

На правах рукописи

БОНДАРЬ ЕВГЕНИЙ БОРИСОВИЧ

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ДЕТАЛЕЙ ИЗ СТЕКЛОПЛАСТИКА РЕЗЦАМИ СО СМЕННЫМИ
МНОГОГРАННЫМИ ПЛАСТИНАМИ**

Специальность 05.03.01 – Технологии и оборудование механической и
физико-технической обработки

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Барнаул – 2007

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 Ситников Александр Андреевич кандидат технических наук, старший научный сотрудник Осколков Александр Иванович
Ведущая организация	ОАО «Барнаульский станкостроительный завод»

Защита состоится «___» мая 2007г. в ___ час. ___ мин. на заседании диссертационного совета К 212.004.02 при Алтайском государственном техническом университете им. И. И. Ползунова по адресу: 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, 46.

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

Автореферат разослан «___» апреля 2007 года

Ученый секретарь
диссертационного совета
К 212.004.02 к.т.н., доцент

С.Я. Куранаков

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Стеклопластики являются одной из многочисленных групп пластических масс. Многообразие типов наполнителей и связующих, видов ориентации волокон и методов изготовления, позволяет создавать стеклопластики с разнообразными физико-механическими свойствами, обладающие различной степенью обрабатываемости.

Существует класс деталей из стеклопластиков: корпуса геофизических приборов, высоковольтные электроизоляторы, телескопические шахтные стойки, к которым предъявляются высокие требования по качеству поверхности, точности формы и размеров. Методы получения заготовок из этого материала не позволяют обеспечить данные требования. Поэтому в большинстве случаев необходима дальнейшая механическая обработка, наиболее распространенным видом которой является точение.

В настоящее время для точения стеклопластиков применяют режущий инструмент с напайными твердосплавными пластинами. Однако высокие абразивные свойства стеклопластика приводят к интенсивному износу режущего инструмента, а, следовательно, к необходимости частых переточек инструмента, что снижает производительность обработки за счет увеличения времени на замену инструмента и последующую настройку станка на размер.

Кроме того, в процессе резания стеклопластика возможно образование нежелательных видов стружки – сливной стружки, которая может наматываться на обрабатываемую деталь, что делает невозможной дальнейшую обработку, а также пылевидной стружки, состоящей из частиц стекла и затвердевшего связующего. Из рабочей зоны эти частицы во взвешенном состоянии могут распространяться по всему производственному помещению, оказывая вредное воздействие на здоровье человека и загрязняя окружающую среду.

В настоящее время процесс точения стеклопластика изучен для определенного ряда инструментальных материалов: существуют рекомендации по выбору режимов резания и конструктивно-геометрических параметров для напайного режущего инструмента. Но для повышения производительности обработки целесообразна замена напайного инструмента на инструмент со сменными многогранными пластинами. Однако на данный момент не существует методики выбора типа сменных многогранных пластин для точения стеклопластика, т.к. не изучены влияние типа пластин на силы резания и точность обработки, нет рекомендаций по управлению видом образующейся стружки с помощью геометрических параметров режущего инструмента, режимов резания и типов применяемых сменных многогранных пластин.

Таким образом, исследования, направленные на разработку научно-обоснованной методики проектирования операций токарной обработки деталей из стеклопластика с использованием инструмента со сменными многогранными пластинами, являются актуальными.

Цель работы. Повышение производительности изготовления деталей из стеклопластика путем назначения оптимальных режимов обработки и конструктивно-геометрических параметров режущего инструмента со сменными многогранными пластинами.

Методы исследования. Теоретические исследования проводились на базе научных основ технологии машиностроения, теории резания, методик математического моделирования. Экспериментальные исследования выполнялись с использованием методики планирования экспериментов на спроектированном автоматизированном стенде сбора и обработки технологической информации.

Научная новизна.

1. Установлена зависимость точности формы (отклонение от круглости) обработанной поверхности детали из стеклопластика от режимов обработки и конструктивно-геометрических параметров режущего инструмента.

2. Получены математические модели для расчета силы резания от режимных параметров при точении деталей из стеклопластика различными типами сменных многогранных пластин.

3. Установлена зависимость вида стружки от режимов обработки и типа сменных многогранных пластин.

4. Получена оптимизационная модель с системой ограничений для точения стеклопластика, позволяющая осуществлять выбор режимов резания и типа пластины, обеспечивающих максимальную производительность или минимальную себестоимость обработки.

Практическая ценность.

1. Разработаны диаграммы областей устойчивого стружкодробления и диаграммы областей, исключающих попадание пыли в воздух при точении стеклопластика режущим инструментом со сменными многогранными пластинами.

2. Разработана методика проектирования операции точения деталей из стеклопластика, позволяющая назначать режимы резания, обеспечивающие максимальную производительность или минимальную себестоимость обработки.

3. Предложено информационное обеспечение в виде базы данных, позволяющее назначать технологические параметры при проектировании операции токарной обработки деталей из стеклопластиков: Свидетельство об официальной регистрации базы данных «Операция точения заготовок из стеклопластика (ОТС)» № 2007620074.

