят способ формирования покрытия по всеохватывающему механизму. При взаимодействии между парогазовыми смесями, которые состоят из соединения металлоносителя второго компонента, который служит газом-транспортёром и восстановителем появляется покрытие.

Большую роль в процессе формирования покрытия имеет субструктура поверхности материала режущего инструмента [5].

К третьей группе можно отнести способы формирования покрытий за счет химических и плазмохимических реакций потока части одновременно в объемах пространства, непосредственно примыкающего к насыщаемым поверхностям инструментального материала.

Классические методы химико - термической обработки, как, например, азотирование, низкотемпературное цианирование, нитроцементация, карбонитрация в печах или соляных ваннах, использовали в отечественной инструментальной промышленности.

Методы, которые используются в инструментальном производстве делят на пять основных групп:

- деформационное воздействие;
- термическое воздействие;
- поверхностное легирование;
- нанесение покрытий;
- комбинированная обработка.

При использовании различных данных методов, они оказывают разное воздействие на поверхность и поверхностный слой режущего инструмента.

При методе деформации происходит воздействие на инструмент, при этом образуется наклеп поверхностного слоя режущего инструмента, изменяя его микрогеометрию и энергетический запас.

При термическом воздействии на поверхностный слой режущего инструмента проявляется изменение самой структуры, но химический состав не меняется.

Легирование поверхности режущего инструмента меняет химический состав и структуру поверхностного слоя инструмента.

Формирование тонкой пленки происходит при нанесении покрытия на поверхность режущего инструмента [5].

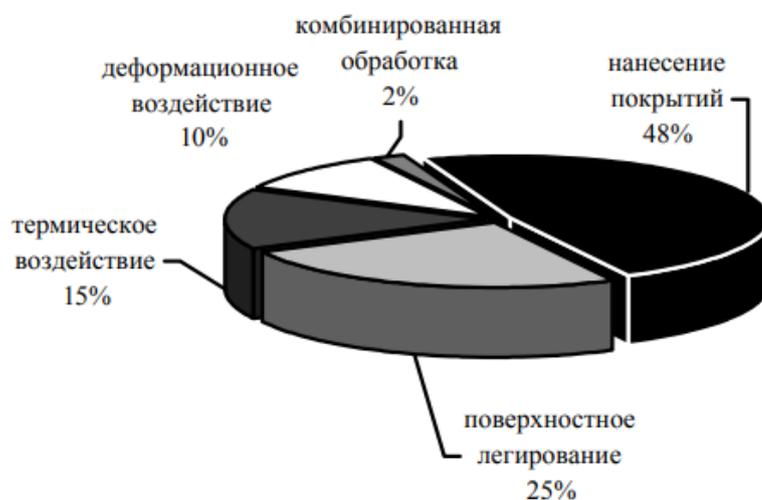


Рисунок 7 - Доля различных групп методов нанесения покрытий и модификации поверхности в инструментальном производстве [5]

Каждый метод упрочняющей обработки, основанный на деформационном воздействии на режущий инструмент, характеризуется своей механикой деформирования, специфическими особенностями формирования геометрических и физико - механических свойств поверхностного слоя, а также условиями протекания процесса.

Механика поверхностного пластического деформирования предопределяется характером воздействия деформирующего элемента на режущий инструмент.

В зависимости от этого способы деформационного упрочнения разделяются на статические и динамические. Для статических способов (обкатывание, выглаживание и др.) характерны постоянство во времени силы деформационного воздействия и непрерывность контакта деформирующего элемента и режущего инструмента. Для динамических способов характерно импульсное воздействие деформирующих элементов на поверхность режущего инструмента в условиях прерывистого контакта. Также в последнее время распространение получили способы, сочетающие статические и динамические нагрузки [5].

3.2 Динамический метод

К динамическим (ударным) методам деформационного воздействия на поверхностный слой инструмента относятся дробеструйная, вибрационная, ультразвуковая, статико - импульсная обработка, чеканка и др.

В этих процессах деформирующий элемент внедряется в поверхностный слой изделия перпендикулярно профилю поверхности или под некоторым углом к ней. Многочисленные удары, наносимые по изделию по заданной программе или хаотично, оставляют на ней большое число локальных пластических отпечатков, которые в результате покрывают всю поверхность.

Размеры очага деформации зависят от материала изделия, размеров и формы инструмента и от энергии удара по поверхности [5].

3.2.1 Дробеструйная обработка

Дробеструйная обработка представляет собой разнообразие сыпучей рабочей среды, такие как, абразивные гранулы, дробь и др. При дробеструйной обработке поток дроби подается на изделие со скоростью соударения, которая

достигает до 100 м/с, в следствии этого происходит деформация поверхностного слоя изделия, рисунок 8.

К преимуществу метода относится высокая технологичность и универсальность, которые обеспечивают возможность обработать сложного профиля поверхности режущих инструментов. Для осуществления процесса струйной обработки необходимо использовать металлическую, керамическую, стеклянную дробь, кроме того используют абразивные частицы или песок [5].

При изменении размера, формы и твердости дроби, оптимизируется технологический процесс обработки. При определенном размере и массе абразивные гранулы дроби будут иметь возможность обладать достаточной энергией, для того, чтобы удалить загрязнения с поверхности, а так же, упрочнить ее, но надо учитывать разрушение поверхности.

