



Министерство высшего и среднего специального
образования СССР

Челябинский политехнический институт
имени Ленинского комсомола

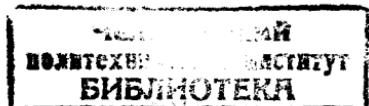
На правах рукописи

Аспирант УРАПОВ Геннадий Павлович

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
БЕССТРУЖЕЧНЫХ МЕТЧИКОВ НА ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ РЕЗЬБЫ
ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

Специальность 05.02.08 - "Технология машиностроения"

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук



Челябинск
1974

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

Научный руководитель:

доцент, кандидат технических наук В.М.МЕНЬШАКОВ.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор В.В.МАТВЕЕВ;
кандидат технических наук А.А.ГРУДОВ.

Ведущее предприятие - Челябинский станкостроительный завод
им.С.Орджоникидзе.

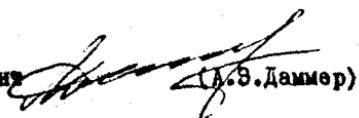
Автореферат разослан " " 1974 г.

Защита диссертации состоится " " 1974 г. в 15 часов,
в аудитории 244 (конференцзал) на заседании Совета по присуждению
ученых степеней машиностроительных факультетов Челябинского политех-
нического института им.Ленинского комсомола.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института.

Просим Вас и сотрудников Вашего учреждения, интересующихся те-
мой диссертации, принять участие в заседании Ученого Совета или
прислать свои отзывы в двух экземплярах, заверенных гербовой
печатью, по адресу: 454044, г.Челябинск-44, проспект им.В.И.Ле-
нина, 76.

Ученый секретарь Совета
кандидат технических наук, доцент



(А.Э.Даммер)

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Значительное место в технологии машиностроения занимают операции обработки резьбовых отверстий в цветных металлах и их сплавах, а также в высокопластичных сталях. Анализ существующих методов получения внутренних резьб и их потенциальных возможностей на пути к автоматизации показывает, что одним из перспективных, обладающих большими технологическими возможностями и высокой производительностью, является метод пластического формообразования (выдавливания) резьбы в указанных материалах бесстружечными метчиками. Однако до настоящего времени в промышленности этот метод не находит должного распространения. Одной из главных причин такого положения является недостаточность сведений об особенностях процесса резьбовыдавливания, а также по теории, расчету, конструированию и эксплуатации бесстружечных метчиков, технологиям их изготовления и области рационального использования. Изучение перечисленных вопросов является актуальной задачей, требующей проведения соответствующих исследований.

Цель работы. Теоретическое и экспериментальное исследование влияния конструктивных элементов бесстружечных метчиков и технологических факторов на процесс резьбовыдавливания; разработка на основе полученных данных оптимальной конструкции инструмента, методики для расчета основных его параметров с целью обеспечения возможности их стандартизации, а также практических рекомендаций по изготовлению и эксплуатации.

Общая методика выполнения исследований. В отличие от ранее проведенных исследований, в качестве инструмента в работе применялись метчики, не имеющие искажения шага по вершинам витков в переходной зоне и затылованные не только по профилю, но и по наружному диаметру. Эксперименты проводились на станке мод. 2Н118 и на резьбонарезном полуавтомате 5А05.

для измерений Мкр применялся однокомпонентный динамометр, позволяющий регистрировать Мкр одновременно на фотоаппарате с помощью осциллографа и визуально (по индикатору). При записях осциллограмм число оборотов шпинделя фиксировалось с помощью счетчика оборотов электроконтактного типа. Изменение температуры в зоне деформации производилось методом естественной термопары.

Выявление закономерности погрешностей изготовления d_2 гаек исследовалось методом математической статистики. Приведенный размер d_2 гаек измерялся с помощью набора непроходных резьбовых калибров.

Высота микронеровностей боковых сторон профиля выдавленной резьбы определялась на двойном инструментальном микроскопе МИС-II. Внутренний диаметр, шаг и половина угла профиля измерялись на микроскопах БМИ-1, УМИ-21 и на проекторах. Экспериментальное определение Микр.разв при скручивании метчиков производилось на специальном приборе. В качестве обрабатываемых материалов приняты наиболее распространенные марки деформируемых и литьевых алюминиевых сплавов, деформируемых катуней, меди, углеродистых и нержавеющих сталей.

Математическая обработка результатов исследований производилась с применением ЭВЧ "Минск-22" и настольных клавишных ЭВЧ.

Научная новизна. Решена задача по определению параметрических уравнений контурной кривой поперечного сечения метчиков с учетом схем движений при затыловании, теоретических кривых затылования и радиуса шлифовального круга. Разработана методика по расчету минимальных и максимальных величин затылования по наружному диаметру и профилю резьбы. Получены формулы для определения угла и длины контакта вершин метчиков с материалом гайки, а также для вычисления размеров пластической волны металла, образующейся перед вершинами в направлении их вращения. Изучены механизм воздействия и степень влияния неуравновешенных радиальных сил на изменение размеров резьбы гаек и определена закономерность распределения отклонений d_2 .

Дано аналитическое решение задачи кручения бесстружечных метчиков. Выведена формула для определения $\delta_{\text{отм}}$ под резьбу и допуска на его изготовление в зависимости от размеров резьбы инструмента, детали, механических свойств материала гаек и конструктивного исполнения резьбового профиля метчика (открытый или закрытый контур).

Практическая ценность. Разработаны: заводская нормаль Н-230-69 "Метчики бесстружечные" (Челябинский станкозавод им. С. Орджоникидзе); сборник отраслевых стандартов ОСТ 84-284-70-ОСТ 84-288-70 "Метчики бесстружечные. Конструкция. Размеры. Технические требования" (Министерство машиностроения СССР); сборник государственных стандартов СССР "Метчики бесстружечные" (ГОСТ 18839-73-ГОСТ 18844-73). Сконструировано приспособление для затылования метчиков по наружному диаметру на круглошлифовальных станках. Разработан способ шлифования резьбы многограниточным кругом, устраняющий искажение шага по вершинам резьбового профиля метчиков в переходной зоне. Даны рекомендации по выбору оптимальных режимов резьбовидавливания, составов СОЖ и рациональной области применения бесстружечных метчиков.

Реализация работы в промышленности. По данным центрального научно-исследовательского института патентной информации и технико-экономических исследований, конструкции бесстружечных метчиков, по

авт.свид. № 360179, № 304076 и № 213547, разработанные в процессе выполнения работы, внедрены на 22 предприятиях различных отраслей промышленности, включая министерства авиационной, автомобильной, радиотехнической, нефтехимической и легкой промышленности, тяжелого и сельскохозяйственного машиностроения, путей сообщения, цветной металлургии, промышленного строительства, лесной и деревообрабатывающей промышленности.

Условно годовая экономическая эффективность от внедрения результатов работы на отдельных заводах составила: - на Челябинском заводе электромашин - 15500 руб.; - на Челябинском станкозаводе им. С. Орджоникидзе - 17700 руб.; - на Челябинском радиозаводе - 16500 рублей.

