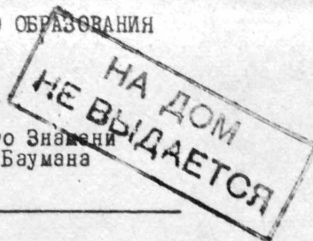


М 337943

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
С С С Р

Московское
ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени
высшее техническое училище имени Н.Э. Баумана



на правах рукописи

ДВОРОВ Юрий Иванович

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СКОРОСТНОГО
НЕПРЕРЫВНОГО ПРОТЯГИВАНИЯ

(Специальность 05.03.01 - "Процессы и машины обработки
материалов резанием; автоматические
линии")

Автореферат
диссертации на соискание ученой
степени кандидата технических
наук

Работа выполнена во Всесоюзном научно-исследовательском
инструментальном институте (ВНИИ)

Научный руководитель - Заслуженный деятель науки и тех-
ники РСФСР, доктор технических наук,
профессор Г.И.ГРАНОВСКИЙ.

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Ю.В.ЦВИС,
кандидат технических наук, доцент
М.И.Юликов.

Ведущее предприятие - Московский инструментальный завод.

Защита диссертаций состоится " _____ " _____ 1979 г.
на заседании специализированного Ученого совета КО53.15.15 по
технологии машиностроения Московского высшего технического учи-
лища им.Н.Э.Баумана по адресу: Москва, 107005. 2-я Бауманская ул.,
дом 5.

Ваши отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные
дресу.

библиотеке МВТУ им.

_____ 1979 г.

Р.К. Мещеряков

М 337943

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Рост производительности труда, необходимость повышения качества и эффективности работы требует постоянного совершенствования технологических процессов в машиностроении, основанных на применении более совершенных станков и инструментов. Это общее положение относится и к процессу протягивания.

В настоящее время в машиностроении разрабатываются и находят применение высокопроизводительные скоростные протяжные станки с непрерывным перемещением инструмента ($V_{рез}$ от 16 до 67 м/мин).

Отсутствие научно обоснованных рекомендаций по расчету и назначению параметров процесса скоростного непрерывного протягивания (режимных, стойкостных, качества обрабатываемой поверхности, режущих свойств инструментальных материалов, конструктивного выполнения инструмента и др.) сдерживает широкое внедрение нового прогрессивного способа обработки в машиностроении.

Всестороннее исследование влияния различных факторов на процесс протягивания и глубокое изучение всех явлений, характеризующих специфику процесса, позволит вскрыть потенциальные возможности его эффективного применения и дальнейшего совершенствования.

Цель работы. Создание научно обоснованных рекомендаций по выбору оптимальных параметров резания, инструментальных материалов и конструкций протяжек для процесса скоростного непрерывного протягивания.

Общая методика. Процесс исследован по методике, предусматривающей комплексную оценку работы протяжек по текущему линейному износу и изношенной массе. Предусмотрена точная документальная фиксация количественных и качественных параметров износа лезвий протяжек в процессе исследования. В качестве критериев эксплуатационного ресурса протяжки приняты суммарный путь резания и объем срезанного металла. Используются современные средства исследования, экспериментальные данные обработаны на ЭВМ и формализованы в виде математических моделей.

Научная новизна. Получены новые научные и технические результаты: разработан метод исследования затупления протяжек путем изучения и количественного учета износа всего режущего лезвия инструмента, который позволил оценить работу протяжек и определить стабильность их режущих свойств; впервые установлены



основные закономерности работы протяжек от различных факторов процесса скоростного непрерывного протягивания; разработаны практические рекомендации по оптимизации параметров резания; предложена новая схема протягивания, основанная на разделении припуска на участки поверхности, обрабатываемые пластическим деформированием и резанием; разработаны базовые конструкции протяжек, защищенные авторскими свидетельствами и патентами.

Практическая ценность диссертации. Разработана методика исследования износа протяжек, элементы которой, в частности, включающие определение параметров стабильности режущих свойств протяжек, могут быть использованы в общей методике изучения работоспособности инструментов; определены исходные данные для создания прогрессивных технологических процессов и нормативов режимов резания для протяжных станков с непрерывным перемещением инструмента; разработаны рекомендации по повышению производительности станков для наружного протягивания; методические и руководящие материалы по совершенствованию схем резания и конструированию высокоэффективных протяжек.