4. Предложено информационное обеспечение в виде базы данных, позволяющее назначать режимы обработки при проектировании операции точения стеклопластиков: Свидетельство об официальной регистрации базы данных «Режимы резания при механической обработке стеклопластиков (РРМОС)» №2007620118.

5. Разработаны технические решения, позволяющие повысить производительность обработки стеклопластиков: «Устройство для автоматической подналадки инструмента» получен приоритет ф. №01 ИЗ-2005 10 от 20.02.2007г. по заявке на изобретение №2005135190 от 14.11.2005г.; «Резец для автоматизированного производства» заявка на изобретение №2006123951 от 4.07.2006 г.

Реализация работы. Разработанная методика проектирования операции точения деталей из стеклопластика внедрена на этапе технологической подготовки производства ОАО «АЛТАЙГЕОМАШ». Разработанные рекомендации по совершенствованию технологического процесса механической обработки деталей из стеклопластика приняты к использованию для производства стеклопластиковых высоковольтных изоляторов на ООО «Проектный центр БИКЗ». Суммарный ожидаемый экономический эффект от внедрения составляет 395 тыс. рублей.

Апробация работы. Основные положения и результаты исследований докладывались на совместных научных семинарах кафедр «Общая технология машиностроения» и «Технология автоматизированных производств» (АлтГТУ, Барнаул) в 2004-2007 годах, международной научно-технической конференции «СТСМ-2005» (Барнаул, 2005), Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе» (Новосибирск 2004), четвертой Всероссийской юбилейной научно-практической конференции «Ресурсосберегающие технологии в машиностроении» (Бийск, 2004), третьей Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе» (Новосибирск, 2005), четвертой Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе» (Новосибирск, 2006), Всероссийской научно-технической конференции «Наука и молодежь» (Барнаул, 2004), третьей межрегиональной научно-практической конференции «Управление качеством образования, продукции и окружающей среды» (Барнаул, 2005), четвертой межрегиональной научно-практической конференции «Управление качеством образования, продукции и окружающей среды» (Бийск, 2006), шестой городской научно-практической конференции «Молодежь – Барнаулу» (Барнаул, 2004), седьмой городской научно-технической конференции «Молодежь – Барнаулу» (Барнаул, 2005).

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 15 печатных работах. В том числе 1 статья, 11 тезисов докладов, 2 свидетельства об официальной регистрации базы данных, 1 приоритет на патент.

Структура и объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, общих выводов и списка литературы. Работа изложена на страницах машинописного текста, содержит 35 рисунков, 26 таблиц, список литературы из 119 наименований. Общий объем - 122 страницы.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

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

В первой главе дан анализ современного состояния вопроса, сформулированы цель и задачи исследований.

К ряду деталей из стеклопластиков предъявляются высокие требования по качеству поверхности, точности размеров и формы. Обеспечение этих требований затруднено рядом проблем, которые рассматриваются в работах Степанова А.А., Руднева А.В., Королева А.А., Штучного Б.П. и др. Многие из них рекомендуют для точения стеклопластика применять твердый сплав марок ВКЗМ, ВК2, ВК8 и др. Однако, высокие абразивные свойства стеклопластика приводят к интенсивному износу инструмента, а, следовательно, к необходимости частых переточек напайного режущего инструмента, что снижает производительность обработки за счет увеличения времени на замену инструмента и настройку станка на размер после замены инструмента. Кроме того, износ резца, а также его геометрические параметры и режимы обработки оказывают влияние на вид образующейся стружки. В процессе точения стеклопластика может образовываться сливная стружка, которая наматывается на заготовку, что делает невозможной дальнейшую обработку, а также пылевидная стружка, состоящая из частиц стекла и связующего. Пылевидная стружка во взвешенном состоянии распространяется по производственному помещению, оказывая вредное воздействие на здоровье человека и загрязняя окружающую среду.

Стойкость алмазных инструментов значительно превышает стойкость твердых сплавов, поэтому применение алмазных инструментов для обработки данного материала позволяет проводить обработку на более высоких режимах резания, что ведет к повышению производительности обработки, но и к увеличению ее себестоимости из-за дороговизны алмазного инструмента. Поэтому для повышения производительности механической обработки деталей из стеклопластика целесообразно использование режущего инструмента со сменными многогранными неперетачиваемыми пластинами вместо напайного инструмента, т.к. это позволит сократить из токарной операции время на замену изношенного напайного инструмента и время на настройку станка на размер.

Однако, не смотря на проведенные на данный момент исследования, нет рекомендаций по выбору оптимального типа сменных многогранных пластин для точения стеклопластика, т.к. не установлены зависимости сил резания и точности обработки от типа пластин и режимов резания; существующие рекомендации по выбору режимов обработки разрозненны и зачастую противоречивы; нет рекомендаций по управлению видом образующейся

стружки с помощью геометрических параметров режущего инструмента, режимов резания и типов применяемых сменных многогранных пластин.

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

1. Установить зависимости параметров точности формы от режимов обработки и типов сменных многогранных пластин.

2. Установить зависимости силы резания от режимов обработки и типов сменных многогранных пластин при точении деталей из стеклопластика.

