

Министерство образования и науки Украины
Донбасская государственная машиностроительная академия

УДК 621.9

НЕСТЕРЕНКО ВЛАДИСЛАВ МАКСИМОВИЧ

ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ
МАГНИТНОАБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

8.05050301 – металлорежущие станки и инструменты

Автореферат магистерской работы

Краматорск - 2014

Работа выполнена на кафедре компьютеризированные мехатронные системы, инструмент и технологии Донбасской государственной машиностроительной академии Министерства образования и науки Украины.

Научный руководитель: кандидат технических наук, доцент
Иванов Иван Николаевич

Защита состоится 22 декабря 2014 года в 9 часов на заседании Государственной экзаменационной комиссии Донбасской государственной машиностроительной академии.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Развитие техники характеризуется непрерывным улучшением эксплуатационных характеристик материалов, из которых создаются детали машин, непрерывным совершенствованием технологических процессов их изготовления. Особое внимание уделяется окончательной обработке их поверхностей, которая в свою очередь подразделяется на резцовую и абразивную. В первом случае резание осуществляется лезвийным инструментом, во втором удаление слоя материала производится множеством миниатюрных резцов (абразивных зерен), соединенных связкой в единый инструмент или воздействующих на деталь, находясь в свободном состоянии. Качество рабочих поверхностей инструментов во многом определяется состоянием их поверхностного слоя. Основные свойства поверхности инструмента формируются в процессе его изготовления и, особенно, при отделочной обработке. Возрастающие требования к надежности инструмента вызывают необходимость совершенствования технологического процесса его изготовления, на базе применения новых отделочных методов

Анализ показывает, что до настоящего времени вопросы теории и практики магнитно-абразивной обработки, несмотря на многочисленные теоретические и экспериментальные исследования касающиеся качества обработки при высокой производительности, еще до конца не решены.

Поэтому исследование этих вопросов является актуальной задачей машиностроения.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Исследования, которые выполнены в магистерской работе, связаны с государственными бюджетными темами кафедры компьютеризированные мехатронные системы, инструмент и технологии Донбасской государственной машиностроительной академии Д03-13 «Разработка технологических систем для экологической обработки деталей энергетики на базе адаптивных многоцелевых тяжелых станков».

Цель и задачи исследования. Цель исследования – исследование влияние времени обработки и величины рабочего зазора на шероховатость при магнитно-абразивной обработке. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Осуществить анализ существующих методов финишной обработки поверхностей.
2. Исследовать магнитно-абразивную обработку сложнопрофильных поверхностей.
3. Разработать новую конструкцию устройства МАП метчиков.

Объект исследования – процесс магнитно-абразивной обработки метчиков.

Предмет исследования – устройство для МАП метчиков.

Методы исследования. Работа выполнена на основе фундаментальных положений, технологии машиностроения, теории резания, формообразования поверхностей инструментом, начертательной геометрии.

Научная новизна полученных результатов.

1. Разработано устройство магнитно-абразивной обработки метчиков.
2. Разработана принципиальная схема обработки и блок-схема управления устройством с помощью микропроцессора.
3. Установлено влияние технологических режимов (времени обработки, рабочего зазора) на производительность и параметр качества - шероховатость, при магнитно-абразивной обработке фасонных поверхностей.

Практическая ценность. Предложена конструкция устройства для магнитно-абразивного ополирования метчиков, которая может быть применена на любом машиностроительном заводе, которая позволит уменьшить параметры шероховатости в 2-2,5 раза.

Достоверность полученных результатов. Достоверность полученных результатов работы обеспечивается точностью постановки задач, использованием корректных методов исследования.

Личный вклад соискателя состоит в формулировке цели и задач работы; разработке методов их решения; проведении экспериментальных исследований. Вклад автора в работы, выполненные в соавторстве, состоял в непосредственном участии во всех стадиях работы, включая постановку задачи, выполнения теоретических и экспериментальных исследований.

Апробация результатов работы. Основные положения и результаты докладывались на конференции: международная научно-техническая конференция «Тяжелое машиностроение. Проблемы и перспективы развития» (г. Краматорск 2014г.)

Публикации. По результатам магистерской работы опубликовано 2 работы, из них: 1 в специализированных изданиях ВАК Украины, 1 тезисы доклада.