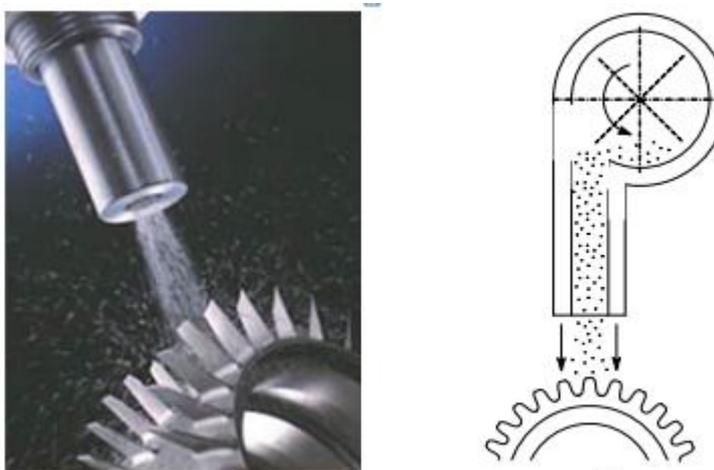


Рисунок 8 - Дробеструйная обработка [5]

Для того, чтобы упрочнить поверхность изделия, необходимо подавать материал на поверхность изделия соплом с помощью воздуха, воды, масла или с помощью центробежных сил. Эффект остается прежним в любом случае, при формировании на поверхностном слое остаточного напряжения сжатия, которое уравнивает напряжение растяжения, и повышает микротвердость. Шероховатость поверхности режущего инструмента может быть разной в зависимости от типа используемой дроби. Улучшение микрогеометрии поверхности можно достичь путем подачи дроби с использованием масла в зону обработки. При использовании дробеструйной обработки и ее разновидностей, происходит затупление режущей кромки режущего инструмента. Необходимо учитывать данное условие при проектировании и применения процесса дробеструйного упрочнения [5].

К технологическим режимам данного метода, что определяют характеристику формируемого слоя относятся: твердость материала инструмента, скорость полета дроби, диаметр дроби, угол, под которым подается струя, расстояние от дроби до обрабатываемого инструмента, время

обработки и расход дроби. При увеличении размеров дроби, увеличивается и шероховатость поверхности, так же наблюдается рост остаточного напряжения сжатия, глубины наклепа и твердости поверхностного слоя. Исходная шероховатость поверхности практически не влияет на эффективность дробеструйной обработки. Она зависит от угла атаки дроби на поверхность. Этот режим, как правило, сложно контролировать, так как он определяется конфигурацией упрочняемого инструмента, который может представлять собой все возможные сочетания плоских, выгнутых и вогнутых поверхностей. Во время обработки инструмент совершает поступательное и так же вращательное движение по отношению к потоку дроби.

Высокая эффективность достигается при условии, что угол атаки равен 90° . Глубина и степень наклепа прямо пропорциональна скорости дроби, ее диаметру, синусу угла атаки и обратно пропорциональна квадратному корню из твердости обрабатываемого материала. Указанные закономерности имеют место при использовании в качестве рабочего инструмента не только дроби, но и абразивных частиц. Увеличение силы нормального давления уплотненного абразивного потока на поверхность обработки проявляется при изменении режимов обработки, при этом возрастает деформационное упрочнение поверхностного слоя. Основное влияние на величину силы нормального давления при обработке в поле центробежных сил оказывают относительная скорость перемещения уплотненного потока рабочей среды, зернистость абразивного материала и угол атаки [5].

3.2.2 Ультразвуковой метод

Используя метод ультразвукового колебания происходит наложение знакопеременных нагрузок на статические нагрузки, локальное поглощение ультразвуковой энергии, вследствие чего меняются условия течения металла, что облегчает пластическое деформирование. Объединяя статическое напряжением амплитудным значением знакопеременного напряжения, приводит к достаточному суммарному напряжению для преодоления с помощью дислокации потенциальных барьеров, что даст возможность предотвратить раннюю пластическую деформацию. При поглощении акустической энергии в местах проявления дефекта кристаллической решетки и иных несовершенств, происходит активация дислокаций.

Метод ультразвуковой обработки приводит к локальному нагреву вокруг источника поглощения, к снятию напряжения, разблокировка дислокации, повышение их подвижности. Все это обеспечивает более интенсивный ход пластической деформации, так же понижается коэффициент трения между обрабатываемой поверхностью и деформирующим элементом [5].

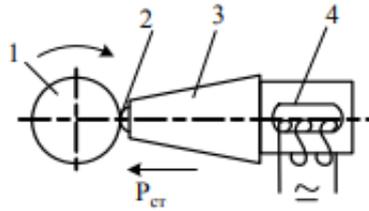


Рисунок 9 - Принципиальная схема ультразвуковой обработки [5]

Ультразвуковой инструмент 2 представляет собой шарик, что связан с концентратором колебаний 3, который поступает от преобразователя 4. Шарик имеет возможность жесткого крепления, но может и не иметь жесткого контакта с преобразователем. Приспособление подводится к изделию, что вращается 1 с малым усилием $P_{ст}$. К особенностям данной обработки являются: высокие частоты ультразвукового колебания ($f \approx 10^4$ Гц), малая амплитуда колебаний ($A = 10 - 20$ мкм), небольшая статическая сила ($P_{ст} = 30 - 300$ Н), весьма малое время контакта деформирующего элемента с изделием $\tau \approx 3 \cdot 10^{-5}$ с, значительная колебательная скорость инструмента $V_i = 2\pi \cdot f \cdot A \geq 2 \dots 3$ м/с, ускорение и многократность деформирования, рисунок 10.

При малых величинах амплитуды колебаний и статической силы не дает нужную пластическую деформацию поверхностного слоя, при этом твердость обработанной поверхности почти не изменяется.

При повышении амплитуд колебаний и статической силы формируется напряжение поверхностного слоя, что ведет к критической плотности дислокации, в следствии этого твердость повышается. Так же необходимо учитывать, что при высокой амплитуде и статической силе поверхностный слой разрушается и твердость уменьшается [5].

Ультразвуковая обработка значительно отличается от статического способа - обкатывание шариком:

- инструмент ультразвуковой обработки приводит к пластической деформации поверхностного слоя детали импульсно, при этом присутствует большая интенсивность колебаний;

- контакт инструмента с поверхностью инструмента и деформация инструмента приводит к прерывистому и интенсивному трению скольжения; статическая сила, что действует на инструмент, мала;

- в поверхностном слое формируется среднее давление что в 3 - 9 раз превышает при обкатывании.

Рабочая часть деформирующего элемента перемещается одновременно с направлением относительной скорости перемещения поверхности и перпендикулярной. При многократном воздействии нагрузки, напряженное деформированное состояние имеет отличие от простого статического влияния. Вследствие этого образуются различные преимущественные ориентировки текстуры деформирования, а пластическое деформирование осуществляется множественным скольжением, оно происходит даже в тех плоскостях, которые

энергетически для этого невыгодны. Большое количество скользящих формирует дополнительное торможение движению дислокаций.

