

СОСТОЯНИЕ И ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ В МАССОВОМ И КРУПНОСЕРИЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Баранов Н.С. - студент, Ятло И.И. - к.т.н., доцент, Буканова И.С. - к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Современное массовое и крупносерийное производство отличается большими объемами выпускаемой продукции, высокой степенью автоматизации, как самого производства, так и процесса управления качеством. Вместе с тем с ростом производительности современных автоматических линий возникла проблема контроля текущего состояния технологического процесса (ТП), что необходимо для выработки управляющих воздействий. Во многих случаях отсутствуют датчики, которые могли бы встраиваться в технологические линии и автоматически контролировать необходимые параметры. Это приводит к большому объему ручного труда, запаздыванию информации и, следовательно, к несвоевременному вмешательству в технологический процесс, что вызывает повышение уровня брака, лишние затраты на его выявление и исправление.

Наиболее актуальна эта проблема в комплексном автоматизированном производстве (КАП) на базе автоматических роторных линий, где достигнута высочайшая степень автоматизации производства, и где остро проявились противоречия между современной техникой и устаревшей методикой управления качеством продукции [1, 2].

Применение современных автоматических линий с производительностью до 2000 шт./мин существенно повышает требования к бездефектности продукции и, тем более, системе управления и контроля. Основная задача, возникающая в этой связи - это предельная автоматизация производства, в том числе всех контрольных операций. Решение этой задачи позволит перейти к полностью непрерывному производству, отказаться от формирования партий изделий, предъявляемых к испытаниям [3].

Анализ КАП, проведенный В.Г.Григоровичем [4], выявил ряд недостатков, присущих применяемым методам управления качеством. В КАП применяются технические условия на приемку изделий, которые, несмотря на их постоянное совершенствование, обилие указаний по нормам контроля, не дают представления о качестве партий, о риске Потребителя, связанном с принятием "плохой" партии, риске Поставщика, возникающем при браковании "хорошей" партии. Планы контроля, заложенные в ТУ, теоретически не обоснованы и существенно отличаются (в худшую сторону) от существующих зарубежных и российских стандартов.

Если до 1991 года основным заказчиком было государство, возмещавшее практически любые расходы на управление качеством продукции, то в настоящее время предприятия вынуждены всемерно снижать себестоимость продукции, одновременно повышая качество.

Распространение и внедрение в России международных стандартов управления качеством ИСО 9000-9004, ИСО 8402 привело к необходимости не только повышения качества продукции, но и документального подтверждения этого. Возникает необходимость разработки и внедрения на каждом производстве научно-обоснованной системы управления качеством.

Статистический контроль качества впервые был предложен Шухартом У.А. в 1931 году, как метод контроля продукции массового производства. Цель статистического контроля - стабилизация параметров качества в производственных процессах.

Состояние ТП характеризуется точностью и стабильностью - основными характеристиками, влияющими на качество продукции. Точность - свойство ТП, обуславливающее близость действительных и номинальных значений параметров продукции по их распределению вероятностей. Стабильность - свойство ТП, обуславливающее постоянство распределений вероятностей параметров в течение заданного интервала времени без вмешательства извне.

Шухарт предложил оценивать состояние технологических операций по выборочным значениям среднего арифметического и среднего квадратического отклонения, и разработал на их основе первую контрольную карту для регулирования ТП. Основным её недостатком стала высокая трудоёмкость.

С целью снижения трудоёмкости карты Шухарта, Д. Шайниным была предложена карта регулирования, не требующая вычисления статистических оценок. Она основана на последовательном анализе А.Вальда. Карта имеет три области: 1) "не вмешиваться"; 2) "продолжить измерения"; 3) "произвести подналадку". При контроле последовательно производят измерения изделий и определяют, в какой интервал попал результат. Значение каждого последующего измерения суммируется с предыдущим и заносится в соответствующую клетку карты. Достоинство карты Шайнина в том, что наладчику не нужно полагаться только на свою интуицию. Однако она не исключает необходимости измерения фактического значения контролируемого параметра.

Обобщая рассмотренные примеры контрольных карт, можно выявить определённую тенденцию в их построении. Упрощение карты, а, следовательно, повышение оперативности работы с ней неизбежно приводит к снижению информативности контроля и возможностей управления ТП (карта Нельсона, зонная карта). Напротив, стремление повысить информативность контроля сопряжено с более сложными вычислительными действиями, что снижает оперативность контроля и управления ТП (карты Шухарта и Шайнина).

Чтобы повысить информативность контроля с помощью предельных калибров, необходимо учесть информацию о виде распределения значений контролируемого параметра. В этом случае вместо сложной двойной карты Шухарта можно использовать карту дефектных изделий, а контроль производить с помощью предельных калибров, настроенных на более узкие по сравнению с допуском границы контроля.

Однако результаты контроля не фиксируют величины смещения центра рассеяния размеров. Кроме того, при разработке карты не учитывалось, что контроль на узких границах позволяет снизить объём выборки, необходимый для достижения такого же риска изготовителя, как и на широких границах.

Стремление снизить затраты на оценку качества готовой продукции массового производства потребовало применения статистических методов к задачам приёмочного контроля. Статистический приёмочный контроль (СПК) успешно внедряется в промышленности и постоянно совершенствуется во многих странах. СПК осуществляется как по количественному, так и по альтернативному признаку. Контроль по количественному признаку информативнее и поэтому для одного объёма партии требует меньшего объёма выборки, чем контроль по альтернативному признаку. Однако в условиях массового производства экономичность последнего служит причиной его широкого применения.

На базе контроля по альтернативному признаку разработаны несколько систем формирования планов СПК. В России разработана система СПК на основе принципа распределения приоритетов. Изготовитель планирует СПК по заданным значениям предельного уровня дефектности и риска потребителя, в одностороннем порядке задавая величину среднего уровня дефектности и риска изготовителя. Потребитель планирует свои планы СПК по заданным значениям входного уровня дефектности и риска изготовителя. Статистические методы являются базисом новой культуры управления, позволяющей вывести производство на качественно новый уровень.

Для целей контроля и управления ТП необходимо, во-первых, иметь математическую модель процесса, описывающую взаимосвязи между технологическими параметрами; во-вторых, необходимо знание законов распределения контролируемых параметров, необходимых для оценки уровней брака; в-третьих, для окончательного контроля произведённой продукции применять планы статистического приёмочного контроля.

Для построения модели ТП используются, в основном, методы корреляционного анализа, которые дают достоверные результаты только в том случае, когда модель линейна и все параметры, включенные в модель, имеют нормальное распределение.

Если эти условия не выполнены, то получаемые с помощью модели результаты не могут быть адекватно проанализированы, числовые характеристики не дают никакой информации о реальных связях и практически невозможно построить доверительные интервалы оцениваемых параметров.

В настоящее время в стране используются два основных стандарта на статистический приемочный контроль по альтернативному признаку, а именно: ГОСТ 18242-72, предназначенный для применения внутри предприятия, а также при проведения независимой экспертизы качества, и ГОСТ Р 50779. 52-95, используемый для выходного контроля при приемке партии изделий.

Планы ГОСТ 18242-72 построены с применением принципа нарастания приёмочного числа AQL. Чем меньше объём партии и AQL, тем больше планов СПК с нулевым приёмочным числом. С увеличением AQL - объём выборки для постоянного приёмочного числа уменьшается. Объём выборки увеличивается с ростом объёма партии для постоянного AQL. Таким образом, мы можем сделать вывод о том, что планы контроля рассчитаны исходя из вычислительных возможностей, а не интересов потребителя и изготовителя. Следствием отсутствия функциональной связи между объёмом партии и объёмом выборки является высокий средний объём контроля. Планы с нулевым приёмочным числом не удовлетворяют требованиям производителя, так как чрезмерно ужесточают требования к качеству продукции.

Планы ГОСТ Р 50779.52-95 рассчитаны на максимальное удовлетворение интересов заказчика, оставаясь на уровне заданного риска потребителя. Для удовлетворения тех требований, которые возникают при использовании этих планов, производитель вынужден поддерживать качество продукции на существенно более высоком уровне, чем это необходимо потребителю. Следует отметить, что данный стандарт не рассчитан на массовое или крупносерийное производство, так как он предоставляет планы СПК для продукции с объёмом партии до 1200 штук. Для партий с числом изделий от 1200 штук и выше предоставлен единственный план контроля, таким образом, погрешности расчётов повышаются с ростом числа изделий в партии.

Разработка АСУ качеством в настоящее время на разных этапах требует применения различных методов математической статистики, не связанных друг с другом, не имеющих возможности использования данных одного этапа в других, что приводит к усложнению системы и увеличению материальных затрат.

Высокая производительность современных автоматических линий приводит к тому, что процессы измерений и обработки данных, выработка и реализация управляющих решений, занимающие несколько минут, запаздывают и приводят к появлению брака, которого возможно избежать в случае применения безынерционного способа управления.

По нашему мнению, единым образом описать все этапы построения и функционирования АСУ качеством и избежать указанных выше недостатков позволяет математическая теория информации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Владимиров В.Я. Пути внедрения статистического контроля качества изготовления патронов на автоматических роторных линиях. / Журн. МО СССР, 1973. Серия XXIII, Вып. 6. - с. 71-76.
2. Глыбин Ю. А., Поселенов Л. И., Сишогин А. И., Парышка М.И., Никольский В.С. Система управления качеством изделий в условиях непрерывного поточного производства.// В сб.: Вопросы оборонной техники, серия XXIII, вып 1981, с. 16-25.

3. Лapidус В.А. Новые проекты стандартов на статистический приемочный контроль и рыночные правовые отношения. // Надежность и контроль качества. 1992. - № 4. - с. 4-11.

4. Григорович В.Г., Горелов А.С., Юдин С.В. Информационный метод определения межоперационных допусков. // Исследован. в области безлюдной технологии гибких производственных и комплексно-автомат. систем. Тула, ТПИ, 1985, вып. 2(10). - с. 89-93.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ИЗДЕЛИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ 3D-ПЕЧАТЬЮ НА СЖАТИЕ

Белоплов С.В. - студент, Малышев С.О. - магистрант, Балашов А.В. - к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В настоящее время начинает распространяться новый метод получения деталей – 3D печать. Процесс создания цельных трехмерных объектов практически любой геометрической формы на основе цифровой модели называют «аддитивным производством» или 3D-печатью.. 3D-печать основана на концепции построения объекта последовательно наносимыми слоями, отображающими контуры модели.

Одним из распространенных методов 3D-печати является – экструзионный. При этом методе нить из термопластика (полилактид (PLA), акрилонитрил-бутадиенстирол (ABS) и др.) 2 подается в печатающую головку 1, где разогревается и выдавливается через экструдер на подвижную платформу 3D-принтера (рисунок 1).

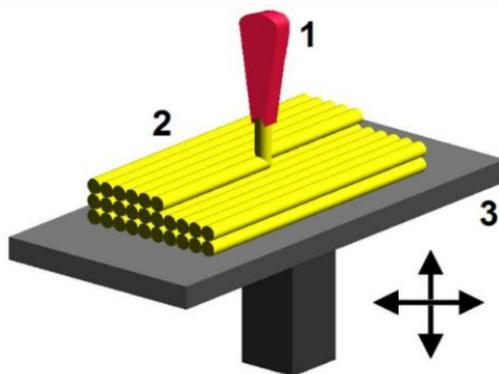


Рисунок 1 - Схема работы 3D-принтера

Для применения этого метода в машиностроении необходимо изучить влияние режимов печати на параметры качества, полученных изделий [1-4].

Для изучения влияния структуры изделий, полученных 3D-печатью проведены испытания на сжатие.

Испытания на сжатие проводились в соответствии с ГОСТ 4651-82. По рассмотренной технологии напечатаны образцы 50×50×50 мм из пластика – ABS F133 на 3D принтере MakerBot Replicator 2X (рисунок 2).



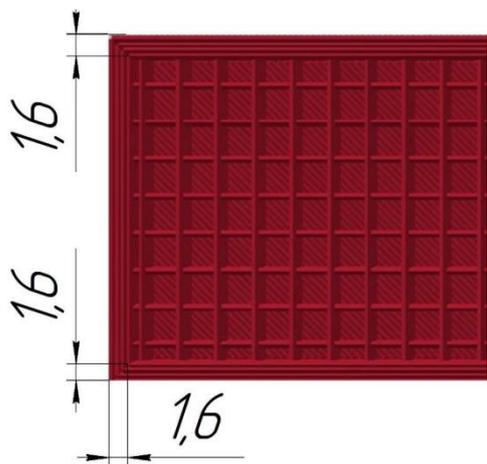
а) 3D-принтер MakerBot Replicator 2X



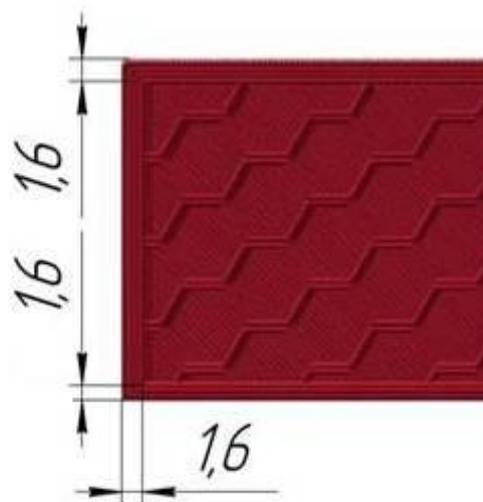
б) Образцы для испытания на сжатие

Рисунок 2 – Печать образцов на 3D-принтере

Образцы печатались при следующих режимах: тип; диаметр сопла экструдера - 0,4 мм; высота слоев - 0,25 мм; температура экструдера - 230°C; температура стола - 120°C; скорость печати 90 мм/с; толщина периметра образца – 1,6 мм, формирование слоёв с внутренним заполнением материала 20, 40, 60, 80 и 100%, структура слоев – четырехгранник и шестигранник (рисунок 3).



а) Образцы с четырехгранник структурой



б) Образцы с шестигранной структурой

Рисунок 3 – Внутренняя структура образцов

Далее образцы испытывались на сжатие на испытательной установке INSTRON 3369 (рисунок 4). Метод основан на нагружении испытуемого образца сжимающей возрастающей нагрузкой при установленной скорости деформирования. В соответствии с ГОСТ 4651-82 определяли напряжение сжатия при установленной относительной деформации – 10%.



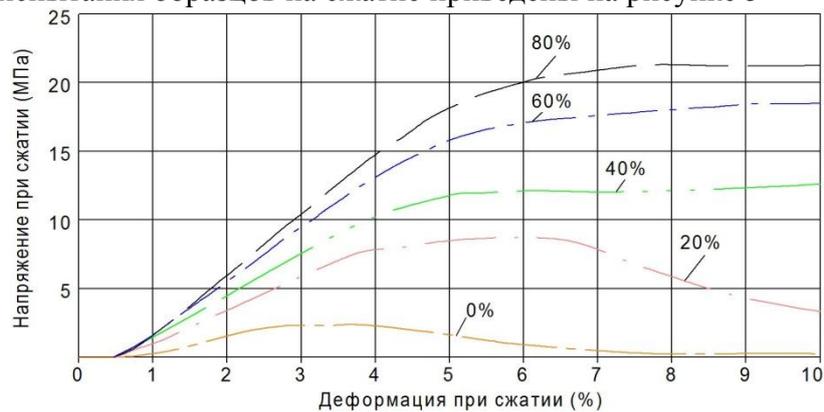
а) Испытательная установка INSTRON 3369



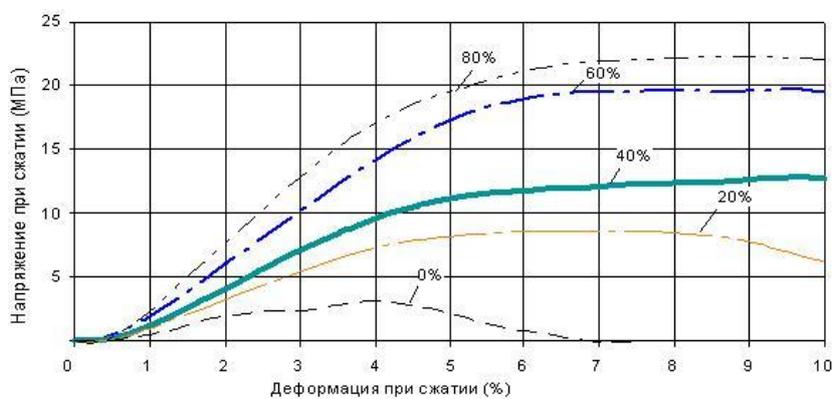
б) Нагружение образца

Рисунок 4 - Испытания на изгиб

Результаты испытания образцов на сжатие приведены на рисунке 5



а) Структура шестигранник



б) Структура четырехгранник

Рисунок 5 – Диаграмма сжатия образцов с процентом заполнения 0, 20, 40, 60, 80%

Результаты обработки экспериментальных данных выявили, зависимость напряжения сжатия при установленной относительной деформации – 10% от заполнения материалом (рисунок 6).

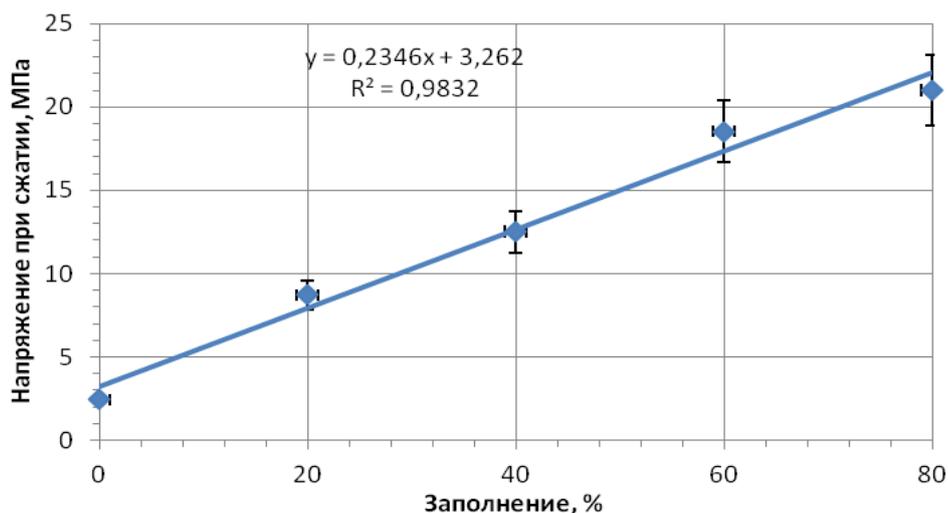


Рисунок 6 – Зависимость максимального напряжения при сжатии при относительной деформации 10 % от заполнения материалом детали

Зависимость влияния процента заполнения материала по шестиугольной схеме на напряжение при сжатии описывается уравнением 1.

$$\sigma_{сд6} = 0,2346 \cdot \theta + 3,262 \quad (1)$$

где – $\sigma_{сд6}$ – напряжение сжатия образца, заполненный по шестиугольной схеме при установленной относительной деформации – 10%;

θ – процент заполнения материала.

Выводы

Установлена зависимость напряжения при сжатии при установленной относительной деформации – 10% деталей из ABS пластика от заполнения материала при шестигранной внутренней структуре.

Установленная зависимость напряжения при сжатии изделий из термопластика ABS может использоваться для проектирования изделий, которые будут изготавливаться методом экструзионной 3D-печати.

Список литературы

1. Белоплов С.В. Исследование прочности изделий, полученных методом 3D-печати / Белоплов С.В., Потапов И.С., Черданцев А.О., Балашов А.В., Новиковский Е.А./ В сборнике: Металлообрабатывающие комплексы и робототехнические системы - перспективные направления научно-исследовательской деятельности молодых ученых и специалистов сборник научных статей II Международной молодежной научно-технической конференции: в 2 томах. 2016., Юго-Западный государственный университет, г. Курск. С. 45-49.
2. Балашов А.В. Исследование прочности изделий, полученных методом 3D-печати /Балашов А.В., Черданцев А.О., Новиковский Е.А., Ананьин С.В., Белоплов С.В./ Ползуновский вестник. 2016. № 2. С. 61-64.
3. Белоплов С.В. Изготовление литейной модели методом 3D печати/Белоплов С.В., Балашов А.В., Черданцев А.О., Новиковский Е.А., Заборцева М.Н./Ползуновский альманах. 2016. № 4. С. 12-18.

4. Балашов А.В. Исследование свойств изделий, полученных 3D-печатью / Балашов А.В., Белоплов С.В., Малышев С.О., Новиковский Е.А., Фёдоров В.А./ Актуальные проблемы в машиностроении. 2017. Том 4 №2. С. 120-126.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СБОРНОЙ ТОРЦОВОЙ ФРЕЗЫ В ПРИКЛАДНОМ ПАКЕТЕ RECURDYN

Горин Е.Ю. - аспирант, Кряжев Ю.А. - к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В современном машиностроении предъявляются высокие требования к точности получаемых размеров, к отклонениям формы, шероховатости и другим геометрическим параметрам качества поверхности изготавливаемых деталей [2]. Известно, что процессы механической обработки не являются стабильными, нестабильны и параметры всех элементов технологической системы. Поэтому для обеспечения стабильности параметров качества деталей, изготавливаемых методами механической обработки необходимо использование динамических моделей, прогнозирующих технологические параметры, которые оптимальны и обеспечивают устойчивость выполнения технологической операции. Современные прикладные объектно-ориентированные программные пакеты (CAMeL-View, RecurDyn, ANSYS) позволяют произвести разработку модели технологической системы (станок, приспособление, инструмент, деталь) с возможностью программного управления её движениями. Для решения этих задач может быть использован пакет прикладных программ RecurDyn, который широко применяется для создания моделей различных механических систем, их анализа и оптимизации конструкции, и использует идеологию визуального объектно-ориентированного программирования [1]. Это объясняется функциональными возможностями 3D моделирования и наличием полного спектра средств инженерного анализа.

