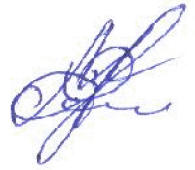


На правах рукописи



МОЗГОВОЙ НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ОТВЕРСТИЙ В ДЕТАЛЯХ ИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКА НА ОСНОВЕ
ОПТИМИЗАЦИИ МАРШРУТА ОБРАБОТКИ**

Специальность 05.02.08 – Технология машиностроения

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

БАРНАУЛ – 2009

Работа выполнена в Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Алтайский государственный технический университет имени И.И. Ползунова».

Научный руководитель доктор технических наук, профессор
Марков Андрей Михайлович

Официальные оппоненты: доктор технических наук, профессор
Маркин Виктор Борисович

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник
Осколков Александр Иванович

Ведущая организация ОАО «АПЗ Ротор» (г.Барнаул)

Защита состоится «27» ноября 2009г. в 12 час. 00 мин. на заседании диссертационного совета Д 212.004.01 при ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова» по адресу: 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 46.

Тел./факс (3852) 36-72-23, e-mail: yuoshevtsov@mail.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ГОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова».

Автореферат разослан «27» октября 2009 года

Ученый секретарь
диссертационного совета



Ю.О. Шевцов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы:

Стеклопластик представляет собой слоистый материал, наполнителем которого служит стекловолокно, а матрицей - фенолформальдегидная смола. Благодаря высоким механическим свойствам, малому удельному весу и высокой теплостойкости стеклопластик является перспективным материалом и широко применяется в различных отраслях машиностроения. При этом к ряду деталей из стеклопластиков таких, как корпуса летательных аппаратов, магнитопрозрачные кожухи и корпуса геофизических приборов, высоковольтные электроизоляторы, телескопические шахтные стойки и т.д., предъявляются достаточно высокие требования по точности размеров (9-11 квалитет), точности расположения поверхностей (отклонение от круглости 0,05-0,20 мм) и шероховатости ($Ra=1,0 \dots 6,3$ мкм).

При изготовлении ответственных деталей из стеклопластика наиболее сложными и трудоемкими являются операции обработки базовых отверстий. Типовой маршрут обработки отверстий может содержать такие операции, как сверление, рассверливание, черновое и чистовое растачивание. Существующие в настоящее время рекомендации и нормативные материалы по выбору оптимального маршрута обработки отверстий в большинстве случаев не учитывают особенностей механической обработки стеклопластиков, к которым относятся повышенный износ режущего инструмента; упругое восстановление материала детали, его низкая теплопроводность и склонность к образованию прижогов и растрескиванию. Спецификой обработки стеклопластика является одновременное образование стружки трех типов: элементной, сегментной и сливной. Преобладающий тип стружки оказывает непосредственное влияние на организационно-технические мероприятия по ее удалению и обеспечению санитарных норм безопасности, что также должно учитываться при проектировании маршрута изготовления отверстия.

Для разработки нормативных материалов, позволяющих проектировать оптимальный маршрут обработки отверстий с учетом особенностей механической обработки, должны быть установлены взаимосвязи между показателями точности, конструктивно-геометрическими параметрами инструмента, режимами обработки и отклонением от круглости и шероховатостью поверхности. Это позволит повысить производительность и снизить себестоимость изготовления деталей из стеклопластика.

Таким образом, исследования, направленные на формирование оптимального маршрута обработки отверстий в ответственных деталях из стеклопластика при заданных показателях точности и производительности, являются актуальными.

Цель работы. Повышение производительности обработки отверстий в деталях из стеклопластика за счет оптимизации процесса формирования показателей точности и шероховатости.

Научная новизна.

1. Получены математические модели для расчета погрешности обработки (величина упругих отжатий материала заготовки) деталей из стеклопластика в зависимости от режимов резания и конструктивно-геометрических параметров режущего инструмента (типа многогранной неперетачиваемой пластины) при растачивании.

2. Установлены зависимости точности формы (отклонения от круглости) и шероховатости обработанного отверстия в деталях из стеклопластика от режимов резания при растачивании и сверлении (рассверливании).

3. Выявлено влияние технологических параметров (скорости v , подачи S , глубины t) на тип образующейся стружки, учтена специфика процесса стружкообразования при проектировании технологического процесса для операций сверления и растачивания стеклопластика.

Практическая ценность.

1. Методическое, информационное (свидетельства Роспатента о регистрации баз данных №2007620219, №2007620118, №2007620162, №2007620074) и обеспечение для выбора оптимального маршрута и проектирования операций обработки отверстий в деталях из стеклопластика с учетом заданной производительности и себестоимости обработки.

2. Рекомендации для выбора технологических параметров операций сверления, растачивания, обеспечивающие получения превалирующего типа стружки с учетом условий реализации операций (типа производства, нормы безопасности жизнедеятельности).

3. Методика исследования процесса формирования показателей точности и автоматизированный стенд сбора и обработки технологической информации, позволяющий исследовать процесс формирования показателей качества обработки отверстий в деталях из стеклопластика.

4. Конструкции режущего инструмента и устройства для его подналадки (патент на изобретение №2307017 от 27.09.2007 г. и №2325974 от 10.06.2008 г.), позволяющие в процессе резания компенсировать возникающие погрешности обработки отверстий.

Реализация работы. Разработанная методика проектирования маршрута обработки отверстий в деталях из стеклопластика внедрена на этапе технологической подготовки производства ОАО «АЛТАЙГЕОМАШ». Разработанные рекомендации по совершенствованию технологического процесса механической обработки деталей из стеклопластика приняты к использованию в производстве на ООО «Проектный центр БиКЗ». Суммарный ожидаемый экономический эффект от внедрения составляет 395 тыс. рублей в год.

Апробация работы. Основные положения и результаты исследований докладывались на совместных научных семинарах кафедр «Менеджмент

технологий», «Общая технология машиностроения» и «Технология автоматизированных производств» (АлтГТУ, г. Барнаул) в 2004-2009 годах, международной научно-технической конференции «СТСМ-2005» (г. Барнаул, 2005), II-VII Всероссийских научно-практических конференциях «Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе» (г. Новосибирск, 2004-2009), четвертой Всероссийской юбилейной научно-практической конференции «Ресурсосберегающие технологии в машиностроении» (г. Бийск, 2004), Всероссийской научно-технической конференции «Наука и молодежь» (г. Барнаул, 2004), третьей межрегиональной научно-практической конференции «Управление качеством образования, продукции и окружающей среды» (г. Барнаул, 2005), четвертой межрегиональной научно-практической конференции «Управление качеством образования, продукции и окружающей среды» (г. Бийск, 2006), VI-VII городских научно-практических конференциях «Молодежь – Барнаулу» (г. Барнаул, 2004-2005), III-IV всероссийских научно-практических конференциях студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь» (г. Барнаул 2006-2007), Всероссийском форуме студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и инновации в технических университетах» (г. Санкт-Петербург, 2007), I-III всероссийских научно-практических конференциях «Управление качеством образования, продукции и окружающей среды» (г. Бийск, 2006-2008).

