

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ УКРАИНЫ
ХАРЬКОВСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ДОЛЯ Виктор Николаевич

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ,
ПРОИСХОДЯЩИХ В ОБРАБАТЫВАЕМЫХ
ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛАХ,
НА РЕСУРС РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА**

05.03.01 — Процессы механической
и физико-химической обработки,
станки и инструменты

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

ХАРЬКОВ 1994

АВ 32.523



00779100 (0)

робота виконана на кафедрі „Резання матеріалів і режущі інструменти“ Харківського політехнічного університету.

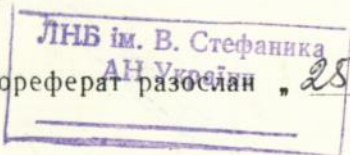
Научний керівник — кандидат технічних наук, доцент ЗУБАРЬ Володимир Петрович.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор ВНУКОВ Юрій Николаєвич, кандидат технічних наук, доцент БЕЗЗУБЕНКО Николай Кириллович.

Ведущая організація — Харківський науково-дослідницький інститут технології машинобудування.

Захиста проводиться „27“ „06“ 1995 г. в 14⁰⁰ на засіданні спеціалізованого ученого ради Д 02.09.01 в Харківському державному політехнічному університеті (310002, г. Харків-2, ГСП, ул. Фрунзе, 21, ХГПУ.)

С дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Харківського державного політехнічного університету.



Автореферат розосіян „25“ „05“ 1995 г.

Учений секретар спеціалізованого ученого ради

Handwritten signature

УЗУНЯН М. Д.

АВ-32,523

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. За последние годы в машиностроении произошли значительные изменения. Ряд крупных и мелких предприятий переходит на выпуск продукции, изготавливаемой на станках с числовым программным управлением, позволяющих автоматизировать механическую обработку заготовок, сократить затраты ручного труда, повысить производительность и снизить себестоимость выпускаемых изделий.

Автоматизация и комплексная механизация технологических процессов машиностроительных производств требует более углубленного подхода к изучению явлений, происходящих в зоне стружкообразования, так как установление оптимальных характеристик процесса механической обработки непосредственно способствует минимизации затрат на изготовление единицы продукции, при производстве которой до сих пор еще основная доля времени приходится на холодную обработку.

Резкое увеличение стоимости режущего инструмента, а также дефицит вольфрама требуют применения при назначении режимов резания оптимальных параметров, при которых ресурс режущего инструмента наибольший, или создания новых марок инструмента, способного сохранять наибольший ресурс при высокой производительности обработки.

Данная работа должна в определенной мере способствовать решению проблемы рационального использования современных марок режущего инструмента при обработке широкой гаммы черных металлов на режимах тонкого и чистового точения с обеспечением оптимальных по наиболее возможному ресурсу инструмента режимных характеристик.

Цель работы. Разработка концепции влияния структурно-фазовых превращений, происходящих в прирезцовой зоне стружки при обработке широкого класса черных металлов на режимах тонкого и чистового точения, на ресурс инструмента из кубического нитрида бора, минералокерамики, твердого сплава и быстрорежущей стали с установлением общих закономерностей, происходящих в широком диапазоне скоростей резания, независимо от марки обрабатываемого и инструментального материалов.

Решаемые задачи. 1. Установление доминирующих явлений, происходящих в зоне максимального износа режущих инструментов, приводящих к изменению монотонности зависимости ресурса инструмента от скорости резания при неизменных прочих режимных параметрах. 2. Определение значений температур, генерируемых в зоне резания, при которых наблюдаются экстремальные как наибольшие, так и наименьшие значения ресурса режущего инструмента. 3. Вывод аналитической формулы, при помощи которой можно произвести расчет оптимальных скоростей резания, т.е. скоростей резания, при которых ресурс режущего инструмента приобретает экстремальные наибольшие значения, и неоптимальных скоростей резания, т.е. скоростей резания, при которых ресурс режущего инструмента приобретает экстремальные наименьшие значения. 4. Определение общих закономерностей процесса точения черных металлов, характерных для конкретных интервалов скоростей резания, независимо от марки инструментального и обрабатываемого материалов. 5. Разработка универсального способа измерения температуры резания, требующего минимальных затрат по тарировке измерительной системы и пригодного для применения в широком диапазоне изменяющихся условий процесса точения.