Моделирование напряжений, деформаций, частот собственных колебаний, момента инерции, амплитудно-частотных характеристик и других параметров, характерных для процесса механической обработки резанием, осуществляется компьютерным исследованием объемных твердотельных моделей режущего инструмента, заготовки и других элементов технологической системы.

Твердотельная модель сборной торцовой фрезы и заготовки создавалась с помощью программы SolidWorks Version 2014. На рисунке 1 показаны модель торцовой фрезы с цилиндрическими вставками (демпфирующими элементами) для регулирования жесткости. Конструкция данной сборной торцовой фрезы разработана на кафедре «технология машиностроения» АлтГТУ им. И.И. Ползунова и защищена патентом РФ (патент на изобретение № 2559078).

Для моделирования динамического состояния сборной торцовой фрезы во время процесса резания использовался программный комплекс RecurDyn V8R3.

Элементы торцовой фрезы моделируются как твердые тела, массово-геометрические характеристики которых определяются по задаваемым пользователем размерам и плотности материала.

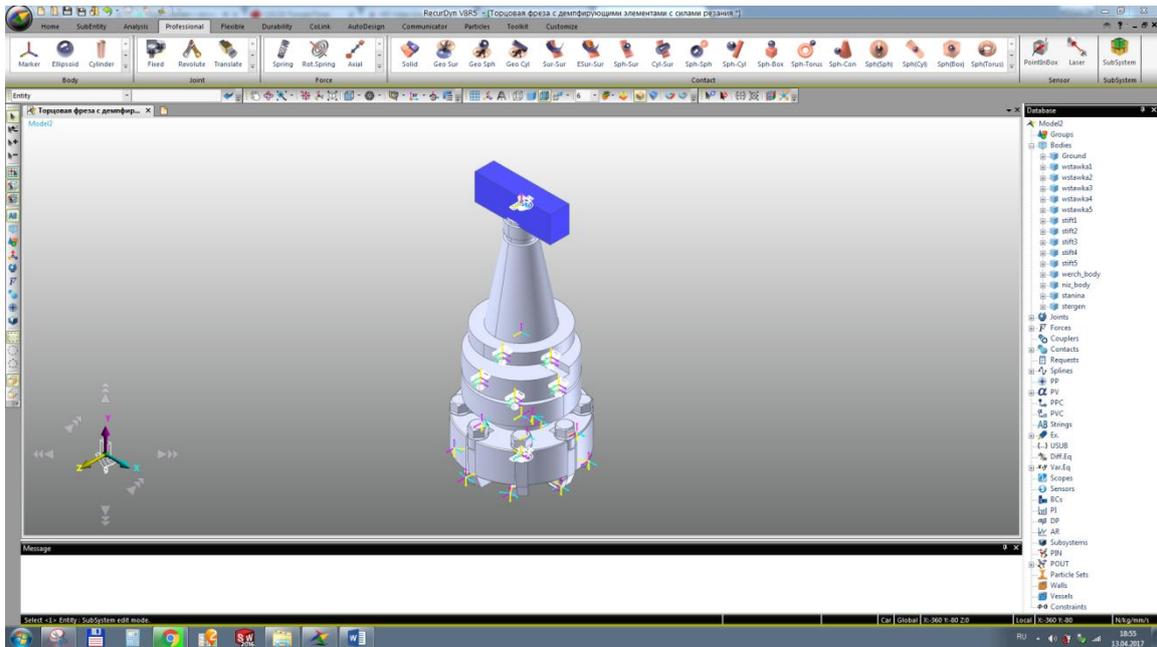


Рис. 1. – Окно программы RecurDyn с импортированной твердотельной моделью торцевой фрезы

Силы, действующие на режущие пластинки фрезы в процессе резания, определяются в инерциальной системе отсчета в блоке Force (упругую силу Spring с задаваемой жесткостью и демпфированием, силу Axial, действующую в задаваемом направлении и описываемой аналитическим выражением и др.) (рисунок 3) [1].

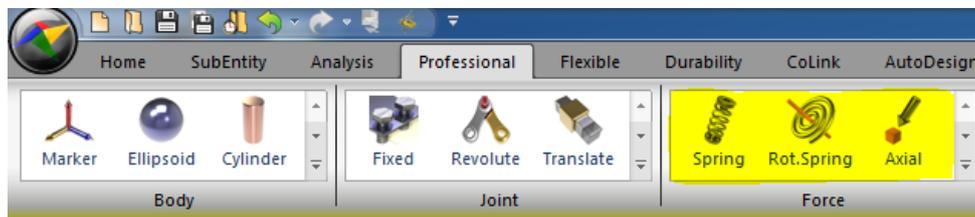


Рис. 3. – Библиотека Force на ленте размещения блоков функций программы RecurDyn

Библиотека Joint содержит множество сочленений, обеспечивающих различные движения соединяемых тел технологической системы относительно друг друга. [1].

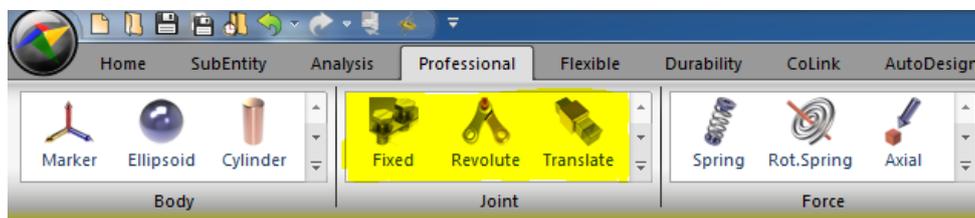


Рис. 4. – Библиотека Joint на ленте размещения блоков функций программы RecurDyn

Исследования в блоке Analysis позволили смоделировать динамическое состояние сборной торцевой фрезы в процессе резания стальной заготовки заданных размеров и физико-механических свойств и провести динамический анализ для различных параметров режима фрезерования. При этом программное обеспечение RecurDyn, учитывая соединения между элементами, разрабатывает уравнения, связывающие реакцию со свойством материала, ограничением и нагрузкой. После этого программа RecurDyn упорядочивая уравнения в большую систему совместных алгебраических уравнений, находит неизвестные.

Проведя исследование Dynamic/KinematicAnalysis, мы получили график виброперемещений по оси Z сборной торцевой фрезы с демпфирующими элементами процесса торцевого фрезерования. На рисунке 5 показан пример сравнения колебаний по оси Z при торцевом фрезеровании для вставок из резины и стали.

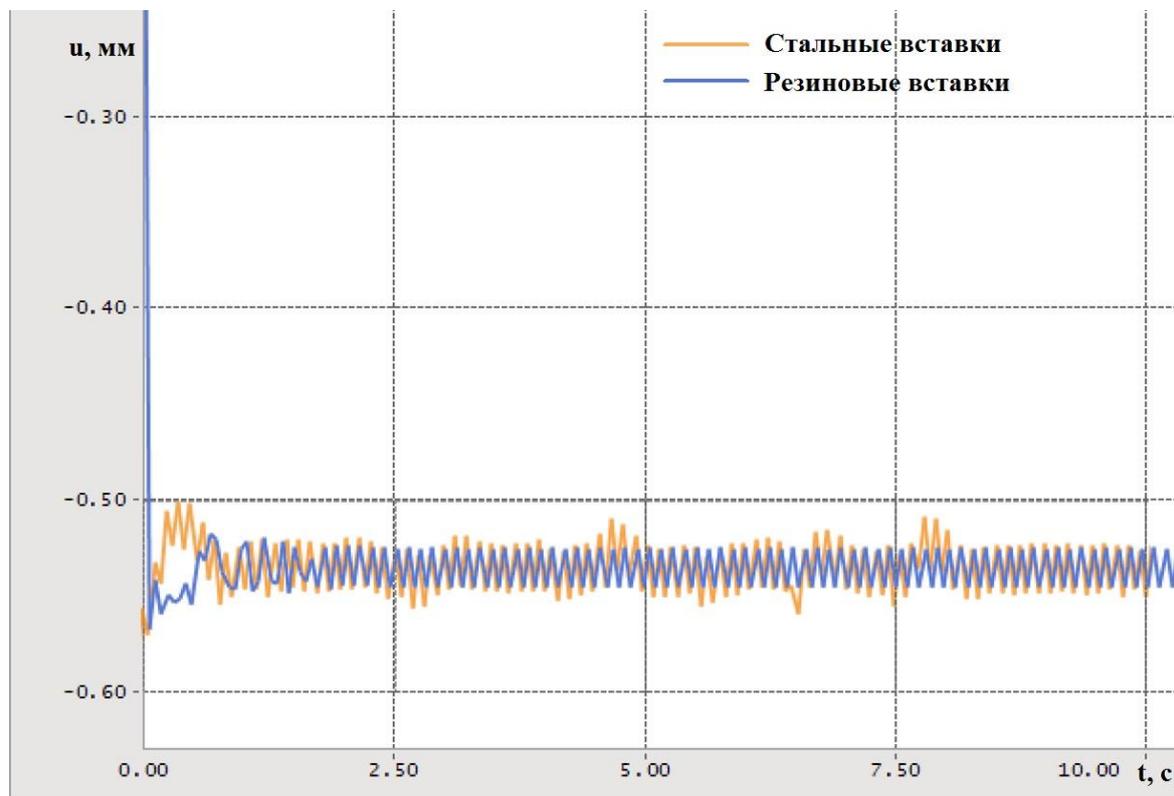


Рис.5. – Сравнение виброперемещений сборной торцевой фрезы со стальными и резиновыми демпфирующими элементами при моделировании торцевого фрезерования

Литература

1. Поддубный В.И., Поддубная М.Л. Разработка математических моделей механических систем с использованием прикладного пакета RecurDyn. – Барнаул. Ползуновский вестник, - 2015.- №1 - С.56-60.
2. Суслов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей. – М.: Машиностроение, 2000. - 320с., ил.

КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ И РОЛЬ ФИНИШНЫХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ

Гребеньков Р.В. - аспирант, Силивакин В.С. - аспирант, Иконников А.М. - к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Постоянное совершенствование дизельных двигателей является главным условием её конкурентоспособности на рынке товаров и услуг. Одной из основных тенденций развития топливных систем дизельных двигателей является повышение давления впрыска топлива в камеру сгорания. Повышение давления впрыска позволяет: повысить мощность двигателя, долговечность, снизить расход топлива и уменьшить выброс вредных веществ. Развитие топливных систем вызывает необходимость совершенствования технологии изготовления деталей топливной аппаратуры, и предъявляет более жесткие требования к качеству

прецизионных поверхностей. На рисунке 1 показана тенденция развития топливной аппаратуры по данным «Алтайского завода прецизионных изделий».

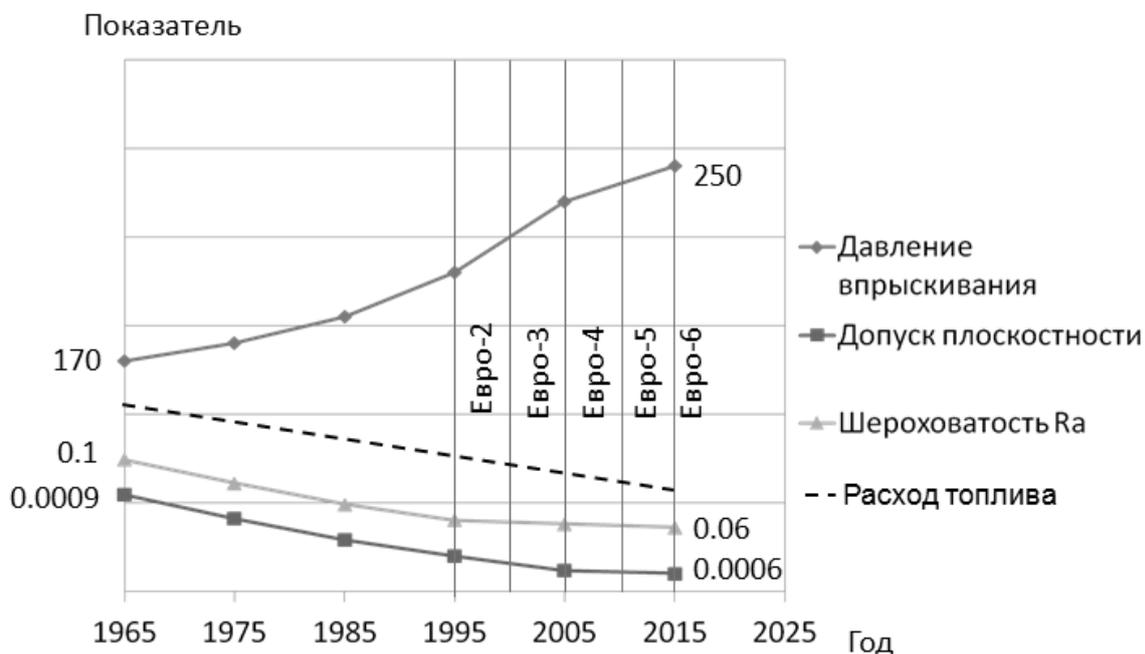


Рисунок 1 – Тенденции развития топливной аппаратуры по данным «Алтайского завода прецизионных изделий»



Рисунок 2 – Примеры деталей топливной аппаратуры с высокими требованиями к геометрическим параметрам качества поверхности

На рисунке 2 приведены примеры деталей топливной аппаратуры, а в таблице 1 – технические требования к точности и шероховатости их поверхностей. Анализ этой таблицы показывает, что для большой группы деталей требуется обеспечение высоких геометрических показателей качества их поверхностей.

Таблица 1 – Требования к геометрическим параметрам качества деталей «Алтайского завода прецизионных изделий»

Наименование детали	Допуск плоскостности, мм	Допуск параллельности, мм	Шероховатость Ra, мкм
1. Седло клапана А-06-014-00-01-00	0,0003	-	0,08
2. Клапан якорь А-06-014-03-01	0,0003	0,005	0,08
3. Клапан А-06-012-00-01-00	0,0006	0,01	0,08
4. Жиклерная проставка А-04-012- 00-03-00	0,0006	0,01	0,08
5. Корпус форсунки А-04-011-01-00-01	0,0006	-	0,08
6. Якорь электромагнита А-13- 001-00-02-00	0,001	-	0,08

При изготовлении деталей важный вклад в обеспечение качества продукции вносят технологические процессы заготовительных и металлообрабатывающих производств [1]. Однако определяющее значение имеют уровень и эффективность осуществления отделочных операций формообразования поверхностей и обеспечения эксплуатационных характеристик изделий: сопротивление износу, коррозии и механическому разрушению. Особое внимание уделяется поверхностям, которые обеспечивают герметичность стыка при сборке. К этим поверхностям относятся в основном торцевые поверхности, к которым предъявляются требования по отклонению от плоскостности и шероховатости.

Совершенствование [2] технической продукции ведёт к неуклонному росту доли отделочных операций в производственных процессах. Возрастает и значение отделочных операций в обеспечении требуемого качества изделий.

Назначение методов отделочной обработки поверхностей изделий состоит в обеспечении их основных параметров, таких как:

- геометрическая форма и размеры;
- характеристики шероховатости поверхности, её оптические, электрофизические и другие свойства;
- напряженно-деформированное состояние приповерхностного слоя.

Области применения методов отделочной обработки характеризуют показатели их технологических возможностей: универсальность; характеристики формы, размеров и рельефа обрабатываемой поверхности; напряжения и деформации в поверхностном слое; экономичность и экологичность.

Литература

1. Григорьев, С.Н. Обработка резанием в автоматизированном производстве: учеб. / С.Н. Григорьев, А.Р. Маслов. – М.: Машиностроение, 2009. – 372с.
2. Татаркин, Е.Ю. Совершенствование технологических процессов изготовления деталей с помощью методики функционально-стоимостного анализа / Е.Ю. Татаркин, А.М. Иконников, Р.В. Гребеньков, С.С. Просеков // Ползуновский вестник. - 2016. - №3. - С. 57-62.

МЕТОДИКА НАЗНАЧЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА НА ОБРАБОТКУ СЛОЖНО-ПРОФИЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛИ

Заборцева Д.Н. - магистрант, Маркова М.И. - к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г.Барнаул)

В современном машиностроении происходит постоянное повышение требований к качеству деталей машин, которое характеризуется состоянием поверхностного слоя (шероховатостью, параметрами напряжённо-деформированного состояния), точностью размеров отдельных поверхностей и их относительного расположения, определяющего точность геометрической формы детали. Наибольшую трудоемкость с точки зрения подготовки производства, обеспечения требуемой шероховатости ($Ra < 0,63$) и точности формы, вызывает изготовление деталей со сложно-профильными поверхностями (СПП), такими как матрицы и пуансоны штампов, пресс-формы, модели для точного литья (рисунок 1).

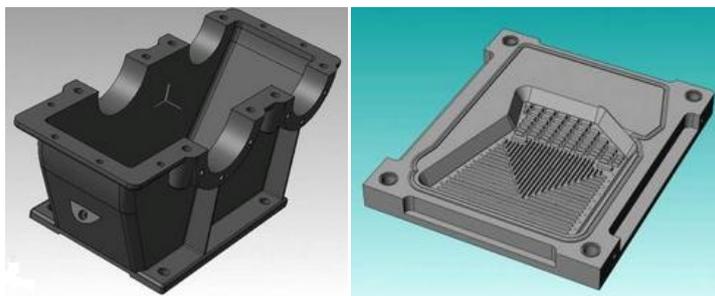


Рисунок 1 – Детали со сложно-профильными поверхностями

Современным методом обработки СПП является фрезерование на станках с ЧПУ [1]. Обработка на фрезерных станках с ЧПУ отличается тем, что при одном закреплении детали или заготовки на станке можно обработать достаточно большое количество самых разных поверхностей. Это обеспечивается автоматическим управлением, которое позволяет перемещать инструмент по любой траектории в рабочей зоне станка. При этом могут быть использованы разные способы обработки: фрезерование криволинейных поверхностей и плоскостей, включая наружные цилиндрические поверхности и отверстия; обработка концевыми коническими фрезами, имеющими сферические закругления; сверление, развертывание и зенкерование отверстий; растачивание точных отверстий.

От способа обработки зависит выбор режущего инструмента. Наиболее распространенным режущим инструментом, используемым на фрезерных станках с ЧПУ для обработки заготовок широкой номенклатуры, являются разные типы концевых фрез.

Последовательность и число технологических переводов при фрезеровании зависят от конфигурации и количества поверхностей, а также отдельных зон, обрабатываемых на этой операции, от требований шероховатости поверхностей и точности обработки.

При проектировании операционного процесса наиболее сложной задачей является определение рациональной траектории перемещений инструмента при фрезеровании на станке с ЧПУ каждой конкретной зоны поверхности [2].

Наличие современных CAD/CAM-систем значительно облегчают процесс проектирования технологии обработки детали, содержащей СПП. Созданная в САД модуле 3D модель импортируется в САМ-модуль, где создается пооперационный процесс обработки. При указании поверхности на 3D модели, система автоматически строит траекторию движения инструмента. Однако, сложность состоит в назначении черновых, получистовых и чистовых видов обработки. Последовательность и число технологических переводов будет зависеть от выбора режущего инструмента.

Для облегчения этого процесса предложена методика назначения режущего инструмента на обработку СПП детали. Так как СПП могут содержать различные радиусы скругления поверхностей, то необходимо назначать несколько технологических переходов с движением инструмента разного диаметра и конфигурации.

Исходными данными для назначения видов обработки, выбора типа и радиуса фрез являются:

- шероховатость поверхности;
- точность на обрабатываемую поверхность;
- минимальный и максимальный радиус скругления поверхностей.

В процессе работы алгоритма по точности и шероховатости назначаются виды обработки – черновое, получистовое, чистовое фрезерование. Затем назначается комплект режущего инструмента на все виды обработки. Причем, для черного фрезерования назначается режущий инструмент с большими радиусами для выборки наибольшего объема материала за минимальное время. При этом, как правило, оставляют небольшой припуск для последующей чистовой обработки. Так как чистовое фрезерование используется для получения деталей с окончательными размерами и высоким качеством поверхностей, то назначение режущего инструмента идет с минимальным радиусом скругления поверхностей.

Для реализации предложенной методики назначения режущего инструмента на обработку СПП детали планируется создать базы данных режущего инструмента в Office Excel, на встроенном языке VBA написать макрос, результатом работы которого будет комплект режущего инструмента. Это облегчит работу технолога при создании технологических переходов на обработку СПП в САМ – модуле. Кроме того для одной и той же технологии обработки можно сделать назначение разных комплектов инструмента и просчитать основное время на обработку. Анализ нескольких вариантов позволит минимизировать процесс обработки детали со СПП на фрезерном станке с ЧПУ.

Список литературы

1. Маркова М.И., Марков А.М., Счигёл Н. Модель оптимизации операций фрезерования поверхностей формообразующей оснастки. Сборник трудов VII Международной научно-практической конференции. Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова, Новосибирский государственный технический университет, Бийский технологический институт, МИП Техмаш; Под редакцией Блюменштейна В.Ю. Баканова А.А. Останина О.А.. 2015. С. 104-108.

2. Заборцева Д.Н., Маркова М.И. Автоматизация выбора режущего инструмента для обработки сложно-профильных поверхностей. Молодежь – Барнаулу: материалы XVIII-й город. научн. - практ. конф. мол. уч. Барнаул, 2016.

