М 333887

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

Министерство высшего и среднего специального образования СССР

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

На правах рукописи

Онохин Рудольф Данилович

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ГРАТА В ЛАТУННЫХ ТРУБАХ МАЛОГО ДИАМЕТРА

(Специальность 05.03.01. – Процессы и машины обработки материалов резанием; автоматические линии)

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Москва – 1978

Работа выполнена в Кировском политехническом институте и Московском высшем техническом училище им. Н.Э. Баумана.

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Е.Д. БАКЛУНОВ

Официальные оппоненты – лауреат Государственной премии СССР, доктор технических наук Ф.С. Сейдалиев

– кандидат технических наук, доцент М.И. Юликов

Ведущее предприятие – ВНИИМЕТМАШ

Защита диссертации состоится "2" октября 1978 г. на заседании специализированного Совета по технологии машиностроения. Шифр К 053.15.15. Московского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени высшего технического училища им. Н.Э. Баумана по адресу: Москва, 107005, 2-ая Бауманская, 5.

Ваши отзывы в 2-х экземплярах, заверенные печатью, просьба выслать по указанному адресу.

С диссерта
имени Н.Э. Ба

Авторе

УЧЕ
СПЕЦИАЛ
к.

М333887

Подп. к печ. Л-11401
23.06.78

Ротопринт К

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Повышение эффективности производства является важнейшей задачей развития народного хозяйства нашей страны в десятой пятилетке.

В связи с этим особое внимание уделяется прогрессивным технологическим процессам. К таким процессам относится высокочастотная сварка труб малого диаметра. Дальнейшему распространению этого метода получения труб, в отношении расширения сортамента, мешают трудности, связанные с удалением внутреннего грата. Они выражаются и в обеспечении стабилизации процесса насекания (срезания) грата на одном уровне, и в транспортировке стружки из внутренней полости трубы. Все это вынуждает широко использовать ручной труд и препятствует механизации и автоматизации производственных процессов. Особую актуальность эти вопросы приобретают при наиболее прогрессивной технологии производства труб – бухтовой из сварной заготовки.

Первоочередной причиной появления этих трудностей нужно считать необоснованно применяемый инструмент жесткой конструкции для удаления грата при существующей схеме обработки труб малого диаметра. Противоречивость точек зрения специалистов на целесообразность применения того или иного типа инструмента объясняется отсутствием теоретического обоснования правильного выбора его и недостаточной изученностью процессов, протекающих при срезании внутреннего грата и измельчении стружки применительно к трубам малого диаметра.

На важность проблемы удаления внутреннего грата указывают: постановление Всесоюзного научно-технического совещания по вопросу "Современное состояние и задачи совершенствования технологии производства углеродистых труб высококачественной сваркой", которое состоялось в Днепропетровске в 1968 г.; материалы Семинара по интенсификации производства и повышения качества труб и профилей из цветных металлов, состоявшегося в Москве в 1976 г., и ряд других.

Вопросу удаления внутреннего грата в линии трубосварочного стана посвящено много работ как у нас в стране, так и за рубе-

Ф1333887

НТБ МГТУ им. Н.Э.Баумана
1333887
Онохин Р.Д. Исследование п

ком. Работы ведутся в различных направлениях, т.к. и разнообразие обрабатываемых материалов, и различные диаметры обрабатываемых труб, и различные скорости сварки и т.д. вносят условия, определяющие как особенность технологии, так и специфику применяемой оснастки для удаления внутреннего грата. Эти вопросы решаются рядом научно-исследовательских учреждений и заводов. Сюда, к примеру, можно отнести УралНИТИ, ВНИИМЕТМАШ, Гипромез, Гипроцветметобработка и т.д. и заводы по производству труб в г. Челябинске, г. Москве и т.д. Однако в основном эти работы выполнены применительно к трубам среднего и большого диаметров. Применительно же к трубам малых диаметров (менее 40 мм по внутреннему диаметру) сложность вопроса срезания грата резко возрастает и в настоящее время представляет из себя недостаточно или вообще нерешенную задачу в зависимости от размера трубы и ее материала.