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 36 печатных работах. В том числе 2 статьи из списка, рекомендованного ВАК, 28 тезисов докладов, 4 свидетельства об официальной регистрации базы данных, 2 патента.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, общих выводов и списка литературы. Работа изложена на 121 странице машинописного текста, содержит 33 рисунка, 26 таблиц, список литературы из 158 наименований. Общий объем - 145 страниц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность выполненной работы, приводится ее общая характеристика, научная новизна и практическая ценность.

В первой главе рассмотрено состояние вопроса и проведен анализ работ, посвященных обработке отверстий в деталях из стеклопластика, доказана актуальность выбранной проблемы, определены цель и задачи исследований.

К поверхностям отверстий в деталях из стеклопластиков могут предъявлять достаточно высокие требования по качеству поверхности,

точности размеров и формы. Однако, проектирование технологического процесса обработки отверстий в деталях из стеклопластика имеет ряд особенностей, связанных с его физико-механическими свойствами: низкой теплопроводностью, высокими упругими свойствами, абразивным воздействием наполнителя на режущий инструмент, что приводит к прогрессирующему износу режущего инструмента и, как следствие, увеличению времени на вспомогательные операции, связанные с заменой инструмента. Все это приводит к снижению объема выпуска готовых изделий и повышению себестоимости единицы продукции. Кроме того, в процессе износа режущего инструмента при механической обработке меняется вид и размеры образующейся стружки. При механической обработке могут образовываться нежелательные виды стружки, которые приводят к залипанию стружечных канавок режущего инструмента, к повышенному образованию в воздухе производственного помещения частиц стекла и фенолформальдегидной смолы. Все это приводит к прерыванию технологической операции механической обработки, оказывает вредное воздействие на организм человека и загрязняет окружающую среду. В зависимости от вида стружки, серийности производства и типа отверстия (глухое, сквозное, ступенчатое и т.п.) необходимы рекомендации для обеспечения организационно-технических мероприятий, направленных на удаление стружки из зоны резания.

Обеспечение этих требований затруднено рядом проблем, решение которых рассматривается в работах Баранчикова В.И., Тарапанова А.С., Харламова Г.А. Петровой Н.А., Буловского П.И., Фельдштейна Е.Э., Корниевича М.А., Куфаева Г.Л., Окенова К.Б., Говорухина В.А. и др.

Однако имеющиеся рекомендации по выбору оптимальных режимов резания, геометрии режущего инструмента и снижению воздействия вредных веществ, выделяющихся при их обработке на станочника и окружающую среду, часто противоречивы, не взаимосвязаны и имеют большой диапазон варьирования, что затрудняет их использование на практике и увеличивает время технологической подготовки производства.

На основании вышеизложенного была поставлена цель работы и сформулированы **основные задачи:**

1. Установить зависимости погрешности обработки (упругих отжатий) от режимов обработки и конструктивно-геометрических параметров режущего инструмента (типов сменных многогранных пластин) при растачивании деталей из стеклопластика.

2. Установить зависимости параметров точности формы и шероховатости поверхности от режимов обработки отверстий при сверлении (рассверливании) и растачивании.

3. Оценить влияние технологических параметров на тип образующейся стружки при проектировании технологического процесса для операций растачивания и сверления стеклопластика.

4. Разработать методику проектирования оптимального маршрута обработки отверстий в деталях из стеклопластика при заданной производительности и себестоимости.
5. Внедрить в производство результаты исследования.

Вторая глава посвящена методике исследования процесса формирования показателей точности на операциях растачивания и сверления, а также изучению стружкообразования на данных операциях. Обоснован выбор режущего инструмента, экспериментальных образцов, металлорежущего оборудования, контрольно-измерительной аппаратуры, описана методика обработки экспериментальных данных.

В процессе исследований регистрировали: наличие прижогов и отслоений на поверхности деталей, шероховатость (Ra), отклонение от круглости отверстия, вид стружки и тангенциальную составляющую силы резания (P_z).

Основными варьируемыми параметрами процесса механической обработки отверстий в заготовках из стеклопластика были выбраны режимы резания: скорость резания V , м/мин, подача S , мм/об, глубина t , мм и тип многогранной неперетачиваемой пластины МНП (для растачивания).

Для проведения экспериментальных исследований разработан автоматизированный стенд сбора и обработки технологической информации, включающий в себя: станки токарно-винторезной модели 1К62 и вертикально-сверлильный 2А135, набор сверл, расточной тензометрический резец оригинальной конструкции, тензостанцию УТ4-1, многофункциональную плату ввода/вывода (АЦП) ЛА-70, компьютер, профилограф-профилометр 250 (завод «Калибр»), кругломер 290 (завод «Калибр»), микроскоп УИМ – 21 №640449.

Изучение процесса формообразования поверхности деталей из стеклопластиков осуществлялось путем целенаправленного изменения входных параметров в соответствии с методикой полного факторного эксперимента и регистрации выходных характеристик технологической системы.

В качестве экспериментальных образцов взяты сплошные заготовки из стеклопластика ВМ-1 длиной 30 мм, диаметром 100 мм. Сверление проводилось спиральными сверлами диаметром 8,0-22,0 мм со следующей геометрией: задний угол $\alpha=30^\circ$, угол при вершине $2\varphi=120^\circ$. Глубина отверстия $l=30$ мм ограничивается возможностью работать стандартным осевым инструментом без применения специальных приспособлений, предотвращающих его увод. Растачивание проводилось тензометрическим резцом со сменными многогранными пластинами различных типов из твердого сплава ВК8. Основываясь на литературных данных, были выбраны типы сменных неперетачиваемых пластин, которые обеспечивают необходимые значения геометрических параметров режущего инструмента при их установке на расточной резец: HNUM, PNUM, HNUA, PNUA.

В результате математической обработки результатов экспериментов был получен ряд моделей для расчета отклонения от круглости отверстий в деталях из стеклопластика в зависимости от режимов резания.