3. Исследовать влияние типа сменных многогранных пластин и режимов резания на вид образующейся стружки.

4. Разработать рекомендации по управлению видом образующейся стружки с помощью технологических параметров при точении стеклопластика инструментом со сменными многогранными пластинами.

5. Разработать рекомендации по выбору оптимального типа сменных многогранных пластин для точения стеклопластика.

6. Разработать модель оптимизации режимов резания и выбора типа пластины для точения деталей из стеклопластика.

7. Разработать методику проектирования операции точения деталей из стеклопластика.

8. Внедрить в производство разработанную методику проектирования операции точения деталей из стеклопластика.

Вторая глава посвящена разработке методики проведения исследования. Обоснован выбор экспериментальных образцов, металлорежущего оборудования, режущего инструмента, контрольно-измерительного оборудования и режимов обработки; описана методика обработки экспериментальных данных, методика построения математических зависимостей, процесс проведения экспериментов.

В качестве экспериментальных образцов для проведения исследований взяты трубы из стеклопластика КППН длиной 1200 мм, диаметром 120 мм и толщиной стенки 10 мм. Для проведения экспериментальных исследований разработан автоматизированный стенд сбора и обработки технологической информации (АССОТИ).

АССОТИ включает в себя: токарно-винторезный станок модели 1К62; резец тензометрический, тензостанцию УТ4-1; многофункциональную плату ввода/вывода (АЦП) ЛА-70, компьютер; кругломер 290.

Обработка проводилась режущим инструментом со сменными многогранными пластинами различных типов из твердого сплава ВК8. Из литературных источников установлено, что оптимальными геометрическими параметрами напайного инструмента для точения стеклопластика являются следующие: $\alpha=20^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=45^\circ$, $\varphi_1=15-25^\circ$. Исходя из этого были определены типы сменных многогранных пластин (табл.1), обеспечивающие необходимые значения геометрических параметров режущего инструмента

при установке их на специально разработанную конструкцию тензометрического резца.

Таблица 1 – Типы режущих пластин и их геометрические параметры

Тип пластины	HNUM	HNUA	PNUM	PNUA
Фото				
Геометрические параметры пластин при установке их на резец				
$\alpha, ^\circ$	20	20	20	20
$\gamma, ^\circ$	-5	-20	-5	-20
$\varphi, ^\circ$	45	45	45	45
$\varphi_1, ^\circ$	12	12	25	25

Экспериментальные исследования проводились с использованием методики планирования экспериментов. Использовалась разновидность методики – полный факторный эксперимент. Варьируемыми параметрами являются режимы резания: скорость резания V , м/мин, подача S , мм/об, глубина резания t , мм. Контролируемыми параметрами в экспериментальных исследованиях являются: составляющая силы резания P_z , отклонение от круглости обработанной поверхности и вид стружки. Для выявления областей устойчивого стружкодробления для каждого типа пластин также проводились однофакторные эксперименты по установлению взаимосвязи между видом стружки и режимными параметрами: подачей, глубиной и скоростью резания.

В результате экспериментов был получен ряд моделей расчета отклонения от круглости в зависимости от режимов обработки. Так для режущей пластины HNUM модель имеет следующий вид:

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

Анализ полученных моделей показывает, что основное влияние на отклонение от круглости оказывает подача, в меньшей степени скорость резания, и почти не оказывает влияние глубина резания. Однако даже при точении на высоких режимах, значение $\Delta_{\text{круг}}$ не превышает допуска. Поэтому отклонение от круглости не является определяющим фактором в выборе типа режущей пластины и режимов резания.

Кроме того, получены математические зависимости силы резания P_z от режимов резания для каждого типа пластин (табл.2).

Анализ полученных зависимостей показывает, что на силу резания P_z наибольшее влияние оказывают подача S и глубина резания t . Но поскольку глубина резания определяется припуском на обработку, управляемым параметром остается только подача S .

Таблица 2 – Математические зависимости силы P_z от режимов резания для каждого типа сменных многогранных пластин

Вид зависимости	Тип пластины	Значение коэффициентов		
		A	x	Y
$P_z = A S^x t^Y, \text{ Н}$	HNUM	253	0.64	0.97
	HNUA	276	0.68	1.04
	PNUM	239	0.66	1.02
	PNUA	277	0.76	1.05

На рис. 1 приведен график зависимости силы резания $P_z=f(S)$ для каждого типа пластин. Из графика видно, что для шестигранных пластин сила резания несколько выше, чем для пятигранных. Это объясняется большим значением угла при вершине резца у шестигранных пластин по сравнению с пятигранными, что ведет к увеличению ширины среза, а следовательно, к возрастанию силы резания. Также видно, что сила резания при точении пластинами HNUM и PNUM ниже, что объясняется лучшими условиями стружкообразования.

Однако разница в значениях силы резания при точении различными типами пластин невелика и достигает 100 Н только при подаче $S=0,7 \text{ мм/об}$. При подачах же до $0,3 \text{ мм/об}$ силы резания при точении пластинами HNUM, PNUM и PNUA практически одинаковы.