Целью работы являлось исследование особенностей и закономерностей процессов насекания и срезания внутреннего грата, а также измельчения образующейся стружки с целью повышения качества продольно-сварных латунных труб малого диаметра за счет изыскания более эффективной технологии и оснастки.

Методы исследования. Общая методика исследований заключается: 1) в использовании созданной для этого экспериментальной установки, моделирующей процессы, происходящие при удалении внутреннего грата ; 2) в создании математических расчетных моделей, связывающих основные показатели, характерные для существующей схемы удаления внутреннего грата ; 3) в создании математических расчетных моделей, связывающих основные исследуемые параметры предложенных схем удаления грата ; 4) в разработке методики эксперимента по определению качества готовых труб в зависимости от расположения уровня срезания грата ; 5) в применении киносъемки для расшифровки явлений, сопровождающих быстропротекающие процессы. Обработка экспериментальных данных велась по общепринятой методике математической обработки статистических данных и с использованием способа наименьших квадратов.

Автор защищает: 1. Теоретические исследования причин низкой эффективности процесса резцового удаления внутреннего грата в продольно-сварных латунных трубах малого диаметра при использо-

МВТУ
им. Н. Э. Баумана
ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ
БИБЛИОТЕКА

вании инструментов жесткой конструкции и существующей схеме обработки труб. 2) Теоретические и экспериментальные исследования по определению: а) допустимой высоты недосрезания грата и влияние этого показателя на качество готовых труб ; б) оптимальной геометрии грато-насекающего ролика; в) сил, возникающих при насекании и срезании грата в зависимости от различных геометрических и технологических показателей обработки; г) обязательных условий осуществимости и максимальной эффективности нового способа дробления стружки при резцовом удалении внутреннего грата. 3. Некоторые технические решения, направленные на совершенствование процесса и оснастки для резцового удаления грата в трубах разных диаметров (в том числе и из трудно-обрабатываемых материалов) с одновременным измельчением образующейся стружки.

Научная новизна. 1. Раскрыты факторы, влияющие на стабильность процесса эффективного удаления внутреннего грата, исследована их взаимосвязь. 2. Определена допустимая высота недосрезания грата и исследовано влияние недосрезанного грата на качество выпускаемой продукции. 3. Исследован новый способ резцового удаления грата, основанный на принудительном измельчении стружки по методу растяжения (принудительного разрыва). 4. Исследованы величины и характер сил, участвующих в предложенном способе дробления стружки. 5. Исследованы силы, действующие на режущий инструмент, работающий по предложенной схеме удаления грата.

Практическая ценность работы заключается в том, что в ней: 1. Доказана нецелесообразность поиска и совершенствования конструкций головок жесткого типа для работы в трубах малого диаметра при существующей схеме обработки труб. 2. Предложена новая плавающая конструкция инструмента, обеспечивающая повышение эффективности процесса удаления внутреннего грата. 3. Предложен новый более эффективный способ измельчения срезаемой стружки, что определило собой возможность дальнейшего развития технологии бухтовой обработки труб малого диаметра из сварной заготовки. 4. Определены оптимальные геометрические параметры рабочих элементов, участвующих при насекании, срезании и дроблении удаляемого припуска (внутреннего грата). 5. Обоснованы оптимальные условия насекания и срезания внутреннего грата как

с точки зрения снижения силовых показателей, так и с точки зрения эффективности удаления его. 6. Исследован диапазон скоростей резцового удаления грата, включающий в себя все современные скорости, применяемые в производстве сварных труб. 7. Приведен ряд исследований, которые можно использовать применительно к другим методам сварки и свариваемым материалам. 8. Приведены новые технические решения, направленные на расширение технологических возможностей процесса резцового удаления внутреннего грата с одновременным измельчением стружки.