Модель имеет следующий вид:

а) для растачивания

$$\Delta_{\text{круг}}=25,5 V^{0,31} S^{0,46} t^{0,01}, \text{ мкм}; \quad (1)$$

б) для сверления

$$\Delta_{\text{круг}}=0,52 V^{1,20} S^{2,74}, \text{ мкм}. \quad (2)$$

На шероховатость обработанной поверхности оказывают влияние режимные параметры и тип МНП (рисунок 1). Однако для обработки конкретного материала используют инструмент необходимой геометрии и заданные характеристики оборудования, что позволяет сократить количество факторов, определяющих значения параметров шероховатости.

Для процесса сверления получена эмпирическая зависимость для расчета значения шероховатости:

$$Ra=9,88 V^{0,34} S^{0,25}, \text{ мкм}. \quad (3)$$

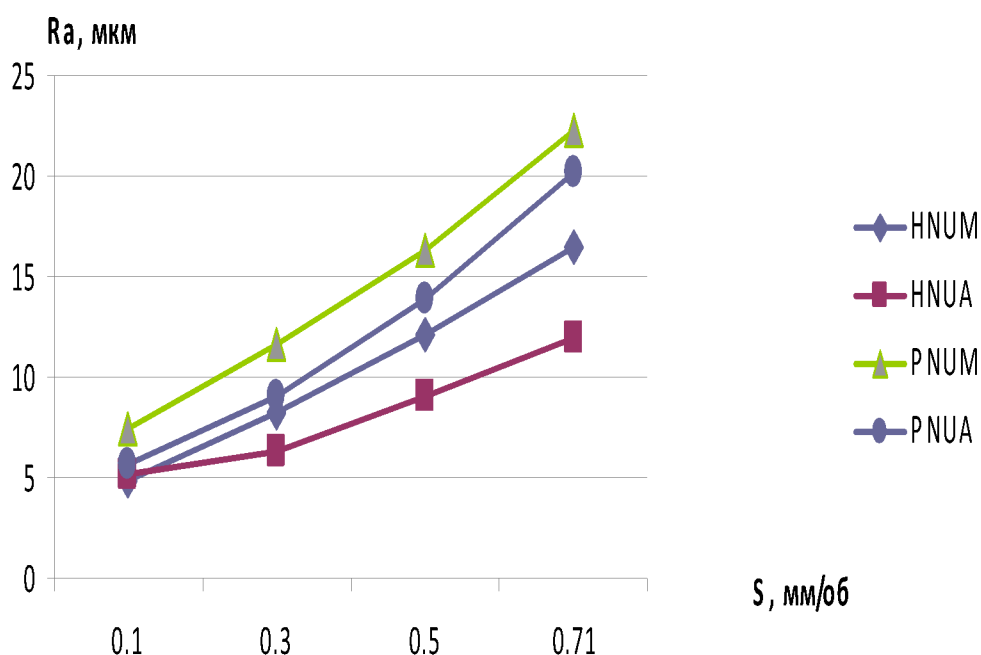


Рисунок 1 - Зависимость шероховатости от типа пластин

Для процесса растачивания эмпирические зависимости упругих отжатый и шероховатости приведены в таблице 2.

Эмпирические математические модели для растачивания

Тип пластины	Математическая модель для определения $\Delta_{упр}$, мм	Математическая модель для определения Ra, мкм
HNUM	$\Delta_{упр}=0,117 S^{1,35} t^{1,41}$ (4)	$Ra=e^{(0,77+0,14\ln V+1,72 S)}$ (8)
HNUA	$\Delta_{упр}=0,064 S^{1,39} t^{1,45}$ (5)	$Ra=e^{(0,76+0,12\ln V+1,63 S)}$ (9)
PNUM	$\Delta_{упр}=0,105 S^{1,37} t^{1,44}$ (6)	$Ra=e^{(1,14+0,12\ln V+2,09 S)}$ (10)
PNUA	$\Delta_{упр}=0,074 S^{1,40} t^{1,40}$ (7)	$Ra=e^{(0,7+0,15\ln V+2,27 S)}$ (11)

При механической обработке на подачах 0,1-0,71 мм/об величина упругих отжатый при растачивании стеклопластика пластинами HNUA и PNUA выше на 40%, чем при использовании пластин HNUM и PNUM. Отсюда следует, что для определения упругих отжатый тип сменной многогранной пластины является одним из основных факторов (рисунок 2).

На рисунке 3 представлены номограммы для определения вида стружки от подачи и типа сменной многогранной пластины для процессов растачивания и сверления. Вид получающейся стружки зависит от ряда факторов, в том числе от геометрических параметров инструмента, типа МНП, режимов резания. В процессе резания стеклопластика одновременно может образовываться стружка трех видов: сливная, сегментная и элементная.

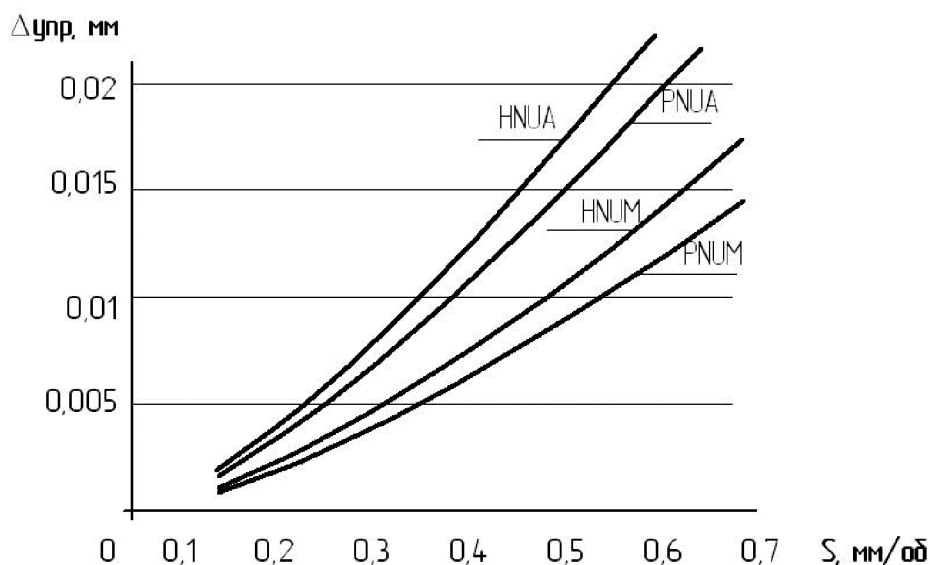


Рисунок 2 - Зависимость упругих отжатый от типа пластин

Увеличение степени износа инструмента приводит к большему размельчению стружки, появлению большого числа пылевидных частиц. Увеличение скорости резания приводит к появлению менее прочной и деформированной стружки, имеющей много мелких трещин.