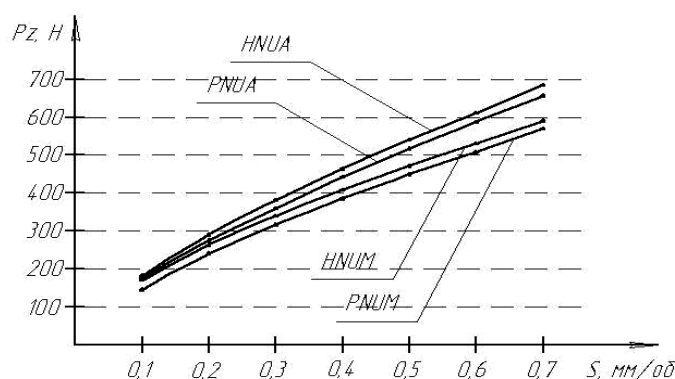


Рисунок 1 – Зависимость силы резания $P_z=f(S)$ для каждого типа пластины.

Таким образом, тип сменной многогранной пластины не определяет силу резания, поэтому превалирующим фактором для выбора оптимального типа пластины является шероховатость обработанной поверхности.

На шероховатость обработанной поверхности оказывают влияние режимы резания и геометрические параметры инструмента. Пластины имеют

различные геометрические параметры, следовательно, определяют различную шероховатость обрабатываемой поверхности.

Однако качество обработанной поверхности является не единственным фактором учитываемым при выборе оптимального типа сменной многогранной пластины для точения стеклопластика. Большое значение для обеспечения безопасности рабочих и безотказной работы оборудования имеет вид образующейся стружки при точении.

В процессе резания стеклопластика может образовываться стружка трех видов: сливная, элементная и пылевидная (рис.2).

Установлено, что наибольшее влияние из режимных параметров на вид стружки оказывает подача, меньшее влияние скорость резания, и не установлено зависимости между видом стружки и глубиной резания.



Рисунок 2 – Виды образующейся стружки при точении стеклопластика:
а – сливная, б – элементная, в – пылевидная

На низких скоростях резания 20-40 м/мин и подачах 0,1-0,2 мм/об образуется элементная и пылевидная стружка и большим направленным потоком сходит под резец. При повышении скорости резания свыше 60-80 м/мин и подачах 0,3-0,7 мм/об происходит разбрасывание стружки в разные стороны из зоны резания, что является недопустимым, т.к. воздух наполняется мельчайшими частицами стекла и связующего.

При обработке стеклопластика пластинами HNUM и PNUM на скоростях резания свыше 70 м/мин при подачах свыше 0,4 мм/об образуется сливная стружка большой длины, которая может наматываться на заготовку, делая невозможной дальнейшую обработку (рис.2а).

На рис.3 показана зависимость вида стружки от подачи и типа сменной многогранной пластины. Из рисунка видно, что пылевидная стружка может образовываться при точении любой из пластин. На подачах 0,1-0,2 мм/об – это преимущественно пылевидная стружка, равномерным потоком сходящая по передней поверхности резца и не попадающая в воздух. При возрастании подачи содержание пылевидной стружки уменьшается, однако на таких режимах стружка разбрасывается и концентрация пыли в воздухе резко увеличивается.

Вид стружки							
Сливная 7-20 см					HNUM PNUM	HNUM PNUM	HNUM PNUM
Элементная + сливная 5-7 см				HNUM PNUM	HNUM PNUM	HNUM PNUM	HNUM PNUM
Элементная	HNUM PNUM PNUA	HNUM PNUM PNUA	HNUM PNUM PNUA	HNUM PNUM PNUA	HNUM PNUM PNUA	HNUM PNUM PNUA	HNUM PNUM PNUA
Пылевидная	HNUM PNUM PNUA	HNUM PNUM PNUA	HNUM PNUM PNUA	HNUM PNUM PNUA	HNUM PNUM PNUA	HNUM PNUM PNUA	HNUM PNUM PNUA
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7 S, мм/об

Рисунок 3 – Зависимость вида образующейся стружки от подачи и типа сменной многогранной пластины.

Таким образом, управление видом получаемой стружки с помощью геометрических параметров режущего инструмента, режимов обработки, типов сменных многогранных пластин, является гарантией соблюдения правил техники безопасности при работе на станках с ручным управлением и необходимым условием безостановочной работы станков-автоматов.

Третья глава посвящена использованию результатов исследования. Предложены рекомендации по управлению видом получаемой стружки с помощью технологических параметров обработки. Разработана модель оптимизации режимов резания и выбора типа пластин. Разработана методика проектирования токарной обработки деталей из стеклопластика.

В результате исследования разработаны диаграммы областей устойчивого стружкодробления для различных типов сменных многогранных пластин (рис.4а) и диаграммы областей исключающих попадание пыли в воздух (рис.4б). Выбор типов пластин и режимов обработки согласно данным диаграммам обеспечивает получение элементной или пылевидной стружки при точении стеклопластика.