Апробация работы. По основным положениям работы было сделано 14 докладов.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, общих выводов и приложения. Она содержит 120 страниц машинописного текста, 13 таблиц, 75 рисунков и список литературы из 22 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе приведены результаты патентного анализа конструкций гратоудаляющих головок, созданных у нас в стране и за рубежом. Почти все инструменты предназначены для работы в трубах относительно большого диаметра (более 40 мм по внутреннему диаметру). Для удаления грата в трубах малого диаметра до сих пор используют жесткие конструкции гратоснимателей как наиболее надежные. Однако применение таких инструментов при существующей схеме удаления грата является причиной низкого качества выпускаемой продукции. Развитие же такого прогрессивного направления производства труб, как бухтовое из сварной заготовки, ставит условие эффективного удаления грата во главу угла.

Во второй главе изложены результаты исследований условий работы и возможностей повышения работоспособности гратоудаляющего инструмента. В ней приведены результаты аналитического исследования возможных вариантов работы жестких головок. Расчетной величиной является высота срезания грата Нр. Это значение определяет собой или высоту остаточного валика сварного шва, оставшегося после прохождения резца (+Нр) относительно стенки трубы, или глубину подуступа уровня срезания грата в стенку трубы (-Нр). Высота срезания грата зависит от совокупности ря-

да факторов: зазора между корпусом инструмента и стенкой трубы, величины износа верхнего и нижнего опорных участков корпуса головки, длины корпуса инструмента, расположения резца от передней опоры корпуса и т.д. Некоторые из этих факторов - случайные величины. Поэтому обеспечить стабильность уровня срезания (насекания) грата не удается. При одной и той же настройке инструмента может происходить неполное срезание грата или срезание с поднутрением. Всевозможные варианты работы головок по высоте срезания грата могут быть выражены в виде трех расчетных случаев.

Для эффективной работы необходимо использование плавающей конструкции инструмента, которая должна обеспечить два обязательных условия при колебаниях размера внутреннего диаметра трубы: I) сохранять параллельность продольной оси головки относительно продольной оси трубы; 2) сохранять постоянство силы поджима инструмента к стенке трубы.

Стабилизации процесса эффективного удаления внутреннего грата препятствуют также обстоятельства, общие для всех типов головок (плавающих и жестких). К ним относится: износ оси гратонасекающего ролика, износ базового отверстия ролика, занижение зубьев ролика при заточке доостра и выкрашивание рабочей кромки зубьев ролика.

Таким образом, для существующей технологии удаления внутреннего грата в трубах малого диаметра характерна многофакторная зависимость уровней насекания и срезания грата. Ряд случайных переменных факторов этой зависимости не поддается учету, что при существующей схеме обработки не позволяет обеспечить соответствующую настройку инструмента и стабилизацию процесса эффективного производства труб из сварной заготовки.

Устранить наклонное расположение головки в процессе работы и обеспечить постоянство усилия поджима инструмента к стенке трубы позволила разработанная конструкция инструмента. С помощью ее удалось стабилизировать уровень срезания грата и частично - уровень насекания его. Это было достигнуто путем выполнения нижней опорной части инструмента в виде плоской пружины арочного профиля в поперечном сечении. Такая конструкция инструмента дополнительно позволила: I) обеспечить максимально возможную площадь поперечного сечения шламопроводного канала;

2) обеспечить сохранение усилия поджима инструмента к стенке трубы при любых колебаниях размера внутреннего диаметра трубы.

Окончательной же стабилизации уровня насекания грата можно добиться только путем снижения износа рабочих элементов узла насекателя.

Стойкость резца при срезании грата в латунных трубах не является определяющей и составляет 2,5 - 3 смены.

Глава третья содержит теоретические исследования возможностей повышения стабильности процесса измельчения стружки и основные теоретические предпосылки предложенного способа дробления стружки.

С целью снижения числа срабатываний гратонасекающего ролика, а также с целью повышения устойчивости процесса измельчения стружки был предложен новый способ дробления стружки (а.с. № 460117). Предложенный способ дробления стружки основан на использовании явления продольной усадки стружки в момент срезания припуска. Осуществление данного способа дробления стружки возможно при расположении гратонасекающего ролика в непосредственной близости от передней поверхности резца так, чтобы выполнялось условие одновременности зацепления ролика не только с гратом, но и со стружкой, сходящей по передней поверхности, что создает условие принудительного разрыва стружки по местам недосечек.