Методы исследований. В работе применялись теоретические методы исследования с использованием знаний из теории резания металлов, термической обработки металлов, металловедения, теории теплообмена. Исследование и обработка получаемых результатов экспериментов производилась по стандартным методикам, разработанным Всесоюзным научно-исследовательским инструментальным институтом, Главным специальным производственным конструкторско-технологическим бюро по рациональному применению режущего инструмента при ВНИИнструмент, на кафедрах "Металловедение" и "Резание материалов и режущие инструменты" Харьковского государственного политехнического университета. Производственные испытания резцов на стойкость производились на Харьковском заводе "Поршень" ХО "Тракторозапчасть" и предприятии п/я Х-5539.

Автор защищает. 1. Концепцию влияния структурно-фазовых превращений, происходящих в зоне стружкообразования при обработке широкого класса черных металлов, на ресурс инструмента из кубического нитрида бора и минералокерамики, твердого сплава, быстрорежущей стали. 2. Полученную аналитическим способом математическую зависимость, позволяющую произвести расчет граничных скоростей резания, при обработке на которых ресурс режущего инструмента приобретает экстремальные значения. 3. Универсальный способ тарирования естественной термодпары, не требующий дополнительных нагревательных установок и косвенных средств тарирования.

Научная новизна. Впервые установлено, что механизм влияния структурно-фазовых превращений, происходящих в обрабатываемом черном металле, на ресурс режущего инструмента можно представить и описать одной обобщенной ресурсной зависимостью,

Данная зависимость имеет 9 частных разновидностей, показывающих изменение ресурса режущего инструмента в зависимости от изменения исходной структуры обрабатываемого материала, температуростойкости режущего инструмента и температуры резания. Весь интервал скоростей резания в обобщенной ресурсной зависимости можно разбить на 9 скоростных /температурных/ зон, характеризующих идентичность происходящих в них контактных процессов и неизменность монотонности выходных параметров процесса резания, в том числе и ресурса инструмента.

Практическая ценность. Разработанная в данной работе концепция влияния структурно-фазовых превращений на ресурс режущего инструмента позволяет: вычленив доминирующие факторы, оказывающие существенное влияние на изучаемые параметры процесса резания; разобраться в сущности происходящих частных изучаемых процессов при неизменной общности взаимосвязанных явлений в области оптимизации режимных характеристик при обработке черных металлов широкой гаммой инструментального обеспечения; определить оптимальные параметры процесса точения черных металлов на тонких и чистовых операциях; подобрать /установить/ несколько режимов резания с одинаковой минутной стойкостью инструмента при работе в условиях поточного производства на агрегатных станках, автоматических линиях, в т.ч. и на станках с ЧПУ, тем самым снизить расход режущего инструмента и синхронизировать ряд технологических переходов. Полученная теоретическим методом аналитическая формула скорости резания в сочетании с полученными эмпирическим путем Тейлоровскими зависимостями позволяет установить рекомендуемые скорости резания при требуемой стойкости режу-

шего инструмента, определить оптимальные скорости резания, а также скорости, на которых производить обработку, вследствие малого ресурса инструмента, не целесообразно. Разработанный способ тарирования естественной термопары позволяет, используя разработанные экспресс - методы определения оптимальных скоростей резания по характеру изменения выходных характеристик процесса резания, в кратчайший срок определить значения оптимальных скоростей резания.

Полученные результаты работы позволяют, оптимизировав процесс резания, снизить расход режущего инструмента, стабилизировать процесс точения черных металлов, подобрать наиболее приемлемую скорость резания для данных условий производства.

Реализация работы. Рекомендации по выбору скоростей резания внедрены на предприятии п/я X-5539, что позволило получить годовой экономический эффект 210000 руб. в ценах 1990г.

Апробация работы. Материалы работы докладывались на: Всесоюзной научно-технической конференции "Новые конструкции и прогрессивная технология производства инструмента" /Харьков, 1984/; Краевой научно-технической конференции "Применение прогрессивных инструментальных материалов и методов повышения стойкости режущих инструментов" /Краснодар, 1985/; Областном постоянном семинаре "Прогрессивные конструкции режущих инструментов" /Харьков, 1990/; Всесоюзном краткосрочном научно-техническом семинаре "Повышение эффективности использования нового режущего инструмента и оснастки в машиностроении" /Ленинград, 1991/; Международном научно-техническом семинаре "Проблемы резания материалов в современных технологических процессах" /Харьков, 1991/; Международном научно-техническом семинаре "Высокие технологии в машиностроении" /Харьков, 1992/;

Международном научно-техническом семинаре "Высокие технологии в машиностроении - достижение нового уровня" /Алушта, 1993/.