Впервые 30 секунд проявляется интенсивность в упрочнении металла. Воздействие плотного потока на поверхность инструмента до первой минуты значительного изменения степени наклепа не проявляется, повышается глубина наклепа (30 - 40 мкм). Увеличение обработки во времени никак не влияет на глубину наклепа.

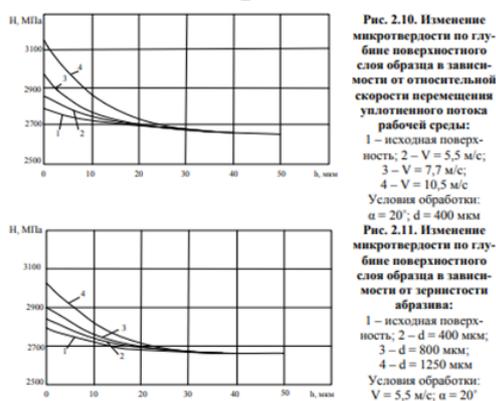


Рисунок 10 – Интенсивное упрочнение металла

3.2.3 Чеканка

В основу процесса чеканки входит приспособление, с помощью которого наносят удары по упрочняемой поверхности. Инструмент представляет собой ударник с бойком, рисунок 11.



Рисунок 11 - Приспособление для чеканки [5]

Типы приспособления: пневматический, электрический и механический. Чаще всего применяют бойки в форме ролика, который имеет профильный радиус 3 - 5 мм. Используя пневматическое приспособление чеканку можно производить вручную. Чеканка используется также на металлорежущих станках, к примеру токарный станок, используя специальное механическое ударное приспособление. В последнее время широкое распространение

получили конструкции пружинных ударников, работающих с приводом от кулачкового валика. Режимы чеканки оказывают большое влияние на формируемый слой. К ним относятся сила удара бойка $P = 50 - 300 \text{ Н}$, плотность ударов $\rho = 20-90 \text{ уд/мм}$ и скорость бойка в момент удара $v = 0,1-1 \text{ м/с}$. При выборе режима резания чеканки необходимо учитывать твердость упрочняемого материала, и опираясь на микротвердость и глубину, шероховатость и остаточное напряжение. К оптимальным режимам чеканки со сменными многогранными пластинами, которые эксплуатируются при продольном точении разных материалов, относят: для стали У12А – $P=140 \text{ Н}$, $\rho =32 \text{ уд/мм}$ и $v=0,3 \text{ м/с}$; для стали Р5М5 – $P=105 \text{ Н}$, $\rho =45 \text{ уд/мм}$ и $v=0,35 \text{ м/с}$; для сплава Т15К6 – $P=70 \text{ Н}$, $\rho =45 \text{ уд/мм}$ и $v=0,28 \text{ м/с}$.

Таблица 1 – Сведения о микротвердости поверхностного слоя инструментов [5]

Материал режущей пластины	Сравниваемые варианты пластин	Микротвердость $HV_{ср}$, МПа	Среднеквадратическое отклонение σ_{HV} , МПа	Коэффициент увеличения K_{HV}
У12А	Обычные	6447	933	1
	Упрочненные	9120	1100	1,42
Р6М5	Обычные	7150	860	1
	Упрочненные	9770	1550	1,37
Т15К6	Обычные	9700	1100	1
	Упрочненные	15500	900	1,6

Вполне естественно, что отмеченные изменения характеристик поверхностного слоя должны сказаться на функциональных параметрах процесса резания и на эффективности инструмента. В таблицах 3 и 4 показано влияние упрочняющей чеканки на составляющую силу резания P_z и период стойкости режущих пластин при точении стали типа 40Х. Заметен результат, после применения данного метода, происходит снижение силы резания до 20%, а стойкость инструментов возрастает в 2,7 раза [5].

Таблица 2 – Сведения о шероховатости поверхностного слоя инструментов [5]

Материал режущей пластины	Сравниваемые варианты пластин	Параметр шероховатости	Шероховатость $R_{ср}$, мкм	Среднеквадратическое отклонение σ_R , мкм	Коэффициент уменьшения k_R
---------------------------	-------------------------------	------------------------	------------------------------	--	------------------------------

У12А	Обычные	R_a	1/32	0/37	1
		R_z	8/14	1/81	
		R_t	9/58	2/12	
<i>Продолжение таблицы 2</i>				0/036	3/3
		R_t	3/77	0/34	2/54
Р6М5	Обычные	R_a	0/41	0/019	1
		R_z	4/26	0/77	
		R_t	4/26	0/71	
Т15К6	Упрочненные	R_a	0/26	0/058	1/58
		R_z	2/07	0/5	2/06
		R_t	2/66	0/78	1/6
Т15К6	Обычные	R_a	0/12	0/028	1
		R_z	1/01	0/042	
		R_t	1/15	0/025	
Т15К6	Упрочненные	R_a	0/09	0/008	1/33
		R_z	0/79	0/025	1/28
		R_t	0/87	0/037	1/32

Таблица 3 – Сведения о влиянии упрочняющей чеканки на составляющую силы резания P_z при точении стали типа 40Х [5]

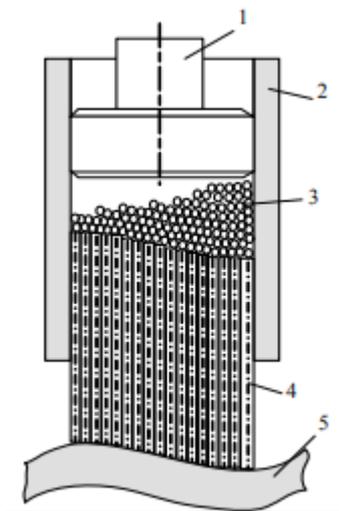
Материал режущей пластины	Сравниваемые варианты пластин	Составляющая силы резания P_{zcp} , Н	Среднеквадратическое отклонение σ_r , МПа	Коэффициент уменьшения
У12А	Обычные	115	2.9	1
	Упрочненные	96	3.1	1,2
Р6М5	Обычные	108	5.8	1
	Упрочненные	90	4.3	1,2
Т15К6	Обычные	77	1.8	1
	Упрочненные	72	1.9	1,1