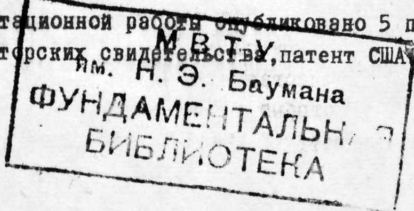
Апробация работы. Результаты работы внедрены на машиностроительном заводе "Красный Октябрь" и станкостроительном заводе "Красный Пролетарий".

Результаты работы использованы: ОКБСА (Минстанкопром) при совершенствовании процесса скоростного непрерывного протягивания; ГСПКТБ "Оргприминструмент" при ВНИИ (Минстанкопром) в предложениях по общемашиностроительным нормативам режимов резания; инструментальными заводами МИЗ и ЧарМЗ при освоении новых конструкций протяжного инструмента.

Экономический эффект от внедрения процесса скоростного непрерывного протягивания составляет 36 тысяч рублей на станок.

Диссертация заслушана и рекомендована к защите научно-техническим советом ВНИИ, кафедрой "Теория механической обработки и инструментов" МВТУ им. Н.Э. Баумана, ученым советом МИЗа Минстанкопром. Отдельные разделы работы доложены во ВНИИ, 1969...1977 гг., на Всесоюзной научно-технической конференции по протягиванию в Челябинске, 1969 г., семинаре общества "Знание" РСФСР, МДНТП, 1976 г.

По теме диссертационной работы опубликовано 5 печатных работ, получено 4 авторских свидетельства, патент США



Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, расчета экономической эффективности, общих выводов, что составляет 133 страницы машинописного текста, 56 рис., 10 табл., списка использованной литературы из 52 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Поставленная в работе цель и анализ современного научного состояния проблемы определили основные направления исследований:

- создание методики исследования износа протяжек;
- исследование закономерностей износа протяжек, изготовленных из разных марок быстрорежущей стали;
- исследование шероховатости и точности обработанной поверхности;
- разработка рекомендаций по расчету оптимальных параметров резания;

- совершенствование схем резания и разработка методических положений по конструированию протяжек.

Износ, будучи следствием относительного скольжения лезвий инструмента о поверхность резания и срезаемую стружку, является концентрированным показателем, отражающим сложные процессы и явления резания, происходящие при взаимодействии заготовки, инструмента и смазочно-охлаждающей среды. Поэтому количественное выражение износа служит действенным критерием оценки параметров процесса и эксплуатационных свойств инструмента. От метода регистрации и точности измерения текущего износа лезвий инструмента зависит достоверность и обоснованность искомых функциональных закономерностей.

Фиксация износа протяжек, как правило, производится визуально с помощью оптических приборов вне станка. При этом износ измеряется как максимальная линейная мера в одной точке лезвия и по этому количественному выражению местного износа принято оценивать режущие свойства инструмента в целом.

Эта методика не позволяет: объективно оценить затупление всего режущего лезвия; производить точный учет изношенной массы при оценке протяжек по весовому износу; оценить стабильность режущих свойств протяжек.

В настоящей работе фиксация текущего износа проводилась с помощью специально разработанной установки, позволяющей фотографировать состояние изнашиваемых поверхностей зубьев протяжки

без снятия ее со станка. Расчетная величина износа h_p вычислялась как среднее арифметическое значение статистической совокупности переменных величин износа $h_1 \dots h_n$, замеренных в одинаковых сечениях вдоль всего режущего лезвия (лезвий) инструмента (рис. 1). Стабильность режущих свойств протяжек устанавливалась по величине износа $h_p \pm \sigma$, больше которой последний не может принимать значение с заданной вероятностью.

Оценка работоспособности протяжек осуществлялась по расчетному линейному износу и изношенной массе, которая подсчитывалась по данным микрометрических измерений картины износа режущей части инструмента, раздельно для главных лезвий и уголков.

Эксперименты проводились многозубыми протяжками из быстрорежущей стали марок P6M5, P12, P18, P9K10, P14Ф4, P18Ф2K8, P9M4K8 по стали 45, охлаждение — масло индустриальное 20. Протягивание осуществлялось в условиях свободного и несвободного резания на промышленной модели непрерывно-протяжного станка ТП1, оборудованного для работы в автоматическом цикле.