Публикации. По теме работы опубликовано 8 печатных работ, издано 7 учебных методических указаний.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из аннотации, введения, пяти глав и выводов, изложенных на 154 страницах, содержит 3 таблицы, 41 рисунок, список литературы из 294 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Введение. Раскрывается актуальность проведения научных исследований в области оптимизации процесса холодной обработки черных металлов, применяемых в машиностроительных производствах. Указывается на необходимость научно обоснованного определения и установления оптимальных режимов резания с целью повышения ресурса режущего инструмента и синхронизации технологических переходов, выполняемых на автоматизированном оборудовании, в том числе и на станках с ЧПУ. Формулируется цель работы.

1. Оптимизация процесса точения черных металлов /аналитический обзор/. В первой главе приводится исторический обзор и современное состояние проблемы оптимизации процесса точения черных металлов по критерию оптимальной температуры резания; производится анализ работ, посвященных изучению вопроса постоянства оптимальной температуры резания, определению ее значения, методикам и средствам измерения. Приводится хронология

исследований немонотонности ресурсной зависимости и анализ подходов к объяснению причин, вызывающих данную немонотонность. Представлен перечень работ, авторы которых наиболее близко подошли к раскрытию взаимосвязи структурно-фазовых превращений и немонотонности ресурсной зависимости, а также к соответствию значений экстремальных контактных температур температурам данных превращений.

Анализ литературы показал, что одним из критериев оптимизации процесса резания является оптимальная температура резания, т.е. температура, при генерировании которой в зоне резания устанавливаются благоприятные контактные процессы, способствующие повышению ресурса режущего инструмента. На необходимость определения значений оптимальных температур резания указывали в 1905 г. Дж.Т.Никольсон, в 1907 г. Ф.У.Тейлор, в 1912 г. Г.Я.Усачев. В 1932 г., основываясь на работах Готвейна, Херберта, Волликаса, Смита, В.Рейхель сформулировал принцип, согласно которому "определенному периоду стойкости резца соответствует одна температура резания". Проверкой положения В.Рейхеля в 30-е годы занимались Н.И.Резников и М.Ф.Семко. В 1958 г. Т.Н.Лоладзе связал с оптимальной /"рациональной"/ температурой резания не любой произвольно выбранный период стойкости, а период стойкости, соответствующий точкам максимума кривых $T=f(v)$. В 1961 г. А.Д.Макаров сформулировал закон о постоянстве оптимальной температуры резания, суть которого сводится к тому, что оптимальным скоростям резания, т.е. скоростям, при которых ресурс режущего инструмента наибольший, соответствует постоянная оптимальная температура резания. В последующем школой А.Д.Макарова было запатентовано 8 различных значений оптималь-

ных температур резания. Проведенный в диссертационной работе критический анализ показал, что наиболее заслуживающими внимания остаются три точки: точка необратимой отпускной хрупкости, точка обратимой отпускной хрупкости и точка структурно-фазового α - δ перехода. Таким образом, если обрабатываемый материал способен в процессе обработки с увеличением скорости резания /температуры контакта/ претерпевать структурно-фазовые превращения, вызывающие явления отпускной хрупкости 1 и 2 рода, а также при более высоких скоростях резания α - δ и δ - δ' -структурные превращения, то правомерно предположить, что количество экстремальных пиков на ресурсной кривой $L=f(v)$ в обобщенном случае составит 4.

Первым, кто обратил внимание на немонотонность кривых, характеризующих изменение производительности, стойкости, ресурса режущего инструмента от скорости резания, был в 1908 г. Е.Г.Херберт. По два пика на указанных кривых получали в 1914 г. М.Дени, в 1925 г. - Д.Смит и А.Лейг. Впервые три пика стойкости на кривой $T=f(v)$ показал в 1933 г. К.В.Вотинов, и только в 1975г. - С.Н.Филоненко.

В разные годы авторы работ по-разному объясняли причины, приводящие к появлению экстремумов кривых $L=f(v)$. Обобщая данные исследований, можно прийти к заключению, что в обобщенном виде на ресурсной кривой возможно появление 4-х экстремумов, причем образование первого ресурсного экстремума связано с протеканием в обрабатываемом материале явлений, вызванных отпускной хрупкостью 1 рода и наростообразованием, состоящим в основном из цементита; образование второго ресурсного экстремума связано с явлениями, вызванными отпускной хрупкостью 2 рода

и наростообразованием, состоящим в основном из карбидов M_xC_y ; образование третьего ресурсного экстремума вызвано α - γ фазово-структурными превращениями, а четвертого ресурсного экстремума - плавлением обрабатываемого металла / γ - δ переходом/. Причем все эти изменения тесно связаны с фазово-структурными превращениями в обрабатываемом материале. Наиболее близко подошли к раскрытию данной проблемы А.Д.Макаров, Н.В.Талантов, Като Йошио, С.В.Ламински, Т.Н.Лоладзе, А.М.Трент и др.

