

2.05.03.01

>199

Министерство высшего и среднего специального
образования СССР

Челябинский политехнический институт
имени Денинского комсомола

На правах рукописи

УДК 621.919.2

Васькин Владимир Адриевич

РАЗРАБОТКА ШЛИЦЕВЫХ ПРОФЛЕКС С БРЕКЧИМИ ЗУБЬЯМИ
ДЛЯ ОБРАБОТКИ БОКОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПАРОВ

Специальность 05.03.01 - "Процессы и машины обработки
металлов резанием; автоматические линии"

Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Челябинск, 1982

ЧПИ

Работа выполнена на кафедре "Станки и инструмент" Челябинского политехнического института имени Ленинского комсомола.

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор МАРГУЛИС Д.К.

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор МАТВЕЕВ В.В.,

кандидат технических наук
КОНОНЕЦ В.П.

Ведущее предприятие - Челябинский тракторный завод
им. В.И.Ленина.

Защита диссертации состоится "27" октября 1982 г.,
в 15 ч., на заседании специализированного совета Д 053.13.02
Челябинского политехнического института имени Ленинского комсомола по адресу: 454044, г. Челябинск, проспект им. В.И.Ленина, 76,
ЧПИ, ученый совет.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенных печатью предприятия, просим направлять на имя ученого секретаря специализированного совета.

Автореферат разослан "25" октября 1982 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
кандидат технических наук,

доцент

Д.Н.Свиридов

Актуальность проблемы. В современных машинах широкое распространение имеют шлицевые соединения. От точности деталей, составляющих соединения, от качества сопрягаемых поверхностей зависит качество и долговечность этих соединений. Если изготовление шлицевых валов с заданными точностью и шероховатостью сопрягаемых поверхностей не вызывает особых затруднений, то получение шлицевых отверстий протягиванием представляет собой в настоящее время серьезную технологическую проблему. Как показывает практика, шероховатость боковых поверхностей шлицевых пазов обычно не ниже $R_a = 3,2 \text{ мкм ГОСТ 2789-73}$, что соответствует 5 классу шероховатости. В условиях же повышения требований к шлицевым соединениям, часто требуется получать шероховатость боковых поверхностей шлицевых пазов не выше $R_a = 1,6-0,8 \text{ мкм}$ (6-ой, 7-ой классы шероховатости). Поэтому, учитывая все повышающиеся требования к точности шлицевых отверстий и шероховатости боковых поверхностей пазов, задача по усовершенствованию протяжного инструмента и назначению научно-обоснованных режимов резания при протягивании для получения шлицевых отверстий повышенной точности и пониженной шероховатости ($R_a = 1,6-0,8 \text{ мкм}$) боковых поверхностей пазов является актуальной.

Цель работы. Теоретическое и экспериментальное исследование процесса протягивания боковых поверхностей шлицевых пазов протяжками, оснащенными бреющими зубьями. Разработка рекомендаций по выбору геометрических параметров бреющих зубьев шлицевых протяжек и назначению режимов резания при протягивании, обеспечивающих высокую стойкость инструмента и шероховатость боковых поверхностей пазов не выше $R_a = 1,6-0,8 \text{ мкм}$ по ГОСТ 2789-73.

Основные задачи. 1. Изучение напряжений, возникающих на поверхностях режущего клина и их влияния на стойкость бреющих зубьев.

2. Исследование сил резания и установление зависимости для их определения при протягивании протяжками с бреющими зубьями.

3. Определение характера износа и стойкости бреющих зубьев в зависимости от их геометрии и режимов резания.

4. Разработка элементов расчета конструктивных и технологических параметров протяжек с бреющими зубьями.

5. Внедрение результатов исследований на предприятиях машиностроения.