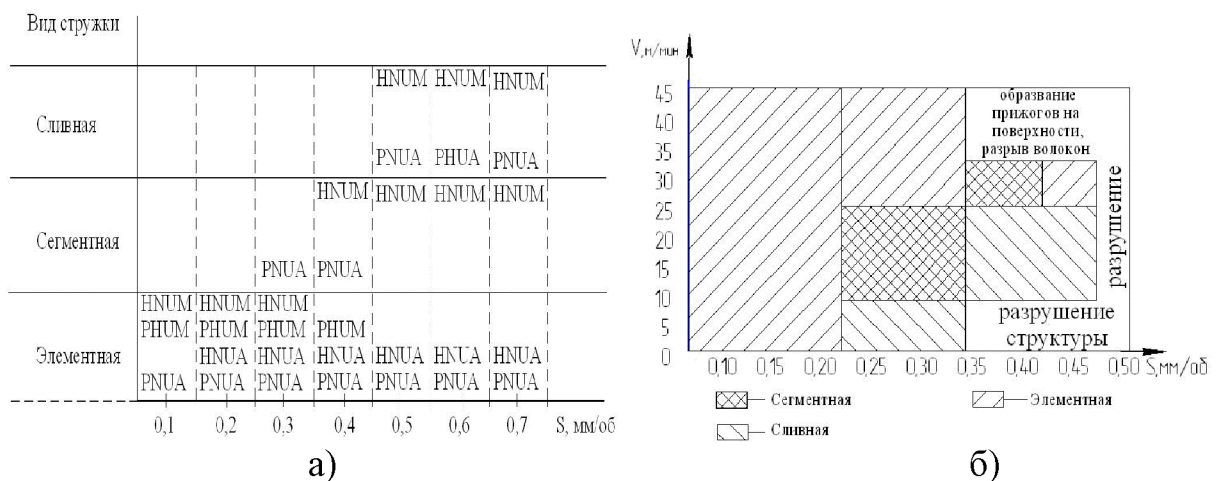


Рисунок 3 - Номограмма для определения вида стружки:
а - для растачивания , б –для процесса сверления

Установлено, что наибольшее влияние из режимных параметров на вид стружки оказывает подача, меньшее влияние - скорость резания. Из рисунка видно, что элементная стружка может образовываться при любой подаче. На подачах 0,1-0,2 мм/об – это преимущественно элементная стружка и концентрация пыли и вредных веществ максимальна. При подачах от 0,2 до 0,4 мм/об преимущественно образуется сегментная, которая легко утилизируется и практически не попадает в воздух. При дальнейшем возрастании подачи содержание пылевидной стружки уменьшается, однако на таких режимах уже образуются прижоги и наблюдается растрескивание материала, что недопустимо.

Таким образом, по типу стружкообразования можно судить о качественной стороне протекания процесса резания.

Получение сегментной стружки и требуемой шероховатости подтверждает правильность назначенных геометрических параметров режущей части расточного резца и выбора режимов резания для достижения требуемой точности размеров и является гарантией соблюдения правил техники безопасности при работе на станках с ручным управлением и необходимым условием безостановочной работы станков-автоматов.

Третья глава посвящена анализу известных способов поднастройки режущего инструмента при механической обработке и синтезу новых технологических решений с помощью И-ИЛИ-графа (рисунок 4), направленных на сокращение вспомогательного времени. Износ режущего инструмента, образование сливной стружки приводят к увеличению времени на замену вышедших из строя деталей, очистку станка от стружки и на техническое обслуживание станка в целом и ухудшению качества обрабатываемой поверхности детали из стеклопластика.

Одним из эффективных способов управления точностью является коррекция настроечного диаметрального размера (диаметр обрабатываемого

отверстия) с помощью устройств для компенсации размерного износа режущего инструмента, что осуществляется на этапе проектирования.

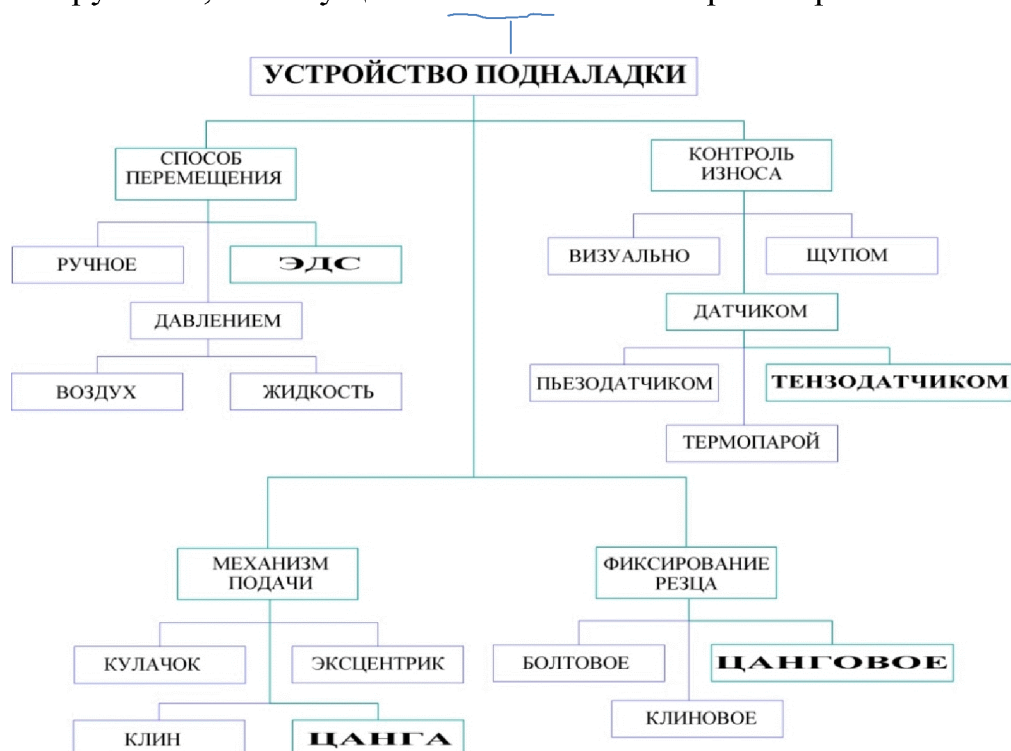


Рисунок 4 - Фрагмент И-ИЛИ-графа устройств для подналадки

Наиболее удобной и компактной формой для поиска решения, позволяющего уменьшить вспомогательное время и отвечающего предъявляемым требованиям, является древовидная структура в виде связанного И-ИЛИ графа, не содержащего циклов и петель. Построенная база устройств подналадки для обработки отверстий в деталях из стеклопластика состоит из описания каждой вершины И-ИЛИ дерева. Описание включает номер вершины, ее наименование, тип (И, ИЛИ) с указанием связей вершины, то есть номеров всех ее прямых "дочерних" вершин.

