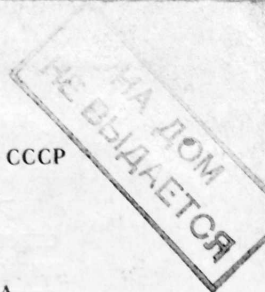


М 410966

МИНИСТЕРСТВО
ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР



МОСКОВСКОЕ ОРДЕНА ЛЕНИНА,
ОРДЕНА ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧИЛИЩЕ имени Н. Э. БАУМАНА

На правах рукописи

УДК 621.9.079 : 621.892

ГАРИБОВ Владимир Рубенович

**РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ВЫБОРУ
СМАЗОЧНО-ОХЛАЖДАЮЩИХ ЖИДКОСТЕЙ
ПРИ ОБРАБОТКЕ СТАЛЬНЫХ ЗАГОТОВОК
ИНСТРУМЕНТАМИ
ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ**

*(05.03.01 — процессы и машины обработки
материалов резанием; автоматические линии)*

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва — 1983

Работа выполнена в Головном специальном производственном конструкторско-технологическом бюро по рациональному применению инструмента, Университете дружбы народов имени Патриса Лумумбы и во Всесоюзном научно-исследовательском инструментальном институте.

Научный руководитель —

заслуженный деятель науки и техники РСФСР, доктор технических наук, профессор **А. Я. Малкин.**

Официальные оппоненты:

заслуженный деятель науки и техники РСФСР, доктор технических наук, профессор **Л. В. Худобин,**
кандидат технических наук **В. Д. Колесниченко.**

Ведущее предприятие — Московский ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции и ордена Трудового Красного Знамени станкостроительный завод «Красный Пролетарий» имени А. И. Ефремова — Головной завод.

Защита состоится «*26*» *декабря* 198*3* г. на заседании специализированного совета К.053.15.15 в Московском высшем техническом институте
по адресу: 107005, Мос

С диссертацией и
МВТУ имени Н. Э. Ба

Ваш отзыв на авторскую
рецензию, прошу
печатать, про
рису.

Автореферат разо

Ученый секретарь Сои
кандидат технических
доцент

Р. Ме

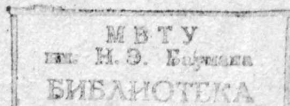
М 410966

Актуальность проблемы. Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981-85 годы и на период до 1990 года, принятые на XXVI съезде КПСС, предусматривают повышение производительности труда и качества выпускаемой продукции. Одним из путей решения поставленных съездом задач является усовершенствование технологических процессов, в том числе процессов обработки резанием заготовок из конструкционных сталей инструментом из быстрорежущей стали. Конструкционные стали составляют около 63% от общего объема обрабатываемых материалов в машиностроении. Применение инструмента из быстрорежущей стали на технологических операциях обработки резанием составляет около 70% от общего объема применяемого лезвийного инструмента.

Составной частью обеспечения большинства технологических операций обработки резанием стальных заготовок инструментом из быстрорежущей стали являются смазочно-охлаждающие технологические среды (СОТС), к которым относятся смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ). СОЖ составляет около 97% всего объема применяемых в промышленности СОТС. Существующие рекомендации по применению СОЖ в ряде случаев носят противоречивый характер, не учитывают комплексного подхода при выборе смазочно-охлаждающих жидкостей и ориентированы на повышение стойкости инструмента, а в отдельных случаях - на уменьшение шероховатости обработанной поверхности. В них отсутствуют данные о назначении СОЖ с целью уменьшения энергоемкости и виброустойчивости процесса резания. Определение области рационального применения новых СОЖ предусмотрено Программой научно-исследовательских работ ГКНТ СССР 0.03.02 на 1981-85 г.г., что обуславливает актуальность проблемы.

Цель работы. Целью работы является разработка комплексных научно обоснованных рекомендаций по применению СОЖ для повышения эффективности обработки резанием заготовок из конструкционных сталей инструментом из быстрорежущей стали согласно программы ГКНТ СССР.

Методы исследования. В работе использованы: физические методы исследования (метод электронной микроскопии, оптический и динамометрический методы, метод определения амплитуды высокочастотных колебаний и метод естественной термопары) для установления влияния СОЖ на физические характеристики процесса резания; стан-



дартизованные методы определения физико-химических свойств СОЖ; основные положения единой методики определения режущих свойств быстрорежущих сталей, разработанной ВНИИинструмент; предложенная методика комплексной оценки эксплуатационных сопутствующих свойств СОЖ; методы математической статистики в многофакторных и однофакторных исследованиях (метод дисперсионного и корреляционного анализа, статистической обработки экспериментальных данных). Экспериментальные исследования выполнялись с применением современной измерительно-регистрирующей аппаратуры. Обработка экспериментальных данных проводилась с использованием ЭВМ.

Научная новизна работы заключается в установленном влиянии различных по физико-химическим свойствам составов СОЖ на изменение вида изношенных поверхностей инструмента и их систематизация, выявленной взаимосвязи между видами изношенных поверхностей инструмента с физическими и технологическими характеристиками процесса резания (показателями деформации срезаемого слоя, силами резания, амплитудой высокочастотных колебаний инструмента, стойкостью инструмента и шероховатостью обработанной поверхности), разработанной методике определения эксплуатационных сопутствующих свойств СОЖ и предложенном методе экспресс-оценки смазочных свойств СОЖ.