Исследования проводились в широком диапазоне изменения режимов резания: скорость резания от 7,58 до 67,5 м/мин; подача на зуб от 0,02 до 0,15 мм.

Геометрические параметры заточки и профиль зубьев протяжек приняты по нормативным данным ($\gamma' = 10^\circ$; $\alpha = \alpha_1 = 4^\circ$; $\omega = 10^\circ$).

В результате экспериментальных исследований протяжек, выполненных из разных марок быстрорежущей стали, установлены закономерности изменения износа от времени и пути резания $h_3 = f_1(T; L)$; $M_3 = f_2(T; L)$; $M_4 = f_3(T; L)$. Анализ полученных закономерностей на ЭВМ показал, что они наиболее точно аппроксимируются параболой второго порядка. Характер кривых износа главных лезвий и уголков, при одних и тех же условиях резания неодинаков. Это свидетельствует о разных условиях протекания процессов трения и износа элементов режущих лезвий.

На основе выявленных закономерностей, используя принятые критерии износа, определены зависимости стойкости от скорости резания $T = f(V)$ для всех исследованных протяжек при $S_z = 0,05$ мм/зуб.

Графоаналитический анализ закономерностей $T = f(V)$ показал, что они выражаются кривой близкой к гиперболе. Существуют

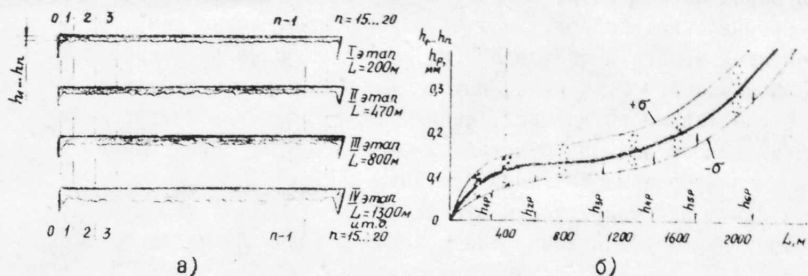
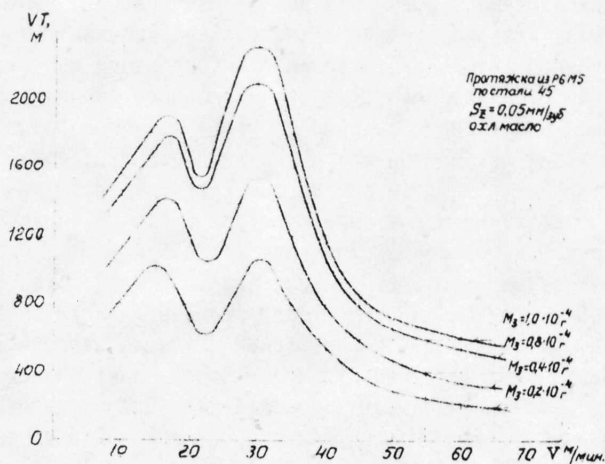
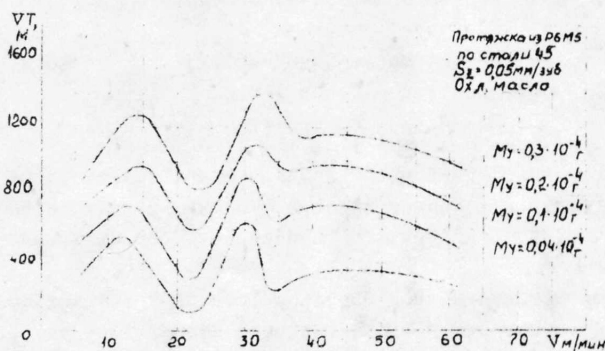


Рис. 1. Схема к определению расчетного износа протяжек h_p (а) и построение кривой износа h_p-L (б)



а)



б)

Рис. 2. Зависимость пройденного пути резания от скорости резания: а - для задней поверхности; б - уголков. M_3 и M_4 - критерии износа по массе

щее в определенных зонах скоростей резания отклонение от гистерезиса (проявление экстремальности) обусловлены изменениями закономерностей трения и износа в этих зонах, которые по данным д.т.н. проф. Грановского Г.И. объясняются "усиленным пластическим течением обрабатываемого металла, непрерывным точечным схватыванием обрабатываемого металла с металлом инструмента, чередующееся с таким же непрерывным точечным его разрушением".