Научная новизна. Впервые на основе теории упругости с использованием методов теории функций комплексного переменного, разработана методика для расчета напряжений в режущем клине с наклонной режущей кромкой. Выведены зависимости для определения главных напряжений $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ в режущем клине с наклонной режущей кромкой. Определены геометрические параметры бреющих зубьев и режимы резания, при которых обеспечивается наибольшая стойкость инструмента и шероховатость боковых поверхностей шлицевых пазов не выше $R_a = 1,6-0,8 \text{ мкм}$ по ГОСТ 2789-73.

Созданы способы расчетов технологических параметров по изготавлению бреющих зубьев, которые позволяют широко применять шлицевые протяжки с бреющими зубьями.

Практическая ценность. В результате исследований разработаны конструкции шлицевых протяжек с бреющими зубьями и рекомендации по режимам резания при протягивании, обеспечивающие получение точных шлицевых отверстий и высокое качество сопрягаемых (боковых поверхностей пазов) поверхностей. Внедрение результатов работы на Киевском авиационном заводе позволило увеличить стойкость шлицевых протяжек в 2,5 раза. Результаты исследований использованы при разработке Общемашиностроительных нормативов режимов резания, износа и расхода шлицевых протяжек.

Публикация. По результатам исследований опубликовано четыре работы в открытой печати.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, списка литературы, включающего 106 наименований и приложения. В работе: 13 страниц, 48 рисунков и 15 таблиц.

Составления вопроса. Обработка шлицевых отверстий протягиванием в настоящее время ведется по трем основным схемам резания: генераторной, генераторно-ступенчатой и групповой. Работами Балюра И.Г., Маргулиса Л.К. установлено, что при обработке протяжками (всех перечисленных схем) закрытых пазов сходящая стружка царапает боковые поверхности паза, увеличивая шероховатость обработанной поверхности; на шероховатость боковых поверхностей также влияет винтообразность протяжки и число зубьев протяжки. В результате на практике шероховатость боковых поверхностей шлицевых пазов получается не ниже $R_a = 3,2 \text{ мкм}$ (ГОСТ 2789-73). Протяжки с профильной и боковой схемами резания не получили распространения из-за сложности их изготовления. Шлицевые протяжки с

брекущими зубьями (авторы: Шаргулис Д.К., Репьев А.И., Залесов А.К.) для обработки различных лицевых пазов (эвольвентных, прямоугольных, треугольных) обеспечивают шероховатость боковых поверхностей $R_a = 1.6\text{--}0.8 \mu\text{м}$ (ГОСТ 2789-73), но из-за низкой стойкости брекущих зубьев в результате выкрашивания режущих кромок не получили широкого распространения.

К выкрашиванию режущих кромок и ускоренному износу инструмента, по мнению Полетика М.Ф., приводит высокая концентрация напряжений в зоне контакта стружки и поверхности резания с резцом. Анализ опубликованных работ показывает, что первостепенное значение при этом имеют величина и закономерности распределения контактных нагрузок на режущих поверхностях инструмента. Однако изучение контактных нагрузок и возникающих на поверхностях режущего инструмента напряжений велось в основном при больших толщинах среза ($A > 0,5 \text{ мм}$) при прямоугольном резании, т.е. когда угол наклона режущей кромки $\lambda = 0$. Работ же, в которых были бы приведены сведения по напряжениям в режущем клине, режущая кромка которого расположена под углом λ , при тонких срезах, насколько нам удалось выяснить, нет. Из изложенного вытекает необходимость разработки методики расчета напряжений в режущем клине, режущая кромка которого наклонена под углом λ .

Методика расчета и вывод зависимостей для определения напряжений в режущем клине при $\lambda \neq 0$.

Учитывая, что выкрашивание является внутренним видом разрушения, не выходящим за пределы контакта стружки с передней поверхностью и задней поверхностью инструмента с поверхностью резания, задачи о взаимодействии стружки и поверхности резания с резцом можно решать методами теории упругости. Наиболее эффективно задачи теории упругости решаются методами теории функций комплексного переменного. Так как рассмотрение данной задачи предложено впервые, для упрощения ее решения были сделаны допущения:

- режущий клин является абсолютно острым, т.е. вершина клина не имеет радиуса округления;
- силы, действующие на переднюю и заднюю поверхности брекущих зубьев, одинаковы;
- длины контактов по передней и задней поверхностям равны;
- процесс резания металла режущей кромкой брекущего зуба рассматривается как процесс свободного резания.