Классификация принципиальных конструктивных разновидностей устройств, работающих по предложенному способу дробления стружки, определяет две схемы взаимодействия ролика с резцом: постоянного и прерывистого зацепления. Связь параметров, характерных для схемы постоянного зацепления, требует согласования семи факторов

$$R_н = \frac{a_1 k - \Delta_2 - q \sin(\Psi+\gamma)}{1-\sin(\Psi+\gamma)},$$

где a_1 - глубина срезания грата; k - коэффициент продольной усадки стружки; Δ_2 - зазор между роликом и передней поверхностью резца; q - минимальная величина врезания зуба ролика между двумя зонами зацепления ролика с гратом и со стружкой; Ψ - угол, определяющий положение величины q; γ - передний угол резца; $R_н$ - радиус насекающего ролика.

Для схемы же прерывистого зацепления (положительное решение по заявке № 2385252/08) требуется согласование только пяти факторов

$$R_н = \frac{L\cos\gamma - \Delta_2 + \Delta_1 \sin\gamma}{1 - \sin\gamma},$$

где L – горизонтальная проекция расстояния между осью ролика и вершиной резца; Δ_1 – расстояние между уровнями насекания и срезания грата. Установлено, что схема прерывистого зацепления проще в осуществлении и имеет более широкие технологические возможности.

Кроме согласования вышеназванных факторов, определяющих конструкцию инструмента, основанную на способе дробления стружки методом растяжения, необходимо согласование величины углового шага $\varphi_ш$ зубьев ролика с углом вторичного зацепления (контакта со стружкой) φ_3, углом первичного зацепления (контакта с гратом) φ_1 и углом φ_6 (для схемы прерывистого зацепления) – углом отсутствия зацепления, расположенного между углами φ_1 и φ_3. Эти условия позволяют повысить эффективность измельчения стружки. К ним относятся:

$$\varphi_ш \leq \varphi_3; \quad \varphi_ш \leq \varphi_1 + \varphi_6; \quad \varphi_ш \approx 90° - \gamma.$$

Несогласование всех этих условий с уменьшенным числом зубьев ($z = 4, 6$) ролика (желательно с четным числом) определяют собой такие периоды в цикле работы ролика, когда срезаемая стружка нагружается продольной сжимающей силой, при этом она не должна превышать длины

$$l = \sqrt{\frac{\pi E J}{n_y k_т \mu^2 P_{нz}}},$$

где n_y – коэффициент запаса устойчивости продольно-сжатого стержня; $k_т$ – коэффициент трения в процессе взаимодействия стружки с передней поверхностью резца под действием нормальной составляющей $P_{нz}$ силы насекания стружки; μ – коэффициент приведенной длины продольно-сжатого стержня; E – модуль упругости стружки; J – момент инерции площади поперечного сечения стружки.

В процессе отработки конструкций инструментов были разработаны устройства для дробления стружки с одинарной радиусной передней поверхностью резца и с двойной радиусной передней поверхностью резца. Полностью устранить трудности согласования различных параметров позволяет схема с двойной радиусной передней поверхностью резца. Эта же схема позволяет избежать явления нагружения стружки продольной сжимающей нагрузкой.

Исследуя силовое взаимодействие пары "ролик-резец", можно утверждать, что необходимо выполнение условия, при котором

$$P_в > P_т ,$$

где $P_в$ - сила вращения ролика; $P_т$ - сила торможения ролика.

При этом

$$P_т = P_{тр} + P_{пz} + P'_o + P_{zн} ,$$

где $P_{тр}$ - сила торможения ролика при разрыве стружки; $P_{пz}$ - сила торможения стружки при трении ее о переднюю поверхность резца в процессе насекания; P'_o - сила, необходимая для преодоления трения в опоре вращения ролика; $P_{zн}$ - тангенциальная составляющая силы насекания грата.

Сила $P_в$ определяется из выражения

$$P_в = 0{,}66\, t_1 B_н \sigma_{см} ,$$

где t_1 - глубина насекания грата; $B_н$ - ширина насекания грата; $\sigma_{см}$ - предел прочности материала грата на смятие.