Таким образом, при точении стеклопластика на станках оборудованных вытяжной вентиляцией, основной задачей является исключение образования сливной стружки, что обеспечит бесперебойную работу оборудования и удобство его обслуживания. Из диаграммы на рис.4а видно, что данному условию удовлетворяют сменные многогранные пластины HNUA и PNUA на подачах от 0,1 до 0,7 мм/об. Пластины HNUM и PNUM могут использоваться только при подачах от 0,1 до 0,4 мм/об, т.к. при подачах свыше 0,4 мм/об образуется сливная стружка большой длины, которая может наматываться на заготовку и затруднять дальнейшую обработку.

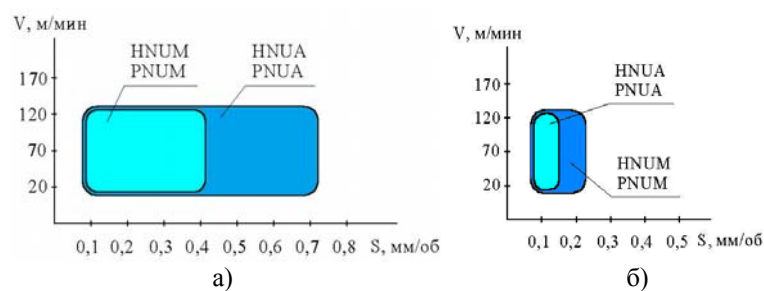


Рисунок 4 – Области стружкообразования при точении стеклопластика инструментом со сменными многогранными пластинами:
а) - Области стружкообразования, исключающие появление сливной стружки;
б) - Области стружкообразования, исключающие появление сливной стружки и попадание в воздух пылевидной и элементной стружки.

При точении стеклопластика на станках не оборудованных вытяжной вентиляцией важным требованием является исключение попадания стружки в воздух. Это требование выполняется при точении пластинами HNUM и PNUM на подачах от 0,1 до 0,2 мм/об, а для пластин HNUA и PNUA подача не должна превышать 0,1 мм/об (рис. 4б). На таких режимах образуется пылевидная и элементная стружка, которая равномерным потоком сходит по передней поверхности резца не загрязняя окружающее пространство и воздух.

Таким образом, в результате проделанной работы, установлены зависимости между основными технологическими параметрами процесса точения стеклопластика: зависимости сил резания, точности формы обработанной поверхности и вида стружки от режимов обработки и типов сменных многогранных пластин. Данные зависимости позволяют создать научно-обоснованную методику проектирования операции токарной обработки деталей из стеклопластиков. Однако, выбор оптимального типа пластины и режимов резания для точения стеклопластика неоднозначен, т.к. различные типы пластин обеспечивают различную шероховатость обработанной поверхности, определяют виды образующейся стружки, а также различаются по стоимости, количеству рабочих сторон и вершин, поэтому необходима оптимизация выбора типа пластин с учетом технологических и экономических параметров.

На рисунке 5 приведена диаграмма оптимизации режимов резания для точения стеклопластика пластиной HNUM из твердого сплава BK8 на станке оборудованном системой вытяжной вентиляции. Данная диаграмма позволяет определить скорость резания и подачу, обеспечивающие максимальную

производительность обработки при обеспечении заданной стойкости инструмента, точности формы и шероховатости обработанной поверхности. Диаграммы оптимизации для каждого из типов сменных многогранных пластин являются одним из блоков методики проектирования операции токарной обработки стеклопластиков, представленной на рис.6.