Из работы Александрова А.Н., Соловьева Ю.И. "Пространственные задачи теории упругости" известно, что общая двумерная задача теории упругости распадается на задачу плоской деформации и задачу антиплоской деформации. Для решения этих задач удобно использовать комплексное представление Колесова-Мусхелишвили. Формулы комплексного представления напряжений в полярных координатах имеют вид:

для плоской деформации

$$\sigma_\theta + i\tau_{\theta z} = \overline{\Phi(\zeta)} + \Phi(\zeta) + e^{2\Theta i} [\bar{\zeta} \Phi'(\zeta) + \Psi(\zeta)] ; \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_z + \sigma_\theta &= 4R\operatorname{Re}(\Phi(\zeta)) \\ \sigma_z &= \sqrt{(\sigma_\theta + \sigma_z)} \end{aligned} \right\} ; \quad (2)$$

для антиплоской деформации

$$\tau_{rz} - i\tau_{\theta z} = \Xi(\zeta) e^{i\Theta} , \quad (3)$$

где $\zeta = X + iY = r e^{i\alpha}$ — комплексная переменная;
 $\Phi(\zeta), \Psi(\zeta), \Xi(\zeta)$ — комплексные потенциалы.

В результате решения задачи теории упругости получены выражения для $\Phi(\zeta), \Psi(\zeta)$ в виде контурных интегралов на комплексной плоскости P .

Для плоской деформации:

$$\Phi(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{R(P)\zeta^{P-1} dP}{P \sin 2\alpha + \sin 2\alpha P} + \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{S(P)\zeta^{P-1} dP}{P \sin 2\alpha - \sin 2\alpha P} ;$$

$$\Psi(\zeta) = \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{R_1(P)\zeta^{P-1} dP}{P \sin 2\alpha + \sin 2\alpha P} + \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{S_1(P)\zeta^{P-1} dP}{P \sin 2\alpha - \sin 2\alpha P} .$$

Полученные интегралы удобней всего вычислять по теореме о вычетах, пользуясь леммой Мордано.

для $\Xi(\zeta)$ получено выражение:

$$\Xi(\zeta) = \frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{2\pi i} \int_L \frac{T_{\theta\theta}^+ - T_{\theta\theta}^-}{\sin \alpha p} \zeta^{p-1} dp + \frac{i}{2\pi i} \int_L \frac{T_{\theta z}^+ + T_{\theta z}^-}{\cos \alpha p} \zeta^{p-1} dp \right\}.$$

Полученные функции комплексных потенциалов $\Phi(\zeta)$, $\Psi(\zeta)$, $\Xi(\zeta)$ позволяют определить компоненты тензора напряжений σ_x , σ_y , σ_z , τ_{xz} , τ_{yz} , τ_{xy} в любой точке клина по формулам (1), (2), (3). По найденным компонентам тензора напряжений определяем инварианты тензора напряжений J_1 , J_2 , J_3 . Главные напряжения σ_1 , σ_2 , σ_3 , как известно, являются решением кубического уравнения

$$\sigma^3 - J_1 \sigma^2 + J_2 \sigma - J_3 = 0.$$

Решая кубическое уравнение, получаем зависимости для определения главных напряжений.

Для расчета главных напряжений по установленным зависимостям требуется знание величины сил резания, возникающие при работе бреющими зубьями, которые определяют граничные условия для нахождения комплексных потенциалов. Поэтому возникла необходимость исследования сил резания и установления зависимостей для их определения. Для выяснения влияния напряжений, возникающих на поверхностях режущего клина, на стойкость инструмента требовалось изучение характера и закономерностей износа бреющих зубьев в зависимости от их геометрии и режимов резания.