Структура и объем работы. Магистерская работа состоит из введения, шести глав, общих выводов, списка использованных источников с 44 наименованиями и 2 приложения. Основной текст изложен на страницах, содержит рисунков, таблиц. Общий объем работы содержит страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулирована цель и задачи исследования, научная новизна и практическое значение полученных результатов. Приведен уровень апробации работы, личный вклад соискателя и количество публикаций.

Первый раздел посвящен анализу нынешнего состояния вопроса по теме. Осуществлен анализ условий и особенностей осуществления финишной обработки.

Развитие современного машиностроения неразрывно связано с качеством и надежностью применяемого режущего инструмента. Возрастающие требования к качеству и надежности инструмента вызывают необходимость совершенствования технологии его изготовления, на базе применения новых отделочных методов обработки.

Наиболее эффективными видами для обработки инструментов с фасонной рабочей поверхностью являются методы, основанные на использовании эластичной связки или незакрепленного абразива. Одним из таких способов является технология магнитно-абразивной обработки которая широко применяемая при отделочной обработке поверхностей в различных отраслях машиностроения. При этом способе обработки обеспечивается не только уменьшение шероховатости обрабатываемой поверхности, но и улучшаются физико-механические характеристики поверхностного слоя изделия.

Большой вклад в развитие теории и практики магнитно-абразивной обработки внесли такие ученые как Ю.М. Барон [1,4], П.И. Ящерицын [3], П.Ю. Сакулевич [2] и др.

На выбор финишной обработки поверхностей влияют многие факторы, важнейшими из которых являются ;

- конструктивные особенности изделий и их функциональное назначение;
- материал;
- экономические и экологические показатели эксплуатации изделия.

Задачей процесса полирования является устранение следов предшествующей обработки и различных поверхностных неровностей (штрихов, царапин, неглубоких раковин и других дефектов) с целью получения гладкой поверхности, обладающей высокой способностью отражения света. Наиболее широко применяется полирование при подготовке поверхностей под гальванопокрытие, а также, для придания деталям блеска после гальванизации. Этого можно достичь и другими методами обработки, такими, как хонингование, доводка, суперфиниширование, но эти процессы требуют специального, достаточно сложного оборудования, правильно подобранных инструментов и режимов, и оправдывают себя тогда, когда кроме качества

обработанной поверхности требуется обеспечить и заданную точность. Поэтому для улучшения внешнего вида обработанных поверхностей широкое распространение получило полирование, так как оно выполняется на очень простых станках, причем полировальный инструмент можно легко сделать в любых условиях из войлока, кожи, ткани и других .

Наиболее удачным способом упрочнения является магнитно-абразивная обработка . С помощью магнитно-абразивной обработки можно механизировать такие операции как скругление острых кромок и удаление заусенцев, удаление окалины и тонких оксидных пленок, полирование разных по форме поверхностей, на деталях при этом происходит упрочнение обрабатываемых поверхностей.

Сущность магнитно-абразивной обработки заключается в воздействии на обрабатываемую деталь порошковой ферромагнитной массы, уплотненной энергией магнитного поля. При магнитно-абразивной обработке инструментом является ферромагнитный порошок, который находится в рабочем зазоре в подвижно-связанном состоянии. Роль связи между абразивными зернами выполняет магнитное поле, обладающее упругими силами воздействия на зерна порошка.

Второй раздел магистерской работы посвящен рассмотрению основным параметрам процесса магнитно-абразивной обработки.

При магнитно-абразивной обработке роль режущего инструмента выполняет порция магнитно-абразивного порошка, а заготовку для обработки размещают под магнитным индуктором на определенном расстоянии.

Для расчета силы давления порошка на обрабатываемую поверхность резания необходимо знать распределение магнитного поля и напряженность магнитных потоков в рабочем зазоре при магнитно-абразивной обработке фасонных поверхностей.

Для описания магнитных полей при магнитно-абразивной обработке индуктором на постоянных магнитах используется уравнения Максвелла магнитостатики:

$$\operatorname{rot} \vec{H} = \vec{J} ,$$

$$\operatorname{div} \vec{B} = 0 ,$$

где H — напряженность магнитного поля;

B — магнитная индукция;

J — электрический ток, вызывающий магнитное поле.

Основные свойства магнитов формируются в процессе изготовления их из магнитотвердых материалов и характеризуются кривой размагничивания -

участком петли гистерезиса магнита, расположенного во втором квадранте координат (напряженность внешнего магнитного поля H , магнитная индукция в среднем сечении магнита B).