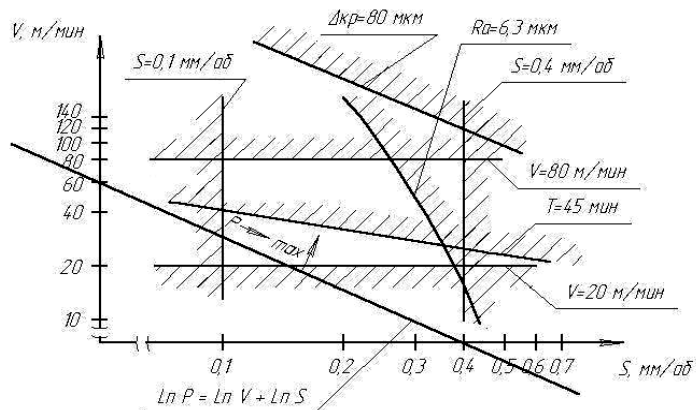
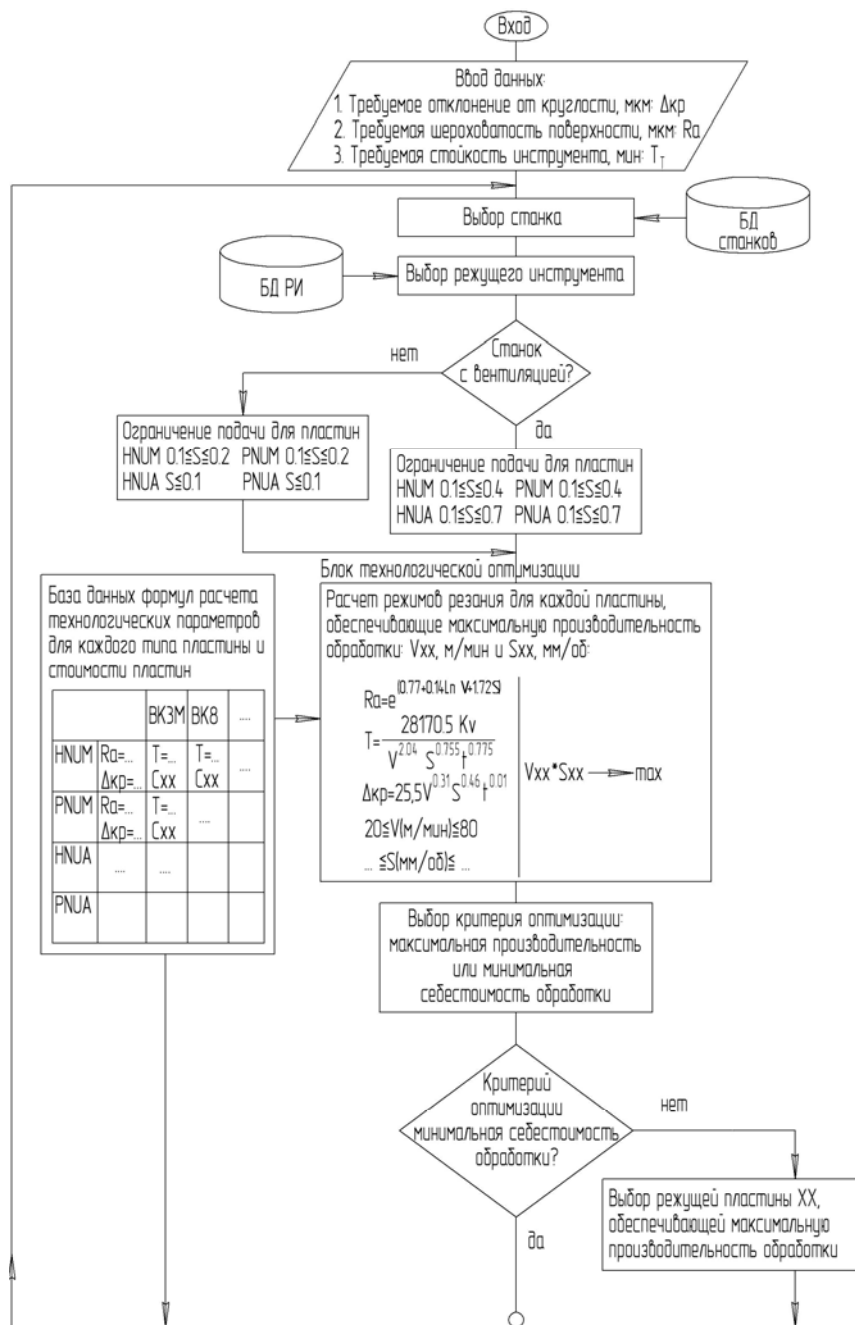


Рисунок 5 – Диаграмма оптимизации режимов резания при точении стеклопластика пластиной HNUM из твердого сплава BK8 на станке, оборудованном системой вытяжной вентиляции.

Разработанная методика проектирования операции включает в себя два блока оптимизации: 1) блок технологической оптимизации, позволяющий определить режимы резания, марку твердого сплава и тип режущей пластины, обеспечивающие максимальную производительность; 2) блок экономической оптимизации, позволяющий определить режимы резания, марку твердого сплава и тип режущей пластины, обеспечивающие минимальную себестоимость обработки погонного метра заготовки.

Таким образом, разработанная методика позволяет проектировать операции точения стеклопластика с оптимальными типом сменной многогранной пластины, маркой твердого сплава и режимами резания, обеспечивающими максимальную производительность обработки либо минимальную себестоимость, учитывая затраты на инструмент и работу оборудования при обеспечении требуемых вида стружки, точности и качества обработанной поверхности.

Одной из процедур проектирования операции является выбор режущего инструмента. В настоящее время разработано множество конструкций РИ, оснащенных сменными многогранными пластинами, отличающимися способом крепления режущей пластины, точностью при