Определением конкретных значений температур на поверхности реза в начале века занимались И.Т.Никольсон, В.Ф.Тейлор, Д.Смит, впоследствии - Н.И.Резников, М.Ф.Семко, В.Рейхель, А.Д.Макаров и др. Как правило, эти исследователи в целях измерения температуры использовали естественную термопару, принцип которой в 1926 г. описал Е.Г.Херберт. До настоящего времени не существует какого-либо надежного способа измерения температуры в конкретной точке в зоне стружкообразования, да и особой необходимости, как показывает практика, в этом нет, поскольку иногда не существенно, при каких значениях температур произошли те или иные изменения, а намного существеннее, как эти изменения повлияли на работоспособность режущего инструмента.

В связи с вышесказанным в данной главе формулируются основные задачи, решаемые в диссертационной работе.

2.Методика проведения экспериментов. Во второй главе приводится обоснование выбора различных марок обрабатываемых материалов различными марками инструментальных материалов. Представлен перечень оборудования, регистрирующих и измерительных приборов, а также перечень выполняемых исследований.

3. Влияние микроструктурных превращений, происходящих в заторможенном слое, на работоспособность режущего инструмента.

В третьей главе описывается процесс стружкообразования, с точки зрения контактных процессов, происходящих во вторичной зоне пластического деформирования срезаемого слоя обрабатываемого металла. Раскрываются некоторые вопросы влияния термической обработки стали на ее механические свойства в аспекте переноса данных процессов в рамки элементарных объемов стружки. Приводятся значения оптимальных и неоптимальных контактных температур. Обосновывается принцип построения схем ресурсных зависимостей на основе концепции влияния структурно-фазовых превращений, происходящих в контактных слоях обрабатываемого материала, на ресурс режущего инструмента.

Рядом исследователей установлено, что прежде, чем отделиться от поверхности резца, стружка претерпевает значительную деформацию. Причем, вступая в контакт с передней поверхностью инструмента, по ряду причин деформированные слои стружки замедляют скорость своего движения, что приводит к образованию заторможенного слоя. Наслаиваясь один на другой, заторможенные слои способны образовывать прочно сцепленный с поверхностью инструмента нарост. Наиболее четкая схема пластического деформирования и образования нароста представлена в работе В.Г.Грановского. Также известно, что при пластическом деформировании в плоскостях сдвига развиваются температуры, равные температуре плавления обрабатываемого материала. Таким образом, правомерно предположить, что разогрев всего элементарного объема стружки, ограниченного плоскостями сдвига, деформированного и упакованного в заторможенном слое, до определенной

температуры произойдет в месте развивающегося максимального износа передней поверхности резца. До этой же температуры будет прогрет и поверхностный слой режущего инструмента в рассматриваемой точке. В малых элементарных объемах стружки, ограниченных плоскостями сдвига, длительное время сохраняющихся на поверхности резца, начинают происходить внутренние диффузионные процессы, определяющие структурно-фазовые превращения, подобные тем, которые происходят в обрабатываемом материале при нагреве его в традиционных нагревательных установках при термической обработке /отпуске, отжиге и т.п./. Характерными интервалами температур, при которых в контактном слое происходят структурно-фазовые превращения, отмечены следующие интервалы /зоны/: 1/ до 200 °С; 2/ от 200 до 300...350 °С; 3/ от 300...350 до 400 °С; 4/ от 400 до 500...550 °С; 5/ от 500...550 до 727 °С; 6/ от 727 °С до температур α - γ перехода; 7/от температур α - γ перехода до температур NCEF; 8/ от температур NCEF до температур ABC; 9/ выше температур ABC. Схема влияния изменения исходной структуры обрабатываемого черного металла на ресурс инструмента представлена на рис.1. Здесь же отображены порядок построения ресурсных зависимостей и схема изменения выходных параметров процесса резания "П", таких, как: шероховатость обработанной поверхности, сила резания, микротвердость и размеры стружки. Граничные значения температур данных зон и будут оптимальными или неоптимальными в зависимости от величины экстремумов ресурса режущего инструмента. В связи с вышесказанным влияние скорости резания /температуры контакта/ на ресурс режущего инструмента при обработке черных металлов можно представить 9 ресурсными схемами /рис.2/. На-