Методика исследований

Все исследования проводились на вертикально-протяжном станке модели 7710В с наибольшей тяговой силой 10 т. В качестве заготовок использовались прямоугольные бруски 10x30x250 мм, из сталей, принадлежащих к разным группам обрабатываемости и наиболее приемлемых для изготовления деталей со шлицевыми отверстиями (стали марок 20Х, 45, 45Х, ЗОХС).

Исследования выполнялись специально изготовленной протяжкой, конструкция которой позволяла менять бреющие и прорезные ножи. Прорезные ножи предназначались для подготовки паза требуемого размера, обеспечивающего заданную величину припуска под бреющие зубья. Прорезные ножи имели постоянную геометрию.

Геометрические параметры бреющих зубьев приняты следующие: угол наклона $\lambda = 0^\circ, 5^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ, 70^\circ, 80^\circ, 85^\circ$; передний угол $\gamma = 0^\circ, 5^\circ$; задний угол $\alpha_y = 2,5^\circ$. Причем задний угол α в направлении скорости движения протяжки имел постоянную величину. Для измерения сил резания спроектирован специальный динамометр, который одновременно является приспособлением для крепления заготовок, а также имеет отверстие для направления протяжки. Упругие элементы динамометра выполнены в виде четырех неполных кольцевых звеньев, с наклеенными на них проволочными датчиками омического сопротивления.

Математическая обработка результатов экспериментальных исследований проводилась с использованием статистических методов планирования экспериментов.

Силы резания. Эксперименты проводились в два этапа: предварительные и основные. Целью предварительных опытов явилось установление степени влияния режимов резания и угла наклона режущих кромок бреющих зубьев на силу резания. Предварительными опытами установлено, что скорость резания на величину силы влияет весьма мало, поэтому в дальнейших исследованиях изучение ее влияния на силы резания исключено. Данными исследованиями также установлено, что величины составляющих P_z и P_y близки.

Изучение силы резания как при предварительных, так и при основных исследованиях проводилось путем изучения ее составляющих P_z , P_y , P_x (рис.1).

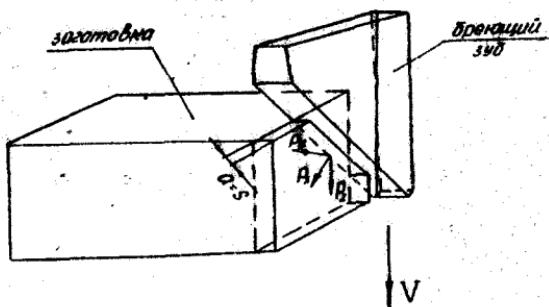


Рис.1. Схема действия сил при протягивании
бреющими зубьями

По результатам основных исследований выведены формулы для определения составляющих P_z , P_y , P_x в зависимости от подачи S_z и угла наклона режущей кромки бреющих зубьев λ .

$$P_z = \frac{78 S^{0,465}}{\lambda^{0,213}} ; \quad P_y = \frac{71 S^{0,518}}{\lambda^{0,136}} ,$$

$$P_x = 1,2 \lambda^{0,92} S^{0,63} .$$

Получив зависимости для определения сил резания при работе бреющими зубьями, можем рассчитать величину главных напряжений в режущем клине при $\lambda \neq 0$ по формулам, полученным в разделе "Методика расчета и вывод зависимостей для определения напряжений в режущем клине при $\lambda \neq 0$ ". По результатам вычислений для наглядности построены графики зависимости эффективного напряжения σ_i от угла наклона λ для $a = 0,02; 0,03; 0,04$ мм (рис.2). Анализ данных расчета напряжений (рис.2) показывает, что