Апробация работы. Основные положения работы доложены на научно-технических конференциях: Челябинского политехнического института им. Ленинского комсомола, Пермского политехнического института, Ростовского-на-Дону областного правления научно-технического общества машиностроительной промышленности; на областном семинаре "Конструкция, расчет, технология изготовления и эксплуатация бесстружечных метчиков" (г. Челябинск) и на совместном заседании кафедр "Технология машиностроения", "Технология металлов", "Станки и инструмент" ЧПИ.

Публикаций. По теме диссертации опубликовано 33 статьи, из них 4 изобретения и 6 государственных стандартов. Три статьи приняты к печати.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, 6 глав, выводов с рекомендациями и содержит 148 страниц текста, 20 таблиц, 88 рисунков, 115 наименований работ отечественных и зарубежных авторов и 8 приложений.

СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА. ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обзор отечественных и зарубежных публикаций в области обработки внутренних резьб бесстружечными метчиками, позволяет отметить следующее:

1. Наиболее полно результаты исследований процесса резьбовыдавливания и конструкции инструмента отражены в работах С.И. Житницкого, О.С. Андрейчикова, И.П. Бурыкина, В.В. Смирнова, С.И. Велицкого, В.В. Рымкова, Ю.Г. Проскурякова, В.А. Кохановского, А.Е. Стешкова и других.

2. Исследования проводились с метчиками, имеющими искажение шага по вершинам витков в переходной зоне и затылованные только по профилю резьбы, т.е. по $d_{\text{ш}}$ и $d_{\text{ем}}$. Данных о работоспособности метчиков без искажения шага и затылованных по всем трем диаметрам ($d_{\text{ш}}$, $d_{\text{ш}}$, $d_{\text{ем}}$) в литературе не имеется.

3. Отсутствуют данные по стойкости метчиков, затылованных с применением эксцентрикового кулака.

4. При оптимизации параметров поперечного сечения и анализе явлений, происходящих в зоне деформирования, необходимо знать геометрию участков вершин инструмента, находящихся в контакте с материалом гайки. Однако в выполненных исследованиях оптимизации подлежала лишь величина затылования по профилю, измеряемая в центре боковой (нерабочей) поверхности метчиков. Но, как показано в работе, величина затылования не всегда однозначно определяет геометрию вершин, которая зависит не только от формы кулака и величины затылования в центре боковой поверхности, но и от схемы затылования, заложенной в конструкции станка, а также от радиуса шлифовального круга. Поэтому по имеющимся данным невозможно воспроизвести рекомендуемую геометрию контура, так как авторы не указывают всех условий затылования инструмента. Предлагаемые же в работах И.П.Бурыкина, В.В.Смирнова, С.И.Велицкого и О.С.Андрейчикова уравнения для построения образующегося в результате затылования контура сечения являются приближенными, так как получены из условия обработки метчиков не кругом, а материальной точкой. В работе С.И.Житницкого, Л.И.Блейшмидта, И.Г.Ковалева и С.Ф.Рикмана дается лишь частное решение задачи по определению уравнения кривой, опиываемой центром круга вокруг метчика, для случая обработки его на станке мод.5822 и использованием в качестве кулака затылования эксцентрика. Из приводимого ими уравнения $R_t = R_{shk} + R_m - k \cdot \frac{\pi}{4} (1-\cos \varphi)$ следует, что независимо от величины k в точках, соответствующих углу поворота метчиков $\varphi = \pi/n$, т.е. в точках, расположенных на вершинах, радиус R_t всегда равен сумме $R_{shk} + R_m$, т.е. уменьшения наружного диаметра метчика проходить не должно. Однако авторы отмечают, что с превышением определенного затылования наблюдается срезание вершин заготовки. Но это возможно только при значениях $R_t < R_{shk} + R_m$, что не согласуется с рекомендуемым уравнением для построения контура. Следовательно, необходимо иметь параметрические уравнения, которые учитывали бы действительные кинематические схемы затылования контура сечения и по которым возможно было бы построить для заданных условий обработки (форма кулака, величина затылования, станок, R_{shk}) получаемую геометрию контура или же наоборот для заданного контура, станка и R_{shk} произвести расчет кулака затылования.

5. Отсутствуют технологически приемлемые для условий массового производства способы шлифования резьбы метчиков с профильной схемой деформирования, устраивающие искажение шага по вершинам витков в зоне перехода цилиндрической резьбы в коническую.

6. Вопросы прочности бесстружечных метчиков изучены недостаточно, что не позволяет определить степень надежности данного инструмента при различных условиях его эксплуатации.

Следовательно, в соответствии с целью диссертации требуется:

- дать кинематический анализ образования контура поперечного сечения метчиков в зависимости от принятых схем движений при затыловании, теоретических кривых затылования и радиуса шлифовального круга;

- аналитически и экспериментально произвести оценку работоспособности различных схем и форм заборной части и на этой основе разработать вариант исполнения ее, обеспечивающий постоянство шага по вершинам витков и равномерное их нагружение;

- оптимизировать геометрические параметры рабочей части, применив в качестве критерия оптимальности стойкость инструмента и качество резьбовых отверстий;

- исследовать аналитически и экспериментально задачу кручения бесстружечных метчиков;

- на основе полученных теоретических и экспериментальных данных разработать методику для расчета основных параметров инструмента и технологии изготовления, применительно к условиям массового производства.

КИНЕМАТИКА ОБРАЗОВАНИЯ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЙ БЕССТРУЖЕЧНЫХ МЕТЧИКОВ

Для изучения геометрических свойств поперечных сечений метчиков, затылованных на различных станках при помощи кулачков, очерченных по различным теоретическим кривым затылования, рассмотрена и решена задача по определению уравнений их контурных кривых. При задании сечения кривых параметрическими уравнениями $x=x(\omega_m, \beta)$, $y=y(\omega_m, \beta)$, где β выделяет из семейства определенную кривую, а ω_m выделяет на кривой определенную точку, координаты характеристической точки А (рис. I) определяются из системы:

$$x=x(\omega_m, \beta); y=y(\omega_m, \beta) \begin{vmatrix} \frac{\partial x}{\partial \beta} & \frac{\partial y}{\partial \beta} \\ \frac{\partial x}{\partial \omega_m} & \frac{\partial y}{\partial \omega_m} \end{vmatrix} = 0. \quad (I)$$

Решение системы (I) позволяет получить параметрические уравнения контура поперечного сечения метчиков в общем виде:

$$X = R_{шк} \cdot \cos(\beta - \omega_m) + L(\omega_m) \cdot \cos \omega_m + H \sin \omega_m; \\ Y = R_{шк} \cdot \sin(\beta - \omega_m) - L(\omega_m) \cdot \sin \omega_m + H \cos \omega_m; \quad (2)$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\frac{\partial Y}{\partial \omega_m} - H}{L(\omega_m)}.$$