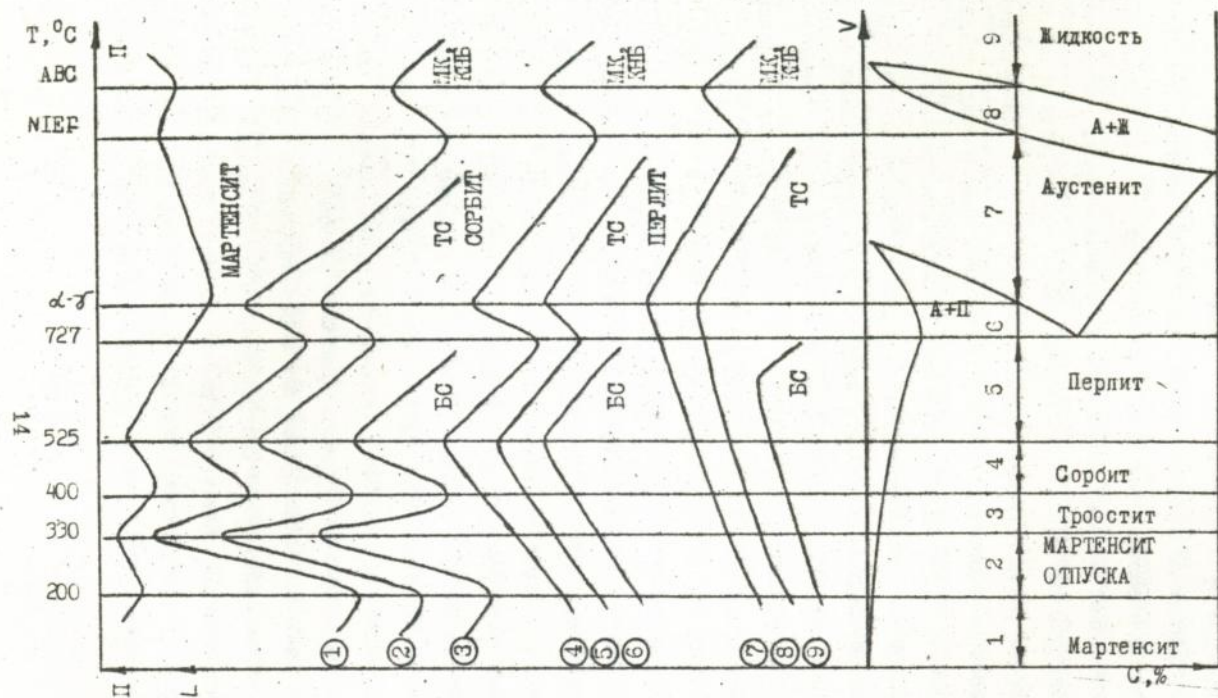


Рис. 1. Влияние изменения исходной структуры обрабатываемого материала на ресурс инструмента



Рис.2. Схемы ресурсных зависимостей

и более общей схемой, объединяющей в себе все процессы, происходящие в обрабатываемом черном металле и влияющие на ресурс режущего инструмента, является 1-я ресурсная схема. Все остальные схемы являются частными случаями 1-й схемы и не имеют тех или иных ресурсных экстремумов в зависимости от исходной структуры черных металлов и теплоустойчивости режущего инструмента.

Таким образом: 1. Всю существующую в настоящее время гамму черных металлов по их воздействию на ресурс режущего инструмента можно объединить в 3 основные группы: аустенитные и мартенситные черные металлы, сорбитные и трооститные черные металлы, перлитные черные металлы. 2. При увеличении скорости резания /контактной температуры/ в стружке обрабатываемого материала происходят фазово-структурные превращения, подобные тем, которые происходят в данном материале при свободном нагреве его в любой нагревательной установке. 3. Весь температурный интервал нагрева черных металлов от комнатной температуры до температуры плавления по признаку происходящих в обрабатываемом материале фазово-структурных превращений можно разделить на 9 температурных зон. 4. Оптимальным и неоптимальным значениям скоростей резания, независимо от марки обрабатываемого и инструментального материалов, соответствует свое неизменное значение температуры. 5. В каждой температурной /скоростной/ зоне, независимо от марки инструментального и обрабатываемого материалов, происходят свои, характерные только для этой зоны, фазово-структурные изменения в обрабатываемом материале, оказывающие определенное воздействие на ресурс режущего инструмента. 6. По виду ресурсных кривых, получаемых при обработке черных металлов, где разнообразие этих кривых можно объединить в 9 ресурсных схем, причем эти схемы являются частными случаями 1-й ресурсной

схемы, наиболее ярко отражающей влияние структурно-фазовых превращений, происходящих в обрабатываемом материале, на ресурс режущего инструмента.