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПОГЛОЩАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ФРИКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ВВОДИМОЙ ЭНЕРГИИ, ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИНЦИПОВ НАНОТРИБОЛОГИИ

Иванов А.В. - аспирант, Габец Д.А. - аспирант, Марков А.М. - д.т.н., профессор Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (г. Барнаул)

Устройством, обеспечивающим сохранность конструкции железнодорожного вагона и перевозимого им груза во время движения и сортировки от действия возникающих продольных ударных нагрузок, в автосцепном устройстве вагона, является поглощающий аппарат. В настоящее время большая часть применяемых поглощающих аппаратов пружинно – фрикционные (Рис. 1). Данный поглощающий аппарат состоит из следующих основных

элементов: корпус, пружина, клин нажимной, пластина фрикционная. Поглощение вводимой энергии происходит за счет сил трения, возникающих в процессе взаимодействия деталей фрикционного узла. При этом взаимодействии поглощается от 80 до 90 % вводимой энергии, и только от 10 до 20 % поглощенной энергии приходится на подпорно – возвратный механизм [1].

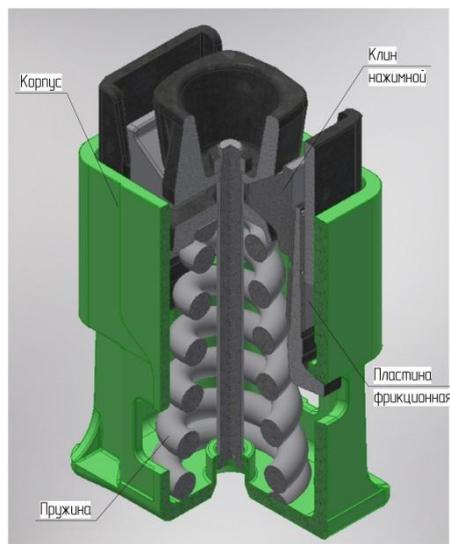


Рисунок 1 – Пружинно – фрикционный поглощающий аппарат

Исходя из этого, совершенствование режима работы и конструкции фрикционного узла приведет к значительному увеличению поглощающей способности всего аппарата, и как следствие, снижению негативного влияния ударных нагрузок на конструкцию вагона и перевозимый им груз.

Совершенствование режима работы фрикционного узла с целью повышения поглощающей способности, возможно только при увеличении коэффициента трения. Однако данное увеличение приведет к повышенному износу деталей узла, что в свою очередь повлечет преждевременный выход из строя поглощающего аппарата. Требования по ресурсу работы и количеству нормативной энергоемкости поглощающего аппарата приведены в отраслевом стандарте ОСТ 32.175 – 2001 [2].

В настоящее время одним из самых применяемых материалов в фрикционном узле является композиционный материал на основе металлокерамики с следующим процентным содержанием основных компонентов: Sn 4,5-6,5%; Pb 4-6%; MoS₂ 1,5-3%; SiO₂ 1,5-2,5%; C 3,5-4,5%; Fe ост.[3]. Процентный состав данного материала подобран таким образом, чтобы максимально удовлетворить потребность по основным показателям: коэффициенту трения, стабильности коэффициента трения и износостойкости поверхностей. В виду добавок различных элементов, приводящих к увеличению износостойкости и уменьшению адгезии, коэффициент трения данного материала не превышает 0,4. Уменьшение смазывающих элементов в составе композиционного материала, с целью увеличения коэффициента трения, приведет к повышенному износу и адгезии, которая приведет к нестабильности коэффициента трения. Увеличение керамических добавок, с целью повышения шероховатости и как следствие коэффициента трения, приведет к выкрашиванию материала и высокому износу контртела. Таким образом, рассматриваемая проблема не может быть решена традиционным путем на уровне микротрибологии.

Поэтому предлагается решить проблему повышения коэффициента трения, как следствие повышение поглощающей способности материала, и увеличение износостойкости поверхности на уровне нанотрибологии.

Взаимодействие двух поверхностей на уровне нанотрибологии происходит вследствие межмолекулярных сил притяжения (адгезии). В микротрибологии данный эффект считается

вредным и от него стараются максимально уйти. Это достигается применением различных смазывающих элементов или геометрическим микрорельефом. Однако рассмотрение трения на уровне нанотрибологии предполагает использование эффекта адгезии. Так как межмолекулярные силы взаимодействия велики, то при наступлении эффекта адгезии, произойдет скачкообразное повышение коэффициента трения, и как следствие возрастание силы трения. Вследствие скачкообразного увеличения силы трения, контролировать данный процесс будет весьма сложно. Поэтому предлагается использовать область предадгезионного взаимодействия между поверхностями трения. Благодаря использованию данного эффекта станет возможным увеличение коэффициента трения, значения которого могут приблизиться к 1. Таким образом, удастся получить увеличение поглощающей способности материала в несколько раз. Взаимодействие поверхностей в приграничной области адгезии позволит добиться стабильности коэффициента трения. Так как взаимодействие поверхностей происходит за счет сил молекулярного взаимодействия, то реализуется эффект безызносности поверхностей.

Вследствие того, что необходимо добиться приграничной области адгезии, так как это является единственным способом получения управляемого коэффициента трения, то необходимо провести ряд научно-исследовательских работ. Так как одновременно необходимо добиться того, чтобы: во-первых, создать достаточные силы межмолекулярного притяжения, а во-вторых, обеспечить необходимое межмолекулярное расстояние для недопущения сцепления между молекулами, то предлагается ввести дополнительный компонент, молекула которого обеспечит выполнение данных требований, то есть займет промежуток между двумя поверхностными слоями трущихся деталей. Также необходимо учитывать, что при межмолекулярном взаимодействии выделяется большое количество тепла, которое может привести к разрушению кристаллической решетки основного компонента (когезии).

Поэтому поиск удовлетворяющей требованиям молекулы (компонента) и исследования по взаимному взаимодействию и влиянию на процесс трения являются основной задачей исследования.

Подводя итог вышесказанному, можно сделать вывод о том, что исследования на уровне нанотрибологии, с целью повышения энергоемкости фрикционного материала, являются перспективными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляев В.И., Ступин Д.А. Сцепные и автосцепные устройства железнодорожного подвижного состава. М.: Трансинфо, 2012. - 415 с.
2. ОСТ 32.175-2001. Аппараты поглощающие автосцепного устройства грузовых вагонов и локомотивов. Общие технические требования [Текст]. – Введ. 2001-07-16. – МПС России – 11 с.
3. Пат. 2299257 Российская Федерация, МПК С22С 33/02. Металлокерамический фрикционный сплав [Текст] / Стриженов А.Г. – Брянск; заявл. 09.12.2005. 5 с.

МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА ПРЕЦИЗИОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ

Иконников А.М. - к.т.н., доцент, Гребеньков Р.В. - аспирант, Силивакин В.С. - аспирант
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Технология магнитно-абразивной обработки (МАО) [1] объединяет в себе совокупность абразивного резания и использование магнитного поля непосредственно в зоне обработки. Магнитное поле удерживает порошок на индукторе и обеспечивает гибкую связь между зернами. В процессе обработки материал заготовки подвергается не только механическому

абразивному воздействию, но также воздействию переменного магнитного поля, которое благоприятно отражается на эксплуатационных свойствах поверхностного слоя изделия.

Рабочими средами при MAO являются порошки, зерна которых одновременно обладают ферромагнитными и абразивными свойствами. На практике при отделочных операциях поверхностей деталей топливной аппаратуры получили широкое распространение виды MAO с применением магнитно-абразивного порошка, размещенного на активной поверхности магнитного индуктора, в рабочем зазоре или рабочей зоне (рисунок 1).

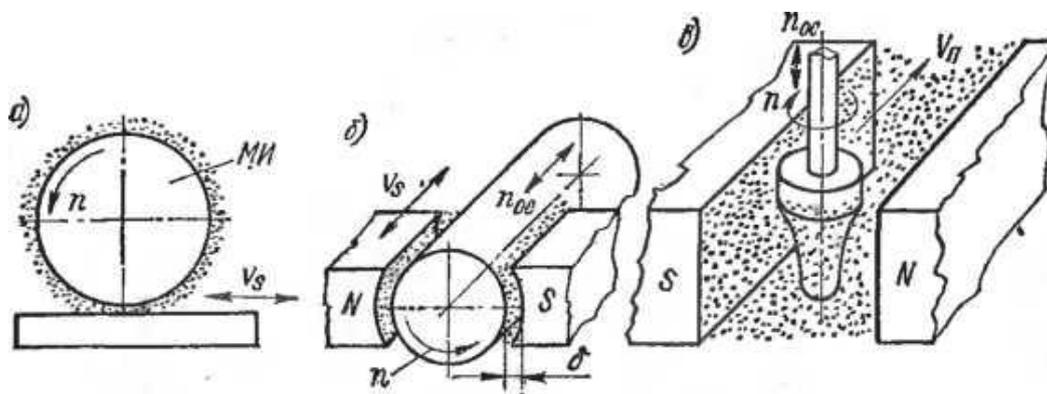


Рисунок 1 – Схемы MAO с размещением магнитно-абразивного порошка:
 а) – на активной поверхности магнитного индуктора
 б) – в рабочих зазорах
 в) – в рабочей зоне

Схемы используемые при MAO можно разделить на три вида по типу обрабатываемой поверхности: обработка плоской поверхности, обработка цилиндрической поверхности и обработка фасонной поверхности (рисунок 2).

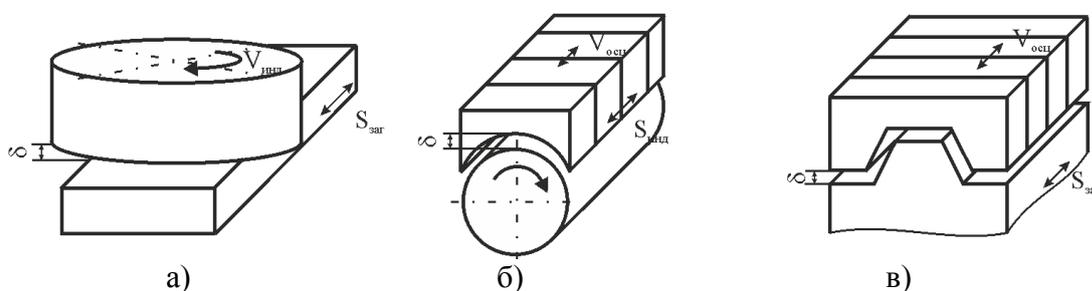


Рисунок 2 – Схемы магнитно-абразивной обработки:
 а) - обработка плоской поверхности
 б) - обработка цилиндрической поверхности
 в) - обработка фасонной поверхности

Магнитная система индуктора с постоянными магнитами представляет собой один или два расположенных друг над другом блока, составленных из отдельных магнитных ячеек. Каждый блок составляют из поочередно расположенных магнитов и стальных магнитопроводов, причем магниты устанавливают так, что их одинаковые полюсы в каждом из двух соседних ячейках обращены друг к другу (рисунок 3). Каждый стальной магнитопровод при этом пропускает через себя поток, созданный двумя соседними магнитами. Нижние плоскости магнитопроводов с чередующейся полярностью являются магнитными полюсами на рабочей поверхности индуктора, обращенной к заготовке.

Явления, происходящие при обработке ферромагнитных и немагнитных материалов значительно отличаются. При полировании ферромагнитной заготовки картина силовых

линий поля в рабочем зазоре δ имеет вид, изображенный на рисунке 3, а. Прохождение основного магнитного потока Φ_0 и потоков рассеивания Φ_p показано на рисунке 3, б. Потоки рассеивания имеют место не только на верхней плоскости блока, но также на его передней и задней стенках, невидимых на рисунке. Плотность основного магнитного потока в рабочем зазоре под полюсом оказывается значительно выше плотности потоков рассеивания Φ_p , благодаря высокой магнитной проводимости участков на пути прохождения Φ_p .

Наибольшим магнитным сопротивлением на пути основного потока Φ_0 обладают участки рабочего зазора, заполненные магнитно-абразивным порошком, магнитная проницаемость которых $\mu_n = (2 + 4) \mu_0$. При обработке ферромагнитной заготовки поток Φ_p дважды пересекает рабочий зазор. Длина этих участков мала: $l_\Phi = \delta$, а значит и их магнитное сопротивление невелико. Длина участков пути по материалу заготовки благодаря близкому расположению разноименных полюсов индуктора тоже имеет малые значения, а магнитная проницаемость на этих участках $\mu = (500 + 1000) \mu_0$. По названным причинам падение МДС на пути от одного полюса индуктора к другому имеет небольшую величину и в рабочем зазоре удастся создать высокие значения магнитной индукции. Так, при полировании закаленной стали марки У8 индуктором с магнитами SmCo_5 в рабочем зазоре $\delta = 0,8$ мм у разработанных конструкций индукторов [2,3] $B = 1,4$ Тл. Магнитно-абразивный порошок в рабочем зазоре концентрируется в зонах с наибольшей плотностью магнитного потока - под полюсами индуктора.

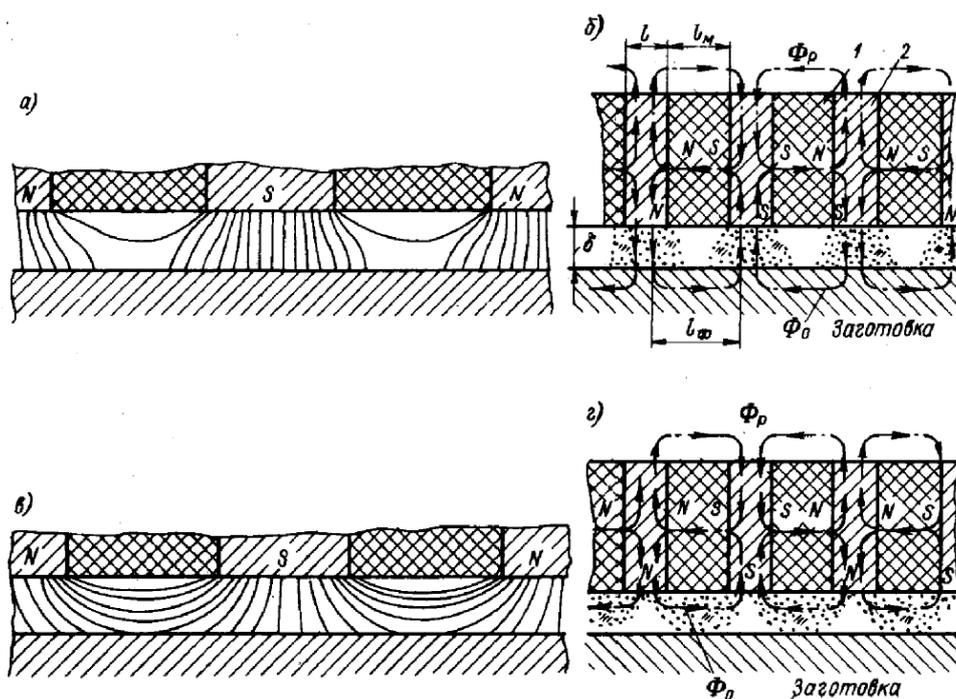


Рисунок 3 – Картины поля и прохождение магнитных потоков при полировании ферромагнитных (а, б) и немагнитных (в, г) заготовок индуктором на постоянных магнитах

При полировании немагнитной заготовки картина силовых линий поля и прохождение потоков Φ_0 , Φ_p показаны на рисунке 3, в, г. Основной магнитный поток проходит от одного полюса индуктора к другому преимущественно вдоль рабочего зазора под магнитом, концентрируясь у боковых кромок стальных магнитопроводов. Из-за этого расположение магнитно-абразивного порошка в рабочем зазоре оказывается иным, чем при полировании ферромагнитных заготовок, порошок концентрируется под магнитами, а не под полюсами индуктора. Длина участка $l_\Phi = l_M + l$ на пути потока Φ_0 существенно влияет на проводимость этого участка и соответственно на падение МДС и на величину Φ_0 . По этой причине магниты из феррита $\text{BaO} \cdot 6\text{Fe}_2\text{O}_3$, отличающиеся увеличенными размерами, не могут быть

использованы в индукторах, предназначенных для полирования немагнитных заготовок. При использовании магнитов из SmCo_5 в рабочем зазоре $\delta = 0,8+1,0$ мм удается создавать индукцию $B = 0,8+1,0$ Тл.

Развитие топливных систем вызывает необходимость совершенствования технологии изготовления деталей топливной аппаратуры, и предъявляет более жесткие требования к качеству прецизионных поверхностей. При высоких требованиях к качеству поверхности, предварительно отшлифованные детали машин подвергаются отделочной обработке. Анализ методов повышения качества прецизионных поверхностей показал, что наиболее приемлемыми способами для обработки являются методы, основанные на использовании эластичной связки или незакрепленного абразива. Одним из перспективных способов обеспечения высокого качества рабочей поверхности является технология магнитно-абразивной обработки, широко применяемая при доводке инструмента.

Литература

1. Хомич, Н.С. Магнитно-абразивная обработка изделий: монография / Н. С. Хомич. - Минск: БНТУ, 2006. - 217 с.: ил.
2. Иконников, А.М. Конструирование оснастки для магнитно-абразивного полирования путем имитационного моделирования / А.М. Иконников, В.С. Силивакин, Р.В. Гребеньков // Материалы III Всероссийской научно-технической конференции «Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы», Рубцовск, 2013 - С. 80-82.
3. Татаркин, Е.Ю. Проектирование технологической и инструментальной оснастки для операций магнитно-абразивной обработки / Е.Ю. Татаркин, А.М. Иконников, В.С. Силивакин, Р.В. Гребеньков, Т.А. Шрайнер // Материалы VI международной научнотехнической конференции 23–26 сентября 2014 г. «Инновации в машиностроении – основа технического развития России», Часть 2, Барнаул, 2014. – С. 187–190.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ И ОБЪЕМА НАПЛЫВА ПРИ ДОРНОВАНИИ ОТВЕРСТИЙ МАЛОГО ДИАМЕТРА С БОЛЬШИМИ НАТЯГАМИ МОДЕЛИРОВАНИЕМ

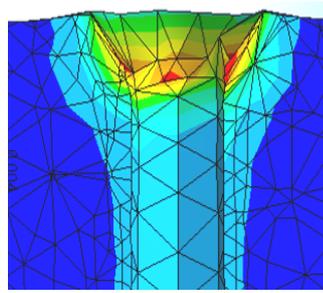
Ильиных Г.Г. - студент, Дереза А.Н. - студент, Ятло И.И. - к.т.н., доцент,
Буканова И.С. - к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (Барнаул)

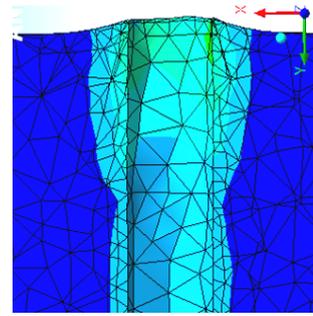
Выявление закономерностей формирования наплывов на торцах толстостенных цилиндров при дорновании отверстий является необходимым как для прогнозирования погрешностей формы торцов, так и для установления общей картины деформаций обрабатываемых этим методом цилиндров.

Результаты компьютерного моделирования в программе Ansys 17.0 показывают, что по мере входа дорна в обрабатываемое отверстие наибольшая высота наплывов и их объем на входном торце изменяются не монотонно. Эта высота сначала возрастает, достигает максимума, а затем снижается и далее сохраняется постоянной, т.е. при входе дорна в отверстие вытесняемый из него металл сначала преимущественно смещается навстречу дорну, а затем увлекается им и частично смещается в обратном направлении (в направлении перемещения дорна).

Определение размеров наплывов в процессе дорнования является технически сложной задачей, её предлагается решить с помощью моделирования в программной среде Ansys 17.0 (рис. 1).



а)



б)

Рисунок 1 – а) наплыв при входном торце; б) наплыв при выходном торце

Для определения формы кривой напыла в поперечном сечении будем использовать КОМПАС V17, где найдем координаты точек высоты напыла на торцах цилиндров от образующей отверстия до наружной стенки цилиндра (рис. 2).

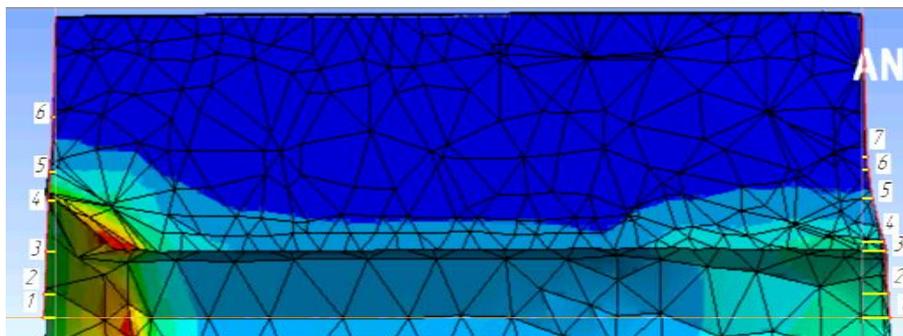
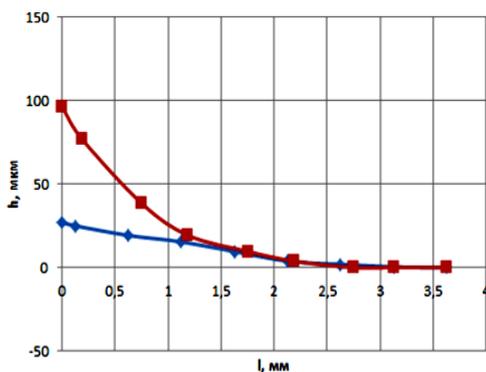


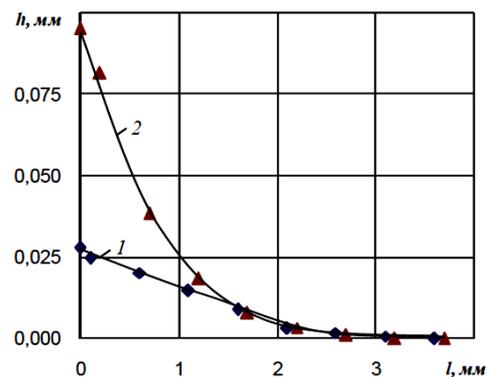
Рисунок 2 – Нахождение координат точек высоты напыла в КОМПАС V17

Полученные координаты точек высоты напыла передаются в программу MSExcel и после обработки строятся зависимости высоты напылов на входном и выходном торцах цилиндров после дорнования отверстия от расстояния до его образующей l . (рис. 3а).