Наличие экстремальности свидетельствует о том, что эти зависимости в исследуемом диапазоне режимов резания не могут быть аппроксимированы одной степенной зависимостью вида $V = C_v / T^m$.

В широком диапазоне изменения скоростей резания стойкость протяжек ($T_{\min}$) не является однозначным показателем эффективного использования протяжек, т.к. она не отражает работу, выполненную инструментом, а следовательно и оптимальные условия резания.

Наиболее полной характеристикой работоспособности протяжек являются зависимости суммарного пути относительного рабочего движения инструмента от скорости резания $VT = f(V)$, построенные на основе вычисления изношенной массы режущих лезвий протяжек.

Зависимости $VT = f(V)$ установлены для протяжек, изготовленных из всех исследованных марок быстрорежущей стали (на рис. 2 приведены зависимости только для протяжек из Р6М5).

Анализ полученных экспериментальных зависимостей показал, что первый максимум кривой $VT = f(V)$ для уголков сдвинут в сторону меньших скоростей резания по отношению к той же зависимости для задней поверхности; положение минимума обеих зависимостей на шкале скоростей резания совпадает; второй максимум зависимости для уголков сдвинут в сторону больших скоростей резания по отношению к зависимости для задней поверхности; для уголков наблюдается тенденция образования третьего максимального значения закономерности.

Математическая аппроксимация зависимостей $VT = f(V)$ выполнена на ЭВМ в соответствии с рядом Фурье:

$$f(X) = a_0 + a_1 \cos x + a_2 \cos 2x + a_3 \cos 3x + \dots + b_1 \sin x + b_2 \sin 2x + b_3 \sin 3x \dots \quad (I)$$

Для расчета коэффициентов ряда Фурье использована схема гармонического анализа с делением периода функции, равного 2π , на 12 равных частей, при этом, x принимает соответственно значения $0; \frac{\pi}{2}; \frac{2\pi}{6}; \frac{3\pi}{6}; \dots; \frac{11\pi}{6}$.

В качестве дополнительной оценки работы протяжек установлены закономерности изменения интенсивности износа протяжек от ско-

рости резания, построенные на основе зависимостей изменения интенсивности износа от пути резания

$$\frac{dM}{dL} = f(V) \quad (2)$$

Эти закономерности позволяют более обоснованно установить оптимальные условия резания, режущие свойства инструментальных материалов, направления совершенствования протяжек.

Подача при протягивании, будучи режимным параметром процесса резания, определяет ресурс работоспособности протяжки и является ее конструктивным элементом (подъемом на зуб), от выбора которого зависит длина и металлоемкость инструмента.

Выполненные экспериментальные исследования протяжек с подъемом на зуб 0,1 и 0,15 мм/зуб не выявили принципиальных отличий закономерностей износа от таковых при $S_z = 0,05$ мм/зуб. Анализ этих зависимостей показал, что с увеличением скорости резания длина пути резания возрастает до максимума, расположенного в диапазоне скоростей резания 18–22 м/мин. По мере увеличения скорости путь резания уменьшается, при этом, в зоне скоростей резания 33,3 м/мин наблюдается слабое проявление второго максимума зависимости. Аналогичные зависимости для уголков имеют два максимума и принципиально не отличаются от закономерностей при подаче $S_z = 0,05$ мм/зуб.

Полученные закономерности $VT = f(V)$ позволили установить зависимости объема снятого металла, приходящегося на 1 мм ширины режущего лезвия инструмента, от скорости резания за период работы инструмента и, тем самым, определить режимные параметры процесса, при которых возможен максимальный съем припуска протяжкой из той или иной марки стали. Установлено, что для удаления максимальных объемов припуска с деталей без ограничения по шероховатости поверхности целесообразно вести обработку с большими подачами.

Таким образом критерии эксплуатационного ресурса протяжки (допускаемые суммарная длина рабочего пути лезвия инструмента и объем срезанного лезвием металла) позволили всесторонне оценить работу протяжек в широком диапазоне изменения режимов резания и научно обосновать режимные параметры процесса скоростного непрерывного протягивания.