Вершины И-ИЛИ дерева учитывают виды и форму рабочей части, наличие дополнительных устройств, способствующих получению требуемых параметров обработки. Разработанное в диссертации И-ИЛИ дерево позволяет синтезировать 36864 технических решений, отличающихся друг от друга хотя бы одним элементом или признаком. При этом возможно получение конструкций режущего инструмента, обладающих признаками патентной чистоты. Структура представленного И-ИЛИ графа (рисунок 4) была положена в основу базы данных «Синтез технических решений компенсационного механизма резца», на которую получено свидетельство Роспатента об официальной регистрации №2007620122.

Подтверждением эффективности проделанной работы является синтез технических устройств для подналадки режущего инструмента, обладающих признаками патентной чистоты, на два из которых были получены патенты на изобретение: «Устройство для автоматической подналадки инструмента»

(рисунок 5,а), позволяющее решить задачу автоматической поднастройки резца в процессе обработки (патент № 2307017 от 27.09.2007), и «Резец для автоматизированного производства» (рисунок 5,б) (патент №2325974 от от 10.06.2008). Данные устройства обеспечивают повышение точности регулирования вылета режущего инструмента и его поднастройку на размер в процессе обработки, что приводит к сокращению вспомогательного времени и, как следствие, к повышению производительности обработки.

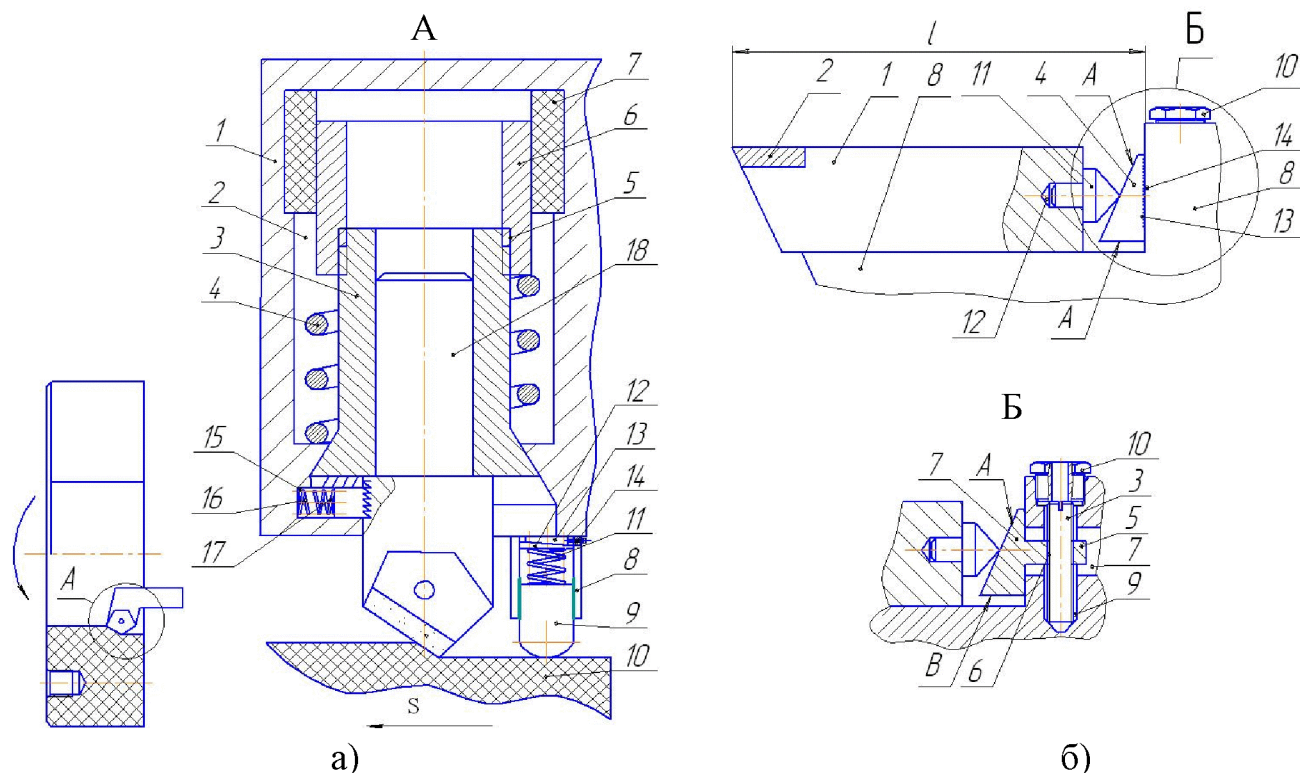


Рисунок 5 – Устройства для компенсации размерного износа:

а) – устройство для автоматической подналадки инструмента (патент №2307017 от 27.09.2007)

б) – резец для автоматизированного производства (патент № 2325974 от 10.06.2008)

В четвертой главе представлена методика проектирования маршрута обработки отверстий в деталях из стеклопластика при требуемых производительности и себестоимости. Приведен алгоритм автоматизированного проектирования (рисунок 6), позволяющий с учетом параметров точности и шероховатости выбрать минимальный набор операций, а также управлять процессом стружкообразования для снижения воздействия на человека и окружающую среду вредных производственных факторов.

На начальном этапе алгоритм позволяет сформировать маршрут обработки отверстий в деталях из стеклопластика в зависимости от их номинального диаметра. При выборе металлорежущего станка (блок технологической оптимизации рисунок 7) идет обращение к базе данных, в которой, кроме

технических характеристик, содержится информация об устройствах и способах удаления стружки.