Как следует из результатов моделирования и эксперимента [1] наибольшую высоту h_{max} напыла на входном и выходном торцах цилиндров имеют у образующей отверстия. Причем на выходном торце эта высота (и объем напылов) оказываются в несколько раз больше, чем на входном. Протяженность напылов на обоих торцах практически одинакова.



а)



б)

Рисунок 3 - Зависимости высоты напылов h на входном (1) и выходном (2) торцах цилиндров от расстояния l до образующей отверстия, полученных:

а) при моделировании; б) после одноциклового дорнования [1]

Для нахождения объема наплывов V при моделировании нужно воспользоваться численным интегрированием в MSExcel. Графики зависимости отношения металла, вытесненного на торцы образцов, к объему металла, вытесненного при одноцикловом дорновании из отверстия, от его относительной глубины L/d , приведены на рисунке 4.

Объем наплывов металла на торцах возрастает с увеличением степени толстостенности образцов, натяга дорнования и числа его циклов. Влияние схемы дорнования и числа его циклов. Влияние схемы дорнования и твердости сталей на объем наплывов является слабым.

Экспериментально установлено, что объем наплывов практически не зависит от глубины отверстий (при $L/d \geq 2$). Поэтому отношение объема наплывов V_m к объему металла V_d , вытесненного из отверстия в процессе дорнования, изменяется обратно пропорционально величине L/d (рисунок 4б)).

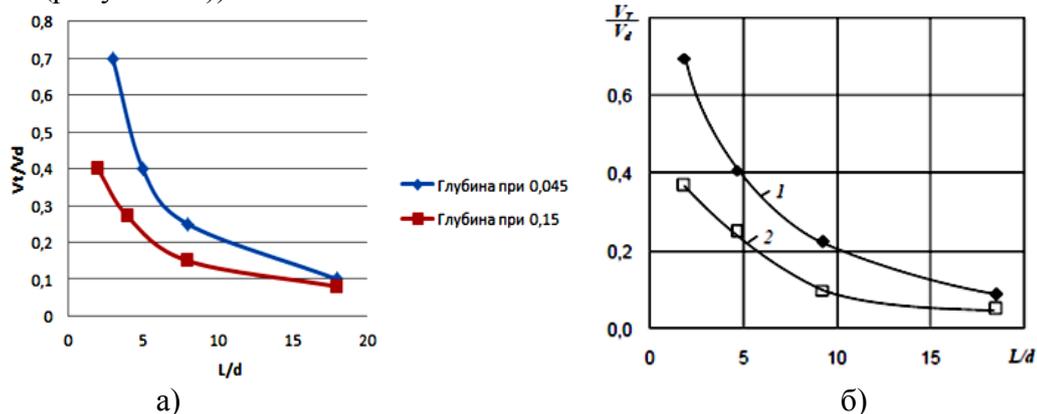


Рисунок 4 – Зависимости отношения объема металла, вытесненного на торцы образцов, к объему металла, вытесненного при одноцикловом дорновании из отверстия, от его относительной глубины при a/d : 1) 0,045; 2) 0,15; а) моделирование; б) эксперимент при: Сталь 20, $d_o = 2,16$ мм, $L_o = 8$ мм, схема сжатия [1]

Таким образом, сравнение результатов эксперимента и моделирования свидетельствует об адекватности последнего и о возможности получения достоверных результатов без проведения трудоёмких экспериментальных исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Скворцов В.Ф., Охотин И.С., Арляпов А.Ю. Влияние степени толстостенности заготовок на процесс дорнования отверстий, выполняемый с большими натягами. Известия ТПУ. 2009. Т. 314. № 2. с. 62 – 65.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕССОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ СО СВЕРНУТЫМИ ВТУЛКАМИ

Катковский О.И. - студент, Буканова И.С. - к.т.н., доцент, Ятло И.И. - к.т.н., доцент Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Непрерывно возрастающие требования к качеству выпускаемых машин и приборов связаны с необходимостью повышения их точности и надежности, производительности и коэффициента полезного действия, которые в значительной мере определяются эксплуатационными требованиями к деталям и узлам (износостойкость и коэффициент трения, усталостная прочность, коррозионная стойкость, контактная жесткость, прочность сопряжений, плотность соединений и др.). Многочисленные исследования показали, что до 80% случаев выхода из строя машин при эксплуатации происходит из - за износа в сопряженных узлах трения [1].

Эксплуатационные свойства деталей и узлов машин существенно зависят от качества их сопрягающихся поверхностей и поверхностного слоя, которые определяются геометрическими (макроотклонение, волнистость, шероховатость) и физико - механическими (микротвердость, остаточные напряжения, структура) характеристиками. Эти параметры зависят от технологии обработки, в процессе которой создается необходимая форма деталей с заданной точностью.

Широкие возможности применения метода пластического деформирования определяются не только условиями обеспечения высокой производительности, но и созданием поверхностей с оптимальной несущей способностью. Вследствие поверхностного пластического деформирования металла калибрующим инструментом эти методы позволяют получить при обработке качественную поверхность, точные формы и размер деталей, а также упрочненные поверхностные слои [2, 3, 4].

Из многочисленных методов пластического деформирования в данной работе рассматриваются технологические процессы обработки отверстий свернутых втулок в обойме (ступице) дорнованием и ротационным раскатыванием. Эти методы предназначены для образования прессовых соединений, широко применяемых в машиностроении при изготовлении подшипников скольжения, направляющих элементов в конструкциях оборудования и оснастки.

Заготовками для свернутых втулок служит листовой (полосовой) прокат, наиболее дешевый из всех видов заготовок, применяемых для изготовления втулок. Подготовленную полосу металла предварительно сворачивают в кольцо и устанавливают в обойму (ступицу). Затем отверстие свернутой втулки подвергают пластической деформации по всему сечению с образованием плотного бокового стыка и радиального натяга в деталях соединения (рис. 1).

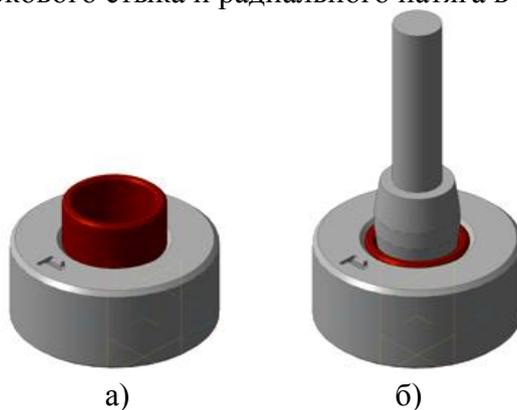


Рисунок 1 – а) установка втулки в обойму; б) сборка соединения дорнованием

По сравнению с обычными втулками, свернутые позволяют существенно (в 2 -17 раз) сократить трудоемкость их изготовления и отходы металла в стружку (коэффициент использования металла до 0,98) [5]. Кроме того, появляется возможность широкого применения биметаллической ленты с высокими антифрикционными свойствами рабочей поверхности, особенно при выполнении ремонтных работ для замены изношенных втулок новыми.

Область применения процессов дорнования отверстий и ротационного раскатывания свернутых втулок ограничивается в основном тонкостенными и особо тонкостенными деталями, имеющими отношение наружного и внутреннего диаметров $d_n/d_b < 1,2$. Увеличение толщины стенки приводит к снижению эффективности запрессовки, увеличению трудоемкости свертывания втулок. Относительная длина втулок L/d_b принимается до 10 [6]. Точность отверстий свернутых втулок после обработки ППД может достигать 9-7 квалитетов [3], а шероховатость обработанной поверхности - $R_z < 0,25$ мкм. В результате деформационного упрочнения обработанные в обойме (ступице) втулки имеют повышенную прочность, износостойкость, улучшенное качество стыка соединения.

Применение свернутых втулок позволяет создавать прессовые соединения высокой надежности, имеющие повышенные показатели сцепления сопряженных поверхностей при сравнительно невысоких требованиях к сопрягаемым поверхностям соединяемых деталей. Полученные соединения имеют высокую ремонтпригодность благодаря возможности замены изношенной втулки новой в условиях обычных мастерских.

В настоящее время технология изготовления прессовых соединений со свернутыми втулками не имеет достаточно апробированной научной и методической базы. В частности, не исследовано напряженно-деформированное состояние материалов деталей в процессе и после обработки, не отработана методика проектирования процесса с учетом требованиям к прочности и точности соединений. Поэтому в настоящей работе была поставлена задача разработки наиболее рациональных технологий на основе методов ППД для создания прессовых соединений, отвечающих с заданной надежностью эксплуатационным требованиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балтер М.А. Упрочнение деталей машин.-М.: Машиностроение,-1968. 196 с.
2. Проскуряков Ю.Г. Технология упрочняюще-калибрующей и формообразующей обработки металлов. -М.: Машиностроение, -1971. -230с.
3. Проскуряков Ю.Г. и др. Прессовые соединения. Технология изготовления и ремонт / Ю.Г. Проскуряков, А.И. Осколков, В.М. Роговой, П.Н. Куксов, О.Б. Миндрул. Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1977, -112 с.
4. Проскуряков Ю.Г. Оценка качества прессовых соединений, обработанных дорнованием /Ю.Г. Проскуряков, Ю.М. Голубев, В.М. Роговой, В.И. Эпштейн. //Вестник машиностроения. 1974, №3. с. 77-79.
5. Монченко В. Л., Попов А.А. Обработка втулок дорнованием. В сб.: " Размерно - чистовая и упрочняющая обработка холодным пластическим деформированием ". М.: -1968. -240с.
6. Полухин П.И. и др. Обработка металлов давлением в машиностроении /П.И. Полухин, В. А. Тюрин П. И., Давидков Д. Н., Витанов. М.: Машиностроение; София: Техника, - 1983. - 279 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ЗАГОТОВОК ИЗ СТАЛИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Комаров Д.А. - студент, Некрасов В.Н. - к.т.н., доцент, Бондарь Е.Б. - к.т.н., доцент Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В связи с увеличением номенклатуры изделий и количеством выпускаемой продукции обеспечение требований к качеству материалов существующими методами объединено в ряде случаев с чрезмерными затратами. Поэтому становится все более актуальной разработка новых методов к решению проблем обеспечения качества материалов, и актуальность эта обосновывается тем, что классические методы постоянно совершенствуются, но процесс совершенствования происходит медленно, носит эволюционный характер: совершенствование методов сопровождается постоянным ростом требований к качеству изготовления изделий.

Проблема контроля качества материалов на производстве, с учетом возрастания номенклатуры изделий становится все более значимой. Особой актуальностью эта проблема отличается в условиях патронного производства. Анализ показывает целесообразность автоматизации контроля качества в данном производстве.

В условиях автоматизированного производства все больше внедряются комплексные линии неразрушающего контроля качества изделий. Особенностью построения и

применения этих линий является сочетание различных физических методов для одновременного измерения нескольких характеристик качества изделий в потоке их производства при полной автоматизации процессов контроля и сортировки. При создании таких линий по единому типовому проекту значительно упрощается обслуживание системы контроля, сокращаются производственные площади на участках отделки и появляется возможность перейти к автоматическому управлению технологическим процессом по результатам оценки качества изделия.

Для существенного повышения эффективности всего общественного производства и обеспечения функционирования систем управления качеством продукции, разрабатывают системы контроля качества. Целью создания систем контроля качества является внедрение в промышленность единых объективных методов и средств контроля, алгоритмизация всех способов и видов контроля с дальнейшей их автоматизацией и переходом на автоматизированную систему контроля качества в общей автоматизированной системе управления качеством. Системы контроля качества изделий машиностроения строятся на тех же принципах, что и системы управления качеством продукции.

В настоящее время при приёме сырья для изготовления гильз патронов производитель сталкивается с различными дефектами заготовки представляющей собой стальную ленту. Одни дефекты видны при визуальном контроле (рис. 1а), а другие проявляются только в процессе изготовления (рис. 1б). И те и другие приводят к значительным затратам в производственном процессе и увеличивают себестоимость.

В связи с этим, объектом исследования выбрана заготовка из стальной ленты в виде бухты. Предмет исследования: показатели качества заготовки. Цель исследования: Совершенствование входного контроля качества заготовок из стали специального назначения на основе метода неразрушающего контроля.

Задачи:

1. Определить показатели качества заготовки оказывающие влияние на формирование брака в процессе изготовления патрона.
2. Выполнить обзор существующих методов не разрушаемого контроля показателей качества заготовки.
3. Разработать установку, обеспечивающую контроль качества всей заготовки по заданным показателям качества.
4. Дать рекомендации по использованию разработанной установки (разработать паспорт устройства).



Рисунок 1 – Дефекты заготовки: а) обнаруживаемые сразу; б) проявляющиеся в процессе производства

Литература:

1. В.П. Расщупкин, М.С. Корытов – Дефекты металла. Омск Издательство СибАДИ 2006.
2. В. Н. Пантелеев, В. М. Прошин – Основы автоматизации производства Москва Издательский центр «Академия» 2013.
3. ИН Каневский, ЕН Сальникова – Неразрушающие методы контроля: учеб. пособие Владивосток 2007.

ВЫБОР И НАЗНАЧЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ УГЛЕПЛАСТИКОВ

Курбатов П.С. - магистрант, Мозговой Н.И. - к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В зарубежной и российской практике вопрос изучения и исследования композиционных материалов в авиа-, приборо- и машиностроении является актуальным на сегодняшний день. Современные мировые тенденции развития промышленности диктуют новые условия в конструировании и совершенствовании машин, приборов и комплектующих к ним, в которые эффективно внедряются композиты. Благодаря гибкости этих материалов, высокой удельной прочности, высокой жёсткости, износостойкости и усталостной прочности, меньшим удельным вес по сравнению со сталями, они находят широкое применение в оборонной сфере. Несмотря на указанные преимущества, у композиционных материалов присутствуют особенности в плане их обработки, в частности рассмотрим процесс сверления и его моделирование для углепластика.

Операции сверления наиболее часто встречаются при обработке изделий из композитов и в то же время наиболее трудоемкие. Следует отметить, что в общей трудоемкости процесса механической обработки трудоемкость операций, связанных с получением и обработкой отверстий может достигать 70-80%. Значительные издержки при изготовлении изделий в основном связаны с неправильным выбором режущего инструмента и назначением режимов резания.

В процессе сверления в композитах могут быть получены сквозные и глухие отверстия с направлением вдоль и перпендикулярно армирующим волокнам. При сверлении глухих отверстий необходимо выдержать техническое требование по перпендикулярности торца отверстия к осевой линии инструмента.

Методика выбора марки инструментального материала для получения отверстий в стекло-, угле- и органопластиках при сверлении будет такая же, как и при точении резцами из быстрорежущих сталей и твердых вольфрамо-кобальтовых сплавов. В состав боропластиков входят армирующие борные волокна повышенной твердости, что накладывает ограничение в применении быстрорежущих сталей, а использование твердосплавных сверл экономически обосновано только при сверлении единичных отверстий.

На практике выбор оптимальных величин конструктивно-геометрических параметров сверл оказывает значительное влияние на стойкость и прочность инструмента, а также на точность и качество обработанной поверхности, определяют составляющие усилий резания и деформацию.

В таблицах 1 и 2 представлены конструкции сверл и рекомендации по форме заточки режущей части из быстрорежущих сталей и из твердых сплавов [1, 2, 3].

Таблица 1. Конструкции сверл и рекомендации по форме заточки режущей части из быстрорежущих сталей

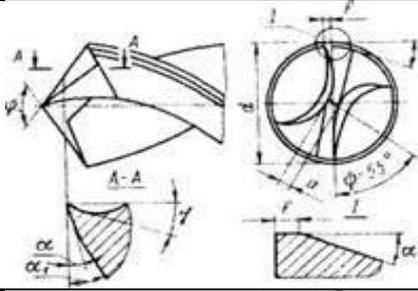
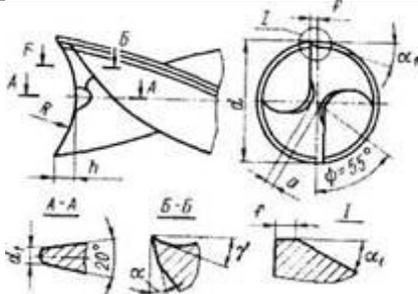
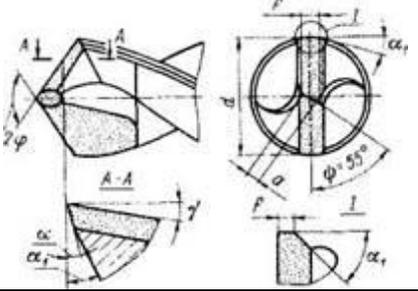
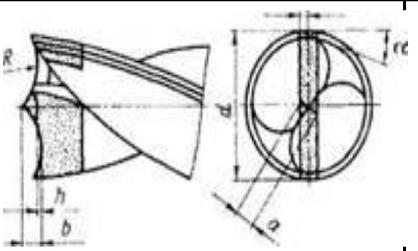
Форма режущей части	Эскиз заточки режущей части	Рекомендации по применению
Спиральная с нормальной заточкой		Стекло- и углепластик
Спиральная с подрезающими режущими кромками		Стекло- и углепластик, глухие отверстия

Таблица 2. Конструкции сверл из твердых сплавов и рекомендации по форме заточки режущей части

Форма режущей части	Эскиз заточки режущей части	Рекомендации по применению
Спиральная с нормальной заточкой		Стекло- и угле- и боропластик
Спиральная с подрезающими режущими кромками		Стекло- и угле- и боропластик, глухие отверстия

При проведении экспериментальной работы, были полученные следующие результаты:

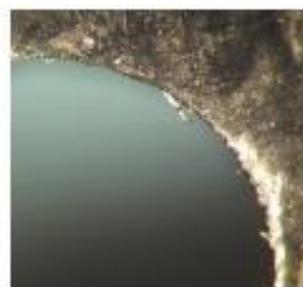
Согласно методике планирования эксперимента, были выбраны сверла с алмазным покрытием, назначена скорость резания в следующем диапазоне 50-56-150 мм/мин, просверлены отверстия диаметром 4, 6, 10 мм с заданной подачей 0,03-0,06-0,08 мм/об. На выходе отверстия имели схожие характерные дефекты (рис.1).



а) расслоение материала



б) выкрашивание



в) неразрезанные волокна и связующие

Рис. 1 – Возможные дефекты, возникающие в композитах

Мероприятия, направленные на уменьшение возникновения дефектов:

1. Расслоение материала.

Решение: Использовать инструмент с негативной геометрией, уменьшить подачу.

2. Выкрашивание.

Решение: Использовать инструмент с позитивной геометрией, уменьшить подачу.

3. Неразрезанные волокна.

Решение: Использовать инструмент с более острой геометрией, уменьшить подачу.

4. Неразрезанное связующее.

Решение: Использовать инструмент с более острой геометрией, уменьшить подачу, уменьшить скорость резания.

Повышение производительности и качества сверления композитов возможно при использовании в качестве режущего инструменте сверл с алмазными вставками. К специфическим особенностям, которые отличают композиты от традиционных материалов можно отнести наличие в структуре материала армирующих волокон, полимерной матрицы и связующих компонентов. Фенолформальдегидные смолы, которые чаще всего используют в качестве связующих компонентов, накладывают ограничения по температуре в зоне резания на интенсивность механической обработки. Поэтому в качестве инструментального материала рекомендуется применять алмаз, который имеет повышенную твердость, меньший коэффициент трения по пластмассе, а коэффициент теплопроводности значительно больше, чем у твердых сплавов. Использование алмазного сверления значительно повышает качество обработанной поверхности, снижает износ режущего инструмента, что позволяет уменьшить количество бракованных деталей и тем самым увеличить производительность труда.

Литература:

1. Баранчиков В.И., Тарапанов А.С., Харламов Г.А. Обработка специальных материалов в машиностроении: Справочник. Библиотека технолога. – М.: Машиностроение, 2002. – 264 с.: ил.

2. Мозговой Н. И., Мозговая Я. Г. Управление процессом стружкообразования при обработке пластических материалов. Обработка металлов. №4(65)/2014, НГТУ: Новосибирск, 2014. - С. 6-10.

3. Мозговой Н. И., Мозговая Я. Г. Разработка программно-аппаратного комплекса для контроля внутренних дефектов и остаточного ресурса инженерных конструкций и изделий из стеклопластика. Обработка металлов. №4(73)/2016, НГТУ: Новосибирск, 2016. - С. 06-15.

ОСОБЕННОСТИ МНОГОПЕРЕХОДНОЙ ХОЛОДНОЙ ШТАМПОВКИ ОСТРОКОНЕЧНЫХ СЕРДЕЧНИКОВ

Лакосник А.С. - студент, Ильиных Г.Г. - студент, Ятло И.И. - к.т.н., доцент,
Буканова И.С. - к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Основная сложность изготовления остроконечных сердечников из высокопрочных сталей объемным пластическим деформированием заключается в необходимости формообразования острой вершины головной части.