Независимость настройки отдельных секций комплекта протяжек на станках с непрерывным перемещением инструмента позво-

ляет разделить черновые и отделочные переходы операции протягивания, используя для черновых секций в качестве критерия работоспособности максимально допустимый износ зубьев, а для отделочной секции — технологические критерии (допускаемый класс точности и шероховатость обработанной поверхности).

Шероховатость обработанной поверхности является одним из главных параметров, отражающих качество протянутой поверхности, условия резания, эксплуатационные свойства детали.

Значительное влияние на шероховатость протянутой поверхности оказывает скорость резания. Выявленные закономерности высоты микронеровностей для разных толщин срезов в диапазоне исследуемых скоростей резания, имеют экстремальный характер. Наибольшая шероховатость обработанной поверхности образуется при скорости резания 8–10 м/мин, что является результатом процесса наростообразования. При дальнейшем увеличении скорости резания R_z уменьшается в пределах 1–2 классов, что имеет существенное значение для повышения производительности и улучшения качества протягивания.

Шероховатость обработанной поверхности увеличивается с увеличением подъема на зуб проточки от 0,02 до 0,15 мм/зуб, причем влияние скорости резания на изменение R_z тем меньше, чем меньше сечение среза.

Таким образом полученные данные являются исходными и в совокупности с зависимостями $\sqrt{T} = f(V)$ определяют оптимальные условия резания при протягивании.

В результате изучения износа с позиций вероятностно-статистического характера его развития во времени установлена стабильность работы протяжек, выполненных из разных марок быстрорежущей стали (рис. 3). Эти данные дополняют режущие свойства инструментальных сталей и являются важной характеристикой работоспособности протяжек в производственных условиях.

Результаты исследований позволили разработать методические положения по оптимизации параметров скоростного непрерывного протягивания.

Производительность процесса протягивания на станках с непрерывным перемещением инструмента прямо пропорциональна скорости резания

$$P = kV \text{ изд/час}, \quad (3)$$

где k — постоянный параметр станка;

V — скорость резания.

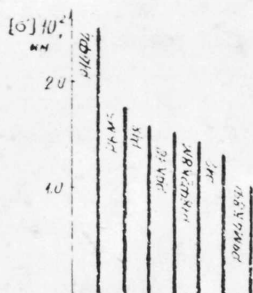


Рис. 3. Диаграмма стабильности работы протяжек из разных марок быстрорежущей стали ($V = 26$ м/мин; путь резания $L = 700$ м; $S_z = 0,05$ мм/зуб)

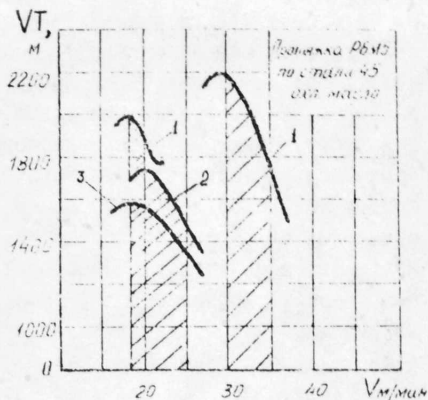


Рис. 4. Оптимальные зоны скоростей резания непрерывно-протяжных станков (критерии износа протяжек $M_3 = 1,0 \cdot 10^{-4}$ г; $h_3 = 0,3$ мм):

- 1- $VT - f_1(V)$ при $S_z = 0,05$ мм/зуб;
- 2- $VT - f_2(V)$ при $S_z = 0,10$ мм/зуб;
- 3- $VT - f_3(V)$ при $S_z = 0,15$ мм/зуб

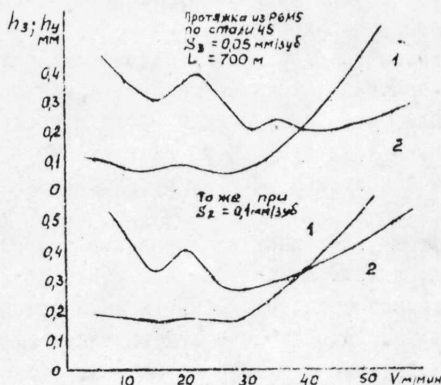


Рис. 5. Зависимости изменения износа от скорости резания: 1 - для задней поверхности; 2 - уголков. L - путь резания