Итоговая сила, создаваемая инструментом, работающим по предложенной схеме дробления стружки, определяется силой растяжения инструментальной тяги Ртяг.

$$P_{тяг} = P_{то} + P_{тк} + P_{zр} + P_т ,$$

где $P_{то}$ - сила трения опорной пружины (элемента) о стенку трубы; $P_{тк}$ - сила трения корпуса инструмента о стенку трубы; $P_{zр}$ - тангенциальная составляющая силы срезания грата.

Для создания необходимого усилия поджима $P_{уо}$ инструмента к стенке трубы при выборе пружинного элемента необходимо учитывать силы, входящие сюда

$$P_{уо} = P_{ук} + P_{н1} + P_{ур} ,$$

где $P_{yк}$ – сила поджима верхней поверхности корпуса инструмента к стенке трубы (влияет на надежность ориентации инструмента по линии грата); $P_{н}$ – нормальная составляющая силы насекания грата; $P_{ур}$ – нормальная составляющая силы срезания грата.

В результате теоретических исследований способа дробления стружки по методу растяжения можно сделать следующие основные выводы и предположения: I. Процесс отделения насеченных элементов стружки друг от друга (дробление) неразрывно связан с процессами насекания и срезания грата. 2. Рассмотренный метод дробления стружки может быть осуществлен при выполнении четырех условий: а) двойного зацепления ролика с обрабатываемым материалом (с гратом и со стружкой); б) гарантированного вращения ролика; в) сохранения устойчивости стержня продольно-сжатой стружки, сходящей по передней поверхности резца; г) отсутствия смятия грата и стружки зубьями ролика. 3. Предложенный метод дробления стружки позволяет в несколько раз снизить нагрузку на узел насекателя. 4. Эффективность дробления стружки предложенным методом выше существующего способа дробления.

Глава четвертая содержит экспериментальные исследования условий удаления грата.

Экспериментальные исследования изучаемых процессов насекания и срезания грата проводились на трех скоростях 40, 80 и I20 м/мин., где 40 м/мин. – рабочая скорость трубоэлектросварочного стана типа I0-76 со снятием внутреннего грата, а I20 м/мин. – достигнутая в мировой практике скорость высокочастотной сварки труб. Предложенный же способ дробления стружки испытывался на скоростях I,2 м/мин. – I20 м/мин.

Для имитации процессов насекания и срезания грата на цилиндрической заготовке диаметром 205 мм нарезалась резьбовая нитка, форма поперечного сечения которой соответствовала максимальному поперечному сечению грата, встречающемуся в практике.

Экспериментальные исследования позволили: I. Определить связь между процессом удаления внутреннего грата и качеством готовых труб. 2. Исследовать силовые характеристики зависимостей процесса насекания грата от ряда геометрических и технологических факторов. При этом

$$P_{yн} = 27{,}83\, \beta_н^{0{,}68}\, V_н^{-0{,}3}\, t_н^{0{,}49}\, f^{0{,}17};$$

$$P_{zн} = 2{,}41\, \beta_н^{0{,}7}\, V_н^{0{,}5}\, t_н^{0{,}52}\, f^{0{,}66}\, D_н^{-0{,}32}.$$

3. Исследовать силовые характеристики зависимостей процесса срезания грата от ряда геометрических и технологических факторов. При этом

$$P_{zр} = 75{,}74\, t_р^{0{,}89}\, \gamma^{-0{,}19}\, V_р^{0{,}07};$$

$$P_{yр} = 30{,}4\, t_р^{0{,}2}\, \gamma^{-0{,}3}\, V_р^{0{,}06} - 10.$$

4. Исследовать границы применимости основных факторов, составляющих предложенный способ дробления стружки.

На основе выполненных экспериментальных исследований были сделаны выводы, определяющие условия оптимизации процесса удаления внутреннего грата.

