

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный
технический университет»

На правах рукописи

Найко Артем Сергеевич

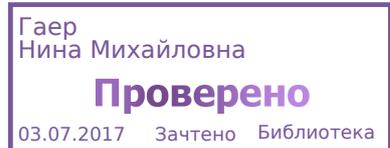
**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ ОБРАБОТКИ НА
СИЛОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА ПРИ ТОЧЕНИИ
КАПРОЛОНА**

Направление 15.04.05 – «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»

АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ

на соискание академической степени магистра

2017



Актуальность выбранной темы:

Благодаря постоянному развитию науки, а именно синтезу новых полимеров, появляются высокотехнологичные материалы, которые нашли широкое применение во многих сферах промышленности. Сегодня некоторые полимеры не только успешно конкурируют с металлами и их сплавами, но и в отдельных случаях считаются по характеристикам лучше них. Одним из наиболее распространенных новых высокотехнологичных материалов является капролон, свойства которого превосходят металл по многим показателям, включая прочность и коррозионную стойкость.

В настоящее время имеется тенденция расширения области применения деталей из полимерных материалов в различных отраслях промышленности. Применение пластмасс позволяет, с одной стороны, улучшить технико-экономические показатели машин (снизить массу, сократить трудоемкость изготовления и т. д.), а с другой – существенно экономить черные и цветные металлы.

Отличным свойством капролон (полиамид, ПА-6), является его способность хорошо поддаваться обработке на всех станках – сверлению, точению, растачиванию, фрезерованию, шлифованию. Вместе с тем, капролон имеет высокие показатели износостойкости, особенно при работе в условиях среды с присутствием абразивных частиц. Детали, сделанные с применением капролона, хорошо справляются с ударной нагрузкой, они долговечны и обладают способностью в узлах трения, работать без смазки. Из химических свойств, следует отметить его повышенную стойкость к воздействию масел, углеводов, кетонов, спиртов, эфиров, слабых кислот и щелочей.

Задача снижения силовых воздействий при токарной обработке капролона, в том числе, за счет применения регулирования режимов обработки, является актуальной.

В основном, капролон используется, как материал антифрикционного и конструкционного назначения, во многих областях промышленности: металлургии, станкостроении, авиастроение, кораблестроение, машиностроении, обувной, пищевой и даже медицине.

Степень её разработанности:

Результаты подобных, как теоретических, так и практических, исследований при механической обработке полимеров практически не приводятся в литературных источниках.

В данный момент времени, примеров, показывающих влияние режимов резания на силовые характеристики процесса при точении капролона практически отсутствуют, чем мотивировало нас начать исследования в данной области.

Основанием и исходными данными для разработки темы стало необходимость нахождения взаимосвязи производительности, качества обработки капролона

Обоснование необходимости проведения работы:

В связи с актуальностью применения данного материала в различных областях промышленности, появилась необходимость провести такие работы.

Цель:

Провести исследования влияния режимов обработки на силовые характеристики процесса при точении капролона.

В рамках поставленной цели определены **следующие задачи:**

- 1 Разработать методику исследования силовых характеристик при обработке капролона
- 2 Провести анализ зависимости силовых характеристик от режимов обработки капролона

Объект – технологии и инструменты, применяемые при обработке капролона.

Предмет – полимерный материал – капролон.

Методами решения задач исследования, при выполнении работы явились данные из теории резания, научные основы технологии машиностроения, статистические методы исследования.

Экспериментальные исследования проводились с использованием универсального станка 1К625, лабораторного стенда STD201-2 для фиксирования

характеристик сил резания и температуры резания. При разработке программы анализа полученных значений использовалось программное обеспечение Microsoft Excel

Научная новизна данной работы состоит в следующих положениях:

1 Впервые получены экспериментально установленные зависимости сил резания P_x , P_y , P_z и результирующей силы $P_{рез}$ от скорости резания V , от подачи S , от глубины резания t .

2 Даны практические рекомендации режимов обработки при точении капролона.

Достоверность и обоснованность обеспечивается корректностью постановки задач, обоснованностью принятых теоретических положений, подтвержденных результатами экспериментальных исследований процесса резания капролона.

Практическая значимость работы заключается:

1 В установлении режимов обработки при точении капролона.

2 В установлении взаимосвязи режимов обработки и силовых характеристик при обработке.

3 В получении результатов, которые могут быть применены в производственных условиях при точении капролона с целью получения качественных деталей.