Прямоугольная форма магнитов удобна для конструирования индукторов для магнитно-абразивной обработки, чем цилиндрической. Расстояния между разноименными полюсами индуктора удается сделать небольшими, что предполагает возможность использования биполярных схем для полирования даже небольших поверхностей и всегда обеспечивает высокий коэффициент полезного использования рабочей поверхности индуктора.

Для расчета магнитного поля в рабочем зазоре используется метод конечных элементов. Он основан на разбиении всей расчетной области на конечные элементы. Причем чем мельче эти элементы, тем точнее описание процессов и явлений, но тем больше затраты вычислительных ресурсов.

Третий раздел посвящен разработке устройства для экспериментальных исследований процесса магнитно-абразивного полирования метчиков.

Для исследования процесса магнитно-абразивной обработки режущей части резбонарезного инструмента на базе устройства [6] была разработана принципиальная схема и изготовлено устройство, схема представлена на рис3.2.

Предлагаемое устройство позволяет производить магнитно-абразивную обработку деталей, имеющих фасонные поверхности не только с прямолинейной образующей, но и сложные поверхности, описываемые непрерывными функциями и обеспечения оперативности переналадки. Расширение технологических возможностей устройства для магнитно-абразивной обработки и обеспечение оперативности переналадки осуществляется за счет того, что магниты и магнитопроводы расположены в шахматном порядке рядами и подпружинены относительно монолитной части верхнего блока с возможностью фиксации каждого ряда в нижнем блоке магнитного индуктора, благодаря чему рабочая поверхность индуктора способна принимать форму, эквидистантную сложной форме обрабатываемой фасонной поверхности.