Практическая ценность. На основании теоретических и экспериментальных исследований разработаны рекомендации по рациональному применению новых СОЖ на основных операциях обработки сталейных заготовок инструментом из быстрорежущей стали. Рекомендации позволяют назначить рациональную марку СОЖ с учетом ее влияния на износ и стойкость инструмента, силы резания, энергоемкость и виброустойчивость процесса, шероховатость обработанной поверхности, что использовано при разработке общемашиностроительных нормативов режимов резания, норм износа и расхода режущего инструмента.

Разработанные методики определения эксплуатационных сопутствующих и смазочных свойств СОЖ позволяют производить предварительный и текущий контроль смазочно-охлаждающих жидкостей в процессе эксплуатации и использованы промышленными предприятиями.

Данные полученные в работе позволяют обоснованно прогнозировать подбор компонентов и присадок с определенными физико-химическими свойствами при создании новых СОЖ для различных видов

обработки резанием.

От внедрения новых СОЖ на московском электромашиностроительном заводе им. Владимира Ильича и тбилисском инструментальном заводе - Тб.ИЗ получен экономический эффект 45957 руб. в год. Разработанный новый состав синтетической СОЖ по в.с. 264581 (СССР) внедрен на Тб.ИЗ, Углеродном заводе "Венибе", Чебоксарском электроаппаратном заводе, Мытищинском машиностроительном заводе, МПС. Результаты работы использованы при закупке лицензии на масляную СОЖ Тред - кат 99 (MP 99).

Апробация работы. Основные положения и работа в целом докладывалась и обсуждалась на заседаниях экспертных советов и секций НТС ВНИИинструмент, г.Москва, 1976, 1981 г.г.; на Всесоюзном научно-техническом совещании "Вопросы теории действия смазочно-охлаждающих технологических средств в процессах обработки металлов резанием", г.Горький, 1975 г.; на Республиканском семинаре "Оптимизация процессов механической обработки на металлорежущих станках" общества "Знание" Укр.ССР, г.Киев, 1975 г.; на семинаре "Смазочно-охлаждающие жидкости" МДНТИ им. Ф.Э.Дзержинского, г.Москва, 1976 г.; на научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава Тульского политехнического института, г.Тула, 1981 г.; на заседании кафедры "Металлорежущие станки и инструменты" Горьковского политехнического института, 1981 г.; на заседании кафедры "Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты" УДН им. П.Думумбы, 1982 г.; на заседании кафедры "Теория механической обработки и инструмента" МВТУ им. Н.Э.Баумана, 1983 г.; на заседании экспертного совета ГСПХТБ "Оргприминструмент" г.Москва, 1983 г.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 10 печатных работ, получено 1 авторское свидетельство на изобретение.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав и общих выводов, списка литературы из 126 наименований и приложения. Содержит 131 страницу основного текста, 60 рисунков, 10 таблиц.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе диссертации анализируются современные смазочно-охлаждающие жидкости и их влияние на процесс резания металлов лезвийным инструментом. Отмечается, что современные СОЖ являются сложными химическими соединениями, представлены их краткое описание и классификация.

Литературный анализ показал, что СОЖ, обеспечивающие высокие технологические свойства, в большой степени зависят от эксплуатационных сопутствующих свойств этих жидкостей (корродирующее действие, стабильность, долговечность и др.). Причем стандарты (ГОСТ, ТУ) или методики, позволяющие комплексно оценивать эти свойства, в настоящее время отсутствуют.

Анализ характеристик 267 марок СОЖ, выпускаемых у нас в стране и ведущими зарубежными фирмами позволил составить классификацию этих жидкостей и определить, что ассортимент жидкостей, предлагаемых для различных операций обработки и обрабатываемых материалов постоянно увеличивается. Возрастание ассортимента СОЖ вызвано как появлением новых обрабатываемых и инструментальных материалов, новых станков, так и отсутствием критериев оценки рациональной области применения жидкостей. В настоящее время основными критериями оценки СОЖ являются стойкость инструмента и шероховатость обработанной поверхности. Практически отсутствуют рекомендации по назначению СОЖ с целью уменьшения энергоемкости и виброустойчивости процесса резания, что не позволяет комплексно решить вопрос оптимального применения смазочно-охлаждающих жидкостей.

Большой вклад в области исследования механизма действия СОЖ в процессе резания лазерным инструментом внесли советские ученые: С.Я.Вейлер, М.Б.Гордон, Г.И.Грановский, Н.Н.Зорев, М.И.Клушин, В.Н.Латышев, Т.Н.Лаладзе, А.Я.Малкин, В.А.Остафьев, В.Н.Подураев, П.А.Ресиндер, А.Н.Резников, А.А.Суворов, Н.В.Талантов, П.В.Тимофеев; зарубежные ученые Ю.Мерчант, Г. Опитц и др.