Использование предварительного нагрева заготовок в технологии производства сердечников нецелесообразно, поскольку приводит к понижению стойкости штампового инструмента.

Экспериментальные и теоретические исследования технологических возможностей холодного пластического формообразования оживальных участков сердечников многопереходной штамповкой профильным инструментом позволили разработать технологию их получения с заданными чертежом геометрическими размерами и механическими свойствами.

Применение в технологии изготовления сердечников способов пластического формообразования обеспечивает ряд несомненных преимуществ по сравнению с заводской технологией:

1. высокая производительность;
2. высокая стойкость рабочего инструмента;
3. возможность механизации и автоматизации процесса;
4. высокий коэффициент использования металла;
5. возможность повышения эксплуатационной прочности сердечников при проникновении в преграду.

Несмотря на перечисленные выше преимущества способов пластического деформирования, основной проблемой при изготовлении сердечников и способа штамповки является точное формообразование головной части, заключающееся в трудности заполнения металлом при пластической деформации глухой полости матрицы с оживальной формой образующей и остроконечным углублением.

С целью обеспечения заполняемости металлом полости матрицы с оживальным профилем образующей и снижения удельных усилий, действующих на рабочий инструмент, предложен новый способ штамповки сердечников, основанный на реализации принципа последовательной локальной деформации высадкой исходной ступенчатой заготовки [1].

Согласно этому принципу в применяемой ступенчатой заготовке отношение площадей поперечных сечений соседних сечений при перемещении к вершине с наименьшим диаметром всегда должно быть больше единицы и должно обязательно удовлетворять двум условиям:

- а) локального пластического деформирования:

$$P_{i\max}^j < P_{i\text{кр}}^{j-1}$$

- б) продольной устойчивости пластического деформирования:

$$\frac{h_{i-1}^{j-1} - h_{i-1}^j}{d_{i-1}^j} \leq 4,8\sqrt{n}$$

где $P_{i\text{кр}}^{j-1}$ – критическое значение усилия, вызывающего пластическую деформацию в предшествующей j -й ступени заготовки на i -й операции;

$\frac{h_{i-1}^{j-1} - h_{i-1}^j}{d_{i-1}^j}$ – относительная высота j -й деформируемой ступени.

На основе предварительных расчетов и экспериментов в данной работе предложена конструкция ступенчатой заготовки (рис. 1.), которая, как показывают результаты компьютерного моделирования, обеспечивает заполнение металлом полости матрицы с оживальной формой образующей (рис. 2.).

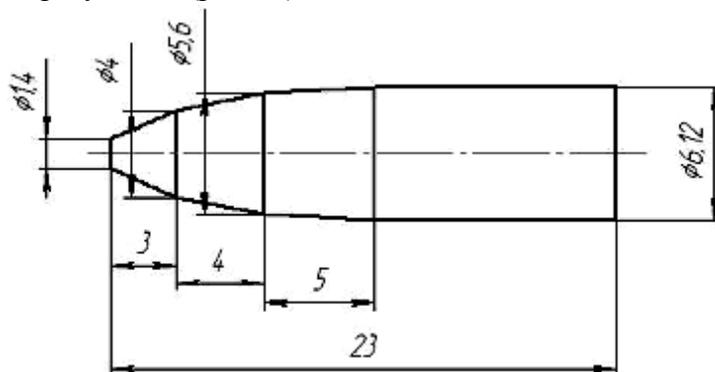


Рисунок 1 - Эскиз ступенчатой заготовки

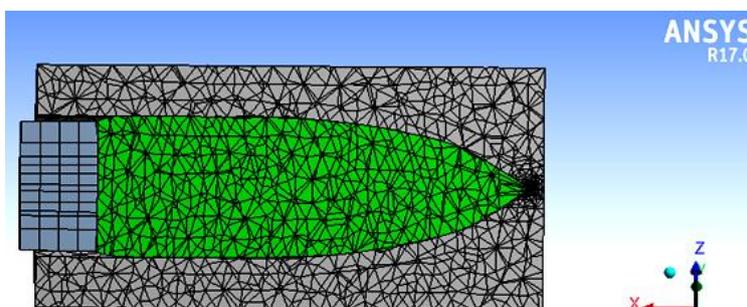


Рисунок 2 - Моделирование заполнения металлом полости матрицы при последовательной локальной деформации высадкой исходной ступенчатой заготовки

Получение исходной ступенчатой заготовки возможно различными способами. Наиболее перспективными металлосберегающими методами предварительного профилирования заготовок являются способы продольного холодного выдавливания и поперечно-клиновой прокатки.

Для получения исходной ступенчатой заготовки в данной работе предложен способ штамповки по комбинированной схеме «редуцирование-высадка» за три операции в инструментальных блоках на автоматической роторной линии (АРЛ).

Все подготовительные операции и завершающая термообработка приняты по действующей технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агеев Н.П., Данилин Г.А., Огородников В.П. Технология производства патронов стрелкового оружия. Ч.2. Процессы штамповки – СПб., Балт. гос. техн. ун-т., 2007г, - 533с.

РАЗРАБОТКА МАЛЫХ ТРАНСПОРТНЫХ РОБОТОВ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Лопытко А.К. - студент, Черданцев А.О. - аспирант, Веснин В.В. - студент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Транспортные задачи являются неотъемлемой частью машиностроительного производства. Успешное их решение позволяет обеспечить рациональную загрузку оборудования, снизить простой и повысить эффективность производства в целом. В основном транспортировка деталей и заготовок между станками, производственными участками, цехами и складами осуществляется ручным и автоматизированными способами со значительной долей участия человека[1]. Существуют системы автоматического транспортирования деталей на производстве, но затраты на их внедрение и обслуживание весьма значительны, что затрудняет их распространение. В связи с этим становится актуальным совершенствование транспортной системы предприятия с помощью применения автоматических транспортных роботов, оснащённых оптоэлектронными системами контроля перемещений.

Концерн BMW планирует запустить в текущем году полностью автоматическую систему транспортирования (рисунок 1а). Нами был решён ряд задач по созданию аналогичной системы (рисунок 1б).



а)

б)

Рисунок 1 - Транспортные роботы

В основе работы предлагаемой системы используются навигационные маркеры в виде маршрутной линии. Поверхность по которой перемещается робот освещается ИК светодиодами. Поверхностью формируется отражённый световой поток, который попадает на фототранзисторы. С помощью фототранзисторов на выходе оптопары формируется аналоговый сигнал, который передаётся на АЦП микроконтроллера и преобразуется в данные. На основе этих данных, заложенный в микроконтроллер алгоритм принимает решение о необходимых действиях для перемещения робота по линии. Управляющий сигнал по протоколу dir-step передаётся драйверам, которые формируют соответствующий ток в обмотках ШД. В результате на валу двигателя создаётся вращающий момент, который передаётся непосредственно на колёса. Таким образом обеспечивается необходимое перемещение робота вдоль маршрутной линии.

Для решения исследовательских задач нами был собран экспериментальный стенд. Объектом исследования была оптопара. Основу стенда составляет инструментальный микроскоп ММИ-2. На координатном столе располагается робот с установленной оптопарой. Образец поверхности, с помощью элементов УСП закрепляется на неподвижной части микроскопа. Предметом исследований было влияние ширины маршрутной линии и зазора

оптопары на выдаваемый датчиком сигнал. Для установки зазора и положения оптопары мы использовали винты поперечной и продольной подачи. (рисунок 2)



Рисунок 2 - Экспериментальный стенд

Предварительный поисковой эксперимент показал неопределённый результат. С ростом расстояния до поверхности увеличивается разница между сигналом для маршрутной линии и чистой поверхностью. Вероятной причиной этого было значительное влияние внешней освещённости. Повторный эксперимент в затемнённых условиях привёл к ожидаемым результатам. Наибольшая разница выходных сигналов оптопары достигается при зазоре 1.4 мм. Для дальнейшего совершенствования алгоритмов управления робота было установлено влияние поперечного положения оптопары на выходной сигнал. Затраты на прокладку маршрутной линии определяется её шириной. Наибольшие значения сигнала для маршрутной линии можно получить при ширине линии около 10 мм и более. Так как исходным материалом является лента шириной 18 мм, то разделяя её на кратные части выгодно использовать ширину 9 мм. Поисковые исследования показали, что для 9 мм имеются незначительные потери качества выходного сигнала.

Результаты проведенных исследований были использованы при проектировании конструкции робота и оптимизации затрат на создание разметки маршрутной линии. Предлагаемая нами транспортная система может быть эффективно использована на машиностроительных предприятиях и гибко перенастраивается под особенности производственных участков.

Литература

1. А.А. Кулебякин. Управление системами и процессами в машиностроении. Учебное пособие // Ярославль: Изд-во ЯГТУ, 2008. – 129с.

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ И ДИАМЕТРАЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ

Некрасов В.Н. - к.т.н., доцент, Черданцев А.О. - аспирант, Веснин В.В. - студент,
Лопытко А.К. - студент, Кнуренко Д.В. - студент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Автоматизация технологических процессов играет важную роль при организации промышленного производства. Улучшение систем автоматизации процессов в научно-производственных предприятиях всегда способствовало разработке технологических процессов и появления нового оборудования и устройств. Основные функции автоматизации – проверка и контроль качества продукции.

Учитывая вышесказанное, представляется актуальной разработка универсального программно-аппаратного комплекса (ПАК) для проверки и контроля качества деталей различного назначения машин и агрегатов. Данный комплекс позволит автоматизировать процесс контроля качества выпускаемых деталей за счет применения технических средств автоматизации. Применение таких комплексов при существенном снижении технических, финансовых и временных затрат позволит обеспечить повышение эффективности предварительных наладочных работ[1]. Предлагаемый комплекс, отличается мобильностью, легкостью и быстротой переналадки, возможностью использования без снятия заготовки со станка и низкой стоимостью.

Разрабатываемый программно-аппаратный комплекс состоит из следующих элементов. Аппаратный состав:

1. Электронный штангенциркуль ШЦЦ–1–125 с передвижной измерительной губкой с цифровым отсчетным устройством (рисунок. 1а). Позволяет измерять линейные и диаметральные размеры наружных и внутренних элементов деталей до 125 мм с точностью 0,01мм.

2. Блок преобразования сигнала. Изготовлен из компонентов ARDUINO(семейство электронных устройств с разными возможностями, отличаются низкой ценой и большой доступностью)(рисунок. 1б).

3. Устройство связи с оператором (рисунок. 1в). В качестве такого устройства может выступать персональный компьютер, смартфон или планшет.

4. Система связи между блоками может быть двух вариантов – проводная, беспроводная или комбинированная.

5. Каждый из блоков использует собственный встроенный источник питания.

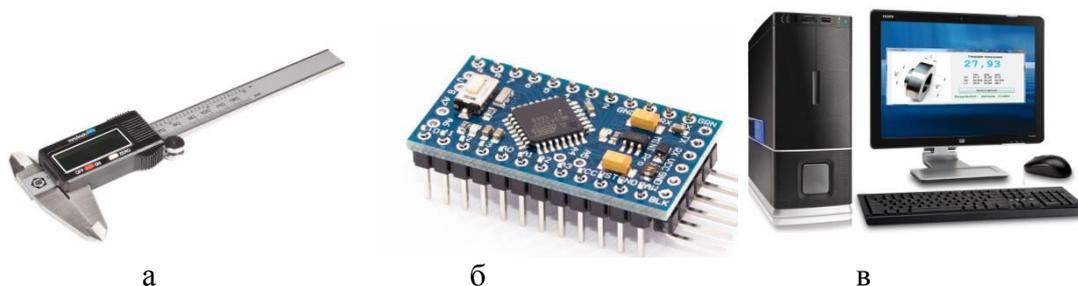


Рисунок 1 – Устройства ПАК: а – штангенциркуль; б – блок преобразования; в – персональный компьютер

Задачей аппаратной части комплекса является преобразование цифрового сигнала поступающего от штангенциркуля по протоколу SPI (рисунок 2) для дальнейшей обработки. Так как напряжение питания штангенциркуля достаточно мало, и составляет 1,5В, то для согласования уровней применяется сдвоенный компаратор и резистивный делитель. Преобразованные данные из бинарного формата в текстовый передаются по протоколу

UART через виртуальный COM-порт на устройство дальнейшей обработки. На этом этапе может применяться как USB-преобразователь, так и bluetooth беспроводной передатчик.

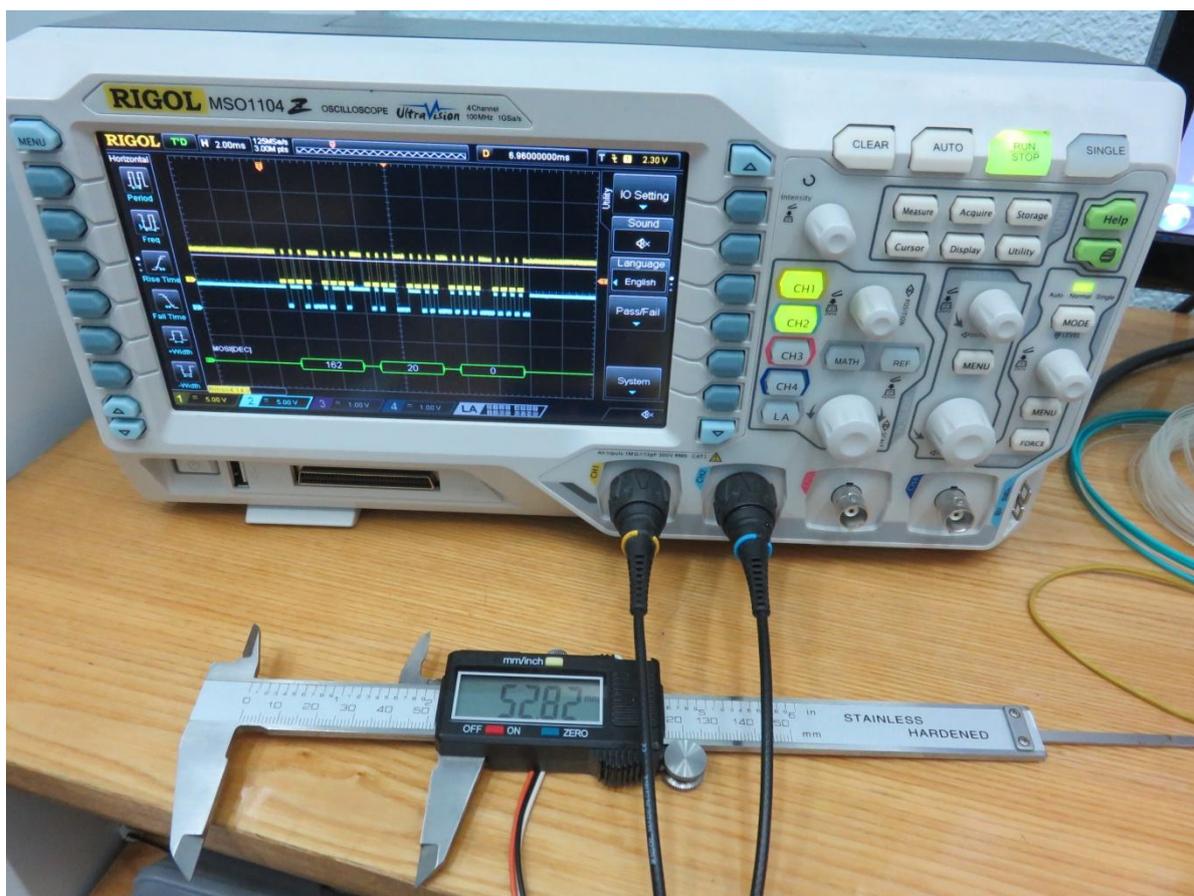


Рисунок 2. Цифровой сигнал от штангенциркуля

Программный состав:

В штангенциркуле используется ПО, установленное заводом изготовителем без изменений. В устройстве связи с оператором используется как операционная система, так специально созданная программа обеспечивающая быстроту и эффективность использования комплекса. Она выполняет необходимые расчеты и представляет информацию в удобном для оператора виде.

Программная часть комплекса отвечает следующим характеристикам:

программные средства совместимы с персональным компьютером (ПК) и обеспечивают работу в среде Windows (в перспективе Android, iOS):

- реализовано программное управление стандом;
- возможность задания границ допуска всех параметров считываемых с прибора;
- считывание данных с приборов;
- сравнение результатов измерения с установленными границами допуска, а также принятие решений для годности изделия по конкретному параметру;
- проведение повторных испытаний выбранных параметров;
- представление результатов испытаний в виде таблицы;
- сохранение результатов испытаний в виде файлов данных;
- распечатку результатов испытаний;
- доступный, интуитивно понятный интерфейс.

Наибольший интерес для пользователя представляет последняя программа (рисунок 3), так как с помощью неё он может реализовать все преимущества предлагаемого комплекса. Она может работать в двух режимах.

Первый режим предназначен для контроля изделий и проверки их соответствия заданным чертежом параметрам. Задаются номинальный размер, предельные отклонения и при измерении на экране в окне программы большой сектор подсвечивается определенным цветом, в зависимости от результатов измерения. Например, годная деталь обозначается зелёным цветом, неисправимый брак – красным, исправимый – жёлтым. Детали просто раскладываются в трёхсекционную тару с соответствующим цветовым обозначением. Оператору нет необходимости каждый раз, полученное число сравнивать с эталонным значением и определять признаки детали. Монотонное многократно повторяющееся действие, связанное с числовым сравнением может привести к ошибкам.

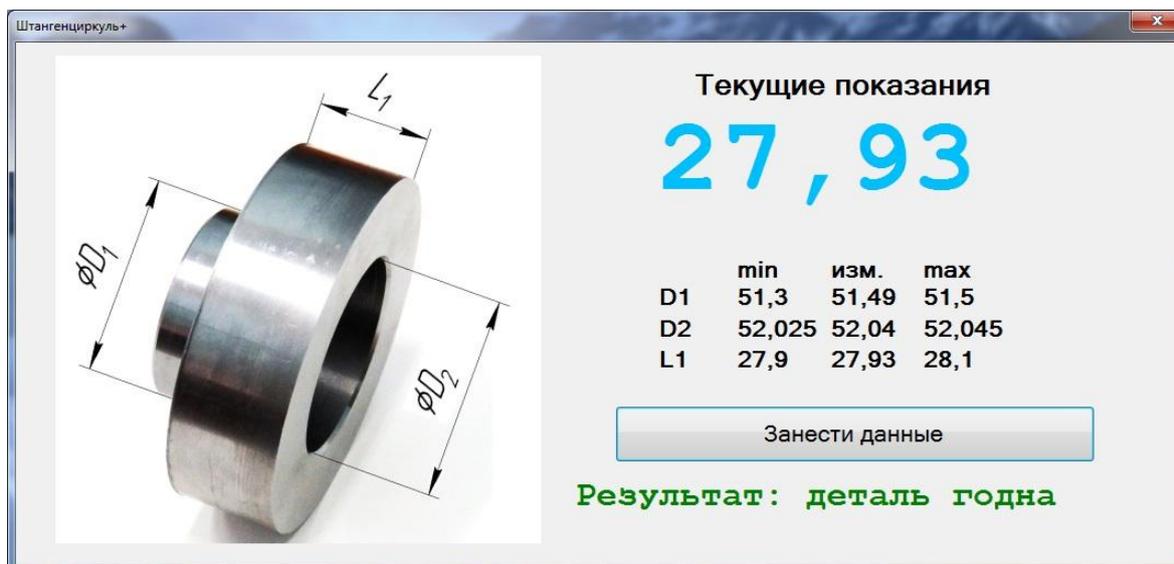


Рисунок 3. Экранная форма программы

Второй режим предполагает реализацию селективной сборки. Сначала выполняется последовательное измерение партии первой сопрягаемой детали. Показания нумеруются и запоминаются устройством связи. Затем те же действия выполняются для второй сопрягаемой детали. После этого программа определяет и показывает номера деталей из обеих групп, которые могут быть собраны с обеспечением требований предъявляемых размерной цепью.

Таким образом предложенный комплекс позволяет усовершенствовать операции контроля размеров изделий, и рационально реализовать процесс селективной сборки.

Литература

1. А.В. Коваленко. Контроль деталей, обработанных на металлорежущих станках. // М.: Машиностроение, 1980 - 167 с.

МЕТОДИКА ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПРИ ОБРАБОТКЕ ОТВЕРСТИЙ В СТЕКЛОПЛАСТИКЕ

Попазов В.А. - студент-магистрант, Мозговой Н.И.- к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

На сегодняшний день стеклопластик является одним из наиболее известных материалов. Детали из стеклопластика достаточно прочно вошли в повседневную жизнь и являются неотъемлемой её частью, продукцию из данного композитного материала применяют в различных областях, таких как: судостроение, самолётостроение, строительство дорог и т.д.

Основными преимуществами стеклопластика являются:

— Индивидуальные физические свойства. В зависимости от условий эксплуатации изделия из стеклопластика могут обладать индивидуальными характеристиками, благодаря особому сочетанию компонентов при производстве;

— Отличные эксплуатационные и технологические свойства. Материал устойчив к различным атмосферным явлениям, механическому воздействию, не подвергается коррозии, не деформируется. Высокая прочность и малый удельный вес – это основные преимущества стеклопластика;

— Долгий срок эксплуатации. Износостойкость материала очень высокая, поэтому изделия из стеклопластика прослужат долгие годы без потери внешнего вида и эксплуатационных свойств. При возникновении повреждений техническое обслуживание не вызовет затруднений.