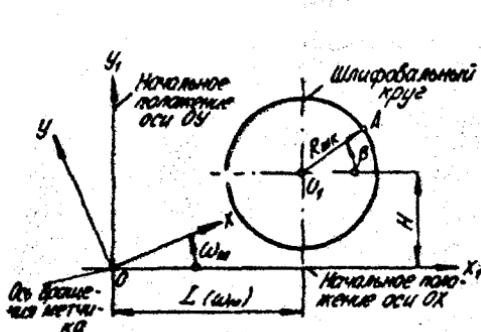


Рис.1. Схема к расчету профиля поперечного сечения бесстружечных метчиков

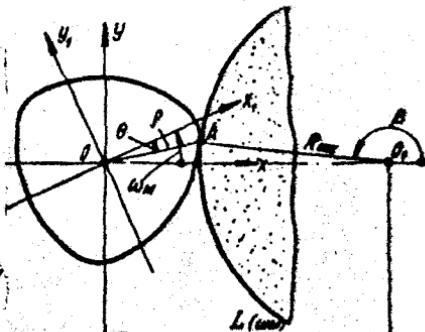


Рис.2. К определению положения точки касания круга с заготовкой метчика в процессе шлифования

Следовательно, зная зависимость $L(\omega_m)$, которая определяется формой кулакка затылования и схемой затылования, а также радиусом круга $R_{шк}$, по уравнениям (2) представляется возможным построить действительный контур полученного поперечного сечения, или же по заданным координатам контура x, y и углу ω_m определить закон изменения расстояния $L(\omega_m)$ между центрами круга и метчика, т.е. соответствующим образом спроектировать кулакок затылования.

Учитывая, что наибольшее распространение в инструментальном производстве получают станки, движение затылования у которых создается возвратно-поступательным перемещением шлифовального круга (мод. 5822, 5822М), более подробно сделан анализ форм сечений метчиков, затылованных именно на станках указанных моделей, для которых уравнения (2) принимают вид:

$$X = R_{шк} \cdot \cos(\beta - \omega_m) + L(\omega_m) \cdot \cos \omega_m; \\ Y = R_{шк} \cdot \sin(\beta - \omega_m) - L(\omega_m) \cdot \sin \omega_m; \quad \operatorname{tg} \beta = \frac{\frac{\partial Y}{\partial \omega_m} - H}{L(\omega_m)}. \quad (3)$$

Показано, что в этом случае поперечное сечение инструмента, обработанного с применением эксцентрикового кулачка, описывается уравнениями:

$$\begin{aligned} x &= R_{шк} \cdot \cos(\beta - \omega_m) + [R_{шк} + R_m - \frac{k}{2}(1 - \cos \pi \omega_m)] \cdot \cos \omega_m; \\ y &= R_{шк} \cdot \sin(\beta - \omega_m) - [R_{шк} + R_m - \frac{k}{2}(1 - \cos \pi \omega_m)] \cdot \sin \omega_m; \\ \operatorname{tg} \beta &= \frac{-k \pi \sin \omega_m}{2R_{шк} + 2R_m - k + k \cdot \cos \pi \omega_m}, \end{aligned} \quad (4)$$

где π - число граней; k - величина затылования.

Анализ уравнений (4) показывает, что точка касания круга с заготовкой (рис.2) в процессе затылования не всегда располагается на линии центров. При повороте метчика на угол ω_m она находится выше или ниже линии центров и только при значениях $\omega_m = 0; 360^\circ/2\pi; 360^\circ/\pi$ и т.д., когда угол β равен 180° , точка A располагается на линии центров. По уравнениям (4) найдено выражение для радиуса кривизны r в точках сечения, наиболее удаленных от оси, т.е. на вершинах:

$$r = \frac{(2R_{шк} + 2R_m)^2 - 2R_{шк}[2R_{шк} + 2R_m - k + (1 + \pi^2) \cdot k]}{2[2R_{шк} + 2R_m - k + (1 + \pi^2) \cdot k]}. \quad (5)$$

Из выражений (4) и (5) следует, что геометрия сечения может быть полностью охарактеризована радиусом r при вершинах или однозначно связанной с ним величиной затылования k , лишь при условии задания радиуса $R_{шк}$. Показано, что при $k = \frac{2R_m(R_{шк} + R_m)}{R_{шк}\pi^2}$ радиус r обращается в нуль, а при $k > \frac{2R_m(R_{шк} + R_m)}{R_{шк}\pi^2}$ начинается срезание вершин (при затыловании d_n) и искажение резьбового профиля, приводящее инструмент в состояние неработоспособности. Для избежания таких явлений предлагается минимальный расчетный диаметр для метчиков, имеющих заборную часть с уклоном по d_n , $d_{ср}$ и $d_{ен}$, определять по формуле $d_{min} = d_{ен} - 2\ell_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi$, где ℓ_1 - длина заборной части. Для метчиков с заборной частью, выполненной с уклоном только по d_n , минимальный диаметр следует принимать равным $d_{ен}$. При затыловании наружного диаметра $d_{min} = d_n - 2\ell_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi$. Вычислениями установлено, что при $\ell_1 = 35$, $\varphi = 90^\circ$ и $R_{шк} = 200$ мм максимально допустимая величина составляет $(0,07; 0,04; 0,03; 0,02)d_n$ соответственно для 3,4,5 и 6-гранного инструмента.

Разработана методика расчета минимальной величины затылования, при которой пластическая волна металла, образующаяся перед вершинами метчика, свободно размещается между поверхностью отверстия и боковой гранью инструмента (рис.3). Для этого необходимо, чтобы

$$K_{min} \geq (\alpha + h_1) \cdot \frac{360^\circ}{2\pi \beta_1}.$$

где $a = \frac{\pi}{2} \cdot \operatorname{tg} \varphi$; $h_1 = \frac{a \cdot \sin(\alpha/2 - \varphi)}{\cos \alpha/2 - \sin(\alpha/2 - \varphi)}$;

$$\beta_1 = \arctg \frac{2(R_m - r) / \left[(R_m - (a + h_1))^2 - r^2 + (R_m - r)^2 \right]}{\left[(R_m - (a + h_1))^2 - r^2 + (R_m - r)^2 \right]}.$$

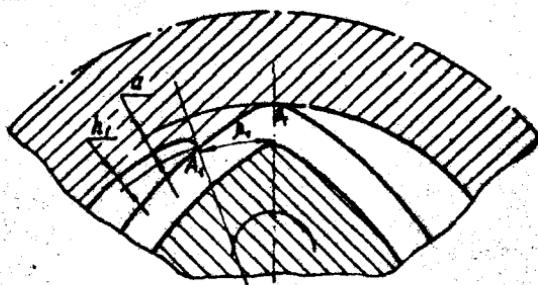


Рис.3 Схема к расчету минимальной величины затылования

Рассчитанная минимальная величина κ составляет: для 3-гранных метчиков – $0,068 d_0$; для 4-гранных – $0,041 d_0$ и для 6-гранных – $0,044 d_0$. Однако, из условия получения неискаженного профиля допустимое затылование при $\kappa = 6$ не должно превышать $0,02 d_0$. Поэтому при $\kappa = 0,02 d_0$ потребуется затрата дополнительных усилий на изменение формы пластической волны металла.