I. Настройка уровня срезания грата должна осуществляться исходя из условий обеспечения допустимой высоты недосрезания грата. Допустимая высота недосрезания грата зависит от твердости поверхностного слоя трубной заготовки. Значение допустимой высоты недосрезания грата увеличивается при понижении твердости поверхностного слоя трубной заготовки.

Редуцирование труб с наличием плены на внутренней поверхности приводит к ослаблению стенки трубы из-за увеличения относительной глубины проникновения плены.

2. На устойчивость процесса удаления внутреннего грата насекание грата оказывает непосредственное влияние. Это влияние выражается в способности узла насекателя сохранять заданный уровень насечки грата и обеспечивать оптимальную величину составляющих $P_{zн}$, Рун силы насекания его.

3. Процесс резцового удаления внутреннего грата в латунных трубах малого диаметра не является определяющим в технологии производства труб, т.к. ни стойкость резца, ни сила срезания грата не лимитируют его.

4. Выбор геометрических значений параметров составных частей узла насекателя должен быть обоснованным, т.к. непосред-

ственно влияет на силу насекания грата и работоспособность инструмента.

5. Предложенный способ измельчения стружки расширяет свои технологические возможности использования при опережении или одновременности врезания ведущего зуба насекателя в сравнении с ведомым зубом.

6. Использование инструмента, работающего по предложенному способу измельчения стружки, нагружает инструментальную тягу дополнительной нагрузкой – силой, расходуемой на разрыв недосеченных участков стружки.

Анализ и обработка результатов экспериментов проводились методами математической статистики.

Функциональные зависимости по результатам опытов были найдены по методу наименьших квадратов.

Глава пятая посвящена исследованиям, связанным с экономическим обоснованием проведенной работы, и оценке технико-экономической значимости исследованного технического решения.

Замена существующего инструмента на предложенный обеспечивает годовую эффективность применительно только к одному трубосварочному стану типа I0-76 I597 рублей.

С учетом же улучшения технологических условий обработки труб в бухтах, повышения качества выпускаемой продукции, а также при всестороннем использовании предложенной разработки (для разных диаметров труб и разных материалов) использование нового инструмента с дроблением стружки по методу растяжения является весьма целесообразным.

О Б Щ И Е В Ы В О Д Ы

I. Проведенными исследованиями установлено, что существующий способ дробления стружки при производстве латунных труб малого диаметра характеризуется низкой стабильностью вследствие того, что он зависит от ряда случайных факторов, оказывающих отрицательное влияние на эффективность и качество производства редуцированных труб.

2. Предложен новый способ дробления срезаемого грата в латунных трубах малого диаметра, основанный на использовании явления продольной усадки стружки.

3. Установлены основные теоретические положения процессов насекания, срезания грата и дробления стружки.

4. Разработана установка для проведения экспериментальных исследований и проверки сделанных теоретических положений предложенного способа удаления внутреннего грата.

5. Проведена экспериментальная проверка выдвинутых теоретических положений зависимости влияния конструктивных параметров и режимов обработки.

6. Показано, что основными силами, действующими на рабочие элементы инструмента при насекании и срезании грата являются: радиальная составляющая $P_{yн}$ силы насекания грата и тангенциальная составляющая P_{zp} силы срезания его.

7. Теоретические положения влияния основных факторов на стабильность процесса дробления стружки были подтверждены экспериментальными исследованиями.

8. Показано, что предложенный способ дробления стружки может быть использован при всех скоростях сварки труб (до I20 м/мин.), достигнутых в настоящее время в условиях производства.

Показано, что из двух схем способа наиболее эффективной является схема прерывистого зацепления.

9. Показано, что повысить эффективность производства труб невозможно при существующей технологической схеме обработки и применяемой оснастке.

I0. Теоретические и экспериментальные положения могут быть использованы при расчете и проектировании инструмента для удаления внутреннего грата по предложенному способу дробления.

II. Разработана плавающая конструкция инструмента, которая позволяет расширить диапазон слежения за изменением размера внутреннего диаметра трубы, обеспечить максимально возможную площадь сечения шламопроводного канала, повысить стабильность сохранения уровней насекания и срезания грата.