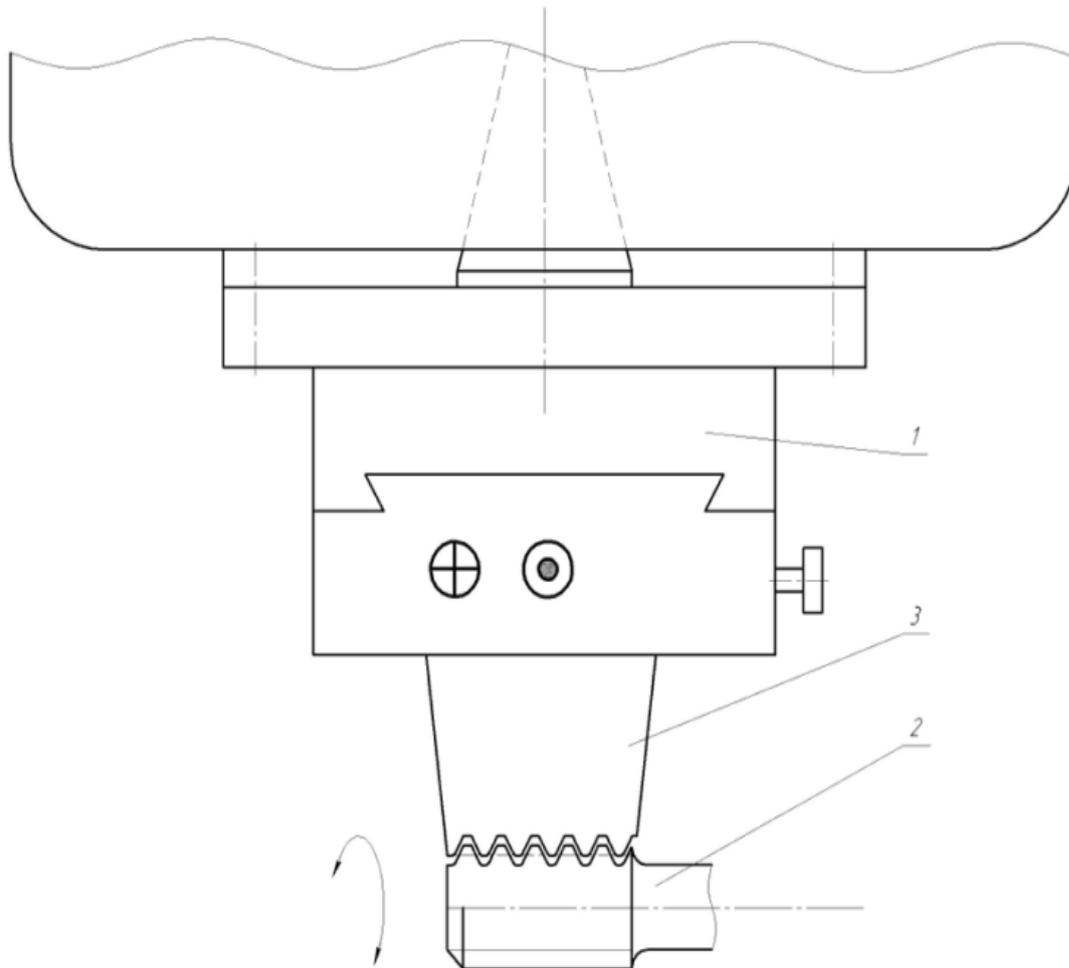


Рисунок 1 – принципиальная схема магнитно-абразивной обработки

Где: 1-Корпус устройства

2-Магнитная головка

3-Метчик

Устройство для магнитно-абразивной обработки (рис.2) содержит корпус 1 и перемещающийся относительно него магнитный индуктор, установленный с возможностью осцилляции, внутри магнитной головки 2 которого размещены верхний 3 с механизмом перемещения и нижний 4 блоки из ряда поочередно расположенных вертикальных магнитов 5 и магнитопроводов 6. Механизм перемещения верхнего 3 блока состоит из крепежного элемента 7 винта, и упругого элемента 8 спиральной пружины. Магниты 5 и магнитопроводы 6 расположены в шахматном порядке рядами и подпружинены, в частности, пружинами 9, относительно монолитной части 10 верхнего 3 блока с возможностью фиксации каждого ряда в нижнем блоке 4 с помощью винтов 11. В корпусе 1 расположена оправка 12, на которой внизу закреплен с возможностью изменения эксцентриситета кривошипный палец 13. Нижняя часть корпуса 1 выполнена в виде направляющих типа «ласточкин хвост», где размещена магнитная головка 2.

Для процесса магнитно-абразивной обработки метчика использовался Метчик М-12х1,25; материал режущей части Р6М5, прямоугольным хвостовиком.

Устройство для магнитно-абразивной обработки работает следующим образом:

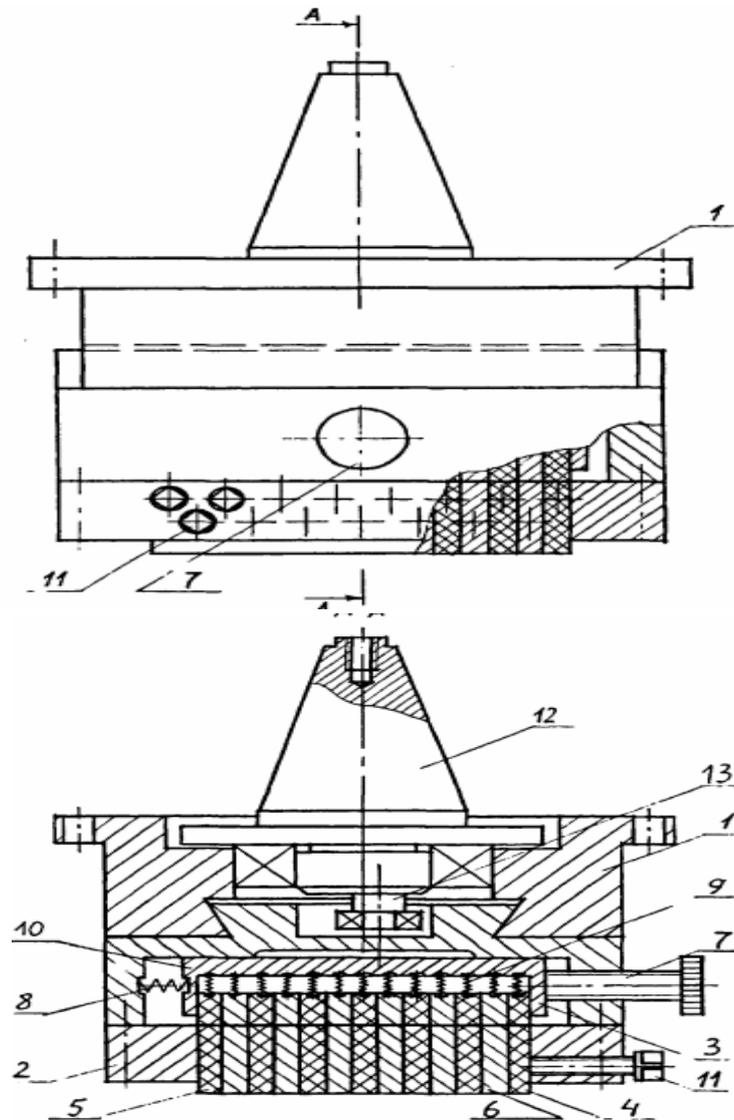


Рисунок.2-Устройство для магнитно-абразивной обработки

Устройство закрепляют в шпинделе станка. Обрабатываемый метчик закрепляли в трехкулачковый патрон делительной головки, установленной на столе станка. При вращении шпинделя станка с оправкой 12 криволинейный палец 13 сообщает магнитной головке 2 осциллирующее движение в горизонтальной плоскости. Включение и выключение магнитного поля в рабочем зазоре между магнитным индуктором и обрабатываемой поверхностью осуществляется смещением верхнего блока 3 относительно нижнего блока 4 на ширину магнита 5 с помощью механизма перемещения, ослабляя или закручивая крепежный элемент 7 и упругий элемент 8 .

Вначале рабочая поверхность нижнего блока 4 приводится в соприкосновение с обрабатываемой фасонной поверхностью детали, при этом магниты 5 и магнитопроводы 6, подпружиненные относительно монолитной части 10 верхнего 3 блока, при ослабленных винтах 11, перемещаясь в вертикальном направлении, контактируют с обрабатываемой поверхностью детали. Каждый ряд магнитов 5 и магнитопроводов 6 фиксируется в нижнем блоке 4 с помощью винтов 11. Устройство отводят от обрабатываемой поверхности на величину рабочего зазора. Амплитуда осцилляций регулируется смещением криволинейного пальца 13 относительно оси оправки 12. Величину рабочего зазора и амплитуду осцилляций для каждой фасонной поверхности определяют экспериментально так, чтобы во время работы не происходило касание рабочей поверхности нижнего блока 4 магнитного индуктора с обрабатываемой фасонной поверхностью.

При обработке метчику сообщается движение - вращение.

В рабочий зазор подается ферромагнитный абразивный порошок, который силами магнитного поля прижимается к обрабатываемой поверхности, а осцилляция магнитной головки сообщает зернам порошка движение, необходимое для полирования.

Четвертый раздел посвящен экспериментальным исследованиям процесса магнитно-абразивного полирования метчика.

Экспериментальные исследования проводились с целью определения влияния технологических параметров (времени обработки и величины рабочего зазора) на шероховатость обработанной поверхности метчика. Для достижения поставленной цели проводились однофакторные эксперименты. Варьируя одним технологическим параметром, определялось его влияние на качества поверхности и производительность. Повторяемость эксперимента — 10.

После обработкой образцы были размагничены, для того чтобы исключить влияние магнитного поля во время контроля на измерительные приборы. И также были оценены показатель качества: шероховатость.

Обработка результатов экспериментов осуществлялась на ЭВМ с помощью метода наименьших квадратов.

Метод наименьших квадратов (МНК) применяется при аппроксимации функций, то есть построении аналитической зависимости по табличным данным.

Решение задачи включает в себя 3 этапа:

1 Выбор вида аналитической зависимости

$$Y=f(X,C_1,C_2,\dots,C_k); K<N.$$

2 Приведение зависимости к линейной относительно коэффициентов $C_1...C_k$

3 Нахождение коэффициентов $C_1, C_2, ... C_k$.

Полученные зависимости приведены на рисунках 3...4, по которым можно сделать следующие наблюдения.

Влияние времени обработки на шероховатость поверхности (рис.4.2). Исходная шероховатость $R_a = 0.70$ мкм. В первые 15 с идет интенсивное снижение шероховатости на 50%, за 30 с шероховатость снизилась на 60%, за 45 с шероховатость снизилась на 65%, а за 60 с шероховатость снизилась на 70%.

Влияние рабочего зазора на шероховатость поверхности (рис.4.3). При обработке с рабочим зазором 1,2 мм обеспечивается шероховатость $R_a = 0.23$ мкм. С уменьшением зазора шероховатость уменьшается, уменьшение зазора до 1,0 мм шероховатость снизилась на 8%, уменьшение зазора до 0,8 мм шероховатость снизилась на 13%.