Личный вклад автора:

Проведение экспериментов и обработка полученных данных с оглашением рекомендаций по точению капролона.

Основные положения работы, выносимые на защиту:

Графические зависимости силовых характеристик процесса токарной обработки капролона от режимов резания (скорость резания V , подача S , глубина резания t).

Публикации и апробация результатов работы:

Основные положения магистерской работы были доложены:

1 Научно-техническое творчество аспирантов и студентов: материалы 47-й научно-технической конференции студентов и аспирантов, Комсомольск-на-Амуре, 10-21 апреля 2017 г. /редкол.: Э.А. Дмитриева (отв. ред.) [и др.]. - Комсомольск-на-Амуре: ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2017. – 1292 с.

2 Авиамашиностроение и транспорт Сибири : сб материалов IX Всероссийской научно-практической конференции «Авиамашиностроение и транспорт Сибири» (г. Иркутск, 12-15 апреля 2017 г.) – Иркутск: Изд-во ИРННТУ, 2017. – 522 с.

Структура и объем МД изложена на:

| | |
|---------------------------|----|
| машинописного текста | 59 |
| рисунки | 29 |
| таблицы | 11 |
| использованных источников | 69 |

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность тема диссертации, сформулирована цель и задачи для ее достижения, показана научная новизна и практическая значимость, основные положения, выносимые на защиту, апробация работы и публикации.

В современном промышленном производстве широкое применение находят разнообразные пластические массы.

Развитие современного машиностроения, в том числе судостроения и многих других отраслей промышленности невозможно без применения полимерных материалов благодаря наличию у этих материалов ряда положительных свойств, таких как: небольшая плотность, удовлетворительная прочность, высокие антифрикционные свойства и другие. В последнее время при изготов-

лении различных механизмов и машин все чаще заменяют детали из дорогостоящих металлов и сплавов (бронза, латунь и т.д.) на аналогичные из пластмасс, в частности – изготовленные из капролона.

Использование полимерных материалов в современных конструкциях дает существенный выигрыш в массе, прочности, долговечности, стойкости к коррозии и агрессивным химическим средам. Эти материалы служат и прекрасным заменителем металлов. Так, из общего объема полимерных материалов, потребляемых в мире для замены металлов, 40-50% идет на изготовление деталей автомобилей, приборов, счетных машин и других изделий общего машиностроения; 30-35% на изготовление труб, фитингов и профилей; 10 - 15% – корпусов судов, деталей самолетов и ракет.

В первой главе приведен анализ существующего положения в области токарной обработки капролона и представлен литературный обзор состояния проблемы. Выявлен широкий диапазон деталей и изделий, которые производятся из полимерного материала – капролон. Приводятся сведения о физико-химических свойствах полимерных материалов и полиамидов. Рассмотрен физико-механический характер процесса токарной обработки, с выявлением силовых характеристик процесса обработки капролона, а именно силы резания P_x , P_y , P_z и равнодействующая сила P_p

Представлены анализ конструктивных параметров режущего инструмента и технологических режимов резания капролона, а также рекомендации для механической обработки.

Во второй главе описана методика решения поставленных задач и последовательность проведения эксперимента. Описана лабораторная установка для проведения экспериментов. В качестве режущих инструментов используются два токарных резца (рис. 1):

1. Проходной резец 1:
пластина с углом при вершине $\varepsilon = 90^\circ$, $\gamma = -5^\circ$, $\alpha = 6^\circ$, $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$.
2. Подрезной резец 2:

Пластина с углом при вершине $\varepsilon = 55^\circ$, $\gamma = -5^\circ$, $\alpha = 2^\circ$, $\varphi = 110^\circ$, $\varphi_1 = 15^\circ$.