Показано, что соотношение между величинами крутящих моментов при работе метчиками с различным числом граней изменяется в зависимости от принятых величин κ . При $\kappa = (0,06; 0,04; 0,02) d_0$ для 3, 4 и 6-гранных метчиков соответственно, увеличение M_{kp} для 4-гранных метчиков по сравнению с 3-гранными составляет 10...15%; для 6-гранных – 25...30%. Для вычисления дуги контакта, соответствующей углу β_1 , получена формула:

$$A, B_1 = \frac{2\pi r}{360^\circ} \operatorname{arc} \sin \sqrt{\frac{\left[(R_m - (\frac{\pi}{2} \operatorname{tg} \varphi \cdot h_1))^2 - \left\{ \frac{\left[(R_m - (a + h_1))^2 + (R_m - r)^2 \right] \cdot a^2}{(R_m - r)} \right\}^2 \right]}{r^2}}. \quad (6)$$

Эксперименты по определению влияния на Мир кривых затылования проведены на 3-гранных метчиках M5, M8, M10 и M14, обработанных при помощи эксцентрика, комбинированного кулачка (эксцентрик + окружность), архimedового кулачка и кулачка, состоящего из двух дуг архimedовых спиралей. Даны рекомендации по выбору теоретических кривых затылования.

АНАЛИЗ СХЕМ И ФОРМ ЗАБОРНОЙ ЧАСТИ

Рассмотрены особенности процесса деформации металла метчиками с цилиндрической и конической схемами деформирования. С целью сопоставления и оценки схем проведены экспериментальные исследования. Угол φ у метчиков с цилиндрической схемой был выполнен переменным от 5 до 45° , а у метчиков с конической схемой от 5 до 20° (с интервалом в 5°). На основании экспериментов и теоретического анализа показана целесообразность применения метчиков с конической схемой деформирования. Исследовано возможное распределение наблюдаемого искажения шага Δs по вершинам переходного витка в зависимости от числа граней n .

Установлено, что действительное искажение зависит от ориентации начала движения круга по конусу относительно участков поперечного сечения и в общем случае находится в пределах:

$$\frac{(2n-1)\delta}{4n} \operatorname{tg}\varphi \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} < \Delta s < \frac{1}{2} \operatorname{tg}\varphi \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} s/2. \quad (7)$$

Самым неблагоприятным является случай, когда начало движения круга по конусу совпадает с вершиной метчика, расположенной на его внутреннем диаметре. Наибольшее искажение $\Delta s = \frac{1}{2} \operatorname{tg}\varphi \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}$ имеет здесь место на той вершине, с которой начиналось движение. Если начало движения совпадает с точкой, расположенной в центре боковой поверхности, то максимальная величина искажения имеет место на нерабочих участках сечения. Максимальное же искажение шага по вершинам при этом составляет $\Delta s = k_n \operatorname{tg}\varphi \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}$, где $k_n = 0,416; 0,437; 0,458$ при $n = 3, 4$ и 6 соответственно. Следовательно, даже при специальной ориентации наибольшее искажение шага имеет место у 6-гранных метчиков, а наименьшее у 3-гранных. Показано, что наиболее нагруженным оказывается последний виток (переходный), который из-за наличия искажения Δs работает по схеме вдавливания плоского штампа, а не клина, так как боковой поверхностью перемещает в осевом направлении на расстояние Δs профиль резьбы гайки. Получены формулы для определения нормальных и касательных напряжений, действующих на переходный виток, позволяющие определить для заданных условий пределы, по величину угла φ , при

котором начинается выкрашивание витков переходной зоны от совместного действия поперечной силы и изгибающего момента.

Сделан анализ схем деформирования резьбы метчиками, у которых искажение шага устраняется изготовлением на заборной части несимметричного профиля. Для определения углов Δ и Δ_1 , на которые должны отличаться соответственно правые и левые половины углов профиля, получены формулы:

$$\Delta = \frac{\pi}{4} - \frac{\alpha}{4} - \arctg \left(\frac{1-tg\varphi}{1+tg\varphi} \cdot ctg \frac{\alpha}{4} \right); \quad (8)$$

$$\Delta_1 = \frac{\pi}{4} - \arctg \left(\frac{1-tg\varphi}{1+tg\varphi} \cdot tg \frac{\alpha}{4} \right). \quad (9)$$

Показано, что и в этих случаях переходный виток испытывает действие изгибающего момента.

Предложена конструкция метчиков^{*} с заборной частью, не имеющей искажения шага по вершинам витков при сохранении симметричного профиля. Это достигается созданием по его внутреннему диаметру площадок переменной ширины как вдоль оси инструмента, так и по периметру поперечного сечения. Расположение площадок не по конусу, а по цилинду увеличивает также жесткость витков заборной части и ее прочность. Исходя из равенства объемов металла, деформируемых каждой вершиной, получено уравнение кривой для профилирования заборной части, при котором обеспечивается равномерное нагружение витков:

$$a_1^4 (2tg^2 \alpha/2) + a_1^3 (5a_1 tg \alpha/2 \cdot 6a_1 tg^2 \alpha/2) + a_1^2 (12a_1^2 tg \alpha/2 + 36) \cdot a_1 (6a^2 R_0) = \frac{i \cdot p \cdot F_m}{m}, \quad (10)$$

где F_m — площадь m -го витка; p — расстояние центра тяжести площадки до оси метчика; R_0 — радиус отверстия под резьбу;

a_1 — ширина площадки притупления вершины; m — число вершин, участвующих в выдавливании профиля.

С целью изучения влияния конструкции заборной части на характер износа вершин, были изготовлены и в производственных условиях испытаны метчики М8 с обычной конической заборной частью и спрофилированной по уравнению (10). Испытаниями установлено, что характерным для метчиков первого типа является повышенный износ витка, расположенного в переходной зоне, а у метчиков второго типа наблюдается равномерный износ витков заборной части. Для сравнения М8 и качества резьбовой поверхности, обработанной метчиками с конической заборной частью, конической с несимметричным профилем и конической

* Уриапов Г.П. и др. Бесстружечный метчик. Заявка на изобретение № 1646203/25-27 от 14.4.1971г.

без искажения шага, испытаны метчики M14 и M8. Установлено, что у метчиков предложенной конструкции Икр в среднем на 20% ниже, чем у инструмента с обычной заборной частью. Заметной разницы в шероховатости резьбовой поверхности не наблюдалось.

ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ БЕССТРУЖЕЧНЫХ МЕТЧИКОВ

Рассмотрена задача по определению зависимости стойкости метчиков от угла $\phi(x_1)$, затылования $K(x_2)$ и наружного диаметра $d_n(x_3)$ т.е.: $y=r=\varphi(x_1, x_2, x_3)$. В качестве плана эксперимента принят полный факторный эксперимент типа 2ⁿ. Испытывались метчики M8 из стали Р18, затылованные по $d_{n\perp}$, d_{cr} и d_m на станке мод. 5822 с применением эксцентрикового кулачка ($R_{шк} = 200$ мм). В заготовках из стали IX18H9T обрабатывались сквозные резьбовые отверстия. За критерий стойкости метчиков принимался износ по d_n , при котором прекращалось свинчивание проходного резьбового калибра с гайкой. В результате дисперсионного анализа результатов экспериментов получено уравнение, выражющее зависимость стойкости метчиков от φ, K и d_n :

$$\hat{y}(x) = r = 2,952 - 5,473x_1 + 3,765x_2 + 2,699x_3 \quad (II)$$

Проверкой на адекватность описания процесса полученным полиномом по F-критерию Фишера установлено, что уравнение адекватно действительному уравнению регрессии и может быть принято для выражения искомой зависимости. Методом крутого восхождения по поверхности отклика и реализацией соответствующих опытов найдены значения оптимизируемых параметров. Для сквозных отверстий, с принятой при исследованиях длиной резьбы, оптимальным углом заборного конуса является угол $\phi = 1^0$. По данным экспериментов, оптимальный размер наружного диаметра определяется по формуле: $d_n = d_{cr} + 0,1025$.

Оптимальной величиной затылования для 3-гранных метчиков является $K = 0,06d_n$. Для глухих отверстий выбор угла ϕ ограничивается величиной допустимого сбега резьбы по ГОСТу 10549-63, с учетом которого, при $\theta = 35^\circ$, угол ϕ как наиболее оптимальный равен 9° .

Из рассмотрения схемы вдавливания витка в материю гайки, получена формула для вычисления упругого восстановления d_2 гаек:

$$\Delta ynd_2 = \frac{s_p}{2(\epsilon+p)} \operatorname{tg}\alpha, \quad (I2)$$

где ϵ - модуль упругости обрабатываемого материала; p - давление; α - угол профиля резьбы.

Следовательно, минимальный d_{cr} метчика определяется по формуле:

$$d_{cr\min} = d_{2K} + \frac{s_p}{2(\epsilon+p)} \operatorname{tg}\alpha, \quad (I3)$$

где d_{2K} - $d_{cr\max}$ резьбового проходного калибра.

При известном допуске Δ_2 на изготовление формула для определения d_{φ} принимает вид:

$$d_{\varphi} = [d_{2k} + \frac{s \cdot p}{2(\pi + p)} \cdot \operatorname{tg}\alpha + \Delta_2]_{-\Delta_2}. \quad (14)$$

Вскрыт механизм и степень воздействия неуравновешенных радиальных сил на изменение размеров резьбы гайки. Установлено, что разбивание d_2 всегда сопровождается уменьшением d_1 и увеличением наружного диаметра, а максимальная возможная величина разбивания зависит от объема пространства, заключенного между внутренними диаметрами гайки и метчика. Получены формулы для определения максимальной величины разбивания d_2 и максимального уменьшения d_1 , при работе метчиками, имеющими плоскосрезанную впадину:

$$\Delta d_2 \max = (\frac{s^2 + a^2 - a_1^2}{2s} - a) \operatorname{tg}\alpha + d_{out} - d_1; \quad (15)$$

$$\Delta d_1 \max = (\frac{s^2 + a^2 - a_1^2}{2s} - a) \operatorname{tg}\alpha + d_1 - d_{out}, \quad (16)$$

где a и a_1 – ширина притупления вершин метчика и гайки.

С целью изучения закономерности распределения отклонений размеров d_2 гаек и определения количественного влияния конструктивных параметров инструмента и технологических факторов на величину отклонений, проведены экспериментальные исследования. Определялось влияние на размер d_2 угла φ , числа граней n , обратной конусности, формы поперечного сечения, СОЖ и скорости обработки. Установлено, что рассеивание размеров d_2 при операциях резьбовыдавливания происходит по закону нормального распределения.

Для определения погрешности d_2 гайки от нагревания метчика предложена формула

$$\Delta_1 d_2 = 23 a' \operatorname{tg}\alpha \cdot \delta t, \quad (17)$$

где a' – коэффициент линейного расширения.

Экспериментальным определением температур в зоне деформации и вычислениями установлено, что температурным фактором при расчете d_{φ} метчика можно пренебречь.

На основании изучения "усадки" и разбивания резьбы предложена схема расположения допусков на средний диаметр гайки и метчика, позволяющая обрабатывать резьбу заданной степени точности одним и тем же метчиком в различных материалах. Допуски на изготовление могут быть приняты при этом по аналогии с допусками на режущие метчики (ГОСТ 17039-71).

Получены формулы для расчета внутреннего диаметра метчиков, работающих по принципу закрытого контура:

$$d_{\text{вн.м.}} = d_1 - \frac{2h\varrho}{\varepsilon}, \quad (18)$$

$$d_{\text{вн.макс}} = d_1 + 0,2\varepsilon, \quad (19)$$

где d_1 – номинальный внутренний диаметр резьбы; h – высота профиля резьбы гайки; ε – допуск на внутренний диаметр гайки;

Ширина впадин резьбы метчика определяется при этом по формулам:

$$t_{\min} = (0,4335 + d_2 - d_{\text{вн.макс}}) \cdot \operatorname{tg} \alpha / 2; \quad (20)$$

$$t_{\max} = (0,4335 + d_1 + d_2 - d_{\text{вн.мин}}) \cdot \operatorname{tg} \alpha / 2, \quad (21)$$

где d_1 – допуск на изготовление внутреннего диаметра метчика.

Показано, что в зависимости от шага резьбы длину калибрующей части принимать больше, чем $(6-10)S$, нецелесообразно. Для уменьшения крутящего момента калибрующая часть должна иметь обратную конусность по d_1 , $d_{\text{ср}}$ и $d_{\text{вн}}$ в пределах 0,1...0,15 мм на 100 мм длины.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ БЕССТРУЖЕЧНЫХ МЕТЧИКОВ

На основе аналитического решения задачи кручения бесстружечных метчиков, с использованием метода конформного отображения, получены расчетные зависимости для определения напряжений, деформаций и разрушающих крутящих моментов:

$$\tau_{\max} = \frac{M_{\text{кр}}(d_{\text{вн}} - 3K)^2}{\left[\frac{A^4}{16} - A^2 B_3 K^2 \pi - C_3 K^4 \pi \right] (d_{\text{вн}} - 5K)}; \quad (22)$$

$$\tau_2 = \frac{M_{\text{кр}} \cdot Z}{G \left[\frac{A^4}{32} - A^2 B_2 K^2 \pi - C_2 K^4 \pi \right]}; \quad (23)$$

$$M_{\text{кр.раз}} = \frac{\left[\frac{A^4}{16} - A^2 B_4 K^2 \pi - C_4 K^4 \pi \right] (d_{\text{вн}} - 5K) \cdot [65]}{(d_{\text{вн}} - 3K)^2}; \quad (24)$$

где B_2 , B_3 , B_4 , C_2 , C_4 равны соответственно при $n = 3$: 0,37; 0,75; 0,75; 0,57; 0,75; 0,75; при $n = 4$: 0,59; 1,18; 1,18; 1,18; 2,22; 2,22; при $n = 5$: 0,87; 1,75; 1,75; 2,62; 5,25; 5,25; при $n = 6$: 1,22; 2,43; 2,43; 10,66; 10,66; 10,66;

Для определения $M_{\text{кр.раз}}$, при которых происходит действительное разрушение (скручивание) метчиков и сравнения их с расчетными, проведены экспериментальные исследования на специальных образцах из стали Р18.