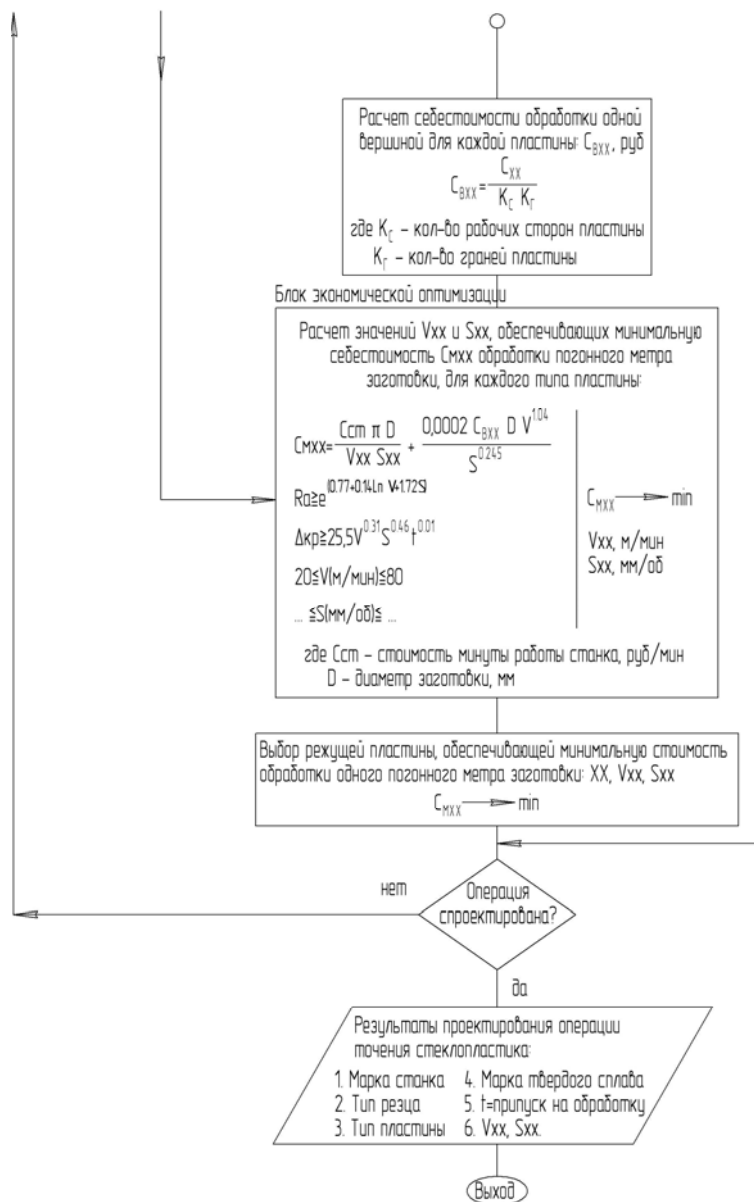


Рисунок 6 – Методика проектирования операции токарной обработки стеклопластика

переустановки пластины, стоимостью. Наиболее удобной формой представления информации об известных технических решениях, позволяющей производить как выбор так и синтез новых решений, является древовидная структура в виде И-ИЛИ-графа. Построенное дерево позволило синтезировать два технических решения, обладающих признаками патентной чистоты, представленные на рис.7: «Устройство для автоматической подналадки инструмента» (получен приоритет от 20.02.2007 по заявке на изобретение № 2005135190 от 14.11.2005 г.) рис.7а, позволяющее решить задачу автоматической поднастройки резца в процессе обработки, и «Резец для автоматизированного производства» (рис.7б), позволяющий повысить точность регулирования вылета L резца, а также поднастраивать его на размер в процессе обработки, что позволяет повысить производительность обработки за счет сокращения вспомогательного времени.

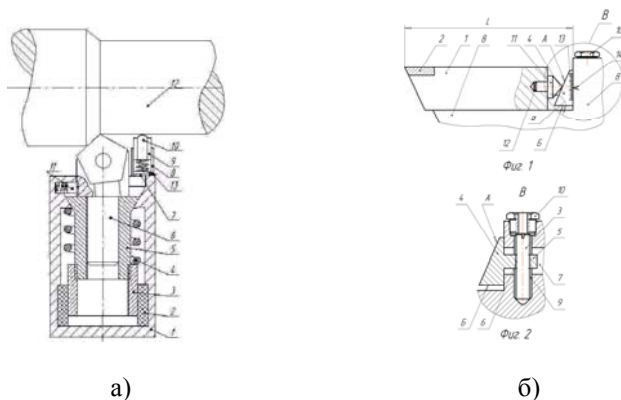


Рисунок 7 – Устройства для компенсации размерного износа:

а) - Устройство для автоматической подналадки инструмента (получен приоритет от 20.02.2007 по заявке на изобретение № 2005135190 от 14.11.2005)

б) – Резец для автоматизированного производства (заявка на изобретение №2006123951 от 4.07.2006)

Разработанная методика проектирования операции точения деталей из стеклопластика внедрена на этапе технологической подготовки производства ОАО «АЛТАЙГЕОМАШ» г. Барнаул, ООО «Проектный центр БиКЗ» г. Бийск и использовалась в проектировании технологического процесса механической обработки высоковольтного изолятора, стеклопластиковой обсадной трубы, стеклопластикового контейнера для геофизических исследований. Суммарный экономический эффект от внедрения составляет 395 тыс. рублей.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Получена математическая модель расчета параметров точности (отклонение от круглости) обработанной поверхности детали из стеклопластика в зависимости от режимов обработки и конструктивно-геометрических параметров режущего инструмента со сменными многогранными пластинами.

2. Получены математические модели для расчета составляющей силы резания P_z от режимов резания для различных типов сменных многогранных пластин.

3. Установлено, что составляющая сила резания P_z при точении стеклопластика пластинами HNUA и PNUA превышает силу резания при точении пластинами HNUM и PNUM на 14%.