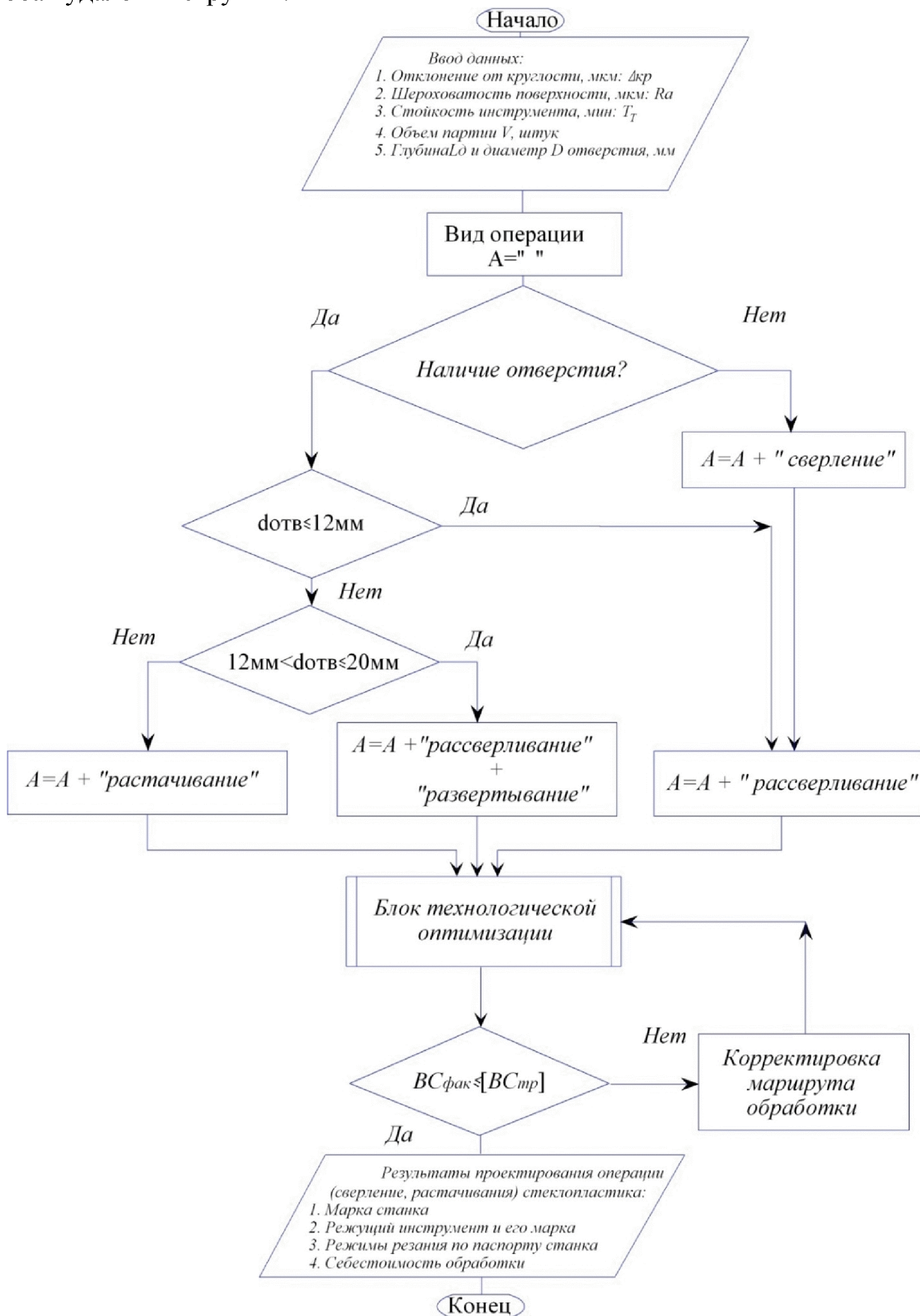


Рисунок 6 - Алгоритм формирования маршрута обработки отверстий в деталях из стеклопластика