4. Исследование влияния скорости резания на характеристики процесса точения черных металлов. В четвертой главе с целью экспериментального подтверждения гипотезы влияния изменения исходной структуры обрабатываемого черного металла при его нагреве в процессе обработки на ресурс режущего инструмента, а также для установления общих закономерностей процесса точения черных металлов, характерных конкретным интервалам /зонам/ скоростей резания независимо от марки инструментального и обрабатываемого материалов, приводятся результаты исследований влияния скорости резания на: 1/ ресурс поликристалла композит О1, силу резания, микротвердость стружки при точении закаленной мартенситной стали ШХ15 /первая ресурсная схема/; 2/ ресурс твердого сплава МС321 и МС111+TiN, размеры стружки, шероховатость обработанной поверхности и силу резания при точении стали ШХ15 /вторая ресурсная схема/; 3/ ресурс быстрорежущей стали Р9К5 с алмазоподобным покрытием, шероховатость обработанной поверхности, ширину стружки при точении аустенитной стали 10Х17Н13М2Т; стойкость инструмента при обработке углеродистой стали резцом Р18, по данным С.Н.Филоненко /третья ресурсная схема/; 4/ стойкость эмборита при точении сорбитных черных металлов, по данным А.Т.Ноттера /четвертая ресурсная схема/; 5/ ресурс твердого сплава МС111+TiN и составляющие силы резания при точении сорбитной стали 40Х /пятая ресурсная схема/; 6/ ресурс быстрорежущей стали Р18 без покрытия и с покрытием при точении стали 45, по данным В.М.Мазевого /шестая ресур-

сная схема/; 7/ ресурс минералокерамики В013, шероховатость обработанной поверхности при точении перлитной стали 45 /седьмая ресурсная схема/; 8/ ресурс твердого сплава MC111+TiN, составляющие силы резания, шероховатость обработанной поверхности при точении стали 45; ресурс твердого сплава MC321 без покрытия и с покрытием TiN, составляющие силы резания при точении перлитного чугуна СЧ21 /восьмая ресурсная схема/; 9/ ресурс быстрорежущей стали P6M5 и коэффициент укорочения стружки при точении стали 45, по данным В.М.Мацевитого /девятая ресурсная схема/. Параллельно со стойкостными и силовыми испытаниями режущих инструментов исследовалось влияние скорости резания на характер и вид износа резцов, наличие на передней поверхности инструмента заторможенного слоя или следов наростообразования, амплитуду и частоту колебаний термо-э.д.с., вид, размеры, микротвердость и структуру стружки. По результатам исследований производится описание обобщенной ресурсной зависимости, отображающей влияние температуры /скорости/ резания на ресурс режущего инструмента и выходные параметры процесса точения, такие, как: микротвердость стружки, силу резания, шероховатость обработанной поверхности, размеры стружки. Данная зависимость в обобщенном виде представляет собой схему изменения ресурса кубического нитрида бора, минералокерамики, твердого сплава, быстрорежущей стали при обработке мартенситных и аустенитных, сорбитных и трооститных, перлитных черных металлов в широком диапазоне скоростей резания при тонком и чистовом точении.

В ходе проведенных исследований установлено: 1. Весь исследуемый диапазон скоростей резания можно разделить на 9 зон. 2. Независимо от марки обрабатываемого и инструментального материалов все выходные параметры процесса резания, наблюдаемые

в скоростных зонах, имеющих один и тот же номер, абсолютно идентичны. 3. Характерным проявлением оптимальной скорости резания является образование хрупкой стружки, а характерным проявлением скорости резания, при точении на которой ресурс инструмента наименьший, — образование прямой сливной стружки. 4. При обработке мартенситно-аустенитных черных металлов переход из одной скоростной зоны в другую отмечается изменением монотонности ресурса режущего инструмента. При обработке сорбитных черных металлов изменений монотонности роста ресурса режущего инструмента в пределах 1...4 скоростных зон, а при обработке перлитных черных металлов в пределах 1...6 скоростных зон, не отмечается. 5. Наименьший ресурс при максимально возможной скорости резания при обработке черных металлов инструментом из кубического нитрида бора и минералокерамики отмечается в конце 9 зоны скоростей резания; при обработке инструментом из твердого сплава в конце 7 зоны скоростей резания; при обработке инструментом из быстрорежущей стали в конце 5 зоны скоростей резания.