Количество исследований, направленных на решение проблемы оптимального применения СОЖ, непрерывно возрастает. Однако многие вопросы механизма действия СОЖ, в первую очередь синтетических, до сих пор недостаточно изучены. Анализ работ, посвященных влиянию СОЖ на процесс резания показал, что практически отсутствуют работы, освещающие комплексные исследования по определению влияния СОЖ на вид изношенных поверхностей инструмента и основные физические и технологические характеристики процесса резания: показатели деформации срезаемого слоя, силы и температуру резания, стойкость инструмента и шероховатость обработанной поверхности. Отсутствуют данные о взаимосвязи видов изношенных поверхностей с основными характеристиками процесса резания. В рассмотренных работах не исследован вопрос о влиянии СОЖ на спектр высокочастотных колебаний (~ 2000 Гц) инструмента из

быстрорежущей стали, возникающих в процессе резания. Литературные данные, освещающие вопросы влияния СОЖ на пластическую деформацию и образование различных видов (характеров) износа инструмента из быстрорежущей стали, в отдельных случаях носят противоречивый характер.

Для уточнения отдельных литературных данных и конкретизации задач исследования были проведены предварительные эксперименты по определению влияния СОЖ на стойкость резцов в широком диапазоне скоростей резания с различными толщинами среза "классическим методом" и определение влияния СОЖ на усадку стружки, температуру резания и стойкость резцов в различных условиях резания методом дисперсионного анализа. Эксперименты показали, что в подавляющем большинстве случаев СОЖ оказывает наиболее сильное влияние на изменение указанных параметров.

На основании выполненного литературного анализа и результатов предварительных испытаний в соответствии с целью работы были сформулированы следующие основные задачи исследований:

1. Разработать, выбрать и уточнить методики оценки влияния СОЖ на режущие свойства инструмента из быстрорежущей стали и эксплуатационных свойств СОЖ.

2. Установить закономерность действия различных по физико-химическим свойствам СОЖ на основные физические и технологические характеристики процесса резания.

3. Выявить влияние состава СОЖ на образование различных видов изношенных поверхностей инструмента и установить наличие взаимосвязи этих поверхностей с физическими и технологическими характеристиками процесса резания.

4. Разработать по результатам исследования научно обоснованные рекомендации по рациональному применению СОЖ на основных операциях обработки резанием заготовок из конструкционных сталей инструментом из быстрорежущей стали, комплексно учитывающие назначение смазочно-охлаждающих жидкостей по критериям максимальной стойкости инструмента, минимальных энергозатрат, вибраций и шероховатости обработанной поверхности.

Вторая глава посвящена методикам исследования и определению основных физико-химических и эксплуатационных сопутствующих свойств СОЖ.

Определение влияния СОЖ на режущие свойства инструмента из быстрорежущей стали производилось по методике ВНИИ, позволяющей

определить влияние жидкостей в условиях, характерных для непрерывного и прерывистого процессов резания. В экспериментах использовались заготовки из сталей 45, 12Х18Н10Т, 12ХНЗА и 34ХНЗМ. В качестве инструмента применялись правые проходные резцы и ступенчатые торцовые фрезы специальной конструкции с механическим креплением четырехгранных пластин из быстрорежущей стали Р6М5 и Р18. Результаты экспериментов подвергались обработке методами математической статистики.

Определение силы резания и ее составляющих производилось на модернизированном универсальном динамометре УДМ-600 конструкции ВНИИ. Регистрация термо-ЭДС производилась при помощи иридиево-платинового термоэлемента и микроамперметра типа М95 с многопредельными шунтами, измеряющим как силу тока, так и напряжение в цепях постоянного тока, с пределом измерения 0,5 мВ.

Регистрация спектра высокочастотных колебаний инструмента производилась на специальном виброизмерительном комплексе аппаратуры, включающем пьезопреобразователь ускорений ИС, усилитель ПИУ-1м, анализатор спектра СК4-26 и самописец ПДС-021. Физико-химические свойства СОЖ определялись стандартизованными методами, эксплуатационные сопутствующие свойства — по специально разработанной методике, позволяющей производить их комплексную оценку.

Определение указанных свойств 74 марок отечественных и зарубежных СОЖ позволило:

- отобрать 29 различных по физико-химическим свойствам составов СОЖ для установления их влияния на физические и технологические характеристики процесса резания;
- комплексно определить действие различных марок СОЖ на обслуживающий персонал согласно требованиям охраны труда, сохранности оборудования, инструментов и приборов.

В третьей главе рассматриваются исследования действия СОЖ на физические характеристики процесса резания: показатели деформации срезаемого слоя (угол сдвига — β , относительный сдвиг — ε , интенсивность деформации — ρ_i , коэффициент усадки стружки — K_u , средний коэффициент трения — M), силу резания и ее составляющие, среднюю температуру резания и амплитуду высокочастотных колебаний резца. Исследования проводились в условиях несвободного непрерывного точения сталей 45 и 12Х18Н10Т.

В процессе исследований было выявлено, что при точении стали 45 в широком диапазоне скоростей резания с различными толщинами среза наименьшим значениям K_y , ε , e_i соответствуют наибольшие величины нароста, что подтверждается фотографиями корневых стружек.