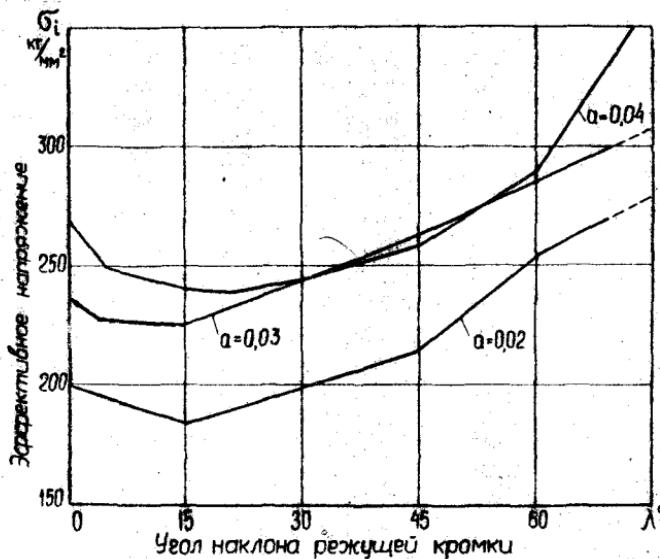


Рис.2. Зависимость эффективного напряжения от угла λ

наименьшая величина напряжений на поверхностях режущего клина возникает при $\lambda \approx 20^\circ$. При углах наклона $\lambda = 60^\circ$ и выше величина эффективного напряжения достигает $S_1 = 300 \text{ кг}/\text{мм}^2$ и выше.

Сравнивая величину этих напряжений с пределом прочности на сдвиг стали Р18- $[S_{\text{сдв}}] = 320 \text{ кг}/\text{мм}^2$, видим, что значения напряжений на поверхностях режущего клина бреющих зубьев при $\lambda = 60^\circ$ и более, близки по своим значениям к предельным. При анализе рассчитанных напряжений было сделано предположение, что при угле наклона режущей кромки $\lambda \approx 20^\circ$ стойкость бреющих зубьев будет наибольшей, чем при всех остальных λ .

Износ и стойкость бреющих зубьев. Исследования износа и стойкости бреющих зубьев состояли из предварительных и основных.

Предварительные эксперименты проводились для установления объективного критерия затупления и общей картины износа.

Основные – для определения стойкостных зависимостей.

Предварительными исследованиями установлено, что в качестве критерия затупления целесообразно использовать величину радиуса округления режущей кромки R . При окружении режущей кромки $R > 0,035\text{--}0,04 \text{ мм}$ на обработанной поверхности появляются за-диры в виде узких полосок и теряется геометрически правильная форма режущего лезвия. Поэтому за критерий износа была принята величина $R \leq 0,03 \text{ мм}$.

Исследования показали, что при требуемой шероховатости боковых поверхностей пазов шестого класса необходимо ограничить величину подачи на зуб у бреющих зубьев в пределах $S_Z = 0,03\text{...}0,02 \text{ мм}$, для получения шероховатости боковых поверхностей пазов $R_a = 0,8 \text{ мкм}$ (ГОСТ 2789-73) подачу S_Z следует устанавливать не более $0,02 \text{ мм}$. Исследованиями также выявлено, что стойкость бреющих зубьев с увеличением угла наклона λ изменяется не монотонно, а имеет экстремальное значение. Наибольшую стойкость бреющие зубья имеют при $\lambda \approx 20^\circ$.

По результатам основных исследований установлено, что величина оптимального угла наклона режущих кромок бреющих зубьев, соответствующая наибольшей их стойкости и обеспечивающая шероховатость боковых поверхностей пазов $R_a = 1,6 \text{ мкм}$, находится в пределах $\lambda = 17^\circ$.

При получении шероховатости боковых поверхностей $R = 0,8 \text{ мкм}$, оптимального угла наклона режущих кромок бреющих зубьев по стойкости нет.

Установлено, что чем больше угол λ , тем меньше шарохование обработанной поверхности, но с увеличением λ (более 20°) уменьшается стойкость бреющих зубьев.