Характер изменения величины M_{kr} по мере затупления инструмента изучался при обработке резьбы метчиком M8 в листовом материале (сталь 10; $H=8$ мм) при $v = 7$ м/мин и применением в качестве СОЖ олеиновой кислоты (табл. I).

Таблица I

Данные измерений M_{kr} в процессе эксплуатации
бесстружечного метчика M8

Количество обработанных отверстий, шт.	I	50	100	1000	5000	15000	25000	35000
Крутящий момент, (Н·М)	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2

Из табл. I следует, что M_{kr} в процессе работы метчика не изменяется. Поэтому для определения коэффициента k_o в данном случае достаточно знать M_{kr} при работе новым метчиком. Для этого проведены измерения M_{kr} при обработке резьбы M2+M8 в различных материалах. Поперечное сечение метчиков соответствовало принятому на образцах, которые подвергались разрушению. Сопоставлением величин M_{kr} и $M_{kr, \text{раз}}$ установлено, что коэффициент запаса прочности k_o для принятых условий в зависимости от размеров метчика и твердости обрабатываемого материала изменяется от 1,95 до 17,5. При обработке резьбы в материалах с HB155 (сталь 20) коэффициент k_o у бесстружечных метчиков, по сравнению с новыми режущими метчиками, больше: для M3 и M4 в 1,5 раза, для M5 и M6 - в 2 раза.

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ И ВНЕДРЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

При внедрении процесса резьбовыдавливания в производство встречается ряд факторов, без учета которых невозможно получить экономической эффективности. К ним относятся: правильный выбор диаметра отверстия под резьбу, режимов обработки и составов СОЖ. Задача по определению математической зависимости между d от d_s , гайки рассмотрена с учетом размеров метчика и резьбы, принципа работы инструмента (открытый или закрытый контур) и механических свойств материала гаек. Для определения минимального d от d_s при работе метчиками с закрытым контуром, получена формула:

$$d_{min} = \sqrt{\frac{d_s^2 S - 4 r_{gt} \cdot \frac{H(E+P)}{3} (a_s + e_s)}}{S} \quad (25)$$

Размеры отверстия при работе метчиками с открытым контуром, а также d от d_s для метчиков с закрытым контуром определяются из выражения:

$$d_{\text{оп}} = \sqrt{\frac{d_H^2 S - 4r_{\text{кр}} \cdot \frac{h(E+p)}{E} (a_1 + a_2) + 4a_1 h_1 r_{\text{кр}}}{3}}, \quad (26)$$

где $h = \frac{d_H - d_1}{2}$; $a_1 = \frac{3}{2} - (d_{\text{ср}} + \frac{2h(E+p)}{E} - d_H) \cdot \tan \alpha_2$; $a_2 = \frac{3}{2} + (d_H - d_{\text{ср}}) \cdot \tan \alpha_2$;

$$r_{\text{кр}} = \frac{d_H}{2} - \frac{h(E+p)}{3E} \frac{a_1 + 2a_2}{a_1}; \quad h_1 = \frac{0,351h}{1,351}; \quad r_{\text{кр}} = \frac{d_H - 2h(E+p)}{2E} + \frac{1}{3}h_1.$$

Для назначения оптимальных скоростей резьбовыдавливания при работе метчиками, из сталей по ГОСТу 9373-60, получена формула $V = V_t \cdot K_v$, где: V_t – табличное значение скорости (табл.2); K_v – коэффициент, зависящий от твердости обрабатываемого материала (табл.3).

Таблица 2

Значения окружной скорости V_t для машинно-ручных метчиков, м/мин

Диаметр резьбы, мм	Шаг резьбы S, мм					
	0,50	0,75	1,0	1,25	1,50	2,0
3-6	14	16	18			
8-10	16	18	20	22		
12-16	18	20	22	22	24	24
18-24	20	22	24		28	28
27 и более		24	26		30	30

Таблица 3

Коэффициент

Твердость обрабатываемого материала, НВ	30...70	70...120	120...156
Величина коэффициента K_v	1,0	0,85	0,6

Испытано 15 различных составов СОЖ. Отрицательные результаты получены при использовании в качестве смазки 10%-ной эмульсии, керосина, веретенного масла и СОЖ В296. При обработке резьбы в стальных одинаковых составах наблюдалась при смазке кашалотовым жиром, олеиновой кислотой и 40%-ным хлорированным парфином. По сравнению с ними применение сульфофрезола вызывало увеличение Мкр в 1,5 раза. Кроме того, при использовании сульфофрезола и смазки В31 наблюдалось налипание на метчик металла гайки. Рекомендуемые составы СОЖ приведены в табл.4.

Таблица 4

Рекомендуемые составы смазывающе-охлаждающих жидкостей

Обрабатываемый материал	Смазывающе-охлаждающая жидкость
Алюминий и его сплавы	Олеиновая кислота; В31; сульфофрезол
Медь	Олеиновая кислота; В31; В32К, сульфофрезол
Сталь	Кашалотовый жир (ГОСТ 1304-60); олеиновая кислота; 40%ный хлорированный парафин; косточное масло; В35; В32-К.

Показано, что более рациональной является технология изготовления метчиков, предусматривающая раздельное затылование наружного диаметра и шлифование резьбы. Для этого спроектировано приспособление к станку мод. ЗБ12, позволяющее производить затылование ды без использования дорогостоящих резьбошлифовальных станков. Для метчиков с $s > 0,8$ мм, не имеющих искажения шага в переходной зоне, предложен способ их шлифования.* Сущность его заключается в том, что метчики шлифуются многониточным кругом, спрофилированным в соответствии с контуром резьбы рабочей части. Шлифование ведется поперечной подачей за $\frac{2\pi+1}{2\pi}$ оборота заготовки. При таком способе изготовления устраивается искажение шага, сохраняется симметричный профиль, облегчается получение на нем закругленных вершин, увеличивается прочность инструмента в сечениях на заборной части и не требуется применения копирных линеек. Высокая производительность способа удовлетворяет требованиям массового производства.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. У получивших в настоящее время наибольшее распространение бесструйечных метчиков с конической заборной частью, наличие искажения шага Δz по вершинам резьбы, является одной из главных причин увеличения крутящего момента, защемления, выкрашиваний и интенсивного износа переходного витка.