Установлено, что наименьшие значения K_y , ε , e_i , M , силы резания и ускорения тангенциальных колебаний резца на малых скоростях резания и толщинах среза ($V = 0,08$ м/с; $A = 0,018$ мм) и средних скоростях резания и толщинах среза ($V = 0,33$ м/с; $A = 0,08$ мм) при точении стали 45 и на средних скоростях резания и толщинах среза ($V = 0,27$ м/с; $A = 0,068$ мм) при точении стали 12Х18Н10Т достигается в результате действия масляных СОЖ, в первую очередь маловязких серохлорсодержащих жидкостей ОСМ-3, Тредкат 99 и высокохлорированной жидкости МР-4. Применение водорастворимых СОЖ в этих условиях резания, особенно синтетических, значительно увеличивают величины указанных характеристик.

Обратное явление наблюдается при точении нержавеющей стали на малых скоростях резания и толщинах среза ($V = 0,07$ м/с; $A = 0,018$ мм), когда уменьшение K_y , ε , e_i и силы резания в большинстве случаев происходит в результате действия водорастворимых СОЖ.

Экспериментально подтверждена идентичность изменения K_y , ε , e_i , M и сил резания в результате действия различных СОЖ, что свидетельствует об идентичности степени физико-химического действия жидкостей на процессы пластической деформации и трения.

Впервые было выявлено, что различные по физико-химическим свойствам СОЖ значительно изменяют амплитуду высокочастотных колебаний инструмента на определенных режимах резания. В частности, применение высокохлорированной масляной СОЖ МР-4 при точении нержавеющей стали на средних скоростях резания и толщинах среза ($V = 0,27$ м/с; $A = 0,068$ мм) приводит почти к восьмикратному уменьшению амплитуды тангенциальных колебаний.

Экспериментально установлены количественные значения средней температуры резания в результате действия СОЖ, характеризующие их охлаждающее действие. При этом выявлено, что для уменьшения температуры резания при точении стали 45 и 12Х18Н10Т на малых и средних скоростях резания и толщинах среза ($V = 0,07$; $0,08$; $0,27$ и $0,33$ м/с, $A = 0,018$ и $0,08$ мм) целесообразно применение синтетических водорастворимых СОЖ.

Непосредственное практическое применение результатов иссле-

дования влияния СОЖ на исследованные характеристики это полученные значения энергозатрат при точении сталей 45 и 12Х18Н10Т. Определено, что путем правильного назначения СОЖ энергозатраты могут быть снижены до 45%.

Полученные экспериментально-теоретические данные могут служить показателями влияния СОЖ на энергозатраты и виброустойчивость процесса резания при назначении рекомендаций по рациональному применению жидкостей. Они позволяют также предположить, что контактные явления, происходящие на передней поверхности инструмента в результате действия СОЖ, тесно взаимосвязаны с износом инструмента, а следовательно со значительными изменениями стойкости и шероховатости поверхности.

Четвертая глава посвящена исследованию влияния СОЖ на основные технологические характеристики процесса резания. Экспериментально установлено, что износ инструмента в выбранных условиях резания преимущественно протекает по задней поверхности. Действие СОЖ выражается в образовании пяти видов изношенных задних поверхностей - ИЗП резцов и трех видов ИЗП фрез в зависимости от режимов резания и обрабатываемой стали.

I вид - ИЗП, состоящая из мельчайших вырывов со следами налипov, близкая по характеру к адгезионному износу;

II вид - ИЗП, состоящая из рисок (проточин) перпендикулярных главной режущей кромке, близкая по характеру к абразивному износу;

III вид - ИЗП, состоящая из мельчайших вырывов и рисок (комбинированный вид);

IV вид - ИЗП, состоящая из мельчайших вырывов на главной задней поверхности и рисок у вершины или на ней (комбинированный вид);

V вид - ИЗП, состоящая из рисок на главной задней поверхности и мельчайших вырывов на вершине или на участке главной задней поверхности, прилегающей к ней (комбинированный вид).

Экспериментально установлено, что на образование каждого из выявленных видов ИЗП влияют только составы СОЖ с определенными физико-химическими свойствами в условиях точения или фрезерования на конкретных режимах резания заготовок из одной марки стали.

О различии ИЗП I, II, III и IV видов по их характеру свидетельствуют микрофотографии этих видов, полученные на электронном растровом сканирующем микроскопе SEM 501B при увеличениях в 640,

1250 и 2500 раз.

Выявленная способность определенных составов СОЖ (напр., вазелиновое масло + CS_2) устранять или ослаблять действие абразивных частиц и влиять тем самым на образование ИЗП различных видов позволили разработать метод экспресс-оценки смазочных свойств СОЖ на машине трения МАСТ-1.

Было установлено, что в зависимости от пути резания - L и СОЖ при образовании ИЗП II вида масса изношенной части задней поверхности резца - M в 3 раза выше, а интенсивность изнашивания - I на 1,5-2 порядка, выше, чем при образовании ИЗП I вида (рис. 1 и 2).