Таблица 4 - Сведения о влиянии упрочняющей чеканки на период стойкости режущих пластин при точении стали типа 40Х [5]

Материал режущей пластины	Сравниваемые варианты пластин	Составляющая силы резания	Среднеквадратическое отклонение σ_T , МПа	Коэффициент уменьшения τ
<i>Продолжение таблицы 4</i>				
P6M5	Обычные	17.57	0.255	1
	Упрочненные	17.57	0.627	2
	Обычные	6.61	0.49	1
	Упрочненные	18.65	0.604	2.7
T15K6	Обычные	11.48	0.306	1
	Упрочненные	17.96	0.473	1,6

3.2.4 Виброударный метод

К динамическому способу деформационного упрочнения относят виброударную обработку, которая позволяет осуществлять упрочнение поверхности изделия, именно затрагивая те участки, что подвержены износу в процессе эксплуатации [5].



1 - ударник, 2 - корпус, 3 - стальные шарики, 4 - стержни,
5 – обрабатываемая поверхность

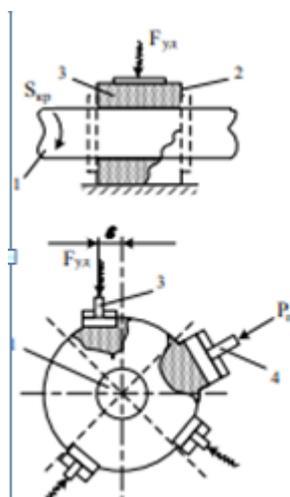
Рисунок 1 – Схема многоконтактного виброударного упрочнителя [5]

В данном методе используют шарикостержневой упрочнитель, что имеет представление многоконтактного виброударного инструмента, что состоит из 2 основных узлов – источник ударного импульса и сам упрочнитель. К источникам ударного импульса относят пневмо- и электромагнитный молоток,

а также специальный виброударный прибор. Клепальные пневмомолотки применяют в многоконтактном виброударном упрочнителе. В конструкцию упрочнителя входит корпус, комплект стальных стержней со сферически заточенными торцами, закаленные стальные шарики и массивный ударник, рисунок 12 [5].

Ударный импульс передается от массивного ударника, который приводит в движение пневмомолотком, через замкнутый объем закаленных стальных шариков - комплекту стальных стержней со сферическими наконечниками, которые проявляют воздействие на обрабатываемую поверхность. Учитывая псевдотягучесть объема шарика, сферические вершины стержней могут изменяться, принимать форму сферы, цилиндра и даже поверхности с отрицательной кривизной. Не зависимо от формы поверхности данный метод активно используют для упрочнения поверхности. Также к разновидности виброударной обработки относят обработку в уплотненной среде, рисунок 13[5].

При получении на поверхность ударных импульсов от нескольких источников пневмоударником через поршень, происходит нагружение среды. Смещение оси на величину ε , формирует условие для циркуляционного движения обрабатываемой среды и равномерности обработки поверхности изделия. Давление в избытке в рабочей камере наблюдается при поджатии среды поршнем. Равномерную обработку поверхности изделия обеспечивают продольная и круговая подачи [5].



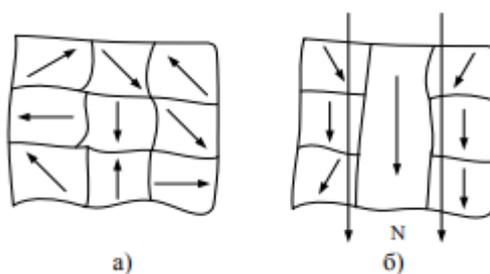
1 - обрабатываемое изделие, 2 - рабочая камера с обрабатываемой средой, 3 - поршень - ударник, 4 - поршень для сжатия среды

Рисунок 13 - Схема виброударной обработки наружной поверхности в уплотненной среде [5]

3.2.5 Упрочнение в магнитном поле

Известно, что при магнитном воздействии многие материалы изменяют свои физико – механические свойства. В зависимости от того, как воспринимают материалы магнитное воздействие их делят на ферромагнетики, парамагнетики и диамагнетики. Большое влияние магнитное поле оказывает на ферромагнетики, меньшее - на парамагнетики и очень слабое – на диамагнетики. За счет направления ориентационных свободных электронов материала внешним полем, происходит улучшение свойств инструмента после прохождения обработки в магнитном поле, в следствии чего увеличивается тепло- и электропроводность материала. Чем выше структурная и энергетическая неоднородность материала инструмента, тем интенсивней взаимодействие импульсного магнитного поля с инструментом. В следствии этого, вероятность больше в том случае, если выше концентрация поверхностных и внутренних напряжений.

Домены - это воображаемые микрообъемы, что проявляются при рассмотрении магнитного поля. У каждого домена есть своя ориентация вектора магнитной индукции, рисунок 14, а. Когда помещают ферромагнитное вещество в магнитное поле, микрообъемы, те же домены начинают изменять свои границы, то есть происходит рост объема из - за близкого расположения векторов намагниченности к направлению поля, происходит процесс объединения, рисунок 14, б. Процесс объединения влияет на теплопроводность, она повышается, а также улучшаются эксплуатационные показатели [5].



а - направление векторов магнитной индукции; б - объединение направления

Рисунок 14-Ориентация вектора магнитной индукции [5]

При изменении направлений самопроизвольной намагниченности домена, приводит к увеличению вязкости и износостойкости обрабатываемого материала.

Технология магнитного упрочнения сводится в основном к следующему. Инструмент помещают в полость соленоида таким образом, чтобы центр тяжести инструмента был удален от положения равновесия. Происходит вытягивание инструмента магнитным полем, инструмент вытягивается в полость соленоида, при этом имеет ускорение и совершает колебание. Появляется сила

инерции, которая смещает инструмент в другую сторону. В этот момент на инструмент действует сила, которая втягивает его обратно внутрь соленоида. Тем самым, когда инструмента пересекает магнитный поток, он совершает в полости соленоида свободное перемещение, которое в дальнейшем затухает. После того, как колебание стихает, инструмент приходит в состояние равновесия. В результате такой обработки уменьшается избыточная энергия и происходит релаксация внутренних напряжений в инструменте, несколько повышается микротвердость инструментального материала. Данные процессы приводят к увеличению износостойкости инструмента, рисунок 15 [5].