4. Установлена зависимость вида стружки от режимов обработки и типа сменных многогранных пластин, позволяющая управлять процессом стружкообразования.

5. Разработаны конструкции резцов, позволяющих повысить производительность обработки стеклопластиков: получен приоритет от 20.02.2007 по заявке на изобретение №2005135190 от 14.11.2005г. и заявка на изобретение №.2006123951 от 4.07.2006 г.

6. Предложены рекомендации в виде диаграмм стружкообразования по выбору типа пластин и режимов резания для точения деталей из стеклопластика: для станков оборудованных вытяжной вентиляцией использовать пластины HNUA и PNUA на подачах до 0,7 мм/об, исключающих появление сливной стружки; для станков без вентиляции использовать пластины HNUM и PNUM на подачах до 0,2 мм/об, исключающих загрязнение воздуха стружкой.

7. Разработана модель оптимизации, позволяющая определять режимы резания, марку твердого сплава и тип режущей пластины, обеспечивающие максимальную производительность или минимальную себестоимость обработки.

8. Разработана методика проектирования операции точения, позволяющая при заданных параметрах качества и точности обработанной поверхности назначать оборудование, режущий инструмент, режимы резания, обеспечивающие максимальную производительность или минимальную себестоимость обработки.

9. Разработанная методика проектирования операции точения деталей из стеклопластика внедрена на этапе технологической подготовки производства ОАО «АЛТАЙГЕОМАШ» и ООО «Проектный центр БиКЗ». Суммарный ожидаемый экономический эффект от внедрения составляет 395 тыс. рублей.

Список опубликованных работ по теме диссертации

1. Бондарь, Е. Б. Проблемы обработки пластмасс резанием / Е.Б. Бондарь, А.М. Марков // Обработка металлов – 2004. - № 2. - С.20-21.
2. Бондарь, Е. Б. Особенности процесса стружкообразования при обработке стеклопластиков / Е.Б. Бондарь, А.М. Марков, Н.И. Мозговой // Современные технологические системы в машиностроении: материалы междунар. науч.-техн. конф. / Алт. гос. техн. ун-т им И. И. Ползунова. - Барнаул, 2005. - С.74-75.
3. Повышение производительности обработки стеклопластиков / Е. Б. Бондарь, А. М. Марков, Н. И. Мозговой [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.
4. Бондарь, Е. Б. Автоматизированный стенд для исследования процесса точения / Е. Б. Бондарь, А. М. Марков // Ресурсосберегающие технологии в машиностроении: материалы 4-й Всерос. юбилейной науч.-практ. конф. / Бийский технологический институт. - Бийск, 2004. - С.65-67.
5. Бондарь, Е. Б. Математическая модель обработки деталей из стеклопластиков / Е. Б. Бондарь, А. М. Марков // Наука и молодежь: материалы Всерос. науч.-техн. конф. / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. – Барнаул, 2004. - С.35.
6. Бондарь, Е. Б. Экспериментальное исследование инструментальных материалов для токарной обработки стеклопластиков / Е. Б. Бондарь, А. М. Марков, Н. И. Мозговой // Проблемы повышения эффективности металлообработки в промышленности на современном этапе: тезисы 3-й Всерос. науч.-практ. конф., 30-31 марта 2005 г. / Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2005. - С.22-25.
7. Разработка автоматизированной системы проектирования операций токарной обработки деталей из стеклопластиков / Е. Б. Бондарь, А. М. Марков, М. В. Доц [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. Влияние вида стружки на производительность при обработке стеклопластиков / Е. Б. Бондарь, А. М. Марков, Н. И. Мозговой [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.
9. Бондарь, Е. Б. Моделирование сил резания при точении стеклопластика / Е. Б. Бондарь, А. М. Марков, М. В. Доц // Управление качеством образования, продукции и окружающей среды: материалы 3-й

межрегион. науч.-практ. конф., 29-30 июня 2005 г. / Бийский технологический институт. – Бийск, 2005. – С.217-220 .

10. Управление точностью обработки деталей из стеклопластиков / Е. Б. Бондарь, А. М. Марков, Н. И. Мозговой [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.

11. Бондарь, Е. Б., Классификация пластмасс: свойства, применение, обрабатываемость / Е. Б. Бондарь, А. М. Марков, Н. И. Мозговой // Молодежь – Барнаулу: материалы VI-й городской науч.-практ. конф. / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул, 2004. - С.299-300.

12. Бондарь, Е. Б. Контроль силы резания при точении стеклопластиков / Е. Б. Бондарь, А. М. Марков, М. В. Доц // Молодежь – Барнаулу: материалы VII-й городской науч.-практ. конф. молодых ученых / Алт. гос. техн. ун-т им. И. И. Ползунова. - Барнаул, 2005. - С.349-351.

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

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

15. Заявка 2005135190 Российская Федерация, МПК⁷ В 23 Q 15/00. Устройство для автоматической подналадки инструмента / Бондарь Е. Б., Мозговой Н. И., Доц М. В., Марков А. М.; заявитель АлтГТУ им. И.И. Ползунова.- Заявл. 14.11.05 ; приоритет 20.02.07.