5. Определение оптимальных скоростей резания. В пятой главе представлен вывод аналитической формулы для определения оптимальной скорости резания по теплофизическим характеристикам обрабатываемого и инструментального материалов. Разработаны экспресс - методы определения оптимальных скоростей резания. Описывается принципиально новый способ тарирования термопары.

Исходя из утверждения, что количество тепла, отданного в стружку, равно количеству тепла, поглощенному стружкой; количество тепла, отданное в резец, равно количеству тепла, поглощенному резцом, а количество тепла, поглощенное резцом и стружкой, эквивалентно мощности резания на передней поверхности резца, можно рас-

считать оптимальную скорость резания по следующей формуле:

$$V = \frac{\Delta T (C_p \cdot \sqrt{K_p} \cdot \rho_p + C_n \cdot \sqrt{K_n} \cdot \rho_n) \cdot (\sqrt{K_n} - S \cdot \ln \varphi \cdot z \cdot \ln \delta)}{\sigma_{сд.н.} \cdot S \cdot \cos \delta \cdot z \cdot \ln \varphi},$$

где: C_p , C_n , K_p , K_n , ρ_p , ρ_n - удельная теплоемкость, коэффициент температуропроводности, плотность материала резца и обрабатываемого, соответственно, определенные при значении контактных температур ΔT ; $\sigma_{сд.н.}$ - предел прочности на сдвиг обрабатываемого материала; S - оборотная подача; φ , δ - главный и передний углы резца, соответственно.

Исходя из того, что выходные параметры процесса резания /шероховатость обработанной поверхности, составляющие силы резания, микротвердость стружки/ с увеличением скорости резания изменяются немонотонно и отражают изменение ресурса инструмента, то, не проводя длительных стойкостных испытаний, можно, установив изменение характера кривых в кратчайший срок предлагаемыми экспресс - методами, определить оптимальные и неоптимальные значения скоростей резания для изучаемых условий обработки. Дополнив естественную термопару предлагаемой электрической схемой, можно производить тарировку термопары по представленной схеме без особых затрат по разметке шкалы, не используя каких-либо нагревательных установок, применяя любой показывающий электро-прибор.

Таким образом: 1. Полученная аналитическим способом формула позволяет произвести расчет скоростей резания, на которых при обработке черных металлов отмечаются экстремальные значения ресурса режущего инструмента. Данную формулу полезно использовать при расчете граничных скоростей резания, т.е. скоростей, на которых отмечаются перегибы ресурсной зависимости, в случае расчета рекомендуемых скоростей резания, полученных эмпиричес-

ким путем по Тейлоровским зависимостям. 2. Представленные экспресс - методы определения оптимальных скоростей резания позволяют в кратчайший срок без проведения длительных ресурсных испытаний режущего инструмента определить оптимальные скорости резания, при обработке на которых черных металлов ресурс режущего инструмента будет наивысший, а также скорости, на которых вследствие пониженного ресурса инструмента обработку конкретно взятого материала производить не рекомендуется. 3. Представленный способ тарирования термопары позволяет использовать разработанную схему многократно в условиях применения экспресс - методов определения оптимальных скоростей резания, пригоден для любой контактирующей пары "инструмент - заготовка". Тарировка и замер показаний производится в реальных условиях процесса точения без снятия термопары с металлорежущего оборудования.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

Разработанная концепция позволяет выявить причины, приводящие к изменению ресурса режущего инструмента с изменением в широком диапазоне скорости резания /температуры контакта/. Это дает возможность, зная исходную структуру обрабатываемого черного металла и марку инструментального материала, прогнозировать наличие на ресурсной кривой появления определенного количества экстремальных значений: в обобщенном варианте 4-х наибольших и 5-и наименьших.

Установлено, что весь диапазон скоростей резания при обработке черных металлов, независимо от исходной структуры обрабатываемого материала, геометрических и физико-механических характеристик режущего инструмента, а также подачи и глубины резания,

можно разделить на 9 зон. Все процессы, происходящие в каждой конкретной зоне и оказывающие влияние на ресурс режущего инструмента, будут абсолютно идентичны. В зависимости от исходной структуры обрабатываемого материала и температуростойкости инструментального материала отдельные зоны могут отсутствовать. В обобщенном виде влияние скорости резания на ресурс режущего инструмента можно описать обобщенной ресурсной схемой, имеющей в зависимости от исходной структуры обрабатываемого материала и температуростойкости режущего инструмента 9 частных разновидностей.