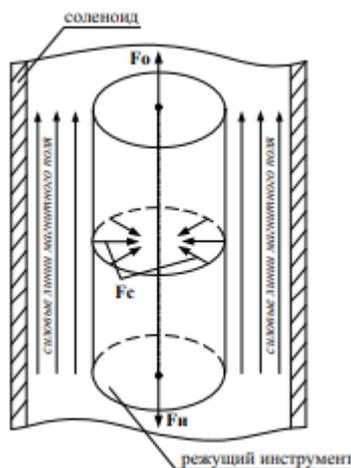


Рисунок 15 - Технология магнитного упрочнения [5]

Метод магнитной обработки состоит из:

- обработка статическим магнитным полем напряженностью 100 - 1000 кА/м при длительности воздействия 10 - 300 с;
- магнитно – импульсную обработку полем напряженностью 50 - 2000 кА/м при длительности импульса 0,1-10 с [5].

Так же, методы статического магнитного поля состоят из:

- обработки с размагничиванием через 8 - 24 часа;
- обработки единым импульсом с локальной концентрацией магнитного потока на заготовку; динамическая обработка подразумевает процесс, когда деталь вращается с некоторым ускорением частоты вращения 1 - 50 об/с в течение 1-5 мин;
- свободное перемещение заготовки в полости индуктора [5].

К методам магнитно - импульсной обработки относятся: обработку инструмента без размагничивания; полициклическая обработка (2 - 10 циклов) выдержкой между циклами 1 - 20 мин; обработка с применением ферромагнитных сердечников и локальных концентраторов магнитного поля; обработка в металлических контейнерах или камерах с применением ферро - жидкости. Технология магнитно - импульсной обработки предусматривает также комбинирование перечисленных выше воздействий. Практически для

всех методов магнитно-импульсной обработки необходима последующая выдержка заготовки в течение 5 - 24 часов на немагнитных подложках. Для снятия напряжений в инструментах проводят магнитно - импульсную обработку с последующим размагничиванием или без него. Магнитно - импульсную обработку без размагничивания применяют для упрочнения инструментов, обрабатывающих слабомагнитные и немагнитные материалы.

На практике применяют методы магнитной обработки с выдержкой и размагничиванием. Такая обработка пригодна для широкого ассортимента инструмента, а также кинематических и зубчатых пар, осей, валов, пружин, сварных и заклепочных соединений, сборочных единиц, машин и целых механизмов. Для большинства инструментов и деталей машин достаточна моноциклическая обработка воздействием магнитного поля с последующей выдержкой. Многократную циклическую магнитную обработку следует применить при сложной конструкции инструмента. В этом случае число последовательных циклов магнитно – импульсной обработки составляет 5 - 10 при выдержке между ними 10 - 300 с [5].

Динамическую обработку (обработку вращающимся магнитным полем или вращением самой заготовки в соленоиде) применяют для упрочнения крупногабаритных изделий. Методы магнитно - импульсной обработки с применением ферромагнитных сердечников используют для обработки полых и симметричных деталей или инструмента, а также для локальной магнитной обработки. Форма сердечников определяется конфигурацией изделия. Для локальной обработки инструмента сложной конструкции применяют разъемные и сборные, как сердечники, так и соленоиды.

Магнитно - импульсную обработку мелкогабаритного инструмента проводят в контейнерах. При этом ферромагнитная жидкость, которую заливают в контейнер, усиливает магнитное поле и концентрирует его, на участки инструмента, где имеются повышенные концентрации напряжений. Выбор той или иной технологии магнитной обработки существенно зависит от вида инструментального материала, размера инструмента и его конструктивных особенностей, а также нагрузок, действующих на него в процессе резания. Например, цельный инструмент из быстрорежущих сталей массой до 1,5 кг рекомендуется обрабатывать одним-двумя импульсами при выдержке между ними 3-5 мин при свободном его перемещении в полости соленоида. Цельный и комбинированный режущие инструменты обрабатываются асимметричноосевым перемещением поля или при некотором вращении в соленоиде. Полярность при этом зависит от условий работы инструмента.

В целом технология магнитной обработки является достаточно универсальной и может быть применима для упрочнения любого металло- и деревообрабатывающего инструмента [5].

3.2.6 Ионное азотирование

Среди многообразия существующих методов поверхностного легирования наибольшее распространение при производстве инструментов из быстрорежущих сталей получила химико - термическая обработка.

К химико - термической обработке режущего инструмента относятся технологии диффузионного насыщения его поверхностного слоя различными элементами - С, N, O, В и др. (цементация, азотирование, нитроцементация, оксидирование, борирование и др.). Выбор того или иного метода химико-термической обработки обусловлен требованиями, предъявляемыми к поверхностному слою инструмента, теплостойкостью инструментального материала и др.[7].

Указанные процессы, как правило, являются заключительной операцией в технологической цепочке изготовления режущего инструмента. Влияние их на физико – механические свойства и эксплуатационные показатели инструментов примерно одинаково. В результате химико - термической обработки формируется поверхностный слой высокой микротвердости, теплостойкости, возникают полезные сжимающие напряжения и уменьшается адгезионное взаимодействие с обрабатываемым материалом. Прочностные свойства режущего инструмента определяются при этом свойствами основного инструментального материала. Из всех процессов химико-термической обработки наиболее универсальным и пригодным для всех теплостойких инструментальных сталей является азотирование.

Существует достаточно большое количество разновидностей этого процесса. В последнее время достаточно широко распространение получил процесс диффузионного насыщения поверхности инструмента азотом с использованием низкотемпературной плазмы - ионное (плазменное) азотирование.