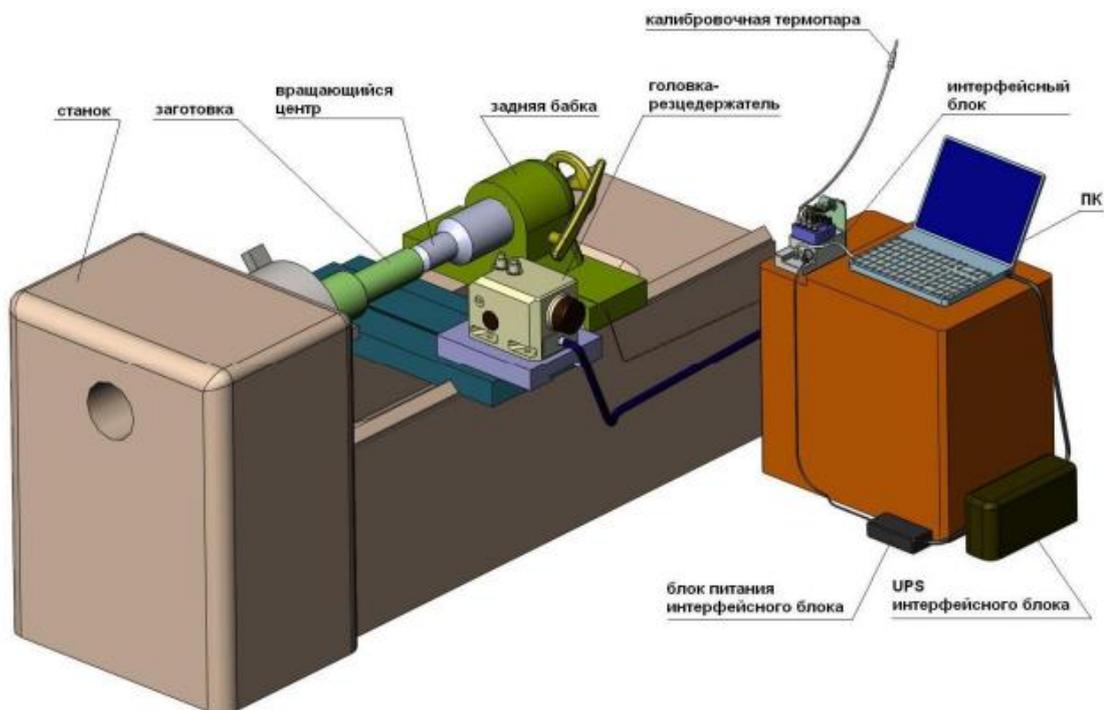
Рисунок 1 – Режущий инструмент:

а – проходной 1; б – проходной 2 резцы

Для измерения динамометрических данных по осям X, Y, Z, сил резания, в динамометр устанавливают режущий инструмент, заготовку закрепляют в патроне станка. При вращении заготовки детали и перемещении динамометра с резцом относительно заготовки осуществляется резание с заданной глубиной, что сопровождается регистрацией составляющих силы резания по указанным осям в направлениях указанных осей.

Для проведения эксперимента используется токарно-винторезный станок 1К625.

На рисунке 2 представлен общий вид расположения динамометра с блоком компьютера. Основным элементом выступает динамометр STD.201-2, который функционально состоит из головки-резцедержателя, интерфейсного блока, модуля подключения датчиков (рисунок 3), персонального компьютера и комплекта кабелей.



В экспериментах использовались заготовка из капролона диаметром 105 мм (рис. 3).



Рисунок 3 – Заготовка из капролона

Базовое программное обеспечение динамометра STD 201-2 позволяет провести регистрацию сил резания, вывести полученные значения в виде примитивных графиков и таблицы значений.

Исходные данные передаются в программу в виде файлов MS Office Excel (рис. 4). Далее программа считывает исходные значения и формирует массив данных для последующих расчетов и анализа. Программа исключает

возможную погрешность при ручном анализе данных и позволяет пользователю моделировать различные зависимости при помощи графиков.