Целью проведения полнофакторного эксперимента являлось изучение поведения заготовки из стеклопластика в процессе её сверления на вертикально-фрезерном станке с численным программным управлением, получение математических моделей, устанавливающих взаимосвязь режимов обработки, процесса износа используемого набора сверл из P6M5 и качества обрабатываемой поверхности, необходимых для разработки алгоритма системы управления технологическим процессом (рисунок 1).



Рисунок 1 - Процесс сверления стеклопластика, автоматизированный стенд сбора и обработки информации

Для проведения экспериментальных исследований был разработан и сконструирован автоматизированный стенд сбора и обработки информации (АССОИ), принципиальная схема которого представлена на рисунке 1.

АССОИ включает в себя: портативный ноутбук, динамометр для контроля силы резания, вертикально-фрезерный станок с численным программным управлением, набор сверл, прибор UNO 115 по настройке режущего инструмента вне станка для контроля износа режущих кромок сверл, профилограф-профилометр для регистрации параметров шероховатости, кругломер для контроля точности формы отверстия (отклонения его от круглости).

Основными контролируруемыми факторами при проведении эксперимента являлись скорость резания, подача и глубина резания (V, S, t). В процессе обработки стеклопластика регистрировались следующие данные: составляющая силы резания P_z , вид стружки, качество обработанной поверхности (параметр шероховатости R_a , наличие прижогов и отслоений), износ кромок режущего инструмента.

Всю систему проведения эксперимента можно описать с помощью модели черного ящика. Модель черного ящика представляет собой систему, в которой основными элементами являются входные и выходные параметры. Выходными являются зависящие параметры. Зависят эти параметры от работы системы и влияющих на неё входных параметров. При составлении подобной системы для сверления стеклопластика (рисунок 2), необходимо было учесть актуальные и наиболее влияющие на возможный ход эксперимента "входящие" факторы. На выходе системы закономерные и логичные, зависящие от входящих, "выходящие" факторы.

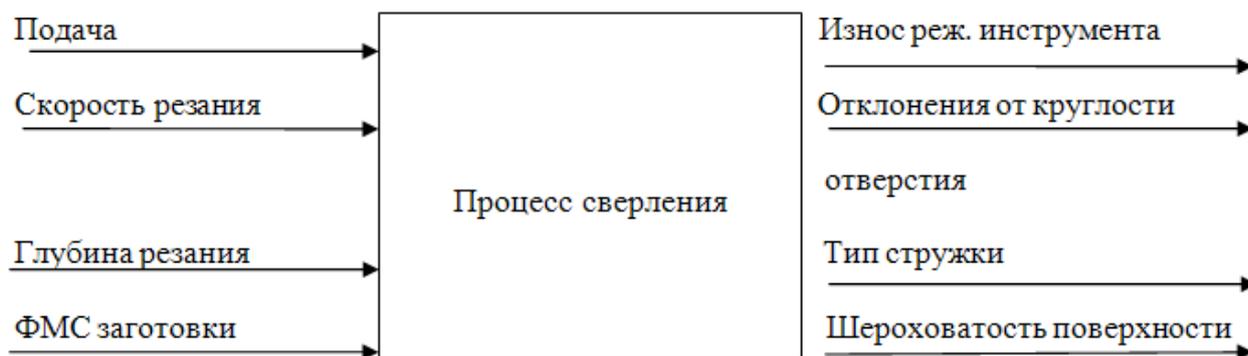


Рисунок 2 - Модель чёрного ящика эксперимента

Одним из способов контроля проведения данного эксперимента является получение функции зависимости искомого выходящего фактора по примеру $f=y(x)$, где f -износ кромок сверла, y -процесс сверления, x - "входящие" факторы (скорость резания, подача и глубина резания (V, S, t)).

Предварительно был проведен поисковый эксперимент для выбора диапазона варьирования режимов резания и геометрии инструмента. Нижние значения параметров ($S=5$ мм/об, $n=250$ об/мин) выбираются из условия обеспечения производительности обработки, верхние значения параметров $n=500$ об/мин и $S=20$ мм/об ограничиваются качеством обрабатываемой поверхности. Глубина резания в исследуемых деталях $t=25$ мм ограничивается длиной стандартного осевого режущей инструмента. На рисунке 3 приведен пример контроля износа режущей кромки сверл.

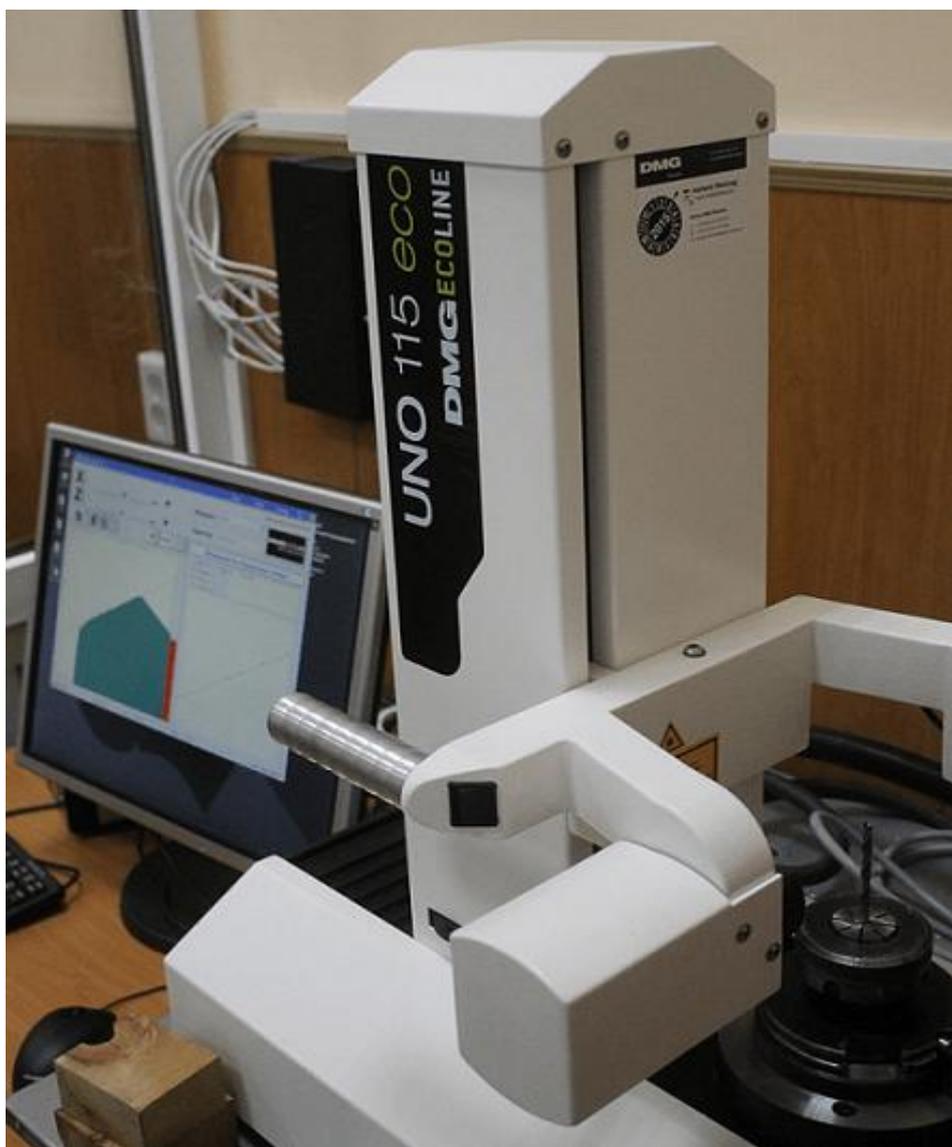


Рисунок 3- Контроль износа сверла с помощью прибора UNO 115 ECO

Выполнение данного эксперимента позволит получить:

1. Математическую зависимость влияния режимов резания на износ режущего инструмента - сверла.

2. Определить оптимальные режимы резания для получения отверстий заданного качества (обеспечить требуемые параметры круглости отверстий).

Следующим этапом научных исследований является построение математической зависимости влияния режимов резания на износ режущего инструмента и определение оптимальных режимов резания для получения отверстий заданного качества.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ВЫСОКОСКОРОСТНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Потапов И.С. - студент, Лапенков Е.Ю. - магистрант, Черданцев А.О. - аспирант,
Гайст С.В. - аспирант, Лопытко А.К. - студент, Марков А.М. - д.т.н., профессор
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В настоящее время технологические возможности металлорежущего оборудования достигли высокого уровня. В связи с этим высокоскоростная обработка находит широкое

применение в разных сферах промышленности. Данный вид обработки реализуется при высоких скоростях резания, что существенно повышает производительность и обеспечивает высокое качество деталей. Высокоскоростная обработка обладает рядом особенностей, таких как снижение сил резания в определенном диапазоне скоростей и иное перераспределение тепла в зоне обработки. Данные факторы дают возможность применять ее для обработки закаленных сталей и труднообрабатываемых материалов [1].

В литературе недостаточно сведений о применении высокоскоростной обработки для композиционных материалов. Композиционные материалы существенно отличаются от обычных конструкционных материалов. Данные различия связаны с такими свойствами композитов: низкая теплопроводность, воздействие абразивного наполнителя, повышенный износ инструмента по задней поверхности инструмента и т.д. Все выше перечисленные факторы не дают возможности адекватно оценить возможность применения высокоскоростной обработки к данным материалам [2].

В связи с этим исследования направлены на установление зависимости силы резания от режимных параметров высокоскоростной обработки композиционных материалов и влияние их на параметры качества изделий.

С целью исследования зависимости силы резания от режимных параметров (скорости резания V , подачи S , глубины резания t) процесса механической обработки композиционных материалов была разработана методика проведения эксперимента [3].

Эксперимент проводился в соответствии с входными данными, представленными в таблице 1. Контролируемым параметром являлась сила резания, измерения которой производились при неизменных значениях подачи и глубины резания.

Таблица 1
Исходные данные

№	V , м/мин	S , мм/зуб	t , мм	№	V , м/мин	S , мм/зуб	t , мм
1	50	0,05	0,5	10	396	0,05	
2	63			11	503		
3	0,5			12	628		
4	101			13	792		
5	126			14	1005		
6	157			15	1257		
7	201			16	1571		
8	251			17	2011		
9	314			18	2513		

В настоящее время существует много металлорежущих станков обеспечивающих режимы высокоскоростной обработки. Стоимость данного оборудования затрудняет его применение в лабораторных исследованиях. При проведении эксперимента был смоделирован процесс высокоскоростного фрезерования фрезой с одним режущим зубом. Достижение скорости 628 м/мин за счет использования фрезы 400мм. Для осуществления данной модели обработки было спроектировано приспособление, модель представлена на рисунке 1. В качестве режущего элемента использован расточной державочный резец по ГОСТ 9795-84, с материалом режущей части из твердого сплава ВКЗМ.

Эксперимент проводился на вертикальном консольно-фрезерном станке ГФ2171, оснащенный системой ЧПУ FMS-3200, со следующими характеристиками: мощность главного привода – 7,5 кВт, частота вращения шпинделя – 50...2000 об./мин.

В качестве экспериментальных образцов использовались заготовки из композиционного материала (стеклопластик КППН), обладающего следующими физико-механическими свойствами:

- предел прочности в тангенциальном направлении 460 МПа;
- предел прочности в осевом направлении 880 МПа;
- модуль упругости при растяжении 263 МПа;
- плотность $1,97 \times 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$.

Измерение силы резания осуществлялось с помощью спроектированного трехкомпонентного динамометра, представленного на рисунке 2, который установлен на столе фрезерного станка. Общий вид экспериментальной установки представлен на рисунке 3.



Рис. 1. Приспособление

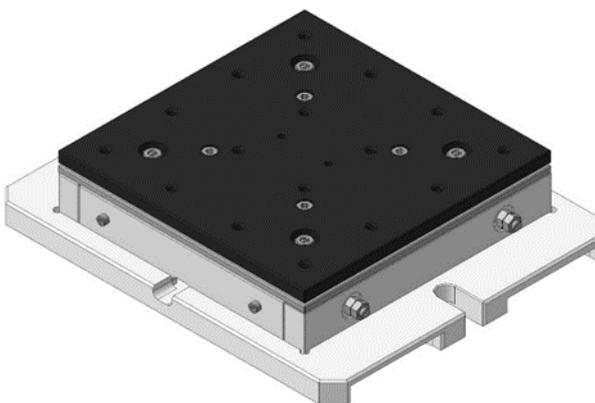


Рис. 2. Модель динамометра

Данный динамометр представляет собой корпус со стенками, в которые встроены восемь пьезоэлектрических датчика, модели АС20 фирмы ZETLAB. Датчики силы АС20 измеряют переменную составляющую силы, действующую на объект измерения. Воздействие резания на датчики осуществляется через нагрузочную плиту, на которой закреплена экспериментальная заготовка.



Рис. 3. Экспериментальная установка

Усиленный сигнал датчиков, с помощью усилителей напряжения, модели АС100 фирмы ZETLAB, подается на аналогово-цифровой преобразователь, затем на ПК. Обработка сигнала осуществляется с помощью специального программного обеспечения.

При обработки экспериментальных данных были получена зависимость силы резания от скорости. Скорость резания изменяется от 50 до 2500 м/мин. Полученная экспериментальная зависимость приведена в виде графика на рисунке 4.

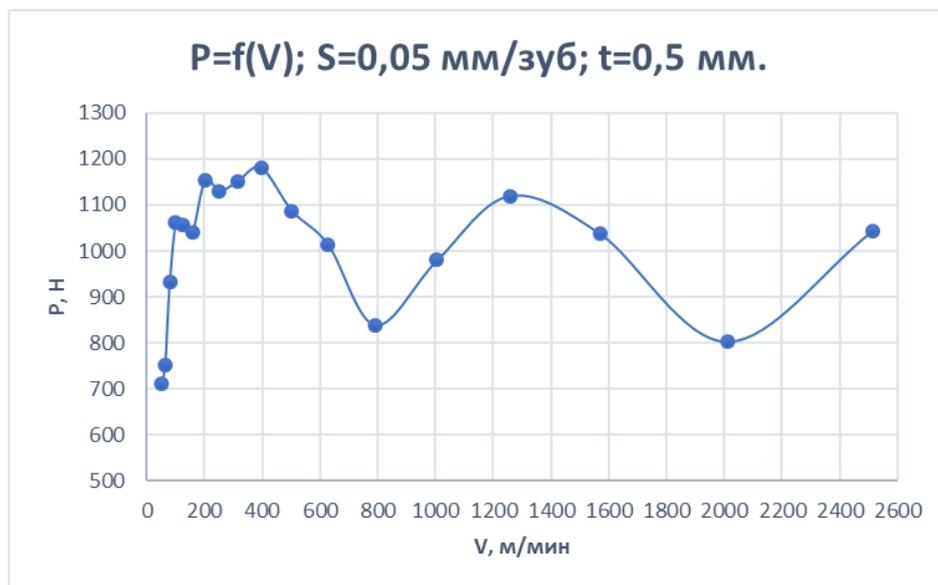


Рис. 4. Зависимость изменения силы резания от скорости резания

Измерения силы резания проводились при неизменных, глубине резания $t=0,5$ и подачи $S=0,05$ мм/зуб. На графике хорошо просматриваются интервалы скоростей на которых происходит понижение силы резания. Это говорит о том, что можно судить о наличии эффекта резкого понижения силы резания (соломоновы Кривые).

Выводы

1. Разработанная экспериментальная установка позволила исследовать процесс высокоскоростного фрезерования композиционных материалов. Были получены данные с помощью которых удалось установить зависимости.
2. Полученные зависимости могут быть использованы для оптимизации режимных параметров при технологической подготовки производства.

Список литературы

1. Туромша В.И. Скоростное силовое фрезерование // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В: Промышленность. Прикладные науки. 2012. № 3. С. 56-64.
2. Гайст С.В. Исследование температуры при фрезеровании стеклопластика / Гайст С.В., Марков А.М., Черданцев П.О., Катаева С.А., Лапенков Е.Ю. // Актуальные проблемы в машиностроении. 2016. № 3. С. 123-128.
3. Гайст С.В. Экспериментальное исследование процесса формирования показателей качества при фрезеровании стеклопластика / Гайст С.В., Катаева С.А., Марков А.М., Черданцев П.О., Лапенков Е.Ю. // Вестник Брянского государственного технического университета. 2016. № 3 (51). С. 129-136.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПАТРОНА

Потапов Д.А. - студент, Некрасов В.Н. - к.т.н., доцент, Бондарь Е.Б. - к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В настоящее время особо остро стоит проблема повышения эффективности действия патронов стрелкового оружия как важнейшего показателя качества. Основными техническими характеристиками патрона являются скорость, давление пороховых газов, кучность. Одна из важнейших задач работы добиться стабильности оптимальных значений данных параметров для более эффективной стрельбы.

Главной проблемой сбыта патронов стрелкового оружия является конкуренция. Для того что бы повысить спрос на данную продукцию надо либо снизить цены относительно рыночных, либо улучшить качество эффективности действия патронов в сравнении с продукцией предлагаемой другими производителями.

Практикой испытания патронов стрелкового оружия установлено, что существенное влияние на эти характеристики оказывают не только конструктивные параметры, но и технологические погрешности изготовления элементов патрона и его геометрических размеров. Эти факторы могут сказываться на надежности функционирования патронов при стрельбе, определять внешнебаллистические параметры пули и эффективность их действия по цели.

Для того что бы улучшить эффективность действия патронов необходимо определить, какое влияние на неё оказывают технические характеристики патрона. Для этого Было сделано следующее:

- 1) Отобрать 100 осмотренных (без дефектов) пуль из потока производства
- 2) Отобрать 100 осмотренных (без дефектов) гильз из потока производства
- 3) Смонтировать пулю в патрон с заданной на чертеже навеской пороха (в пределах допуска) и записать значения навески.
- 4) Замерить патрон по основным техническим параметрам (массе, длине, навеске пороха).

Исследование статистических характеристик связи параметров патрона с техническими характеристиками патрона необходимо начать с получения гистограмм распределения этих параметров. Вид гистограммы позволяет установить является ли причиной разброса значений факторов действие только независимых случайных явлений. Для этого необходимо построить кривую плотности распределения и по ее виду установить закон распределения.

Если закон распределения с достаточной точностью совпадает с законом Гаусса (нормальное распределение), то разброс исследуемого фактора вызван случайными явлениями. В противном случае необходимо установить неслучайные явления, вызывающие этот разброс.

Далее необходимо провести баллистические испытания с целью получения выходных параметров патрона и корреляционный анализ, который позволит определить наличие связи между входными факторами и выходными параметрами.

Значения коэффициентов корреляции из этой таблицы позволяют проанализировать наличие или отсутствие связи между параметрами и техническими характеристиками патрона. На основании значений коэффициентов корреляции часть из выходных параметров – технических характеристик патрона может быть исключена из рассмотрения, что позволит сократить трудоемкость дальнейшего регрессионного анализа.

В ходе регрессионного анализа удастся построить график зависимости, который определит детерминированную связь между входными и выходными факторами.

Для оценки адекватности модели обычно используют критерий Фишера. Рассчитанный по формуле критерий сравнивается с табличным и по их соотношению делается вывод об адекватности модели.

Замерены входные параметры патрона (масса патрона, длина патрона, навеска пороха), а так же получены гистограммы распределения по всем параметрам. Во всех трёх случаях гистограмма принимает форму близкую к нормальному распределению (рис. 1) из чего можно сделать вывод, что разброс выходных параметров будет вызван случайными явлениями в этом случае необходимо установить неслучайные явления вызывающие этот разброс.