Способы диффузионного насыщения поверхности инструментальных сталей с использованием низкотемпературной плазмы выгодно отличаются от классических схем химико-термической обработки. Так, например, при ионном азотировании скорость обработки по сравнению сообычным азотированием возрастает в 2 - 5 раза за счет ускорения диффузионных процессов и уменьшения количества подготовительных операций, снижается температура нагрева инструментов, имеется возможность регулирования фазового состава путем изменения технологических режимов, отсутствует коробление обрабатываемых инструментов. Кроме того, эти процессы являются нетоксичными и экологически чистыми.

Ионное азотирование заключается в насыщении поверхности режущего инструмента азотом при бомбардировке ионами из низкотемпературной плазмы газового разряда. Данный процесс характеризуется энергиями прибытия легирующих ионов азота к поверхности инструмента порядка 400 - 2000 эВ и сопровождается диффузионными процессами, имеющими определяющее значение. Эти процессы происходят в результате разогрева поверхности при бомбардировке ее ионами и стимулирования диффузии в процессе насыщения

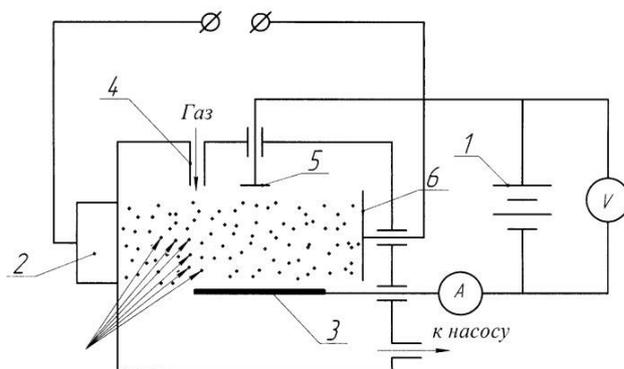
засчет генерации дефектов в обрабатываемом материале, что позволяет доводить общую толщину азотированного слоя до 200 - 300 мкм.

Известно, что под действием ионной бомбардировки в материале возникает избыточная концентрация структурных дефектов (точечных, линейных, трехмерных). Это способствует интенсификации процессов диффузии и массопереноса насыщающего элемента в материале и создает возможность появления фаз, которые не образуются в условиях обычного насыщения при повышенной температуре. Плотность структурных дефектов зависит от множества факторов - дозы облучения, плотности потока ионов, направленного на поверхность, массы, энергии ионов и температуры подложки [7].

Процессы ионного азотирования выполняются на оборудовании, реализующем две формы газового разряда - тлеющего и вакуумно-дугового. В общем случае система ионного насыщения представляет собой вакуумную камеру, в электрическом плане реализующую двух электродную схему.

Для проведения процесса ионного насыщения в вакуумную камеру подается легирующий материал в газообразном состоянии, а к режущему инструменту прикладывается отрицательный потенциал, рисунок 16.

Поверхность режущего инструмента бомбардируется положительными ионами легирующего элемента из газоразрядной плазмы, что позволяет значительно сократить длительность процесса насыщения поверхности [7].



Источник питания 1, электронная пушка 2, катод-деталь 3, вспомогательный анод 6, устройство подачи рабочего газа 4, анод 5

Рисунок 16 – Оборудование ионного азотирования [7]

4 Общий расчет резца

4.1 Расчет на прочность

Преобладает прямоугольная форма сечения державки резцов, при которой врезание пластины меньше «ослабляет» корпус. Корпус с квадратной формой сечения лучше сопротивляется сложному изгибу и применяется для расточных и револьверных резцов, а также в других случаях, когда расстояние от линии центров станка до опорной поверхности резца недостаточно велико. Корпус с круглой формой сечения применяют для расточных резьбовых, токарно – затыловочных резцов, так как он позволяет осуществлять поворот резца и изменять углы его заточки[3].

Размеры поперечного сечения корпуса резца выбирают в зависимости от силы резания, материала корпуса, вылетарезца и других факторов. Нормализованные размеры поперечного сечения корпуса резцов выбирают по таблице 4 [8].

Таблица 4 – Размер сечений корпусов резцов, мм [8]

d	h x b = 1	h x b = 1,2	h x b = 1,6	h x b = 2
4	4x4	—	—	—
5	5x5	—	—	—
6	6x6	6x5	6x4	6x3
8	8x8	8x6	8x5	8x4
10	10x10	10x8	10x6	10x6
12	12x12	12x10	12x8	12x6
16	16x16	16x12	16x10	16x8
20	20x20	20x16	20x12	20x10
25	25x25	25x20	26x16	25x12
32	32x32	32x25	32x20	32x16
40	40x40	40x32	40x25	40x20
50	50x50	50x40	50x32	50x25
63	63x63	63x50	63x40	63x32

80	80x80	80x63	80x50	80x40
----	-------	-------	-------	-------

Ширину b или диаметр d поперечного сечения корпуса резца можно определить по формулам:

- при квадратном сечении ($h = b$)[3]:

$$b = \sqrt[3]{\frac{6P_z l}{\sigma_{u.d}}} \quad (1)$$

- при прямоугольном сечении ($h \approx 1,6b$) [3]:

$$b = \sqrt[3]{\frac{6P_z l}{2,56\sigma_{u.d}}} \quad (2)$$

- при круглом сечении[3]:

$$b = \sqrt[3]{\frac{10P_z l}{\sigma_{u.d}}} \quad (3)$$

где P_z - главная составляющая силы резания, Н;

l - вылетрезца, мм;

$\sigma_{u.d}$ – допустимое напряжение при изгибе материала корпуса, МПа; для корпуса из незакалённой углеродистой стали $\sigma_{u.d} = 200 - 300$ МПа, для корпуса из углеродистой стали, подвергнутой термической обработке по режиму быстрорежущей стали, $\sigma_{u.d}$ можно максимально увеличить в 2 раза, при прерывистом процессе снятия стружки и скоростном резании принимают $\sigma_{u.d} = 100-150$ МПа.