I2. Опытная эксплуатация инструмента, работающего на основе способа дробления стружки по методу растяжения, подтвердила правильность теоретических и лабораторных исследований и характерна повышением стабильности процесса удаления внутреннего грата.

I3. Установленные силовые и кинематические зависимости, характерные для способа дробления стружки по методу растяжения,

могут быть использованы при конструировании гратоудаляющих инструментов применительно к трубам других размеров и из различных материалов.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

I. Онохин Р.Д. Теоретические предпосылки к конструированию инструмента для насекания внутреннего грата в трубах малого диаметра. Сб. докладов учёных на межвузовской конференции Волго-Вятского региона. Саранск, МГУ, 1972.

2. Онохин Р.Д. Исследование процесса снятия внутреннего грата в линии трубосварочного стана с испытанием и внедрением гратоснимателей. ВИНИТИ, рег. №7I025229, М., 197I.

3. Онохин Р.Д. Способ дробления стружки. Авт. свид.№460II7, БИ №6, 1975.

4. Онохин Р.Д. Исследование внутреннего гратосъёма с латунных труб малого диаметра. Тезисы доклада на IУ научно-технической конференции КПИ. Киров, 1970.

Работы, относящиеся к тематике диссертации

I. Головка для удаления внутреннего грата в трубах. Авт. свид. №207656. БИ №2, 1967 (совместно с Шихалеевым А.И.).

2. Инструментальная головка для обработки внутреннего грата в трубах. Авт. свид. №42I430. БИ №I2, 1974.

3. Способ обработки внутренней поверхности труб. Авт. свид. №427756. БИ №I8, 1974.

4. Трубоэлектросварочный стан. Авт. свид. №432949. БИ №23, 1974.

5. Способ обработки внутренней поверхности труб. Авт. свид. №557839. БИ №I8, 1977.

6. Бухтосвёрточная машина. Авт. свид. №530714. БИ №37, 1976 (совместно с Паюсовым А.И.).

7. Способ производства сварных труб малого диаметра. Авт. свид. №560664. БИ №2I, 1977 (совместно с Паюсовым А.И.).

8. Трубоэлектросварочный стан. Полож. реш. по заявке №23672 79/27, 1977 (совместно с Баклуновым Е.Д. и Фёдоровым А.И.).

9. Способ обработки внутренней поверхности труб и трубоэлектросварочный стан для его осуществления. Полож. реш. по заявке №2398956/27 с присоединением заявки №2398957/27, 1977.

10. Способ бухтового производства сварных труб. Полож. реш. по заявке №2416744/27, 1977.

11. Способ дробления стружки. Полож. реш. по заявке №2385252/08, 1977 (совместно с Широковым Н.М., Фёдоровым А.И. и Лимоновым А.Д.).

12. Гратосниматель. Полож. реш. по заявке №2339662/08, 1977 (совместно с Баклуновым Е.Д.).

13. Способ очистки внутренней поверхности труб от грата. Полож. реш. по заявке №2419317/02, 1977.

14. Инструментальная головка. Полож. реш. по заявке №2420359/25-27, 1977.

15. Трубоэлектросварочный стан. Полож. реш. по заявке №2417727/25-27, 1977.

16. Головка для удаления внутреннего грата. Полож. реш. по заявке №2419406/25-27, 1977.

17. Гратосниматель. Полож. реш. по заявке №2480362/25-08, 1978.

По теме диссертации были сделаны доклады:

1. На IУ-XII научно-технических конференциях Кировского политехнического института. Киров, 1970-1978.

2. На межвузовской конференции учёных Волго-Вятского региона в Мордовском государственном университете им. Н.П.Огарёва. Саранск, 1972.

3. На заседании коллоквиума лаборатории трубосварки Московского научно-исследовательского института сплавов и обработки цветных металлов, 1972.

4. На технических советах Кировского завода по обработке цветных металлов. Киров, 1972, 1978.

5. На встрече специалистов предприятий и организаций цветной металлургии и других отраслей промышленностей, занимающихся вопросами трубного производства. Москва, ВДНХ, 1976.