Получена аналитическая зависимость оптимальной и неоптимальной скоростей резания от теплофизических характеристик обрабатываемого и инструментального материалов при рассматриваемых значениях температуры контакта, параметров сечения стружки и геометрии режущего инструмента, позволяющая определить граничные значения скоростей резания при расчете их по Тейлоровским зависимостям.

Разработанный способ тарирования естественной термопары позволяет, используя разработанные экспресс - методы определения оптимальных скоростей резания по характеру изменения выходных характеристик процесса резания, в кратчайший срок установить, при изменении геометрических или режимных параметров процесса точения, но при неизменности контактирующих пар, значение оптимальных или неоптимальных скоростей резания.

Основное содержание проведенных исследований опубликовано в следующих работах:

1. Крюков В.К., Богус В.С., Доля В.Н. и др. Пути оптимизации процесса резания конструкционных материалов // МУП и ХП

1964 - 1986. -Мишкольц, 1986. -С. 119 - 123.

2. Доля В.Н., Кононенко В.И., Крюков В.К. Влияние дополнительной обработки подложки на работоспособность режущего инструмента с покрытием // Резание и инструмент. -1993. -Вып. 47. -С. 79 - 81.

3. Доля В.Н. Роль покрытий в повышении производительности обработки при точении серых чугунов // Новые конструкции и прогрессивная технология производства инструмента. -М., 1984.-С.320.

4. Доля В.Н., Фишота И.А., Зозуля В.Ф. Обобщенная стойкостная зависимость при точении конструкционных легированных сталей резами с покрытием на станках с ЧПУ // Применение прогрессивных инструментальных материалов и методов повышения стойкости режущих инструментов. -Краснодар, 1985. -С. 77 - 79.

5. Доля В.Н., Крюков В.К. Рекомендуемые скорости резания при точении сталей резами с покрытием на станках с ЧПУ // Применение прогрессивных инструментальных материалов и методов повышения стойкости режущих инструментов. -Краснодар,1985. -С.81 - 82.

6. Кононенко В.И., Доля В.Н., Дмитриев Г.К. Износостойкость резцов из стали Р9К5 с алмазным покрытием при точении нержавеющей сталей // Повышение эффективности использования нового режущего инструмента и оснастки в машиностроении. -Ленинград, 1991. -С. 36 - 37.

7. Доля В.Н., Кононенко В.И. Оптимальные режимы резания при точении аустенитной стали 10X17H13M2T резами с алмазоподобными покрытиями // Проблемы резания материалов в современных технологических процессах. -Харьков, 1991. -С. 96 - 99.

8. Доля В.Н. Исследования влияния микроструктурных превращений при резании на работоспособность режущего инструмента // Высокие технологии в машиностроении. -Харьков,1992. -С. 36 - 37.

Dolya V.N. Investigation of the influence of structural-
phasic conversion, taken place in the processed ferrous me-
tals, on the life of cutting tool.

Thesis for a master's degree of technical sciences by
speciality 05.03.01 - the processes of mechanical and phys-
ical-chemical processing, machines and instruments, the Khar-
kov State Polytechnical University, Kharkov, 1994.


It is defends 8 scientific works, that contain theoretical
grounds of conception of the influence of structural-phasic
conversions on the life of cutting tool. It is established,
that influence mechanism of structural-phasic conversion on
the life of cutting tool can describe with one resource de-
pendence, that has 9 individual varieties and contain 9 ty-
pical high-speed zones.

Доля В.М. Дослідження впливу структурно-фазових перет-
ворвань, що відбуваються в обробляємих чорних металах, на
ресурс різального інструменту.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата тех-
нічних наук за спеціальністю 05.03.01 - процеси механічної
та фізико-хімічної обробки, верстати та інструменти, Харкі-
вський державний політехнічний університет, Харків, 1994.

Захищається 8 наукових праць, що містять теоретичне об-
ґрунтування концепції впливу структурно-фазових перетворю-
вань на ресурс різального інструменту. Встановлено, що ме-
ханізм впливу структурно-фазових перетворвань на ресурс рі-
зального іструменту можна описати однією ресурсною залежні-
стю, що має 9 часткових різновидів і поділяється на 9 харак-
терних швидкісних зон.

Ключевые слова: ресурс режущего инструмента, структурно-
фазовые превращения, оптимальные режимы резания.



Підп. до друку 44/85 Формат 60x84/16. Папір друк. Друк офсетний.
Умови - друк арк. 60 Облік.-вид. арк. 40 Тираж 100 прим.
Зак. № 142. Безплатно.

АТ поліграфічна фірма "Прінтал"
310093, Харків, вул. Свердлова, 115.

448556

448556

AB 32.523

AB 32.523