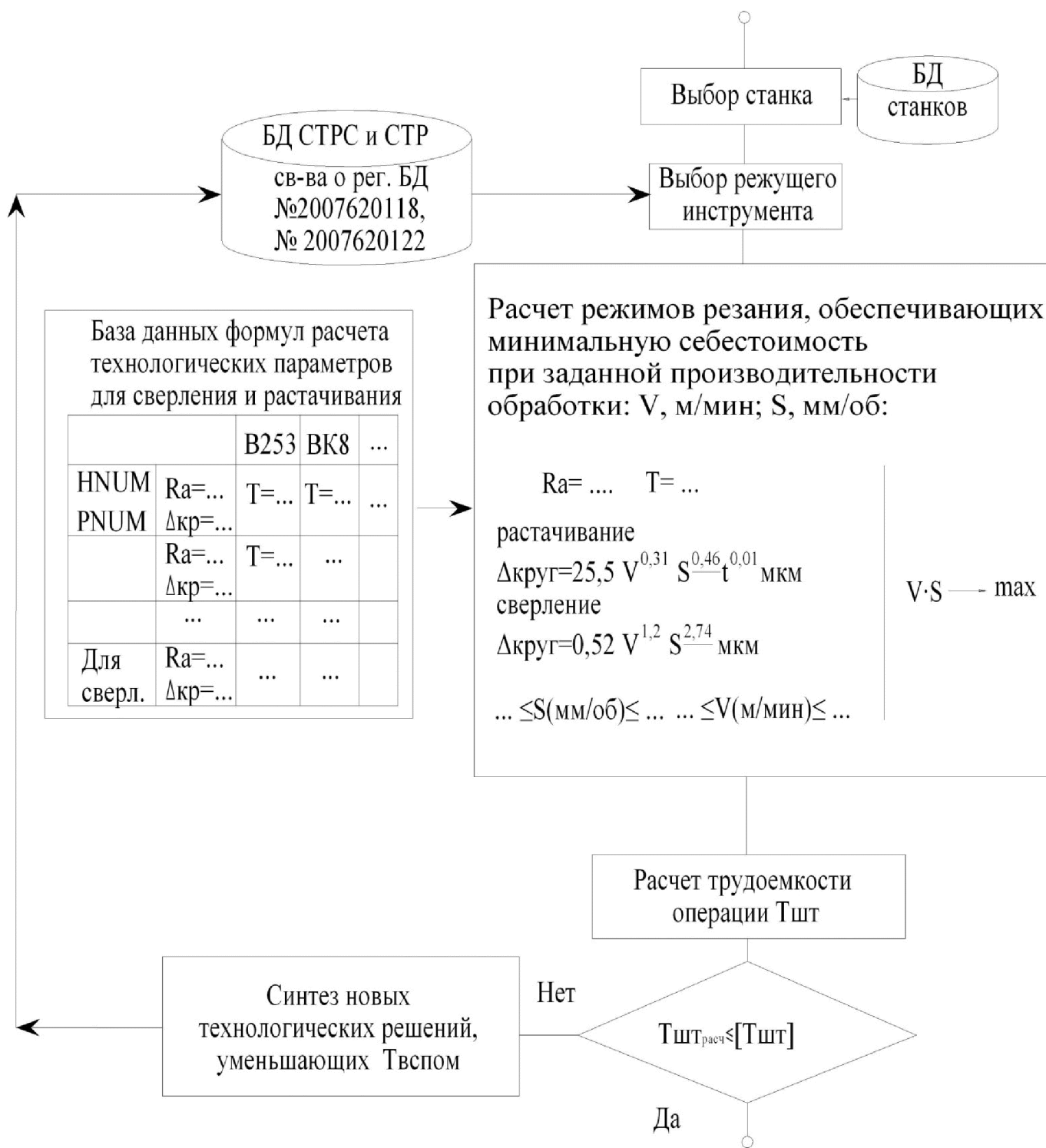


Рисунок 7 - Блок технологической оптимизации

В процессе формирования маршрута обработки происходит обращение к базам данных по выбору режущего инструмента «Синтез технических решений конструктивно-геометрических параметров сверла (СТРС)» и «Синтез технических решений компенсационного механизма реза (СТР)» (свидетельства Роспатента об официальной регистрации баз данных №2007620219 и №2007620162 соответственно), которые содержат множество конструкций РИ как цельных, так и сборных, отличающихся способом

крепления режущей пластины, точностью при переустановки пластины, стоимостью.

Обеспечение заданных производительности и минимизации себестоимости происходит в блоке технологической оптимизации (рисунок 7), который учитывает требуемые параметры точности и шероховатости, рассчитывает режимы резания, используя базу данных «Режимы резания при механической обработке стеклопластика (РРМОС)» (свидетельство об официальной регистрации базы данных № 2007620118).

Для снижения воздействия на человека и окружающую среду вредных производственных факторов режимы резания корректируются с учетом специфики процесса стружкообразования. В случае увеличения штучного времени, в алгоритме заложена возможность снизить его за счет синтеза технологических решений, например с помощью И-ИЛИ графа, («Устройство для автоматической подналадки инструмента» Роспатент № 2307017 от 14.11.2005 и «Резец для автоматизированного производства» Роспатент №2325974 от 04.07.2006), уменьшающих вспомогательное время. Таким образом, разработанная методика позволяет проектировать маршрут обработки отверстий в деталях из стеклопластика с рационально выбранным инструментом, (марка режущей части инструмента, тип МНП), режимами резания, обеспечивающими требуемую производительность обработки при заданных точности и качестве обработанной поверхности.

Результаты исследования внедрены на предприятиях Алтайского края, в частности, в ООО «Проектный центр Бийского котельного завода» и ОАО «АЛТАЙГЕОМАШ» принята к использованию методика проектирования операций растачивания и сверления, позволяющая повысить производительность механической обработки деталей из стеклопластиков, а также снизить влияние вредных производственных факторов на человека и окружающую среду за счет управления процессом стружкообразования. Кроме того, на этапе технологической подготовки используются рекомендации по выбору типа сменных неперетачиваемых пластин из твердого сплава для чернового и чистового растачивания заготовок из стеклопластиков и базы данных технологической оснастки, предназначенные для синтеза технических решений, обеспечивающих достижение требуемых показателей точности обработанной поверхности. Суммарный ожидаемый экономический эффект от внедрения составляет 395 тысяч рублей в год.

Основные выводы и результаты работы:

1. Установлена взаимосвязь в виде математических моделей между выходными параметрами технологических операций растачивания и сверления (видом стружки, параметрами точности: отклонение от круглости, шероховатость, точность размера (упругие деформации) и режимами резания, позволяющая эффективно управлять процессом обработки деталей из стеклопластика.

2. Выявлено влияние технологических параметров на процесс стружкообразования и построены номограммы для определения типа образующейся стружки при растачивании и сверлении стеклопластика.

3. Установлено, что при механической обработке на подачах 0,1-0,71 мм/об величина упругих отжатый при растачивании стеклопластика пластинами HNUA и PNUA выше на 40%, чем при использовании пластин HNUM и PNUM.

4. Разработанная база данных «Синтез технических решений конструктивно-геометрических параметров сверла» (Свидетельство Роспатента об официальной регистрации базы данных №2007620122) позволяет синтезировать технические решения, обеспечивающие достижение требуемых показателей точности обрабатываемой поверхности и обладающие патентной чистотой.

5. Алгоритм автоматизированного проектирования маршрута обработки отверстий в деталях из стеклопластика, реализующийся с помощью математических моделей формо- и стружкообразования, позволяет повысить производительность и снизить себестоимость обработки за счет применения новых технологических решений, направленных на снижение вспомогательного времени обработки.

6. Разработана автоматизированная система проектирования операций изготовления отверстий, включающая возможность выбора марки материала инструмента, оптимальных режимов резания (Свидетельство Роспатента об официальной регистрации базы данных №2007620118), конструкции режущего инструмента (Свидетельство Роспатента об официальной регистрации базы данных №2007620122)

7. Методика проектирования маршрута обработки отверстий в деталях из стеклопластика внедрена на этапе технологической подготовки производства ОАО «АЛТАЙГЕОМАШ» г.Барнаул и ООО «Проектный центр Бийского котельного завода» г.Бийск. Суммарный ожидаемый экономический эффект от внедрения составляет 395 тысяч рублей в год.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ

1. Мозговой Н. И. Моделирование процесса сверления стеклопластиков в среде Cosmosworks / Н.И. Мозговой, А.М. Марков, П.В. Лебедев // Обработка металлов, 2007. - № 4. - С. 19-23.

2. Мозговой Н.И. Исследование процесса формирования показателей качества отверстий в деталях из стеклопластика / Н.И. Мозговой, А.М. Марков // Ползуновский вестник. – 2009. - № 2. - С. 23-27.

3. Влияние режимов резания на стружкообразование при обработке стеклопластиков / Мозговой Н. И., Доц М. В., Марков А. М. [и др.] // Молодежь – Барнаулу: материалы VII-й городской науч.-практ. конф. / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул, 2005. - С. 364.

4. Мозговой Н. И. Особенности процесса стружкообразования при обработке стеклопластиков / Н.И. Мозговой, Е.Б. Бондарь, А.М. Марков //

Современные технологические системы в машиностроении: материалы междунар. науч.–техн. конф. / Алт. гос. техн. ун-т им И. И. Ползунова. - Барнаул, 2005. - С. 74-75.

5. Повышение производительности обработки стеклопластиков. / Н.И. Мозговой, Е.Б. Бондарь, А.М. Марков [и др.] // Современные технологические системы в машиностроении: материалы междунар. науч.–техн. конф. / Алт. гос. техн. ун-т им И. И. Ползунова. - Барнаул, 2005. - С. 75-78.