При расчёте отрезных резцов на прочность учитывают, что опасным сечением отрезного резца является место перехода от рабочей части к корпусу[3]:

$$b = \sqrt[3]{\frac{6P_z l}{36\sigma_{u.d}}} = \sqrt[3]{\frac{P_z l}{6\sigma_{u.d}}} \quad (4)$$

Максимальная нагрузка, допускаемая прочностью резца при известных размерах сечения корпусарезца[3]:

- для резцапрямоугольногосечения:

$$P_{z \text{ доп}} = \frac{bh^2\sigma_{u.d}}{6l} \quad ; \quad (5)$$

- для резца круглого сечения:

$$P_{z \text{ доп}} = \frac{\pi d^2 \sigma_{u.d}}{32l} \approx \frac{d^2 \sigma_{u.d}}{10l} . \quad (6)$$

Максимальная нагрузка, допускаемая жёсткостью резца, определяется с учётом допустимой стрелы прогиба резца[3]:

$$P_{z \text{ жёст}} = \frac{3fEJ}{l^3} , \quad (7)$$

где f – допустимая стрела прогиба резца при предварительном точении, $f = 0,1$ мм, при окончательном точении $f = 0,05$ мм;

E – модуль упругости материала резца для углеродистой стали $E = (1,9 - 2,15) \cdot 10^{11}$ Па;

J – момент инерции сечения корпуса (для прямоугольного сечения $\frac{BH^3}{12}$ для круглого сечения - $0,05d^4$);

l – расстояние от вершины резца до рассматриваемого (опасного) сечения (вылет резца), мм.

Необходимо, чтобы сила P_z была меньше максимально допустимых нагрузок $P_{z \text{ доп}}$ и $P_{z \text{ жёст}}$ или равна им[3]:

$$P_z \leq P_{z \text{ доп}}; P_z \leq P_{z \text{ жёст}}. \quad (8)$$

Заготовка из стали 45 с $\sigma_B = 750$ МПа. Диаметр заготовки $D = 80$ мм, припуск наобработку (насторону) $h = 3,5$ мм, подача наоборот $S_0 = 0,2$ мм/об, вылет резца $l = 60$ мм.

В качестве материала для корпуса резца выбираем углеродистую сталь 50 с $\sigma_B = 650$ МПа и допустимым напряжением на изгиб $\sigma_{и.д} = 200$ МПа.

Главная составляющая силы резания [3]:

$$P_z = 9,81 C_{P_z} t^{x_{P_z}} S_0^{y_{P_z}} K_{P_z} = 9,81 \cdot 300 \cdot 3,5 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 1 = 9,81 \cdot 300 \cdot 3,5 \cdot 0,405 = 4170 \text{ Н} \quad (9)$$

где $K_{P_z} = 1$ – суммарный поправочный коэффициент.

При условии, что $h \approx 1,6b$, ширина прямоугольного сечения корпуса резца [3]:

$$b = \sqrt[3]{\frac{6P_z l}{2,56\sigma_{u.d}}} = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 4170 \cdot 60 \cdot 10^{-3}}{2,56 \cdot 20 \cdot 10^6}} = 0,0143 \text{ м} = 14,3 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 14,3 \text{ мм} \quad (10)$$

Принимаем ближайшее большее сечение корпуса ($b=16\text{мм}$). Руководствуясь приведёнными соотношениями, получим высоту корпуса резца $h = 1,6b = 1,6 \cdot 16 = 25,6 \text{ мм}$. Принимаем $h = 25 \text{ мм}$.

Проверяем прочность и жёсткость корпусарезца.

Максимальная нагрузка, допускаемая прочностью резца [3]:

$$P_{z \text{ доп}} = \frac{16 \cdot 10^{-3} (25 \cdot 10^{-3})^2 200 \cdot 10^6}{6 \cdot 60 \cdot 10^{-3}} = 5500 \text{ Н} \quad (11)$$

Максимальная нагрузка, допускаемая жёсткостью резца[3]:

$$P_{z \text{ жёст}} = \frac{3fEJ}{l^3} = \frac{3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 2,08 \cdot 10^{-8}}{(60 \cdot 10^{-3})^3} = 0,00577 \cdot 10^6 = 5770 \text{ Н} \quad (12)$$

где $f = 0,1 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ ($\approx 0,1 \text{ мм}$) – допускаемая стрела прогиба резца при черновом точении;

$E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа} = 2 \cdot 10^{11} \text{ Па} = 20000 \text{ кгс/мм}^2$ – модуль упругости материала корпусарезца;

$l = 60 \text{ мм}$ – вылет резца;

J – момент инерции прямоугольного сечения корпуса [3]:

$$J = \frac{bh^3}{12} = \frac{16 \cdot 10^3 (25 \cdot 10^{-3})^3}{12} = 2,08 \text{ мм} \quad (13)$$

Резец обладает достаточными прочностью и жёсткостью, так как $P_z \leq P_{z \text{ доп}}$; $P_z \leq P_{z \text{ жёст}}$.

Основные размеры принимаем по стандарту: рабочая высота резца $h=25 \text{ мм}$, ширина державки резца $b=16 \text{ мм}$, высота державки $h_b=20 \text{ мм}$, длина резца $L=125 \text{ мм}$. Выбираем материал резца: для пластины – твердый сплав Т15К6, форма - II ISO 1832—85, для клина штифта – сталь 40Х, для винта – сталь 45, головку винта подвергнуть термообработке до HRC 30-35.

Технические требования порезцу выбираем по ISO 514 - 75.

4.2 Расчет резца на прочность в программе Solidworks

SOLIDWORKS CAM — это полностью интегрированная технология, которая объединяет в одну систему процессы проектирования и производства.

Система дает возможность проанализировать конструкции проекта, избежать большие затраты и задержку в производстве. Преимуществами технологии является быстрая разработка деталей при наименьшей трудоемкости, так же снижает риск появления ошибки.

SOLIDWORKS CAM входит в состав SOLIDWORKS Professional, при этом технологию можно использовать и с другими версиями SOLIDWORKS.

Технология дает возможность:

- распознавать тип геометрии как функцию САПР, понимать каким образом будет изготовлена деталь, провести расчет затрат;
- учитывает требования к обрабатываемой поверхности, принимает решение о способе производства изделия;
- автоматическое применение лучших стратегий на производстве, что дает возможность ускорить выпуск изделий, делая производственный процесс более стандартизированным [9].