| 1 | Время, с - Strain0 () | Динамич. нагрузка, кгс - Strain0 () | Время, с - Plot 1 | Динамич. нагрузка, кгс - Plot 1 | Время, с - Plot 2 | Динамич. нагрузка, кгс - Plot 2 |
|----|-----------------------|-------------------------------------|-------------------|---------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| 2 | 0 | 0,75 | 0 | -0,75 | 0 | 1,13 |
| 3 | 0 | 1,11 | 0 | 1,80 | 0 | 1,96 |
| 4 | 0 | 0,71 | 0 | 3,04 | 0 | 1,82 |
| 5 | 0 | 1,7 | 0 | 0,17 | 0 | 1,69 |
| 6 | 0,01 | 1,5 | 0,01 | 0,46 | 0,01 | 1,61 |
| 7 | 0,01 | 0,48 | 0,01 | 1,96 | 0,01 | 1,99 |
| 8 | 0,01 | 0,96 | 0,01 | 0,04 | 0,01 | 2,06 |
| 9 | 0,01 | 1,05 | 0,01 | -0,84 | 0,01 | 1,75 |
| 10 | 0,01 | 1,55 | 0,01 | 2,59 | 0,01 | 1,45 |
| 11 | 0,01 | 1,61 | 0,01 | 1,84 | 0,01 | 1,63 |
| 12 | 0,01 | 0,65 | 0,01 | 0,74 | 0,01 | 2,03 |
| 13 | 0,01 | 0,8 | 0,01 | 0,98 | 0,01 | 1,73 |
| 14 | 0,02 | 1,15 | 0,02 | 0,5 | 0,02 | 1,65 |
| 15 | 0,02 | 0,92 | 0,02 | 0,98 | 0,02 | 1,66 |
| 16 | 0,02 | 0,85 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 1,87 |
| 17 | 0,02 | 1,05 | 0,02 | 1,94 | 0,02 | 1,42 |
| 18 | 0,02 | 1,22 | 0,02 | 0,56 | 0,02 | 1,62 |
| 19 | 0,02 | 1,01 | 0,02 | 1,53 | 0,02 | 1,4 |
| 20 | 0,02 | 1,21 | 0,02 | -0,83 | 0,02 | 1,53 |
| 21 | 0,02 | 0,41 | 0,02 | 1,54 | 0,02 | 1,39 |
| 22 | 0,03 | 1,19 | 0,03 | 0,71 | 0,03 | 1,87 |
| 23 | 0,03 | 1,06 | 0,03 | 0,24 | 0,03 | 1,5 |
| 24 | 0,03 | 1,21 | 0,03 | 1,39 | 0,03 | 2,47 |
| 25 | 0,03 | 0,99 | 0,03 | 2,01 | 0,03 | 1,74 |
| 26 | 0,03 | 1,21 | 0,03 | -0,76 | 0,03 | 1,39 |
| 27 | 0,03 | 1,28 | 0,03 | -1,16 | 0,03 | 2,42 |
| 28 | 0,03 | 0,5 | 0,03 | 3,85 | 0,03 | 1,89 |
| 29 | 0,04 | 1,09 | 0,04 | 1,4 | 0,04 | 0,94 |
| 30 | 0,04 | 0,98 | 0,04 | -2,96 | 0,04 | 1,83 |
| 31 | 0,04 | 0,98 | 0,04 | 2,83 | 0,04 | 1,85 |
| 32 | 0,04 | 1,23 | 0,04 | 0,35 | 0,04 | 1,27 |
| 33 | 0,04 | 1,04 | 0,04 | -0,49 | 0,04 | 1,89 |
| 34 | 0,04 | 1,11 | 0,04 | 3,34 | 0,04 | 0,95 |
| 35 | 0,04 | 0,96 | 0,04 | 0,27 | 0,04 | 1,74 |
| 36 | 0,04 | 0,8 | 0,04 | 1,96 | 0,04 | 1,4 |
| 37 | 0,05 | 0,7 | 0,05 | -1,11 | 0,05 | 1,7 |
| 38 | 0,05 | 1,27 | 0,05 | 2,41 | 0,05 | 1,71 |
| 39 | 0,05 | 1,22 | 0,05 | 0,61 | 0,05 | 1,85 |

Рисунок 4 – Пример таблицы с данными из программы MS Excel

В третьей главе представлены результаты эксперимента и сделаны выводы. Были исследованы зависимости сил резания P_x , P_y , P_z и равнодействующей силы P_p резания от скорости резания V , подачи S и глубины резания t .

Общий вид графиков, который были получены в результате обработки данных, представлены на рисунках 5,6,7.