2. С целью устранения указанных явлений разработана новая конструкция и способ шлифования заборной части, не имеющей искажения шага ΔS . У метчиков предложенной конструкции величина Δz снижается в среднем на 20%.

* Уриапов Г.И. и др. Способ шлифования резьбы бесструйечных метчиков. Заявка на изобретение № 1658658/25-8 от 18.5.1971.

3. Одной из основных причин наростообразования на вершинах метчиков и сравнительно низкой их стойкости, при обработке резьбы в чёрных металлах, является неудовлетворительная геометрия деформирующих участков, образующаяся в результате затылования метчиков только по среднему и внутреннему диаметрам, т.е. без дополнительного затылования по наружному диаметру.

4. На основании теоретического анализа установлено, что у метчиков, затылованных по d_n , d_{cr} и d_{an} геометрия участков вершин, контактирующих с материалом гайки, зависит не только от формы кулачка, радиуса шлифовального круга и величины K , но и от схемы движений при затыловании, заложенной в конструкции станка.

5. В отличие от имеющихся уравнений (для построения образующегося в результате затылования контура поперечного сечения метчика), не учитывающих указанных факторов, в работе с использованием метода огибающих получены параметрические уравнения, которые позволяют по заданному контуру рассчитать для конкретного станка требуемую форму кулачка затылования, или же наоборот по заданному кулачку, модели станка, K и R_{sh} , воспроизвести действительную геометрию полученного контура. Показано, что максимально допустимая величина затылования зависит не только от диаметра метчика и числа граней, но и от схемы заборной части.

6. Из сравнения профилей поперечного сечения метчиков, затылованных по различным теоретическим кривым затылования, установлено, что в диапазоне изменения шага резьбы от 0,5 до 1,25 мм рассмотренные формы сечений по величине контактирующей площади вершин метчика с материалом гайки и по величине создаваемых ими Икр незначительно отличаются друг от друга. Поэтому при изготовлении метчиков с $s \leq 1,25$ мм следует рекомендовать эксцентриковый кулачок, как наиболее простой в изготовлении, а при $s > 1,25$ мм - комбинированный (эксцентрик + окружность). Применение метчиков с $s > 4$ нецелесообразно.

7. Экспериментальными исследованиями, выполнеными с использованием метода оптимального планирования экспериментов, получено уравнение регрессии, выражющее зависимость стойкости метчиков от угла заборного конуса, величины затылования и размера наружного диаметра, что позволяет оптимизировать указанные параметры инструмента по стойкостному критерию.

8. На основании положений теории пластичности и научения механизма воздействия неуравновешенных радиальных сил на процесс резь-

бовыдавливания, получены формулы для определения упругого восстановления и возможного разбивания резьбы по среднему диаметру и предложена схема расположения допусков на d_2 резьбы гайки и d_{cr} метчика, позволяющая обрабатывать резьбу заданной степени точности одним и тем же метчиком в различных материалах. Установлено, что рассеивание размеров d_2 на операциях резьбовыдавливания происходит по закону нормального распределения.

9. В результате аналитического решения задачи кручения бесстружечных метчиков и экспериментальной проверки установлено, что прочность их как геометрических тел, с принятymi оптимальными величинами затылования и размерами d_m по ГОСТу 17039-71, больше прочности соответствующих режущих метчиков в 3 раза. Коэффициент запаса прочности остаётся практически постоянным на протяжении всего периода стойкости, а величина его зависит от размеров метчика и твёрдости обрабатываемого материала.

10. Из равенства объёмов металла до и после деформации получены формулы для вычисления предельных диаметров отверстий под резьбу, учитывающие не только размеры резьбы инструмента и гайки, но и принцип работы метчика (открытый или закрытый контур), а также физико-механические свойства обрабатываемых материалов.

11. Получение резьбовых отверстий методом пластической деформации (бесстружечными метчиками) наиболее эффективно в металлах с твёрдостью стенок отверстий, не превышающей 140 единиц по Бринеллю: деформируемые и литьевые алюминиевые сплавы (ГОСТ 4784-65 и ГОСТ 2685-63), магниевые сплавы (ГОСТ 304-62), медь (ГОСТ 859-66), деформируемые латуни (ГОСТ 1019-47), цинковые сплавы (ГОСТ 3640-65) и улеродистые стали (ГОСТ 380-60 и ГОСТ 1050-60).

Допустимая длина отверстий: для цветных металлов и сплавов – 2...3 d_0 ; для сталей – 1,2...1,5 d_0 .

12. Разработана технология изготовления метчиков, затылованных по d_m , d_{cr} и d_m и не имеющих искажения шага ΔS по вершинам резьбы для условий массового производства, и показана эффективность их применения по сравнению с метчиками затылованными только по d_{cr} и d_m .

13. Теоретические и экспериментальные исследования, изложенные в работе, позволили поставить вопросы расчёта и конструирования бесстружечных метчиков на научную основу и послужили материалом для разработки заводских нормалей, отраслевых и государственных стандартов.

14. В целях более широкого внедрения в промышленность прогрессивного метода обработки резьбы пластическим деформированием необходимо:

а) разработать специальный стандарт, допускающий в отличие от ГОСТа 9150-59, наличие на вершинах выдавленной резьбы "кратера" и предусматривающего увеличение допуска на внутренний диаметр гаек;

б) расширить существующую градацию свёрл по ГОСТу 885-64 в диапазоне расчётных размеров отверстий, необходимых под обработку резьбы бесстружечными метчиками.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах автора:

1. Урлапов Г.П., Меньшаков В.М., Середа В.С. Инструмент для накатывания внутренних резьб.-"Станки и инструмент", 1969, № 10.

2. Урлапов Г.П., Меньшаков В.М., Середа В.С. Расчет диаметров бесстружечных метчиков.-"Вестник машиностроения", 1970, №8.

3. Урлапов Г.П., Середа В.С., Дерганов Б.С. Определение диаметра отверстий под обработку резьбы бесстружечными метчиками. В сб. научных трудов ЧПИ № 114. Челябинск, 1972.

4. Урлапов Г.П., Коноплев В.Н. Инструмент для накатывания внутренних резьб. ГОСИНТИ, № 7-68-471/90.

5. Урлапов Г.П.; Коноплев В.Н. Инструменты для образования внутренних резьб методом пластической деформации. Информационный листок ЮЗЦБТИ, № 105 (3181). Челябинск, 1968.

6. Урлапов Г.П., Коноплев В.Н. Эффект разрыва цепи Т.Э.Д.С. при нарезании резьбы и сверлении.-"Вестник машиностроения", 1969, № 4.

7. Урлапов Г.П., Меньшаков В.М., Середа В.С. Метчик. Авт. свид. № 304076. Заявлено 4.ХII.1968. Опубл. 25.У.1971.