Выбор целесообразной скорости резания и соответствующего ей рабочего пути резания инструмента представляет собой технико-экономическую задачу, решение которой позволяет установить оптимальный вариант процесса протягивания. При оптимизации условий протягивания и выборе наивысшей скорости резания, в качестве критерия оценки расчетов принята минимальная себестоимость операции протягивания при конкретных режимах резания, конструкции станка и инструмента. Как показали расчеты минимум суммарной стоимости обработки условной детали для цельных протяжек, применяемых в настоящее время на скоростных протяжных станках, достигается на скорости резания, соответствующей минимальной интенсивности износа и максимальному рабочему пути резания инструмента (рис. 4). Это объясняется тем, что правые ветви кривых $VT-V$ являются достаточно крутыми и снижение затрат от сокращения цикла обработки детали при работе на скорости $V > V_0$ не может перекрыть затраты на дорогостоящий инструмент, которые вызываются резким повышением интенсивности его износа.

Практика эксплуатации непрерывно-протяжных станков, относящихся к категории дорогостоящего оборудования, показывает, что их окупаемость может быть достигнута только при работе на высоких скоростях резания. Повышение скорости резания и снижение эксплуатационных расходов на операцию может быть достигнуто применением совершенных конструкций протяжек с низкой стоимостью периода стойкости.

На основании всестороннего анализа известных схем резания и конструкций протяжек, технико-экономической оценки новых направлений в области проектирования инструментов выявлены перспективные конструкции протяжного инструмента — сборные протяжки с взаимозаменяемым режущим и износостойким деформирующим элементами.

В результате настоящих исследований установлены зоны скоростей резания, в которых преобладает износ задней поверхности зубьев или уголков (рис. 5). Обнаруженные закономерности позволили выбрать направления совершенствования схем резания и конструкций инструмента: в зоне повышенных скоростей резания износ уголков не лимитирует работу инструментов, поэтому в этой зоне целесообразны схемы резания, позволяющие применять в конструкциях протяжек быстросменные режущие элементы с перс-

ходными лезвиями для стружкоделания; в зоне низких скоростей резания износ уголков ограничивает работоспособность инструментов, поэтому совершенствование схем резания направлено на ликвидацию уголков на режущей части протяжек.

На основе разработанных требований к инструменту для протяжных станков с непрерывным перемещением инструмента, проведенных исследований элементов конструкций, предложений по совершенствованию схем резания и технических решений по изобретениям, разработаны базовые конструкции протяжек.

Вопросы конструирования протяжек (совершенствование схем резания, обоснование и расчет параметров и точности инструмента, разработка способов базирования и крепления режущих элементов и др.) изложены в работе в виде руководящих технических материалов для проектирования.

Технико-экономические расчеты и промышленная проверка показали высокое качество созданных инструментов, так конструкция протяжки без стружкоделительных канавок на режущей части по сравнению с протяжкой профильной схемы резания позволяет повысить работоспособность в 2-2,5 раза, сократить длину режущей части инструмента на 15-20%, снизить трудоемкость изготовления и эксплуатационные расходы на 20%.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Выполненная работа является комплексным исследованием скоростного непрерывного протягивания и включает исследование процесса и совершенствование инструмента.

Изучение износа протяжек при скорости резания от 7,58 до 67 м/мин и подачах 0,05; 0,10; 0,15 мм/зуб позволило получить полные данные о работоспособности протяжек из быстрорежущей стали.

2. В работе использованы совершенные методы и средства исследования с применением ЭВМ. В частности, разработан метод оценки затупления и стабильности работы протяжек путем документальной регистрации износа всего режущего лезвия инструмента. В результате получены достоверные данные о работоспособности протяжек из разных марок быстрорежущей стали.

3. Установлено, что зависимости рабочего пути резания от скорости резания выражаются экстремальными кривыми. Характер этих кривых (расположение на шкале скоростей резания, количест-

во экстремумов, крутизна спада кривых) зависит от толщины среза и объектов износа, т.е. задней поверхности и угловых переходов.

Увеличение толщины среза приводит к уменьшению рабочего пути резания инструментом, особенно в интервале подач от 0,05 до 0,1 мм/зуб, при этом объем снятого припуска, приходящегося на 1 мм ширины лезвия, существенно увеличивается лишь в интервале скоростей резания от 7,58 до 30 м/мин.