R_a , мкм

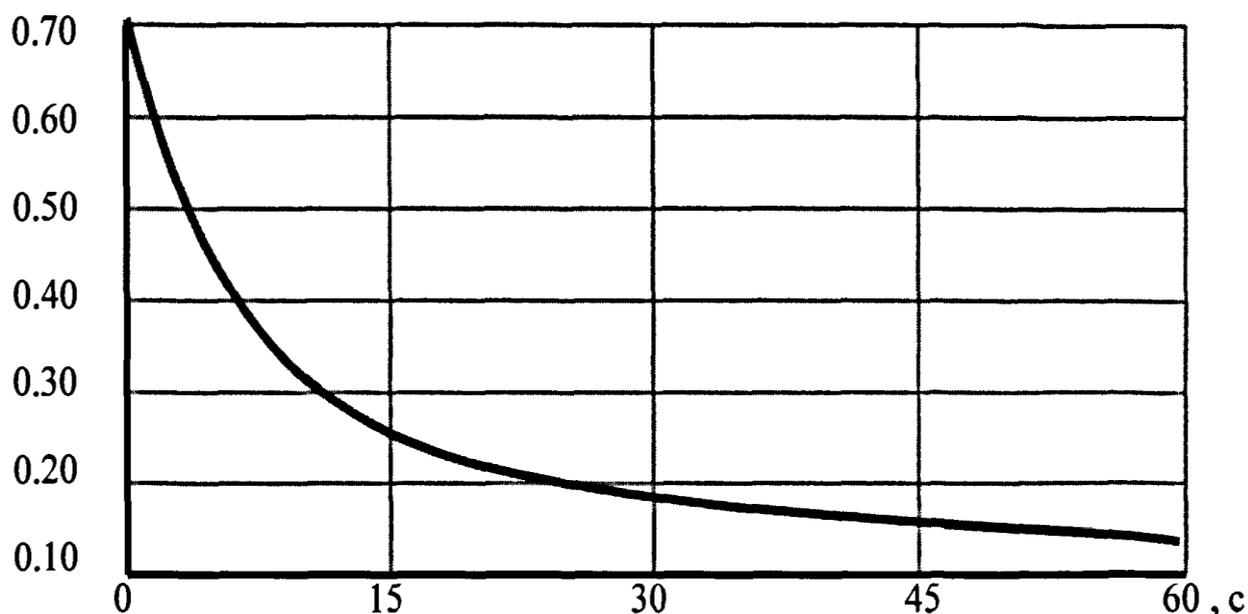


Рис.3. Влияние времени обработки на шероховатость поверхности

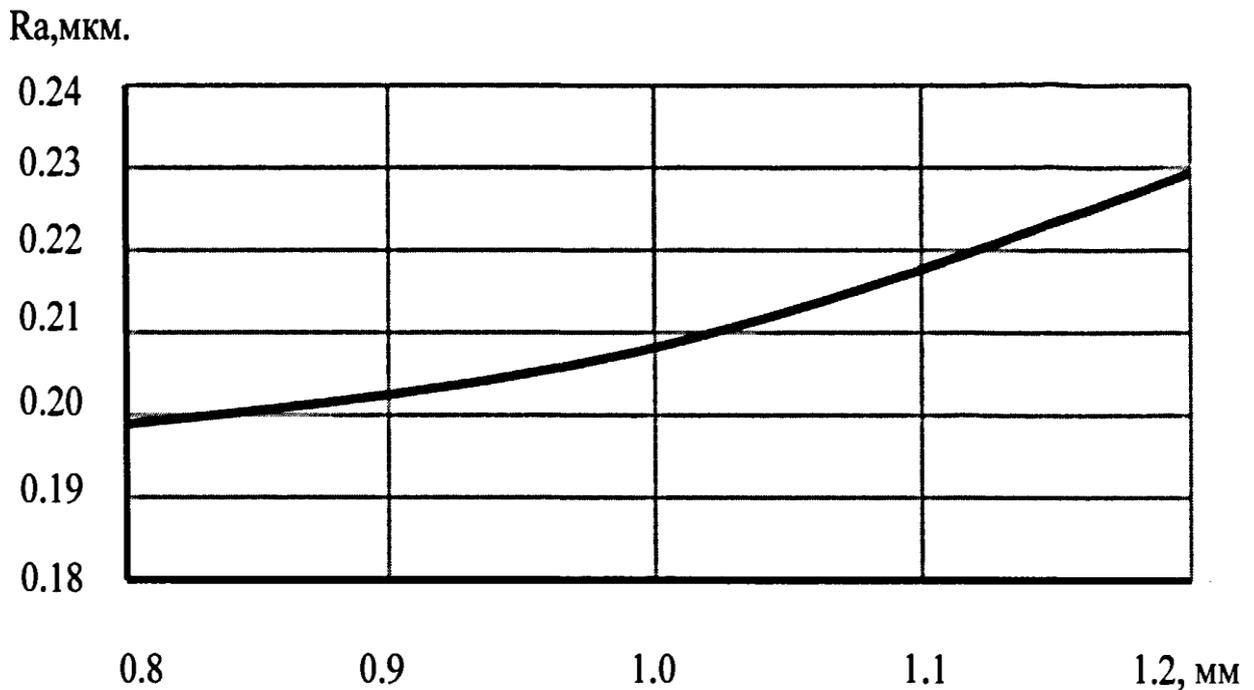


Рис.4. Влияние рабочего зазора на шероховатость поверхности

Таким образом результаты исследования подтвердили целесообразность применения магнитно-абразивной обработки метчиков, которая повышает точность, качество и производительность обработки режущей кромки метчика. При магнитно-абразивном полировании необходимо учитывать время обработки и величину рабочего зазора между обрабатываемой поверхностью и поверхностью элетромагнита.

Пятый раздел является экономической частью магистерского дипломного проекта. Модернизация станка новым заданием на проектирование, позволяет изменить продолжительность его эксплуатации, т.е. увеличить годовой эффективный фонд времени работы на 1%.

Рассмотрев базовый и новый вариант процесса производства на станке, была подтверждена эффективность нового производства по сравнению со старым.

Произведя расчет новых экономических показателей, были достигнуты такие показатели: разность полной годовой себестоимости выпуска продукции составляет 849521,93 грн, экономический эффект от модернизации при окупаемости общих вложений составил 6325 грн, чистая прибыль составляет 1326151,89 грн, срок окупаемости средств, вложенных в модернизацию 0,9 года.

При работе станка получили повышение эффективности, фонда времени работы, существенное сокращение вспомогательного времени.

Шестой раздел посвящен вопросу охраны труда. Проведен анализ опасных и вредных производственных факторов, мероприятия по

промышленной санитарии, технике безопасности. Выполнен расчет на прочность конструкции защитного экрана из оргстекла «2-55», рассчитана система защитного заземления.

ВЫВОДЫ