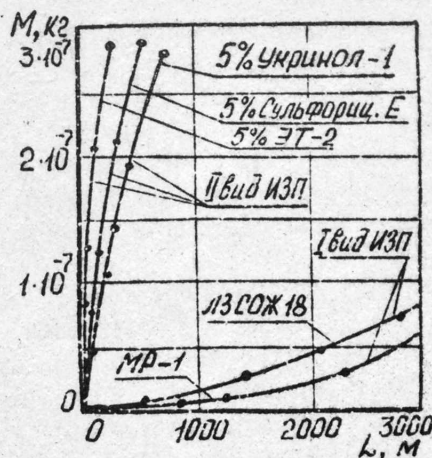


Рис. 1.

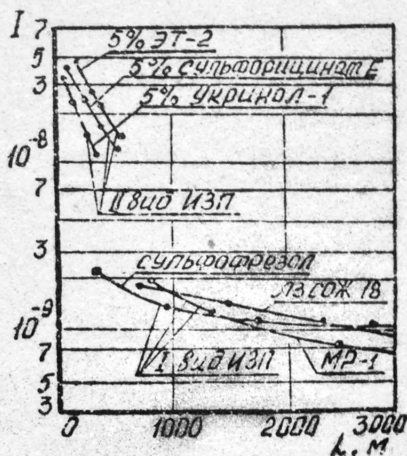


Рис. 2.

Исследования влияния СОЖ на стойкость инструмента и шероховатость обработанной поверхности позволили определить, что исследованные параметры находятся в тесной связи с видом ИЗП. Наибольшую стойкость инструмента и величину шероховатости обработанной поверхности в большинстве случаев обеспечивают СОЖ, влияющие на образование ИЗП I вида, наименьшие значения этих величин достигаются с жидкостями, влияющими на образование ИЗП II вида.

Полученные экспериментальные данные позволили определить классы СОЖ и конкретные марки жидкостей с определенными физико-химическими свойствами, обеспечивающие оптимальные показатели основных технологических характеристик процесса резания (стойкость инструмента и шероховатость обработанной поверхности), а также

разработать рекомендации по рациональному применению СОЖ при точении и фрезеровании стальных заготовок с учетом оптимальности указанных характеристик.

В пятой главе приводится анализ результатов исследования и рекомендации по рациональному применению СОЖ.

Анализ выполненных экспериментально-теоретических работ позволил определить взаимосвязь видов ИЗП инструмента и отдельных физических характеристик процесса резания в условиях влияния СОЖ.

Экспериментально установлено, что на образование каждого из выявленных видов ИЗП влияют только конкретные составы СОЖ с определенными физико-химическими свойствами. В частности, ИЗП I вида образуется в результате действия масляных СОЖ средней вязкости с малым количеством серо-хлорфосфорсодержащих присадок при точении стали 45 на малых скоростях и толщинах среза ($V = 0,08$ м/с; $Q = 0,018$ мм), а при точении нержавеющей стали 12Х18Н10Т в аналогичных условиях — только при обработке всухую. ИЗП II вида образуется только с высокохлорированной масляной СОЖ МР-4, содержащей 25,3% хлора и большинством водорастворимых СОЖ при точении стали 45 на указанных режимах, а при точении нержавеющей стали — только с 10% осерненной эмульсией ЭТ-2.

Выявлено, что наибольшее влияние на показатели деформации срезаемого слоя β , ϵ , ϵ_i , K_y , M и силы резания оказывают различные по физико-химическим свойствам СОЖ в условиях малых скоростей резания, толщин среза и температур резания (до 125°C), что является экспериментальным подтверждением выводов, полученных В.Ф. Бобровым. В этих условиях резания выявлено и наибольшее количество видов ИЗП.

Выполненный анализ позволил установить взаимосвязь между показателями деформации срезаемого слоя, силой резания, ее горизонтальной составляющей, действующей на заднюю поверхность и полученными видами ИЗП, стойкостью инструмента и шероховатостью обработанной поверхности (рис. 3). В подавляющем большинстве случаев наименьшая стойкость инструмента, величина шероховатости обработанной поверхности, наименьшие значения ϵ , ϵ_i , K_y , M , и сил резания обеспечиваются СОЖ, влияющими на образование ИЗП I вида. СОЖ, влияющие на образование ИЗП II вида, обеспечивают, как правило, низкую стойкость, малую величину шероховатости обработанной поверхности и значительное увеличение показателей деформации срезаемого слоя и сил резания.