Результатом основных исследований явилось установление зависимости стойкости бреющих зубьев только от режимов резания в условиях получения шероховатости обработанной поверхности $R_a \approx 1,6$ мкм, а также установление зависимостей стойкости инструмента и шероховатости обработанной поверхности от геометрии бреющих зубьев и режимов резания, в условиях получения шероховатости боковых поверхностей шлицевых пазов $R_a = 0,8$ мкм.

Методика расчета конструктивных элементов бреющих зубьев и технологических параметров для их изготовления

Шлицевые протяжки с бреющими зубьями по конструктивному оформлению выполняются двух типов: комбинированные шлицевые протяжки и так называемые калибровки.

Комбинированые протяжки с бреющими зубьями предназначены для обработки шлицевых пазов, калибровки тоже для обработки шлицевых отверстий, но в основном для исправления формы пазов и расположения шлицов, если эти искажения небольшие. Передняя поверхность бреющих зубьев может выполняться выпуклой, вогнутой или плоской. Наиболее технологична выпуклая форма передней поверхности, но условия резания при такой форме затруднены. Кроме того боковые поверхности шлицов, обработанные бреющими зубьями с выпуклой передней поверхностью, имеют отклонения от плоскости.

В работе приводятся зависимости для расчета этих отклонений, которые показывают, что величина отклонения зависит от разницы радиусов шлицевого отверстия, от ширины шлица, заднего угла α бреющих зубьев и длины конуса, на котором расположены режущие кромки бреющих зубьев.

Наиболее благоприятные условия резания имеют место при вогнутой форме передней поверхности бреющих зубьев, но стойкость зубьев в этом случае резко снижается. Следует также добавить, что изготовление зубьев с вогнутой передней поверхностью связано с дополнительными трудностями технологического характера и значительной затратой времени. Кроме того при изготовлении бреющих зубьев шлицевых протяжек с эвольвентным профилем, передняя поверхность которых вогнутая, для получения необходимого профиля

режущих кромок зубьев нужно делать расчет профиля шлифовального круга. Расчет профиля шлифовального круга приводится в работе.

В тех случаях, когда прочность режущих кромок зубьев, имеющих вогнутую переднюю поверхность, оказывается недостаточной, применяется плоская форма передней поверхности ($\gamma = 0^\circ$), при которой условия резания несколько хуже, чем при вогнутой форме, но лучше, чем при выпуклой. Технология же изготовления такой формы передней поверхности гораздо проще.

Для получения заднего угла в осевом сечении – осевого заднего угла α_0 шлифование бокового профиля бреющих зубьев производится при наклонной оси протяжки с поднятием заднего центра. Шлифование выполняется периферией круга прямого профиля. Боковая поверхность каждого зуба шлифуется отдельно. Для того, чтобы режущая кромка зуба не была срезана при шлифовании, необходимо корректировать профиль круга. Способ корректирования и расчет величины коррекции также приводятся в работе.

Практическое использование результатов. Разработанный способ расчета напряжений в режущем клине бреющих зубьев шлицевых протяжек может быть использован для расчета на прочность режущих кромок любых инструментов, главная режущая кромка которых имеет угол наклона при условии, что соотношение длины режущей кромки и толщины среза будет составлять 10 и более.

Результаты исследований использованы при разработке Общемашинностроительных нормативов режимов резания, износа и расхода шлицевых протяжек. В нормативах приведены формулы для расчета скорости резания бреющими зубьями в зависимости от группы качества обрабатываемости материалов; формулы для расчета стойкости бреющих зубьев для протяжек из быстрорежущей стали; формулы для определения сил резания.

В виде справочных таблиц в нормативах приведены стойкость бреющих зубьев шлицевых протяжек из стали Р6М5 и величина силы резания P , приходящаяся на 1 мм длины наклонной режущей кромки. Даны таблицы поправочных коэффициентов на измененные условия работы.