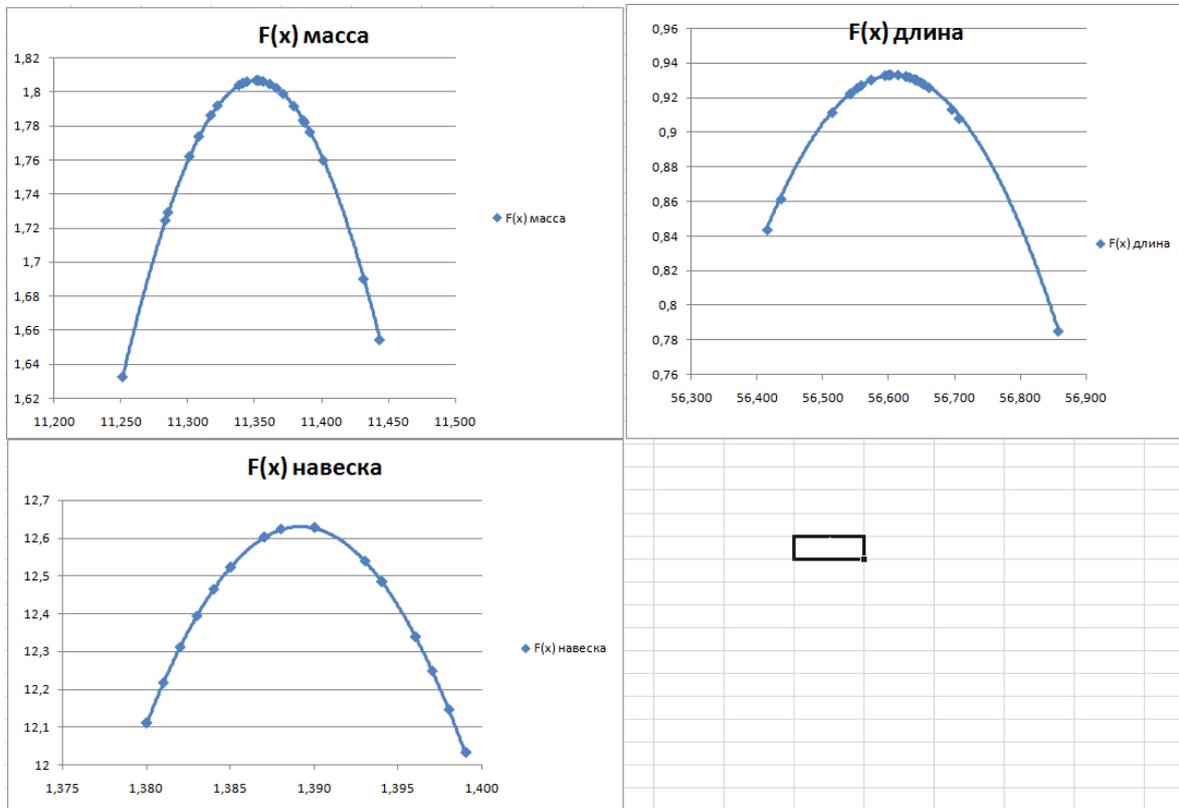


Рисунок 1 - Гистограммы распределения массы, длины патрона и навески пороха

ВЫБОР МЕТОДА ОТДЕЛОЧНО - УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ

Примеров О.И. - студент, Буканова И.С. - к.т.н., доцент, Ятло И.И. - к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова (Барнаул)

Классификации методов отделочно - упрочняющей обработки поверхностно-пластическим деформированием (ОУО ППД) в значительной мере ориентированы на конструкцию инструмента, и не дают существенных преимуществ при выборе метода и режимов обработки в силу значительного перекрытия технологических возможностей последних. В соответствии с ГОСТ 18296-72 методы ОУО ППД делятся на статические и ударные (динамические). Ударные методы в свою очередь разделяются на методы, позволяющие управлять расположением отпечатков, и методы, у которых расположение отпечатков на обрабатываемой поверхности подчиняется случайному статистическому распределению. Далее разделение осуществляется в основном по конструктивным признакам того или иного метода [1]. Такая классификация неудобна для решения технологических задач.

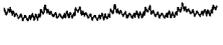
В зависимости от функционального назначения, поверхность характеризуется определенным эксплуатационным свойством или комплексом таких свойств. Методы ОУО ППД обеспечивают повышение целого ряда эксплуатационных свойств. Каждое

эксплуатационное свойство, в свою очередь, характеризуется комплексом параметров качества [2]. Все эксплуатационные свойства обеспечиваемые методами ОУО ППД можно разделить на три группы:

- эксплуатационные свойства, основное влияние на которые оказывают параметры шероховатости поверхности;
- эксплуатационные свойства, влияние на которые оказывают как шероховатость, так и физико-механические параметры поверхностного слоя;
- эксплуатационные свойства, преобладающее влияние на которые оказывают физико-механические параметры поверхностного слоя.

На основании выше изложенного предлагается классификация всех методов ОУО ППД на три вида: отделочную, отделочно-упрочняющую и упрочняющую обработку (таблица 1).

Таблица 1 - Классификация методов ОУО ППД

Вид обработки	$t_5, \%$	Получаемые профили шероховатости	Коэффициент упрочнения k
1. Отделочная обработка ППД	10...30		1,00 ... 1,05
2. Отделочно-упрочняющая обработка ППД	30...80		1,05...1,30
3. Упрочняющая обработка ППД	3...10		1,40...2,00

Отделочная обработка ППД производится с целью уменьшения исходной шероховатости поверхности и увеличения ее несущей способности, т.е. увеличения параметра шероховатости tr или уменьшения параметра R_r практически без упрочнения поверхностного слоя детали. Отделочно-упрочняющая обработка ППД производится с целью уменьшения исходной шероховатости поверхности и увеличения ее несущей способности и частичного поверхностного упрочнения детали. Упрочняющая обработка ППД производится с целью упрочнения поверхностного слоя детали.

В качестве критерия разделения способов ОУО ППД принимается номинальное контактное давление при обработке. Оно определяется по зависимости:

$$P_n = \frac{P}{A_n} \quad (1)$$

где P – рабочее усилие, A_n – нормальная площадь контакта

Рабочее усилие определяется по зависимости:

$$P = A_\phi k H_V \quad (2)$$

где k – коэффициент упрочнения достигаемый при заданном виде ОУО ППД, H_V – твердость обрабатываемой заготовки, A_ϕ – фактическая площадь контакта.

Учитывая исходную шероховатость A_ϕ будет зависеть от нормальной площади контакта A_n , величин контактных деформаций, которые определяют формальную относительную длину профиля шероховатости – tr_k :

$$A_\phi = A_n \frac{tr_k}{100} \quad (3)$$

Отсюда получаем:

$$P_H = \frac{tp_k}{100} kHB \quad (4)$$

При отделочной обработке контактное сближение достигает $y_k = 0,5 R_{p_{исх}}$, а tp_k находится в пределах 10-25%, при этом коэффициент упрочнения $k = 1 \dots 1,05$, тогда:

$$0,1HB < P_H < 0,26 HB. \quad (5)$$

При отделочно-упрочняющей обработке $0,5 R_{p_{исх}} < y_k < R_{p_{исх}}$, $25\% < tp_k < 45\%$, а $k = 1,05 \dots 1,4$ и

$$0,26 HB < P_H < 0,63 HB. \quad (6)$$

При упрочняющей обработке $y_k > R_{p_{исх}}$, $45\% < tp_k < 100\%$, а $k = 1,4 \dots 2$ и

$$0,63 HB < P_H < 2 HB. \quad (7)$$

Таким образом, tp_k является критерием разделения способов ОУО ППД в соответствии с предложенной классификацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суслов А.Г. Качество поверхностного слоя деталей машин. - М.: Машиностроение, 2000. - 319 с.
2. Суслов, Отделочно-упрочняющая обработка поверхностно-пластическим деформированием/ А.Г.Суслов, Р.В.Гуров, Е.С.Тишевских // Упрочняющие технологии и покрытия. - 2008. - №9.-С.11-14.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ И ПОИСКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Пшеницина К.В., Леонов С.Л. - д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (Барнаул)

На Барнаульском патронном заводе для разработки и хранения технологических процессов изготовления изделий используется САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ.

Возможности САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ:

Проектирование технологических процессов в нескольких автоматизированных режимах.

1. Расчет материальных и трудовых затрат на производство.
2. Формировать все необходимые комплекты технологической документации, используемые на предприятии;
3. Вести параллельное проектирование сложных и сквозных техпроцессов группой технологов в реальном режиме времени;
4. Формировать заказы на проектирование специальных средств технологического оснащения и создание управляющих программ;
5. Поддерживать актуальность технологической информации с помощью процессов управления изменениями.[1]

Основные типы документов системы САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ:

Технологические процессы.

Технологический процесс (*.vtp) — основной документ системы САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ. Он содержит технологию изготовления детали или сборочной единицы, а также дополнительную информацию.

Типовой, групповой технологический процесс (*.tpp) — документ системы САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ, содержащий техпроцесс на изделие с одинаковыми технологическими и конструкторскими признаками; в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ - это файл, содержащий как общие данные (операции, переходы, оборудование, оснастку, эскизы и проч.), так и данные единичных ТП.

Технологическая документация.

Отчет (*.vtr) — документ системы САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ, сформированный на основе технологических процессов САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ (vtr, ttp) и содержащий текстовую или графическую информацию. Документ можно преобразовывать в другие форматы (pdf, xls, emf), а также вывести на печать.

Аннотация (*.ann) — документ системы САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ, содержащий заметки, которые создаются пользователем (или несколькими пользователями) на комплект документов.[2]

Взаимосвязь САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ с другими программами(рис.1):

Интеграция САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ с ЛОЦМАН:PLM осуществляется при помощи ЛОЦМАН:PLM Технолог. Используя это приложение, технолог может работать с составом изделия и технологическими данными, находящимися в ЛОЦМАН:PLM, непосредственно из САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ.

Автоматизация расчетов, выполняемых в процессе проектирования ТП, осуществляется специальными приложениями к САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ:

- Расчет режимов резания.
- Расчет режимов сварки.
- Нормирование трудозатрат и др.

Модуль АРМ Технолога для ЛОЦМАН:PLM позволяет формировать технологические данные, необходимые для проведения предварительной технологической подготовки производства.

При помощи КОМПАС-3D формируются графические документы на этапе конструкторской подготовки производства (чертежи) и в процессе проектирования технологических процессов (эскизы).

САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ может работать как локально (техпроцессы сохраняются на диске или в базе), так и совместно с любой системой документооборота (PDM-системой).[3]



Рис.1- Взаимосвязь САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ с другими программами [1]

Структуру САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ условно можно разделить на пользовательскую и административную часть.

Пользовательская часть включает в себя следующие компоненты:

- Модуль проектирования ТП — основной компонент системы, предназначенный для автоматизации проектирования технологических процессов производства.

- ВЕРТИКАЛЬ - Редактор УП (управляющих программ)— приложение, которое служит для создания и редактирования программ в G-кодах.
- ВЕРТИКАЛЬ - Отчеты — приложение, в котором выполняется
- просмотр, аннотирование, редактирование сформированных отчетов или шаблонов.
- Электронный архив ТП — приложение, предназначенное для организации хранения документов, разработанных в САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ, а также для обеспечения совместного доступа пользователей к технологическим процессам.
- База знаний режимов резания — компонент системы, представляющий собой своего рода базу данных, которая позволяет управлять режимами резания, рассчитанными и сохраненными пользователем в базу в процессе проектирования технологий.

Компоненты, необходимые для выполнения вспомогательных расчетов:

- Расчет режимов резания — для определения режимов механической обработки и вспомогательного времени на основной переход техпроцесса.
- Расчет площадей — для определения площади поверхности детали или суммарной площади нескольких деталей (поверхностей) по заданным параметрам.
- Расчет расхода материалов для лакокрасочных покрытий — для определения норм расхода материалов при нанесении лакокрасочных покрытий.
- Расчет параметров для неразъемных соединений — для определения усилия запрессовки, выпрессовки и температуры нагрева, охлаждения поверхностей неразъемных соединений при проектировании сборочного техпроцесса.
- Расчет усилия и автоматического выбора кузнечно-штамповочного оборудования — для определения усилия при обработке металлов давлением по данным техпроцесса.[4]

Стоимость лицензии на одно рабочее место САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ в среднем по анализу предложений на рынке составляет 68 000 рублей.

Вывод. Система САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ является эффективным средством для разработки технологических процессов. Однако в связи с ее высокой стоимостью массовое использование системы только для хранения и поиска информации нецелесообразно, желательна разработка более простой и дешевой системы.

Литература

1. <https://ascon.ru/products/>
2. Высокорец Я.В. САПР ТП "Вертикаль": Учебное пособие для самостоятельной работы. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2012. - 48 с.
3. Куликов Д.Д., Яблочников Е.И., Бабанин В.С. «Интеллектуальные программные комплексы для технической и технологической подготовки производства / Часть 7. Системы проектирования технологических процессов / Куликов Д. Д., Яблочников Е.И, Бабанин В.С. Учебно-методическое пособие. - СПб: СПбГУ ИТМО, 2011. – 136 с.
4. Махов С.И., Новиков И.С., Кангин М.В. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ САПР ТП ВЕРТИКАЛЬ V5 // Технические науки - от теории к практике: сб. ст. по матер. XVII междунар. науч.-практ. конф. Часть I. – Новосибирск: СибАК, 2013.

ОТДЕЛОЧНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ПРЕЦИЗИОННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ

Силивакин В.С. - аспирант, Гребеньков Р.В. - аспирант, Иконников А.М. - к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

При высоких требованиях к качеству поверхности, предварительно отшлифованные детали машин подвергают отделочной обработке. К процессам тонкой окончательной

обработки относятся: притирка, полирование, суперфиниширование и другие. Одним из перспективных способов финишной обработки является магнитно-абразивная обработка (МАО). По данным [1] именно этот вид полирования может обеспечить получение низкой шероховатости обработанной поверхности за минимальное время обработки. В таблице 1 и на рисунке 1 приведена шероховатость обрабатываемой поверхности и относительное время для ее получения при различных видах обработки.

Таблица 1 – Шероховатость обрабатываемой поверхности

Вид обработки	Шероховатость R_a , мкм	Относительное время обработки, мин
Тонкое шлифование	0,5...0,2	2
Суперфиниширование	0,4...0,2	2,5
Полирование	0,2...0,1	3
Пескоструйная обработка	0,4...0,2	2
МАО 63/100	0,2...0,1	1

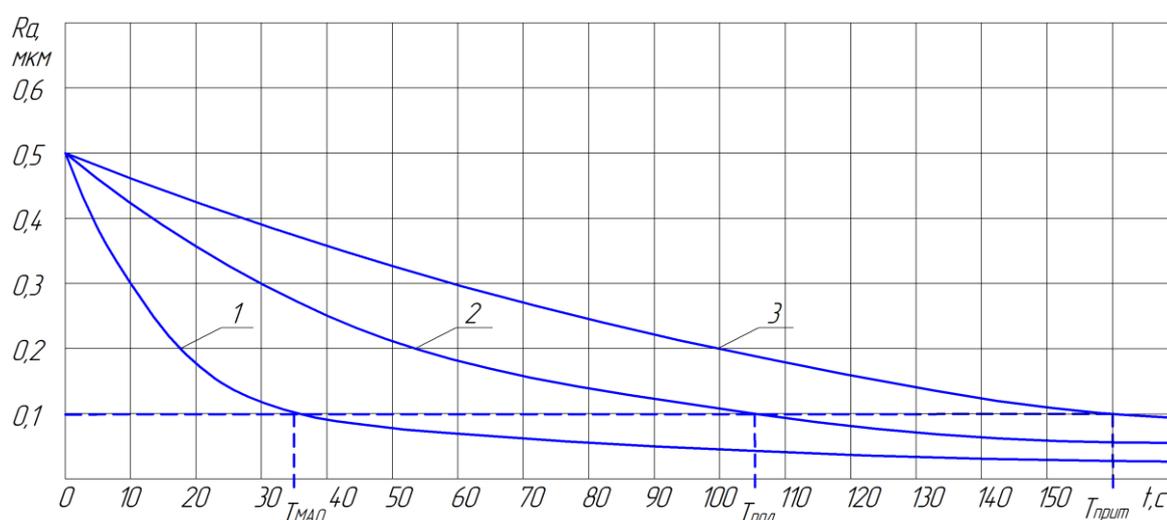


Рисунок 1 – Зависимость шероховатости поверхности от времени обработки:

1 – магнитно-абразивная обработка (МАО), 2 – полирование, 3 – тонкая притирка

Наиболее перспективной технологией повышения качества 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 связки между абразивными зёрнами выполняет магнитное поле, обладающее упругими силами воздействия на зёрна порошка [2].

Рабочими средами при МАО являются порошки, зёрна которых одновременно обладают ферромагнитными и абразивными свойствами. На практике получили широкое распространение виды МАО с применением магнитно-абразивного порошка, размещенного на активной поверхности магнитного индуктора, в рабочем зазоре или рабочей зоне.

Порошки изготавливают путем распылением расплава, прессования - спекания шихты или ее горячей прокаткой. Шихта получается путем перемешивания порошков железа и тугоплавкого абразивного материала. Полученные зёрна порошка разбиваются на фракции.

Схемы, используемые при МАО можно разделить на три вида по типу обрабатываемой поверхности: обработка плоской поверхности, обработка цилиндрической поверхности и обработка фасонной поверхности.

Анализ [3] методов повышения качества прецизионных поверхностей показал, что наиболее приемлемыми способами для обработки являются методы, основанные на использовании эластичной связки или незакрепленного абразива. Одним из перспективных способов обеспечения высокого качества рабочей поверхности является технология магнитно-абразивной обработки, широко применяемая при доводке инструмента. Это метод прост в осуществлении, экологически чист, обеспечивает высокое качество обработанных поверхностей деталей и существенное повышение их сопротивляемости износу, коррозии и механическим нагрузкам, обладает высокой производительностью и успешно заменяет процессы химической и электрохимической обработки.

Литература

1. Барон, Ю.М. Магнитно-абразивная обработка изделий и режущих инструментов. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1986. – 176 с.
2. Иконников, А.М. Конструирование оснастки для магнитно-абразивного полирования путем имитационного моделирования / А.М. Иконников, В.С. Силивакин, Р.В. Гребеньков // Материалы III Всероссийской научно-технической конференции «Современная техника и технологии: проблемы, состояние и перспективы», Рубцовск, 2013 - С. 80-82.
3. Татаркин, Е.Ю. Совершенствование технологических процессов изготовления деталей с помощью методики функционально-стоимостного анализа / Е.Ю. Татаркин, А.М. Иконников, Р.В. Гребеньков, С.С. Просеков // Ползуновский вестник. - 2016. - №3. - С. 57-62.

ВЫБОР ВАРИАНТА РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДА ГРУППОВОЙ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМОСТИ ДЛЯ МНОГОЗВЕННЫХ РАЗМЕРНЫХ ЦЕПЕЙ

Сорокин К.С. – магистрант, Гудалин О.А. – магистрант, Одинаева В.О. – студент,
Панов А.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Метод групповой взаимозаменяемости является разновидностью селективной сборки изделий машиностроения [1]. Он применяется, как правило, для достижения высокой точности малозвенных (обычно трехзвенных, типа отверстие – вал – зазор) размерных цепей. Для многозвенных цепей применение метода ограничено в первую очередь существенными затратами на сортировку по группам большого числа входящих деталей и сопутствующими организационно-техническими сложностями. Использование метода требует очень четкой организации измерений, сортировки, хранения, транспортирования, применения маркировки и специальной тары для складирования и перевозки. Эти сложности возрастают с увеличением количества звеньев цепи и числа групп сортировки. Таким образом, в качестве критерия оценки эффективности того или иного варианта реализации метода можно использовать число деталей групп.

$$K_{\text{дг}} = kq, \quad (1)$$

где k – число групп сортировки, q – число звеньев размерной цепи (деталей), подлежащих сортировке.

По известным методикам при откорректированных допусках составляющих звеньев T_i и заданном допуске на размер замыкающего звена T_{Δ} число групп k определяется:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^{m-1} T_i}{T_{\Delta}}, \quad (2)$$

где m – полное число звеньев размерной цепи.

Из зависимости (1) следует, что одним из направлений минимизации числа деталей групп является сокращение числа звеньев, подлежащих сортировке. Анализ известных в теории и практике приемов показал, что возможны следующие варианты реализации метода для многозвенных цепей.

1. С полной сортировкой. Этот путь предполагает, что сортировке на группы подлежат все детали, размеры которых входят в рассматриваемую размерную цепь. Данный путь реализации метода идентичен применяемому для малозвенных цепей. Число деталей групп рассчитывается по зависимости, полученной из (1) и (2), при этом число деталей, подлежащих сортировке равно числу составляющих звеньев размерной цепи, то есть $q = m - 1$.

$$K_{\delta 21} = \frac{\sum_{i=1}^{m-1} T_i}{T_{\Delta}} (m - 1). \quad (3)$$

2. С неполной сортировкой. При этом пути реализации метода сортировке подлежат не все звенья. Целесообразно исключение звеньев, размеры которых имеют технологические допуски существенно меньше допуска на размер замыкающего звена. При этом расчетный допуск замыкающего звена следует уменьшить на суммарную величину допусков исключаемых звеньев:

$$T'_{\Delta} = T_{\Delta} - \sum_1^u T_i, \quad (4)$$

где u – количество исключенных звеньев.

Тогда количество звеньев, подлежащих сортировке $q = m - 1 - u$.

Для определения количества групп величина возможного поля рассеяния размеров замыкающего звена рассчитывается также с учетом исключенных допусков:

$$\omega'_{\Delta} = \omega_{\Delta} - \sum_1^u T_i = \sum_1^{m-1-u} T_i. \quad (5)$$

Число деталей групп составит:

$$K_{\delta 22} = \frac{\omega'_{\Delta}}{T'_{\Delta}} q = \frac{\sum_1^{m-1-u} T_i}{T_{\Delta} - \sum_{m-u}^{m-1} T_i} (m - 1 - u). \quad (6)$$

Очевидно, что $K_{\delta 22}$ будет иметь иное значение, чем $K_{\delta 21}$ (до исключения звеньев). Поскольку ω_{Δ} для условий метода всегда больше T_{Δ} , то уменьшение обеих величин на одно и то же значение неизбежно приведет к увеличению числа групп. Однако расчетное число групп округляется до ближайшего большего целого значения, поэтому в конечном счете может оказаться, что число групп после исключения некоторых звеньев останется прежним. Даже если число групп увеличится, то число деталей групп, в соответствии с зависимостью (6) может в итоге оказаться меньшим, чем при первом пути реализации. При равенстве $K_{\delta 22}$ и $K_{\delta 21}$ предпочтение следует отдать второму пути. В обоих случаях для сортировки требуется полный стопроцентный контроль деталей, но при втором пути реализации такому контролю будет подвергаться меньшее число деталей (звеньев размерной цепи).

Для предварительной оценки возможности исключения звена из сортировки можно рассчитать предельное допустимое значение допуска исключаемого звена, полученного из зависимостей (3) и (6). Допуск исключенного звена обозначим как T_u . Количество звеньев, подлежащих сортировке, определится как $q = m - 2$. Приравняв $K_{\delta 21}$ и $K_{\delta 22}$, получим:

$$T_u = \frac{T_{\Delta}}{m-1 - \frac{T_{\Delta}}{\sum_1^{m-1} T_i} (m-2)}. \quad (7)$$

Если допуск предполагаемого к исключению звена меньше рассчитанного для данной цепи T_u , то исключение звена из сортировки целесообразно. Однако окончательное заключение, с учетом необходимости округления расчетного значения числа групп, следует делать сравнением числа деталей групп.