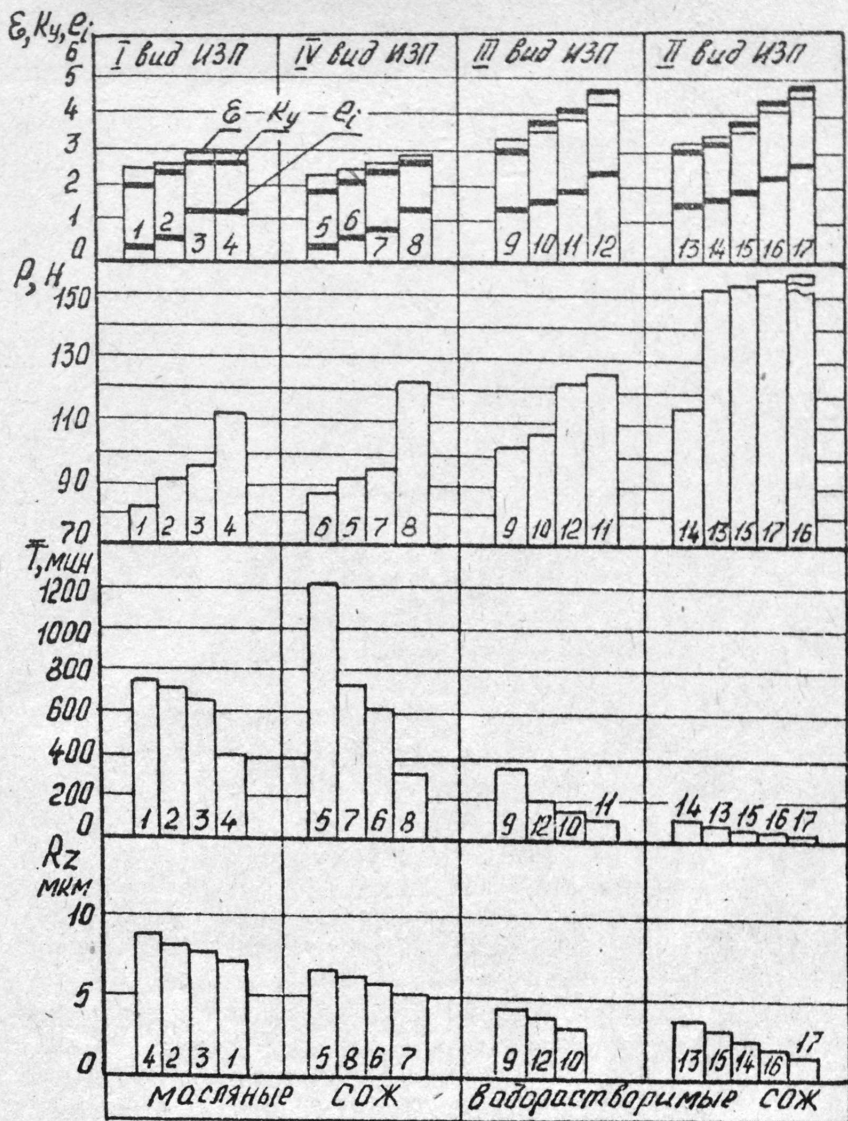


Рис. 3. Влияние СОЖ на показатели деформации срезаемого слоя $\epsilon_{ky}, \epsilon_i$, силы резания P , стойкость резцов T , шероховатость обработанной поверхности Rz и виды ИЗП на примере точения стали 45 ($V=0,08$ м/с; $a=0,018$ мм; $b=2$ мм)

1-ЛЗ СОЖ 18, 2-МР-1, 3-сульфофрезол, 4-ЛЗ сож рсб, 5-Тредкит 99, 6-ОСМ-3, 7-СФМ-50, 8-МР-3, 9-15% СВ-4, 10-5% Ni-D 900, 11-5% РЗ сож 8, 12-5% Асеол Метиз, 13-5% ЗТ-2, 14-5% Укринол-1, 15-5% Mobilmet C-250, 16-3% GF-15, 17-2% ВНИИ-2

Рекомендации по рациональному применению СОЖ для обработки резанием стальных заготовок инструментом из быстрорежущей стали

Технологическая операция и режимы резания	Критерий назначения СОЖ	Материал заготовки		
		Углеродистые стали $\sigma_B = 540 \dots 640$ МПа	Мало и средне легированные стали $\sigma_B = 880 \dots 1200$ МПа	Нержавеющие стали $\sigma_B = 440 \dots 540$ МПа
Точение Протягивание Развертывание $V = 0,05 \dots 0,08$ м/с $Q = 0,017 \dots 0,02$ мм	Т Э В Ш	15% МР-99 15% МР-99 15% МР-99 5% Аквол-3	Всухую 5% Аквол-2 5% Аквол-2 5% Аквол-2	Всухую 3% Аквол-10 3% Аквол-10 10% ЭТ-2 (осерненная)
Точение Резьбонарезание Сверление ($< 3\alpha$) $V = 0,26 \dots 0,5$ м/с $Q = 0,08 \dots 0,2$ мм	Т Э В Ш	ОСМ-3 ^х ОСМ-3 ОСМ-3 5% Аквол-11 ^{хх}	ОСМ-3 ОСМ-3 ОСМ-3 5% Аквол-2	ОСМ-3 МР-4 МР-4 10% ЭТ-2 (осерненная)
Точение $V = 0,5 \dots 1,5$ м/с $Q = 0,068 \dots 0,08$ мм Сверление ($< 3\alpha$) $V = 0,5 \dots 0,7$ м/с $Q = 0,07 \dots 0,12$ мм	Т Э В Ш	МР-4 5% Аквол-2 5% Аквол-2 10% Сульфуринат Е	МР-4 5% Аквол-2 5% Аквол-2 5% Аквол-2	15% МР-99 МР-4 МР-4 5% Аквол-2
Фрезерование $V = 0,07 \dots 1,0$ м/с $Q = 0,05 \dots 0,07$ мм	Т Ш	ОСМ-3 10% Сульфуринат Е	ОСМ-3 МР-4	5% Аквол-2 МР-4
Фрезерование $V = 0,6 \dots 0,8$ м/с $Q = 0,016 \dots 0,1$ мм	Т Ш	ОСМ-3 или 1,5% ВНИИ-2 ^{ххх} ЛЗ СОЖ ИСП	ОСМ-3 5% Укринол-1	5% Аквол-2 15% МР-99
Фрезерование $V = 0,5 \dots 0,65$ м/с $Q = 0,2 \dots 0,4$ мм	Т Ш	5% Укринол-1 10% Сульфуринат Е	5% Укринол-1 5% Аквол-2	5% Аквол-2 ОСМ-3