1 С использованием метода поискового конструирования разработана конструкция устройства для магнитно-абразивной обработки (патент на изобретение RU №2220836), для обработки фасонных поверхностей с прямолинейной или криволинейной образующей.

2 Проведенные экспериментальные исследования позволили выявить закономерности и математические зависимости влияния технологических режимов (времени обработки, рабочего зазора) на параметры качества и производительность при магнитно-абразивной обработке фасонных поверхностей.

3 Результаты теоретических и экспериментальных исследований положены в основу методики расчета конструктивных параметров индуктора и технологических режимов для магнитно-абразивной обработки фасонных поверхностей.

4 Операции МАП могут выполняться по различным схемам.

5 Особые затруднения в производственных условиях вызывает обработка сложнопрофильных поверхностей, но магнитно-абразивная обработка позволяет облегчить обработку сложнопрофильных поверхностей, в виду того что тут не требуется изготовление сложнопрофильного инструмента.

6 классификация методов финишной обработки, которая показывает множество способов этого процесса.

7 Магнитно-абразивная обработка метчиков позволяет повысить стойкость в 2-3 раза. Стойкость увеличивается за счет уменьшения времени приработки инструмента, увеличения микротвердости поверхности рабочей части инструмента, уменьшения коэффициента трения в виду структурных изменений материала.

8 Применение метчиков, подвергнутых магнитно-абразивному полированию позволяет производить нарезание резьбы одним метчиком.

9 Экспериментальные исследования подтвердили целесообразность применения магнитно-абразивной обработки с целью повышения производительности и качества обработки сложнопрофильных поверхностей.