С учетом полученных в работе результатов исследований кафедрой были разработаны конструкции шлицевых протяжек с бреющими зубьями прямоугольного профиля для Киевского авиационного завода.

По рекомендациям кафедры с учетом настоящих исследований протяжки с бреющими зубьями разработаны предприятиями и внедрены в производство на Алтайском тракторном, Уральском автомобильном, Челябинском тракторном заводах.

Выводы

1. У бреющих зубьев шлицевых протяжек при больших углах λ происходит выкрашивание режущих кромок, причиной чего является возникновение на поверхностях режущего клина напряжений, превосходящих допустимые.

2. Создана методика и выведены зависимости для расчета напряжений при косоугольном резании и малых толщинах среза. Расчеты показали, что наименьшие напряжения на поверхностях режущего клина возникают при угле наклона режущей кромки $15\text{--}20^\circ$.

3. Установлено, что стойкость бреющих зубьев с увеличением λ изменяется немонотонно. Наибольшую стойкость бреющие зубья имеют при угле наклона режущей кромки, равном $15\text{--}20^\circ$. Выведены зависимости для определения стойкости бреющих зубьев от режимов резания и геометрических параметров.

4. Выведены зависимости для расчета сил резания при работе бреющих зубьев.

5. Применение шлицевых протяжек с бреющими зубьями для обработки отверстий обеспечивает шероховатость боковых поверхностей пазов 6-го, 7-го классов (ГОСТ 2789-73), а также повышение точности шлицевого отверстия как по геометрическим параметрам, так и относительно оси отверстия.

Установлено, что с увеличением угла λ уменьшается шероховатость обработанных поверхностей. Стабильно шероховатость поверхности 6-го класса (ГОСТ 2789-73) можно получать при угле наклона режущей кромки от 10° и более, но так как наибольшую стойкость бреющие зубья имеют при $\lambda = 15\text{--}20^\circ$, то последний принят за оптимальный.

Установлены условия обеспечения шероховатости 7-го класса (ГОСТ 2789-73) боковых поверхностей пазов.

6. Приведенные в работе способы расчетов геометрических и конструктивных элементов бреющих зубьев технологических параметров их изготовления, позволяют шире использовать шлицевые протяжки с бреющими зубьями для обработки шлицевых отверстий.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Маргулис Д.К., Васькин В.А. Исследование работоспособности бреющих зубьев протяжек. В кн.: "Прогрессивная технология чистовой и отделочной обработки" № 145 - Челябинск: ЧПИ, 1974, с.119-120.
2. Маргулис Д.К., Штраус В.А., Васькин В.А. Геометрическая погрешность шлицевых прямобочных пазов, обработанных бреющими зубьями протяжек. В кн.: "Прогрессивная технология чистовой и отделочной обработки". - Челябинск: ЧПИ, 1976, с.114-117.
3. Общемашиностроительные нормативы режимов резания, износа и расхода шлицевых протяжек. - М.: НИИмаш, 1981, - 56 с.
4. Васькин В.А. Расчет профиля шлифовального круга для обработки бреющих зубьев эвольвентных протяжек. В кн.: "Прогрессивная технология чистовой и отделочной обработки" № 278 - Челябинск: ЧПИ, 1982, с.84-86.

Васькин Владимир Андреевич

**РАЗРАБОТКА ШЛИЦЕВЫХ ПРОТЯЖЕК С БРЕЮЩИМИ ЗУБЬЯМИ
ДЛЯ ОБРАБОТКИ БОКОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПАЗОВ**

Специальность 05.03.01 - "Процессы и машины обработки металлов резанием, автоматические линии"

Подписано в печать 23.IX.82 г. ФБ01291. Формат 60x90/16.
Печ. л. 0,75. Уч.-изд. л. 0,6. Тираж 100 экз.

Заказ № 341/1114.

УМП ЧПИ. 454044, г. Челябинск, пр. им. В.И.Ленина, 76.