8. Урлапов Г.П., Коноплев В.Н. Метчик для образования резьбы в вязких материалах. Авт.свид. № 213547. Заявлено 27.Ш.1967. Опубликовано 12.Ш.1968.

9. Урлапов Г.П., Коноплев В.Н. Опыт повышения стойкости режущего инструмента путем разрыва цепи Т.Э.Д.С. ГОСИНТИ, № 7-68-443/84.

10. Урлапов Г.П., Коноплев В.Н. Патрон для нарезания резьбы метчиками с использованием эффекта разрыва цепи термо-Э.Д.С. ЮЗЦБТИ, информационный листок № 378(3004). Челябинск, 1967.

- II. Меньшаков В.И., Урлапов Г.П. Метчик. Авт.свид.№360179.
Заявлено 26.XI.1970. Опубл.28.XI.1972.
12. Меньшаков В.И., Урлапов Г.И., Середа В.С. Влияние смазывающе-охлаждающих жидкостей на процесс выдавливания резьбы."Станки и инструмент", 1971, № 2.
13. Меньшаков В.И., Урлапов Г.И., Рыскин А.А., Лавриченко В.В. Бесстружечные метчики для обработки резьбы в пластичных материалах. В сб.научных трудов № 79 Пермского политехнического института. Пермь, 1970.
14. Меньшаков В.И., Урлапов Г.И., Середа В.С. Геометрические параметры поперечного сечения бесстружечных метчиков и их влияние на процесс резьбовыдавливания. В сб.научных трудов ЧПИ № 79. Челябинск, 1970.
15. Меньшаков В.И., Урлапов Г.И., Середа В.С. Расчет диаметральных размеров бесстружечных метчиков. В сб.научных трудов ЧПИ № 79. Челябинск, 1970.
16. Меньшаков В.И., Урлапов Г.И., Середа В.С. Исследование влияния смазывающе-охлаждающих жидкостей на процесс резьбовыдавливания. В сб."Упрочняющие-калибрующие и формообразующие методы обработки деталей". Ростов-на-Дону, 1970.
17. Меньшаков В.И., Урлапов Г.И., Середа В.С. Экспериментальное определение оптимальных значений элементов рабочей части бесстружечных метчиков. Тезисы докладов VI научно-технической конференции инструментальщиков Западного Урала. Пермь, 1971.
18. Меньшаков В.И., Урлапов Г.И., Середа В.С. Силовые и температурные зависимости при обработке резьб бесстружечными метчиками. Тезисы докладов научно-технической конференции "Прогрессивные методы и инструменты для обработки резанием и пластическим деформированием". Челябинск, 1971.
19. Меньшаков В.И., Урлапов Г.И., Середа В.С. Исследование процесса обработки резьбы в деталях из цветных сплавов бесстружечными метчиками. Материалы XXII научно-технической конференции ЧПИ, 1970.
20. Меньшаков В.И., Урлапов Г.И., Середа В.С. Влияние параметров поперечного сечения бесстружечных метчиков на процесс резьбовыдавливания.-"Станки и инструмент", 1971, № 7.
21. Меньшаков В.И., Урлапов Г.И., Середа В.С. Влияние формы заборной части бесстружечных метчиков на их стойкость.-"Станки и инструмент", 1972, № 8.

22. Ченьшаков В.И., Урлапов Г.П., Середа В.С. Анализ работы бесстружечных метчиков. В сб. научных трудов ЧПИ № II4. Челябинск, 1972.
23. Ченьшаков В.И., Урлапов Г.П., Середа В.С. Влияние ограничения бесстружечных метчиков на точность обработанной резьбы. В сб. научных трудов ЧПИ № II4. Челябинск, 1972.
24. Ченьшаков В.И., Урлапов Г.П., Середа В.С. Определение крутящих моментов при обработке резьбы бесстружечными метчиками. - "Станки и инструмент", 1973, № 2.
25. Ченьшаков В.И., Урлапов Г.П., Середа В.С., Росинский Г.А. Технологические особенности изготовления цельных твердосплавных бесстружечных метчиков. Тезисы докладов УП научно-технической конференции инструментальщиков Западного Урала. Пермь, 1973.
26. Ченьшаков В.И., Урлапов Г.П. Метчик для изготовления резьбы методом пластической деформации. "Бюллетень изобретений" № 12, 1974.
27. Ченьшаков В.И., Урлапов Г.П., Середа В.С. Бесстружечные метчики - прогрессивный инструмент для обработки резьбы в высокопластичных материалах. - "Стандарты и качество", 1973, т.12.
28. Государственные стандарты СССР: № 18839-73: "Метчики бесстружечные машинно-ручные. Конструкция и размеры".
29. № 18840-73: "Метчики бесстружечные гаечные. Конструкция и размеры".
30. № 18841-73: "Метчики бесстружечные гаечные с изогнутым хвостовиком. Конструкция и размеры".
31. № 18842-73: "Метчики бесстружечные. Исполнительные размеры".
32. № 18843-73: "Метчики бесстружечные. Допуски на резьбу".
33. № 18844-73: "Метчики бесстружечные. Технические требования".

По теме диссертации автором сделаны следующие доклады:

- исследование влияния смазывающе-охлаждающих жидкостей на процесс резьбовидавливания;
- исследование конструктивных форм заборной части бесстружечных метчиков (Научно-техническая конференция "Размерно-чистовая и отделочно-упрочняющая обработка деталей". Ростов-на-Дону, 1970);
- экспериментальное определение оптимальных значений элементов рабочей части бесстружечных метчиков;

- технологические особенности изготовления цельных твёрдо-сплавных бесстружечных метчиков (УІ и УП научно-технические конференции инструментальщиков Западного Урала. Пермь, 1971 и 1973 г.г.);
- исследование процесса обработки резьбы в деталях из цветных сплавов бесстружечными метчиками;
- результаты производственных испытаний и внедрения бесстружечных метчиков на Челябинском заводе электромашин;
- силовые и температурные зависимости при обработке резьб бесстружечными метчиками;
- анализ точности резьб, обработанных бесстружечными метчиками;
- рациональные формы заборной части бесстружечных метчиков;
- графоаналитическое исследование форм поперечных сечений бесстружечных метчиков с различными кривыми затылования;
- исследование причин наростообразования при обработке резьбы бесстружечными метчиками в высокопластичных сталях (ХХШ-ХУП научно-технические конференции ЧПИ. Челябинск, 1970-1974 гг.).

Урлалов Геннадий Павлович

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ БЕССТРУЖЕЧНЫХ МЕТЧИКОВ
НА ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ РЕЗЬБЫ
ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

Техн.редактор Л.Г.Землянская

ФБ 00704. Подписано к печати 6/У-74 г. Сдано в печать 7/У-74 г.
Формат бумаги 60x90 I/16. Объем 1,5 п.л. Тираж 120 экз. Отпечатано на ротапринте ЧПИ. Заказ № Г70/559.