6. Особенности обработки стеклопластиков сверлением / Н. И. Мозговой, А. М. Марков, И. А. Елескин [и др.] // Современные технологические системы в машиностроении: материалы междунар. науч.–техн. конф. / Алт. гос. техн. ун-т им И. И. Ползунова. - Барнаул, 2006. - С. 134-137.

7. Разработка автоматизированной системы проектирования операций токарной обработки деталей из стеклопластиков / Н. И. Мозговой, А. М. Марков, А. В. Пузанов [и др.] // Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе. материалы 4-й Всерос. науч.-практ. конф., 23 марта 2006 г. / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - С. 8-11.

8. Управление точностью обработки деталей из стеклопластиков / Н. И. Мозговой, Е. Б. Бондарь, А. М. Марков [и др.] // Управление качеством образования, продукции и окружающей среды: материалы 4-й межрегион. науч.-практ. конф., 6-8 июля 2006 г./ Бийский технологический институт. – Бийск, 2006. - С. 190-192.

9. Влияние вида стружки на производительность при обработке стеклопластиков / Н. И. Мозговой, А. М. Марков, А. Т. Зиновьев [и др.] // Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе: материалы 4-й Всерос. науч.-практ. конф., 23 марта 2006 г. / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2006. - С. 117-119.

10. Особенности сверления стеклопластика Н. И. Мозговой, А. М. Марков, И. А. Елескин [и др.] // Ресурсосберегающие технологии в машиностроении: материалы 5-й Всерос. науч.–практ. конф. / Бийский технологический институт. - Бийск, 2007. - С. 108-111.

11. Мозговой Н. И. Особенности изготовления отверстий резанием в стеклопластиках / Н. И. Мозговой, Д. В. Ожогина // Наука и молодежь: материалы Всерос. науч.-техн. конф. / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул, 2007. - С. 35.

12. Мозговой Н. И. База данных режущего инструмента для проектирования операций сверления стеклопластиков / Н. И. Мозговой, И. А. Елескин, А. М. Марков // Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе: тезисы 5-й Всерос. науч.-практ. конф., 28 марта 2007 г. / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - С. 94-96.

13. Особенности конструкций сверл для обработки стеклопластика / Н. И. Мозговой, И. А. Елескин, А. М. Марков [и др.] // Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе:

тезисы 5-й Всерос. науч.-практ. конф., 28 марта 2007 г. / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - С. 92-94.

14. Особенности проектирования операций сверления стеклопластиков / Мозговой Н. И., Елескин И. А., Марков А. М. [и др.] // Молодежь – Барнаулу: материалы науч.-практ. конф. / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул, 2007. - С. 424-425.

15. Стружкообразование при сверлении стеклопластика / Мозговой Н. И., Ожогина Д. В., Марков А. М. [и др.] // Молодежь – Барнаулу: материалы науч.-практ. конф. / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул, 2007. - С. 426-427.

16. Мозговой Н. И. Особенности износа сверл / Н. И. Мозговой, А. М. Марков, Д. В. Ожогина // Управление качеством образования, продукции и окружающей среды: материалы 2-й всерос. науч.-практ. конф., 5-6 июля 2007 г. / Бийский технологический институт. – Бийск, 2007. - С. 201-203 .

17. Мозговой, Н. И. Управление размером отверстия при сверлении стеклопластика / Н. И. Мозговой, А. М. Марков, Д. В. Ожогина // Управление качеством образования, продукции и окружающей среды: материалы 2-й всерос. науч.-практ. конф., 5-6 июля 2007 г. / Бийский технологический институт. – Бийск, 2007. - С. 203-205 .

18. Мозговой Н. И. Измерение износа режущего инструмента по виду образующейся стружки // Управление качеством образования, продукции и окружающей среды: материалы 3-й всерос. науч.-практ. конф., 25-26 сентября 2008 г. / Бийский технологический институт. – Бийск, 2008. - С. 173-175 .

19. Мозговой Н.И. Контроль точности формы отверстий / Н. И. Мозговой, А. М. Марков, П. В. Лебедев // Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе: материалы 6-й Всерос. науч.-практ. конф., 28 марта 2008 г. / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2008. - С. 41-43.

20. Мозговой Н.И. Оценка выбора варианта технологического процесса изготовления отверстий в деталях из стеклопластика/ Н. И. Мозговой, А. М. Марков // Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе: материалы 7-й Всерос. науч.-практ. конф., 25 марта 2009 г. / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2009. - С. 36-39.

21. Операция точения (расточивания) заготовок из стеклопластика (ОТС): свидетельство об официальной регистрации базы данных № 2007620074 / Мозговой Н. И., Бондарь Е. Б., Марков А. М., Доц М. В.– 2006620415; заявл. 18.12.06; зарегистрировано 8.02.07.

22. Синтез технических решений конструктивно-геометрических параметров сверла (СТРС): свидетельство об официальной регистрации базы данных № 2007620219 / Мозговой Н. И., Ожогина Д. В., Марков А. М., Доц М. В.– 2007620122; заявл. 25.04.07; зарегистрировано 20.06.07.

23. Синтез технических решений компенсационного механизма резца (СТР): свидетельство об официальной регистрации базы данных № 2007620162

/ Мозговой Н. И., Бондарь Е. Б., Марков А. М., Доц М. В.– 2007620057; заявл. 26.02.07; зарегистрировано 23.04.07.

24.Режимы резания при механической обработке стеклопластика (РРМОС): свидетельство об официальной регистрации базы данных № 2007620118 / Мозговой Н. И., Бондарь Е. Б., Марков А. М., Доц М. В. - 2007620030; заявл. 29.01.07; зарегистрировано 22.03.07.

25.Пат. 2307017 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 Q 15/00. Устройство для автоматической подналадки инструмента / Мозговой Н. И., Бондарь Е. Б., Доц М. В., Марков А. М.; заявитель и патентообладатель АлтГТУ им. И.И. Ползунова; заявл. 14.11.05 ; приоритет 20.05.07.

26.Пат. 2325974 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 В 25/06. Резцовое устройство для автоматизированного производства / Мозговой Н. И., Бондарь Е. Б., Доц М. В., Марков А. М.; заявитель и патентообладатель АлтГТУ им. И.И. Ползунова; заявл. 04.07.06 ; приоритет 20.01.08.

Подписано в печать 15.09.2009. Формат 60x84 1/16.
Печать – цифровая. Усл.п.л. 1,0.
Тираж 100 экз. Заказ 2009 - 590

Отпечатано в типографии АлтГТУ,
656038, г. Барнаул, пр-т Ленина, 46
тел.: (8–3852) 36–84–61

Лицензия на полиграфическую деятельность
ПЛД №28–35 от 15.07.97 г.