4. Установлена работоспособность протяжек, выполненных из разных инструментальных сталей (Р6М5, Р12, Р18, Р9К10, Р14Ф4, Р18Ф2К8, Р9М4К8), в исследуемом интервале изменения скоростей резания и подач. Получены функциональные связи между параметрами процесса, разработаны рекомендации по режимам протягивания, установлены коэффициенты работоспособности, составлены программы для расчетов на ЭВМ.

5. Выявлены оптимальные зоны скоростей резания, в которых достигается наибольшая производительность и минимальная себестоимость обработки, что позволило рекомендовать повышение скорости резания протяжных станков общего назначения до 18÷26 м/мин (для легких работ - 30÷40 м/мин).

6. Установлено, что при скорости протягивания *меньше* 20 м/мин износ уголков превышает износ главных режущих лезвий в 1,5÷2 раза; в зоне повышенных скоростей резания имеет место замедление интенсивности износа уголков и интенсификации износа главных режущих лезвий.

С учетом этого: а) разработаны схемы резания, обеспечивающие использование в конструкциях протяжек многогранных неперегачиваемых пластин с вспомогательными лезвиями для разделения припуска; б) разработана новая схема резания, основанная на частичном деформировании и последующем резании обрабатываемого металла, обеспечивающая процесс протягивания инструментом без переходных режущих лезвий.

7. Разработаны руководящие материалы по конструированию и типовые конструкции протяжек, защищенные авторскими свидетельствами и патентами.

8. Экономическая эффективность только от внедрения процесса скоростного непрерывного протягивания составляет 36 тыс.руб. на станок.

Основное содержание диссертации опубликовано в следующих печатных работах:

1. Дворов Ю.И. Способ определения износа при оценке работоспособности протяжек. - Сб. " Прогрессивный режущий инструмент. Производительное резание ". Труды Всесоюзного научно-исследовательского инструментального института (ВНИИ), М., 1978, стр. 101-104.

2. Дворов Ю.И. Протяжки с неперетачиваемыми многогранными пластинами. - Научно-технический реферативный сборник НИИМАШ " Металлорежущий и контрольно-измерительный инструмент ", М., 1970, №7, стр.1 - 4.

3. Дворов Ю.И. Способы крепления многогранных неперетачиваемых твердосплавных пластинок в современных конструкциях металлорежущих инструментов. - Научно-технический реферативный сборник НИИМАШ " Металлорежущий и контрольно-измерительный инструмент ", М., 1970, № 8, стр.1 - 7.

4. Дворов Ю.И. Выбор оптимальных условий протягивания и совершенствование конструкций протяжек. - Сб. "Высокопроизводительные конструкции режущего инструмента ", МДНТИ им.Ф.Э.Дзержинского, М., 1976, стр.6 -10.

5. Дворов Ю.И., Ильинко А.В. Сокращенный метод определения стойкостных зависимостей по интенсивности износа инструментов. - Научно-технический сборник НИИМАШ " Металлорежущий и контрольно-измерительный инструмент ", М., 1973, № 3, стр.1 - 4.

6. Дворов Ю.И., Орлов В.Е. Деформирующе-режущая протяжка. - Патент в США № 4.012.829. "Изобретения за рубежом", М., 1977, № 13, вып.9.

7. Дворов Ю.И. Сборный режущий инструмент. -Авторское свидетельство № 379324, заявка № 1656891 от 31 апреля 1971г. "Бюллетень изобретений ", М., 1974, № 4.

8. Дворов Ю.И. Сборный инструмент, например, протяжка.-

Авторское свидетельство № 412997, заявка № 1677297 от 1 июля 1971г.

" Бюллетень изобретений", М., 1974, № 4.

9. Дворов Ю.И., Александров Г.Н. Сборный режущий инструмент.-

Авторское свидетельство № 511148, заявка № 1892250 от 16 марта 1973г.

" Бюллетень изобретений ", М., 1976, № 15.

10. Дворов Ю.И., Орлов В.Е. и др. Режущий инструмент -Ав-

торское свидетельство № 552144, заявка № 2314624 от 16 января 1976г.

" Бюллетень изобретений ", М., 1977, № 12.