Т - максимальная стойкость
Э - минимальные энергозатраты
В - минимальные вибрации (тангенциальные колебания)
Ш - минимальная шероховатость поверхности

^хМР-99 (Тредкат 99) } применять при неростобразовании вместо указанных в таблице СОЖ
^{хх}РЗ СОЖ 8

^{ххх}1,5-2% СОЖ ВНИИ-2 (по а.с. №264581) применять в случаях невозможности использования масляных СОЖ

Масляная СОЖ МР-99 растворяется в минеральном масле И-20 или И-30А

В случаях комбинированных видов ИЗП Б, Ю, У увеличение стойкости и шероховатости поверхности, уменьшение величин показателей деформации и сил резания зависит от увеличения доли ИЗП I вида, что подтверждает и расширяет данные полученные в работах Т.Н. Долодаев и Э.С. Таварткиладзе.

Отмечена определенная связь между амплитудой высокочастотных колебаний и видами ИЗП. Так, наименьшее значение амплитуды при точении стали 45 на малых скоростях и толщинах среза ($V = 0,08$ м/с; $Q = 0,018$ мм) и стали 12Х18Н10Т на средних скоростях и толщинах среза ($V = 0,27$ м/с; $Q = 0,68$ мм) получены соответственно с масляными СОЖ МР-1 и МР-4, влияющими на образование ИЗП I вида.

Анализ показателей вязкости для масляных СОЖ и поверхностного натяжения для водорастворимых СОЖ путем их ранжирования в порядке возрастания этих показателей при обработке результатов экспериментов исследуемых характеристик процесса резания позволил определить, что вязкость и поверхностное натяжение не оказывают влияния на исследованные характеристики.

Сопоставление результатов влияния СОЖ на основные технологические характеристики процесса резания (стойкость инструмента и шероховатость обработанной поверхности), полученные при экспериментальном исследовании согласно принятой методике, с результатами исследований конкретных видов инструментов в лабораторных и производственных условиях выявил идентичность характера действия СОЖ. Это подтверждено одинаковой последовательностью ранжирования СОЖ по их влиянию на указанные характеристик процесса резания и полученной адекватностью действия СОЖ в каждом сопоставляемом случае, подтвержденной методом корреляционного анализа.

Результаты анализа выполненных исследований и сопоставления экспериментальных данных с результатами действия СОЖ на различных технологических операциях, а также полученная адекватность результатов позволили разработать научно обоснованные рекомендации по рациональному применению новых СОЖ на основных операциях обработки заготовок из конструкционных сталей инструментом из быстрорежущей стали.

ВЫВОДЫ

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Разработаны рекомендации по рациональному применению но-

вых СОА на основных операциях обработки конструкционных сталей быстрорежущим инструментом. Рекомендации впервые комплексно учитывают назначение жидкостей по критериям максимальной стойкости инструмента, минимальных энергозатрат, вибраций и шероховатости обработанной поверхности и послужили основой при создании межотраслевых руководящих материалов.

2. Установлено, что при обработке конструкционных сталей быстрорежущим инструментом применение различных по физико-химическим свойствам СОА по-разному влияет на все выходные характеристики процесса резания, в частности на вид изношенной задней поверхности (ИЗП) инструмента. Выявлено пять видов ИЗП при точении и три - при торцовом фрезеровании и разработана их систематизация.

3. Выявленные в процессе работы виды ИЗП, зависящие от свойств применяемых СОА, тесным образом взаимосвязаны с количественными значениями показателей деформации срезаемого слоя (углом сдвига $-\beta$, относительным сдвигом $-\epsilon$, интенсивностью деформации $-\epsilon_i$, коэффициентом усадки стружки $-K_y$, средним коэффициентом трения $-M$), силой резания, стойкостью инструмента и шероховатостью обработанной поверхности в исследованных условиях резания. Это позволяет использовать полученные данные при разработке и создании режимов резания, норм износа и расхода режущего инструмента.

4. Выявлено, что образование ИЗП I вида и повышению его доли при образовании комбинированных видов износа (Ш, IV и V видов) соответствует уменьшение показателей деформации срезаемого слоя (ϵ , ϵ_i , K_y , M), сил резания, повышению стойкости инструмента и шероховатости поверхности. Влияние СОА на образование износа II вида, или его доли в комбинированных видах износа, соответствует понижению стойкости и шероховатости поверхности.