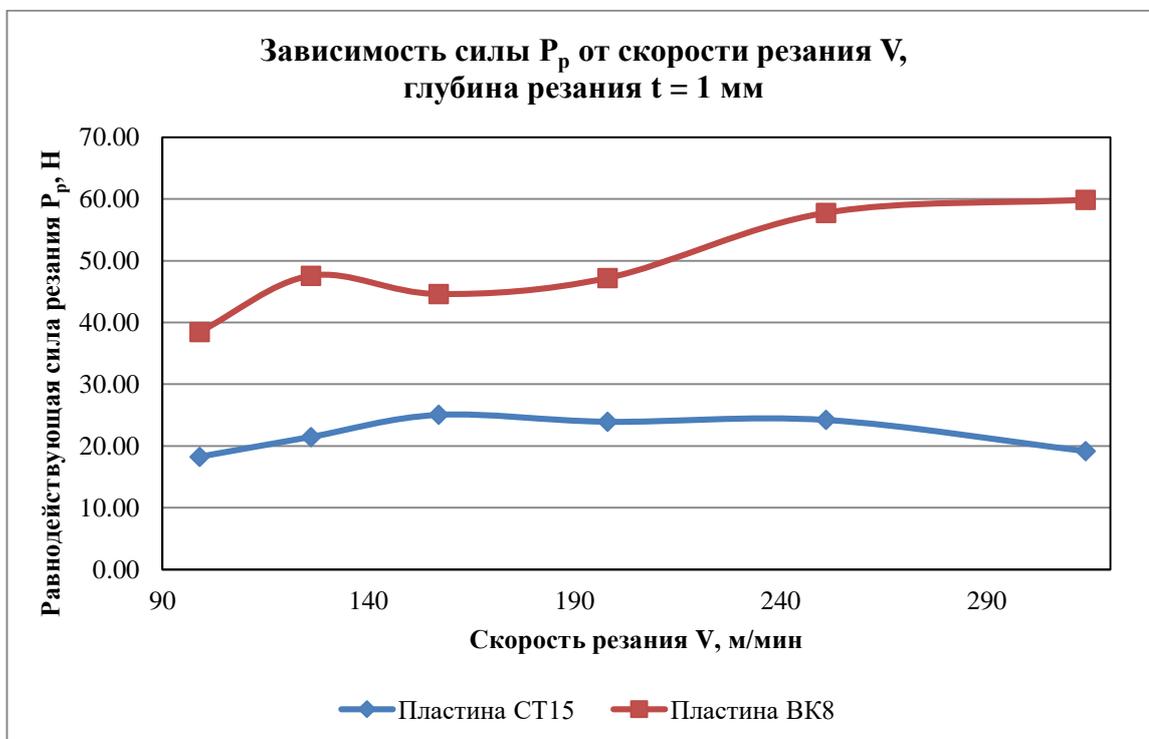


Рисунок 5 – График зависимости равнодействующей силы P_p от скорости резания V , глубина резания $t = 1$ мм