4.2.1 Статическое исследование режущего инструмента

Создаем документ «Деталь», затем проектируем трехмерную модель балки.

Начинаем с эскиза сечения балки, задавая данные нам его размеры по ISO 241 – 75. ($b = 16$; $h = 25$).

Создаем трехмерную модель. Активируем SolidWorks Simulation.

Выбираем тип исследования «Статический», затем указываем материал - легированная сталь. На места и способы крепления - прикладываем силу на ранее созданный эскиз грани. Создаем разъем. Указываем, значение силы 2000 Н. Создаем сетку бесконечных элементов, рисунок 17.

Выполняем автоматический анализ балки на прочность, рисунок 18.

В результате анализа в дереве исследования получаем 3 графика. Настраиваем параметры графиков (м в мм). Показываем наибольшее и наименьшее напряжение детали. Определяем запас прочности как отношение предела текучести к максимальному напряжению. Так же присутствует график перемещений и деформации балки, рисунок 18.

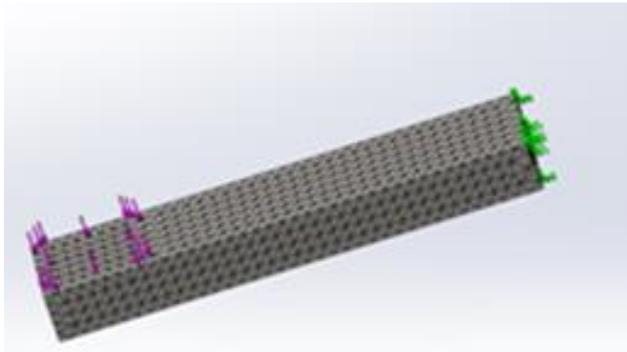


Рисунок 17 – Сетка бесконечных элементов с установленной нагрузкой и закреплением

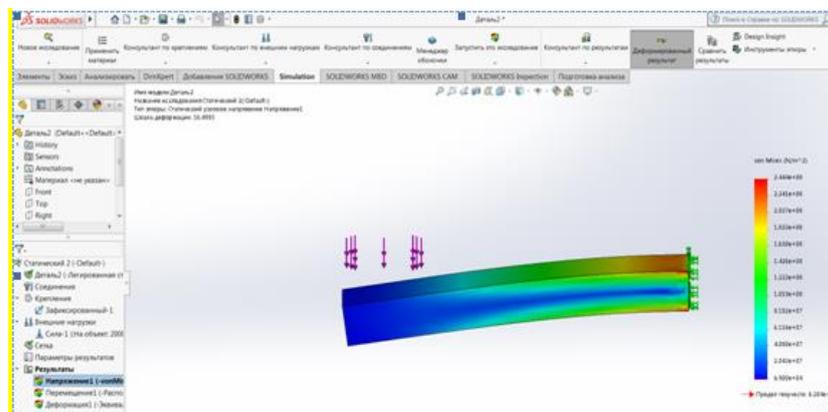


Рисунок 18 - Автоматический анализ балки на прочность

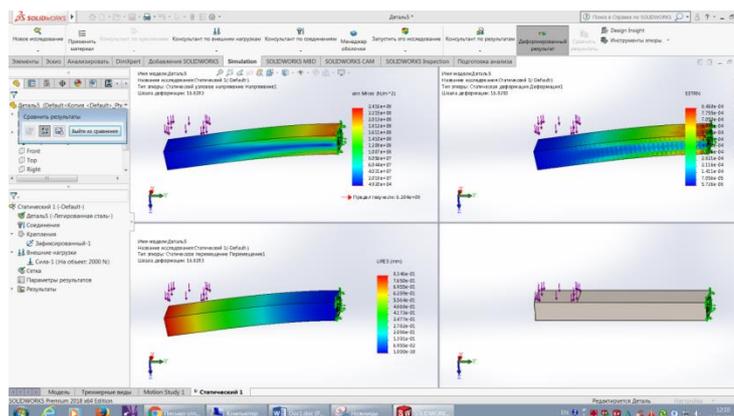


Рисунок 19- График деформации и перемещений

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам выполненной работы можно сделать следующие выводы: проведено ознакомление с конструкцией токарного резца; рассмотрен вопрос износа режущего инструмента;

В работе рассмотрены основные проблемы резца, виды износа резца, проанализированы методы упрочнения поверхности деталей, проведены общий расчет и расчеты на прочность.

В качестве инструмента был выбран токарный резец, изготовленный из углеродистой стали 50. Основные размеры токарных резцов общего назначения приведены в стандартах.

Технические требования к резцам, оснащённым пластинами из твёрдых сплавов, приведены в ISO5688-2015, к резцам из быстрорежущей стали - в ISO 5609-2015.

В работе произведен общий расчет резца и расчет на прочность.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Степанова Т.Ю. Технологии поверхностного упрочнения деталей машин: учебное пособие/ Т.Ю. Степанова; Иван. гос. хим. - технол. Ун - т.Иваново, 2009.- 64с.

2 Богород О. М. Приемы заточки токарных резцов. - Ленинградский опытный электротехнический завод, 1984

3 Коженкова Т. И., Фельдштейн Е. Э. Учебное пособие «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» - Мн.: Высшая школа, 1985. - 176 с.

4 Макаров А.Д.Износ и стойкость режущих. - М.: Машиностроение 1966. - 264 с.

5 Григорьев С. Н. Технологические методы повышения износостойкости контактных площадок режущего инструмента: [монография] / С. Н. Григорьев, В. П. Табаков, М. А. Волосова. - Старый Оскол : ТНТ, 2015. -379 с. : ил., табл., схемы.

6 Табаков В. П., Чихранов А. В. Износостойкие покрытия режущего инструмента, работающего в условиях непрерывного резания. Ульяновск: УлГТУ, 2007. - 255 с.

7 Пинахин И. Объемное импульсное лазерное упрочнение режущих инструментов. LAP Lambert Academic Publishing, 2012. - 123 с.

8 ISO 241 - 75 - Хвостовики токарных и строгальных резцов. Типы и размеры сечений.

9 <https://sapr.ru/article/6733>