5. Получены данные с влияния СОА на изменение амплитуды высокочастотных тангенциальных колебаний инструмента в диапазоне его резонансных частот 1950...2050 Гц. Значительное уменьшение амплитуды тангенциальных колебаний инструмента (до 8 раз), связанное с видами износа, в условиях резания с масляными СОА дает основание полагать, что изменение амплитуды колебаний может служить характеристикой для нахождения рационального диапазона режимов резания и условий образования определенных видов износа с целью повышения стойкости инструмента и качества поверхностного слоя. Полученные экспериментальные данные могут служить осно-

14

вой для проведения дальнейших широких исследований в этом направлении и определения методов оценки СОЖ.

6. Разработан метод экспресс-оценки смазочных свойств СОЖ, основанный на выявленной способности определенных составов СОЖ (напр., вазелиновое масло + СЦЦ4) устранять или ослаблять действие абразивных частиц в процессе изнашивания.

7. Установлено, что вязкость масляных жидкостей и поверхностное натяжение водорастворимых СОЖ не оказывает существенного влияния на параметры процесса резания в исследованных условиях и могут служить характеристикой только исходного состояния СОЖ.

8. Разработана методика определения эксплуатационных сопутствующих свойств СОЖ, которая ввиду отсутствия стандартизованных методов может служить межотраслевой и в настоящее время используется машиностроительными организациями и заводами.

9. По выполненной работе проведено внедрение новых СОЖ на московском электромеханическом заводе им.Владимира Ильича и томском инструментальном заводе с экономическим эффектом 45957руб. в год. Разработан и внедрен на шести заводах страны новый состав СОЖ (в.с. № 264581 от 12.12.69 г.). Результаты исследований использованы при разработке общемашиностроительных нормативов режимов резания и нормы износа и расхода инструмента при шлицевом протягивании, развертывании, фрезеровании концевыми фрезами на станках с ЧПУ и др. Результаты работы были использованы при выборе СОЖ Тредкат 99 для закупки лицензии на ее воспроизводство.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. О методике экспресс оценки смазочных свойств смазочно-охлаждающих жидкостей на машине трения/ П.В.Тимофеев, В.Р.Гарибов, А.В. Руднев и др. - Ремонт машин и технология металлов: Сб.в.тр./ Моск. ин-т с-х произв. М., 1978, т.Х, вып.4, ч. 2, с.37-41.
- 2.Гарибов В.Р. Применение новых смазочно-охлаждающих жидкостей для обработки резанием конструкционных материалов. - В кн.: Высокопроизводительный режущий инструмент. М.: МДИП, 1974, с.140-148.
- 3.Гарибов В.Р. Влияние СОЖ на износ и стойкость инструмента при точении конструкционных сталей, - Вопросы теории действия смазочно-охлаждающих технологических средств в процессах обработки металлов резанием: Краткие тез.докл. Всесоюз. науч.-тех. совещ. Горький, 1975, Сб. 2, с.3-9.

4. Гарибов В.Р. Новые смазочно-охлаждающие жидкости и их рациональное применение при резании металлов.- В кн.: Повышение производительности и эффективности обработки материалов резанием. М.: МДНТП, 1975, с. 157-166.
5. Рациональное применение марок СОЖ при резании металлов (рекомендации по применению)./ Разработчик В.Р.Гарибов.- М., 1975, - 12 с.(Ротапринт/ Всесоюз.науч.-иссл.инструм. ин-т: Д 29932).
6. Гарибов В.Р. Современные смазочно-охлаждающие жидкости для обработки металлов резанием. Обзор.- М.: НИИМАШ, 1975.- 87с.
7. Технологические свойства новых СОЖ для обработки резанием / М.И.Клушин, В.М.Тихонов, Д.И.Симкин и др. - М.:Машиностроение, 1979. - 192 с.
8. Гарибов В.Р., Мелкин А.Я., Вейлер С.Я. Выбор смазочно-охлаждающих жидкостей для точения конструкционных сталей. - Металлорежущий и контрольно-измерительный инструмент / НИИМАШ, 1980, вып. 7, с. 1-3.
9. Гарибов В.Р. Современные смазочно-охлаждающие жидкости: Экспресс-информация/ ВНИПИЭИлеспром, 1980, вып.6. - 31 с.
10. Влияние СОЖ на высокочастотные колебания инструмента / Мелкин А.Я., Вейлер С.Я., Гарибов В.Р. и др. - Повышение производительности и качества механической обработки на предприятиях Сибири и Дальнего Востока: Тез.докл. Всесоюз. науч.-тех.конф. Иркутск, 1983, с. 101-102.

Гарибов В.Р.



Подписано к печати 14.XI.83 г. Л-86326. Сдано в печать 15.XI.83 г.
Формат 60 x 90/16. Объем 1,0 п.л. Тираж 100 экз. Бесплатно.
Заказ 2059

Типография УДН. Москва, ул. Орджоникидзе, 3