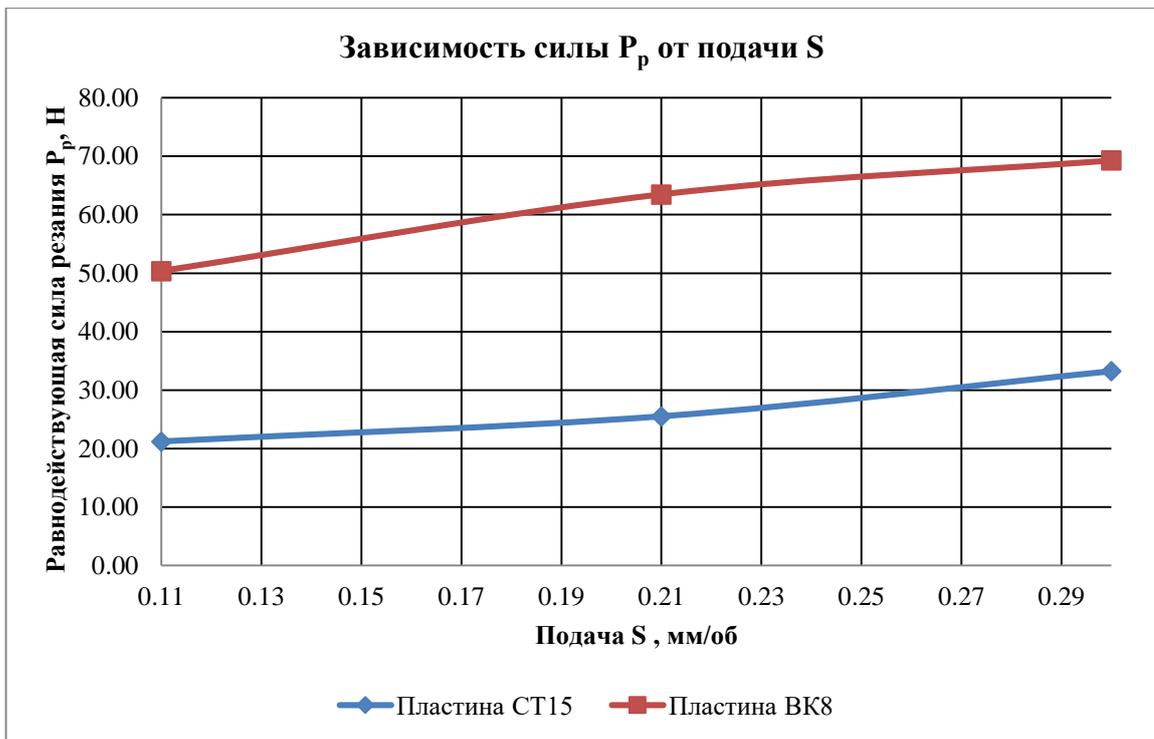


Рисунок 6 – График зависимости равнодействующей силы P_p от подачи S

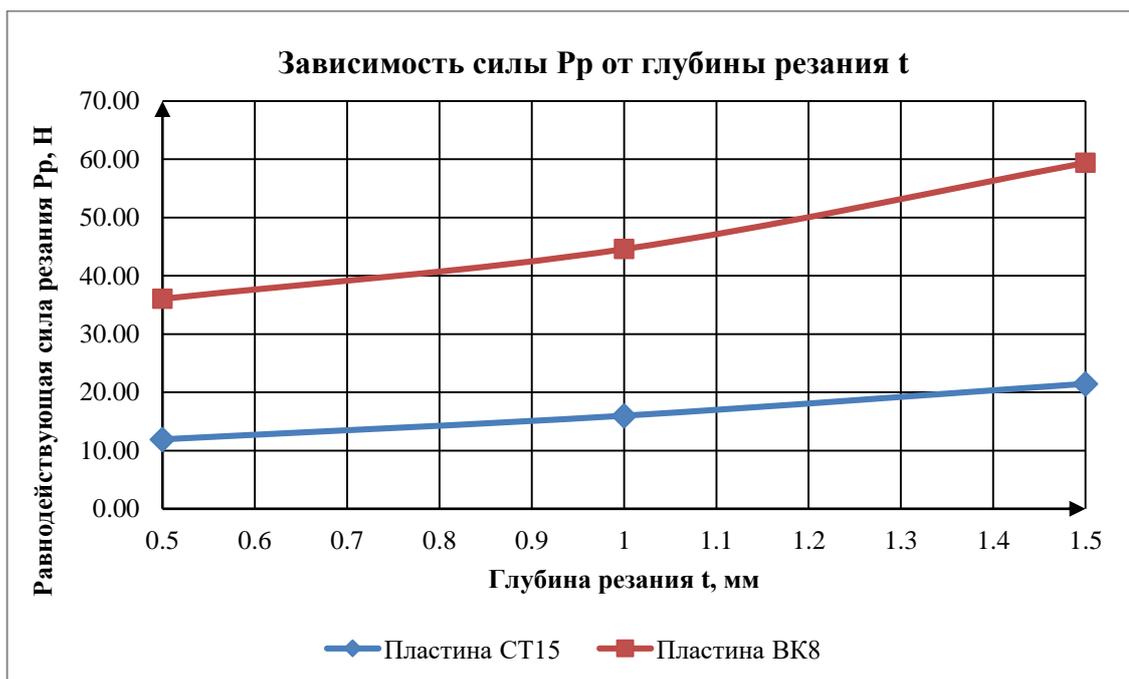


Рисунок 7 – График зависимости равнодействующей силы P_p от глубины резания t

По результатам работы, сделаны общие выводы:

1. Установлены оптимальные режимы обработки капролона разным инструментом с разной геометрией.

2. Для проходного резца с пластиной ВК8 режимы обработки при глубине резания $t = 1$ мм, при подаче $S = 0.11$ мм/об, **оптимальная скорость резания V равна 98 м/мин.**

3. Для подрезного резца с пластиной СТ15 режимы обработки при глубине резания $t = 1$ мм, при подаче $S = 0.11$ мм/об, **оптимальная скорость резания равна 98 м/мин.**

4. Для проходного резца с пластиной ВК8 режимы обработки при глубине резания $t = 0,5$ мм, при подаче $S = 0.11$ мм/об, **оптимальная скорость резания равна 198 м/мин.**

5. Для подрезного резца с пластиной СТ15 режимы обработки при глубине резания $t = 0,5$ мм, при подаче $S = 0.11$ мм/об, **оптимальная скорость резания равна 98 и 314 м/мин.**

6. Для проходного резца с пластиной ВК8 и для подрезного резца с пластиной СТ15, режимы обработки при скорости резания 157 м/мин, при изменении глубины резания t и подачи S , оптимальными режимами обработки можно назначить $t = 0,5$ мм и $S = 0.11$ мм/об.