3. С приведенными звеньями. Данный путь реализации метода групповой взаимозаменяемости предполагает объединение ряда составляющих звеньев в одно, называемое приведенным. Оно является замыкающим звеном соответствующей производной размерной цепи, что и определяет его параметры:

$$A_{np} = \sum_1^v \xi_i A_i; T_{np} = \sum_1^v |\xi_i| T_i, \quad (8)$$

где A_{np} , T_{np} – соответственно номинальный размер и допуск приведенного звена; v – количество исходных звеньев, включенных в приведенное, ξ_i – передаточные отношения.

Сортировка выполняется по итоговому размерному параметру, то есть, по размеру приведенного звена.

Количество деталей групп при этом может существенно снизиться, так как при том же числе групп k уменьшается количество сортируемых звеньев, $q = m - 1 - v + w$.

$$K_{023} = \frac{\sum_1^{m-1} T_i}{T_{\Delta}} (m - 1 - v + w), \quad (9)$$

где w – количество образованных приведенных звеньев из v , включенных в приведенные.

Необходимым условием применения этого пути реализации метода является физическая возможность соединения деталей в сборочные единицы, устойчивые при хранении, погрузке, транспортировке, контроле.

4. Комбинированный путь (с приведенными звеньями и неполной сортировкой). Его можно использовать, если возможны оба предыдущих способа сокращения числа деталей групп. Сначала анализируется возможность объединения ряда звеньев в приведенные, а затем для оставшихся составляющих звеньев анализируется возможность исключения из сортировки некоторых из них. Исключение из сортировки звеньев, вошедших в приведенные звенья, невозможно физически, так как контролировать размеры приведенных звеньев можно только с учетом всех включенных в их состав деталей.

Количество деталей групп при этом варианте реализации определяется с учетом исключения и объединения составляющих звеньев:

$$K_{024} = \frac{\sum_1^{m-1-u} T_i}{T_{\Delta} - \sum_{m-u}^{m-1} T_i} (m - 1 - u - v + w). \quad (10)$$

Использование вышеописанных приемов при реализации метода групповой взаимозаменяемости позволяет сократить число деталей групп, объемы сортировки и расширить область применения метода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колесов, И. М. Основы технологии машиностроения / И. М. Колесов. – М. : Высш. школа, 2001. – 592 с.

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ И АЛГОРИТМА АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ФРЕЗЕРОВАНИЯ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Сосов Н.А., Горин Е.Ю., Кряжев Ю.А. - к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В современном машиностроении торцовое фрезерование является одним из основных видов механической обработки и осуществляется на горизонтально – , вертикально – , продольно – фрезерных станках с ЧПУ торцовыми фрезами.

Обеспечение заданного качества изготовления деталей является главным показателем эффективности технологического процесса. В данной работе используется способ обеспечения заданной размерной точности и шероховатости обработанной поверхности путём прогнозирования параметра шероховатости R_a с помощью системы обработки сигнала акустической эмиссии (АЭ). Метод акустического излучения, как структурно чувствительный, обеспечивает обнаружение процессов пластической деформации, собственно разрушения и фазовых переходов. Но для этого необходимо иметь такую систему, которая могла бы не только принимать и анализировать виброакустический сигнал, но и также изменять технологические параметры технологического процесса в режиме реального времени.

В соответствии с актуальностью поставленной задачи, была разработана структурная схема адаптивного управления технологическими параметрами на станках с ЧПУ с использованием сигнала АЭ (рисунок 1).

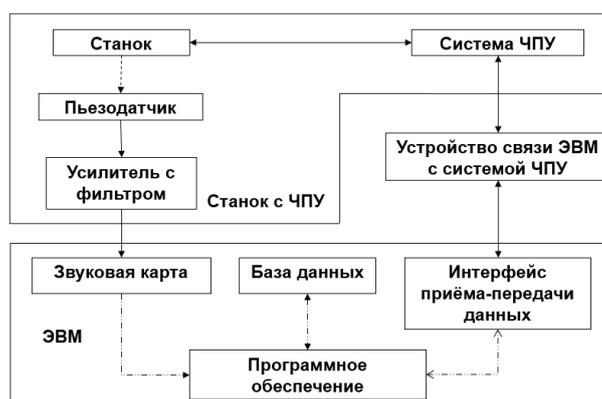


Рис. 1. – Структурная схема адаптивного управления технологическими параметрами на станках с ЧПУ с использованием сигнала АЭ

Механические волны, возникающие в процессе механической обработки деталей, преобразуются пьезодатчиком в электрический сигнал, затем этот сигнал проходит через усилитель с фильтром и передаётся в звуковую карту электронно-вычислительной машины (ЭВМ). Далее в ЭВМ происходит обработка полученного ВА сигнала в специализированном программном обеспечении (ПО), анализ этих данных, а также передача полученных результатов в базу данных (БД). На основе ранее полученных результатов анализа, хранящихся в БД, и текущего получаемого ВА сигнала, ПО принимает решение на изменение технологических параметров для достижения заданного качества обработки детали. Сформированные управляющие команды изменения конкретных технологических параметров отправляется через интерфейс передачи данных в систему ЧПУ станка и происходит изменение параметров режима резания заданного технологического процесса.

Для реализации данной системы необходимо разработать ПО с применением самообучающихся алгоритмов для принятия решений на изменения технологических параметров. Структурная схема алгоритма ПО с применением самообучающихся алгоритмов представлена на рисунке 2 [1].

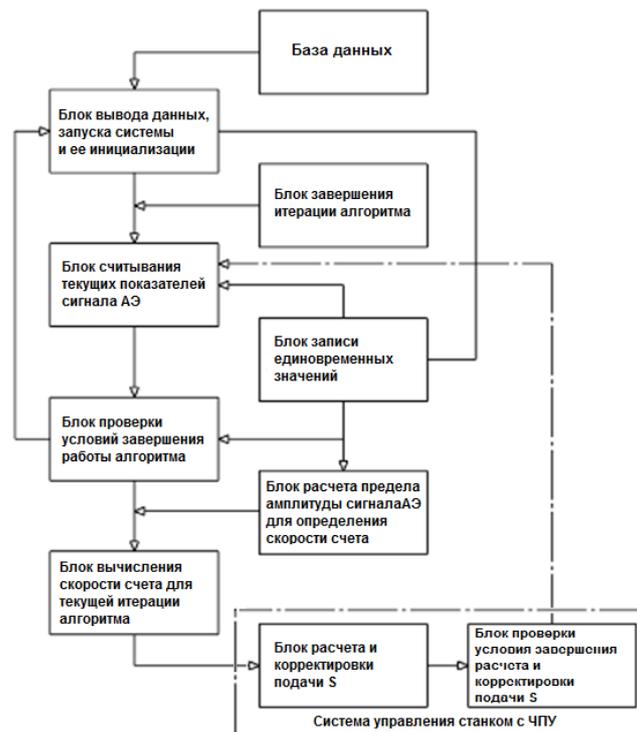


Рис. 2. – Структурная схема алгоритма программного обеспечения с применением самообучающихся алгоритмов

Реализация работы алгоритма ПО осуществляется за счет последовательного выполнения команд между отдельными блоками представленной структурной схемы:

1) Блок ввода данных, запуска системы и её инициализации

В данном блоке производится приём исходных данных, загрузка зависимостей R_a от параметров процесса резания из базы данных на основе введенных данных, вычисления временных диапазонов обработки заготовки, проверка условия запуска системы и инициализация системы при запуске.

2) Блок считывания текущих показаний сигнала АЭ

В этом блоке происходит считывание текущих показаний входящей амплитуды сигнала АЭ и запись их в двумерный массив $[i][j]$ до тех пор, пока текущее значение времени с момента запуска системы не станет равным или превысит время периода съёма показаний для текущей итерации алгоритма.

3) Блок проверки условий завершения работы алгоритма

В данном блоке проводится вычисление средней амплитуды значений сигнала АЭ для текущей итерации алгоритма и проверка условий завершения работы алгоритма: превышение вычисленной $A_{cp}[i]$ над сигналом АЭ, свидетельствующим об износе режущего инструмента; и превышение времени с момента запуска системы над общим временем обработки (рисунок 3).

4) Блок записи единовременных значений

В данном блоке ведётся проверка условий для единовременной записи необходимых текущих значений в память и для дальнейшего их использования в вычислениях алгоритма. Так же в этом блоке производится расчёт среднего значения амплитуды сигнала АЭ за всё время устоявшегося процесса резания.

5) Блок завершения итерации алгоритма

В данном блоке по завершению итерации алгоритма производится корректировка значения счётчика итераций и периода съёма показаний для следующей итерации.

6) Блок расчёта предела амплитуды сигнала АЭ для определения скорости счёта

Данный блок отвечает за подбор значения предела амплитуды сигнала АЭ для определения скорости счёта. Этот блок ведёт работу единожды - в начале устоявшегося процесса резания, затем найденное $A_{расч}$ используется во всём алгоритме до момента его завершения.

7) Блок вычисления скорости счёта для текущей итерации алгоритма

Данный блок отвечает за вычисление скорости счёта для текущей итерации алгоритма. Начинает свою работу после завершения блока №6 и работает до выполнения условия блока №8.

8) Блок расчёта и корректировки подачи S

Этот блок отвечает за расчёт шероховатости от полученных данных во время работы алгоритма в текущей итерации. Если шероховатость выходит за необходимый предел, то производится корректировка подачи в соответствии с вычисленным значением подачи по другой зависимости. Если произошла корректировка подачи, то заново производятся вычисления временных диапазонов обработки заготовки в соответствии с новыми данными.

9) Блок проверки условия завершения расчёта и корректировки подачи S

Данный блок отвечает за прерывание работы блока №7 и №8 по условию превышения текущего времени с начала работы алгоритма над расчётным временем начала выхода фрезы из тела заготовки.

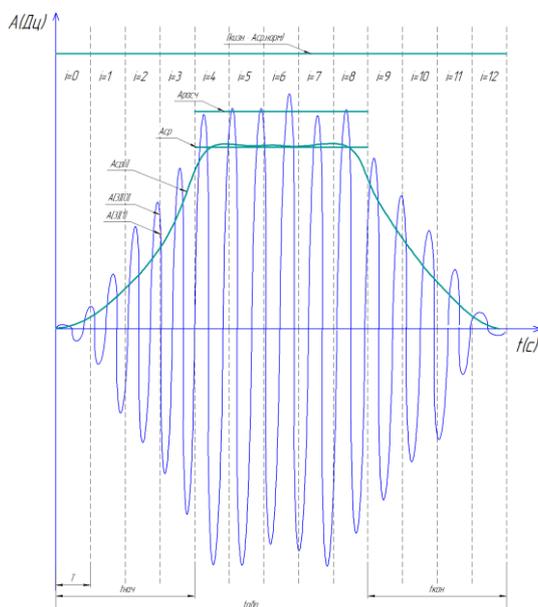


Рис. 3. – График сигнала АЭ при торцовом фрезеровании

Литература

1. Разработка алгоритма адаптивного управления процессом фрезерования на станках с ЧПУ с использованием сигнала акустической эмиссии [Электронный ресурс] / Ю.А. Кряжев, Е.Ю. Горин // Актуальные проблемы в машиностроении: IV Международная научно-практическая конференция (г. Новосибирск, 29 марта 2017 г.) Режим доступа: http://journals.nstu.ru/files/numbers/machine-building_3_3_1459754587.pdf

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ С ИЗНОСОСТОЙКИМИ ПОКРЫТИЯМИ НА ОСНОВЕ СТОХАСТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Толмачев С.С. – магистрант, Аскалонова Т.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Повышение требований к качеству деталей современных машин и механизмов тесно связано с износостойкостью их рабочих поверхностей. Существует много различных способов повышения износостойкости, одним из которых является нанесение покрытий различными способами и составами. Многие механизмы в силу ряда эксплуатационных требований имеют детали, изготовленные из материалов не высокой износостойкости. Например, шкивы клиноременных передач часто делают из алюминиевых сплавов, чтобы облегчить вес изделия, а на рабочие поверхности наносят износостойкие покрытия для повышения долговечности изделия.

Существуют многочисленные способы нанесения покрытий, например, такие как: осаждение, гальванические методы, наплавка, электроискровое напекание, напыление. Классификацию способов нанесения покрытий следует проводить с учетом механизмов и явлений, лежащих в основе процессов нанесения покрытий и формирования его структуры.

Одним из наиболее эффективных методов нанесения покрытий является метод детонационного напыления. Его основными достоинствами являются: 1) возможность получения покрытий, обладающих высокими эксплуатационными свойствами; 2) отсутствие ограничений по размерам и форме напыляемых заготовок; 3) отсутствие необходимости сообщения рабочему органу установки траектории, точно копирующую форму изделия; 4) простота работы оборудования и реализации технологических операций; 5) формирование напыленного слоя на поверхности изделия без передачи ему большого количества тепловой энергии.

Одним из ответственных этапов в технологии получения деталей с покрытиями является их окончательная механическая обработка. Это обусловлено склонностью напыленных слоёв к трещинообразованию и отслоению от основы. Часто технологические маршруты изготовления деталей с покрытиями имеют нерациональный характер, так как не учитывают особенностей газотермических покрытий.

Для обеспечения требуемого качества обработки поверхностей с нанесенными покрытиями используются различные методы обработки, как лезвийные так и абразивные. В нашем случае рекомендуется применять шлифование.

Производительность шлифования, себестоимость операции и качество обработки покрытий в значительной степени зависят от характеристик алмазного инструмента. При шлифовании рабочих зон деталей, изготовленных методами напыления, применяют шлифовальные круги на основе органических, металлических и гальванических связей. Для прогнозирования шероховатости покрытия после шлифования воспользуемся методом стохастического моделирования.

При разработке математической модели процесса микрорезания применяется имитационная модель. В данном случае для построения такой модели необходимо создать механизм имитации распределения пор-концентраторов и описать критерий выбора пор через которые проходит микротрещина в процессе обработки. Математическая формулировка критерия в данном случае заключается в том что вероятность возникновения трещин в поверхностном слое покрытия между двумя дефектами (порами) обратно пропорционально расстоянию между ними и уменьшается с возрастанием глубины расположения дефектов.

Математическое моделирование предоставляет возможность описать механизм формирования микрорельефа поверхности с нанесенным покрытием в процессе шлифования и выявить зависимости параметра шероховатости (Ra) от характеристики микро разрушения,

критерием процесса микро разрушения является коэффициент штрафа α , описывающий формирование трещины в покрытии и зависящий от количества пор в слое покрытия.

Алгоритм, описывающий создание математической модели приведен на рисунке 1. Задание характеристик покрытия начинается с выбора участка поверхности длиной L глубиной H . В зависимости от метода нанесения покрытия и состава определяется число пор N . Далее на выбранном участке случайным образом.

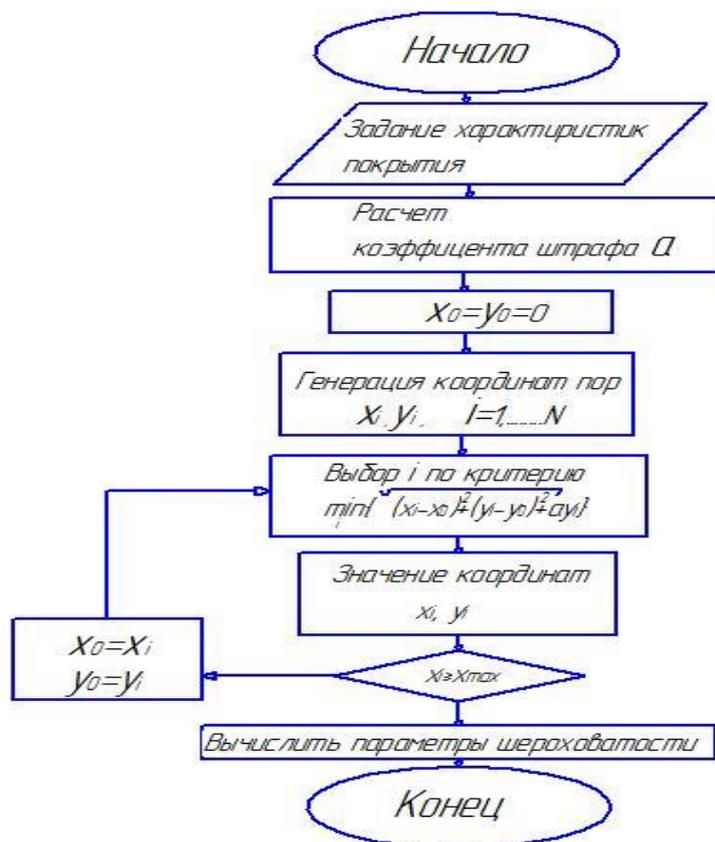


Рисунок 1 - Алгоритм имитационного моделирования формирования шероховатости

На выбранном участке случайным образом при помощи датчика случайных чисел располагаются N пор концентраторов напряжений. Процесс распространения трещины начинается из левого верхнего угла, показан на рисунке 2. Далее процесс формирования осуществляется по критерию, который задан в алгоритме и приведен на рисунке 1.

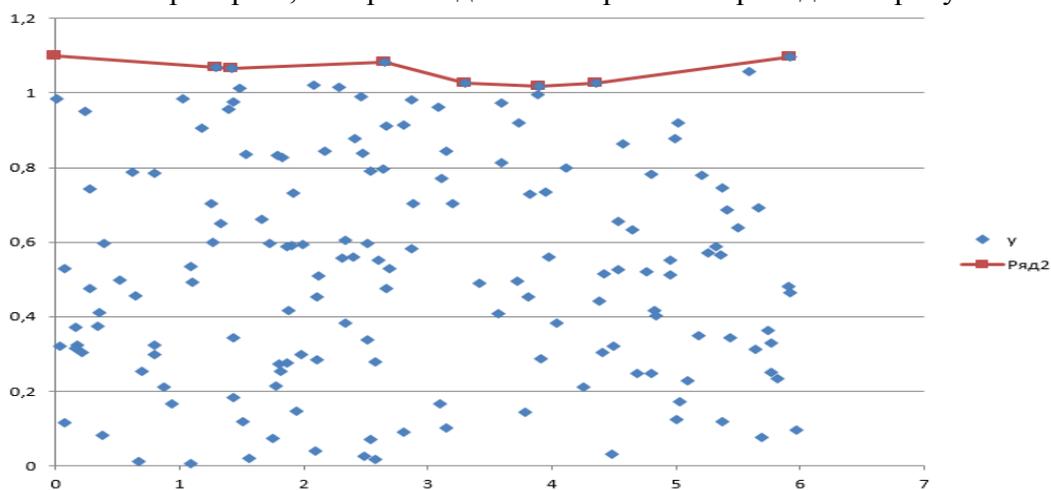


Рисунок 2 - Результаты имитационного моделирования

Для проверки адекватности полученных результатов с использованием математической модели были проведены эксперименты, профилограмма шероховатости полученных образцов, приведена на рисунке 3.

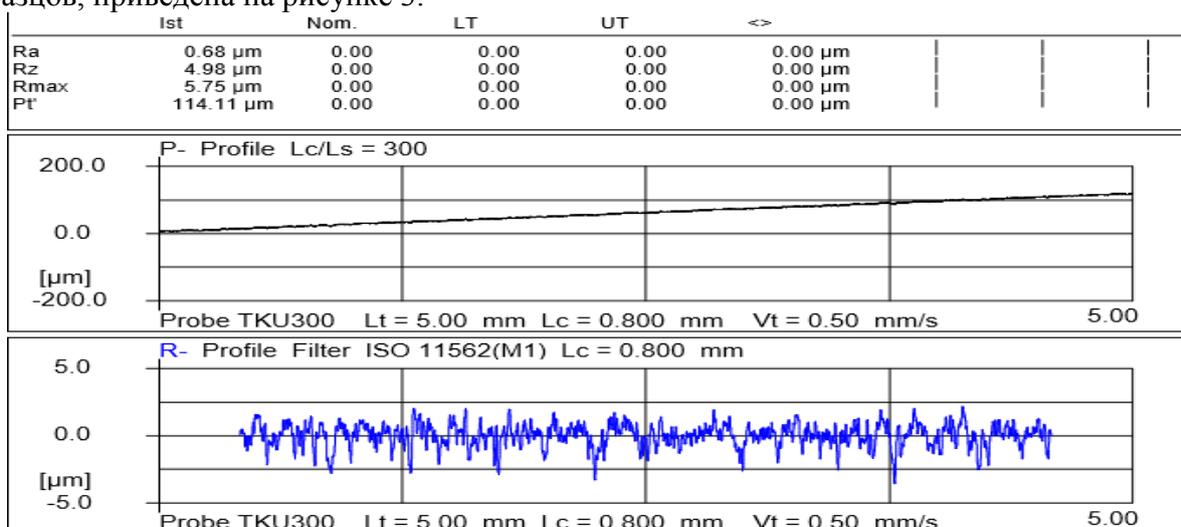


Рисунок 3 - Профилограмма поверхности детонационного напыления после алмазной обработки

Используя имитационную модель мы можем пронаблюдать формирование шероховатости Ra от количества пор N и получить зависимость шероховатости Ra коэффициента штрафа (alfa), зависимости изображены на рисунках 4а и 4б. Моделирование позволяет нам рассчитать среднее значение Ra и показать разброс параметров шероховатости, что дает прогнозировать шероховатость поверхности в зависимости от способа и состава нанесенного покрытия.

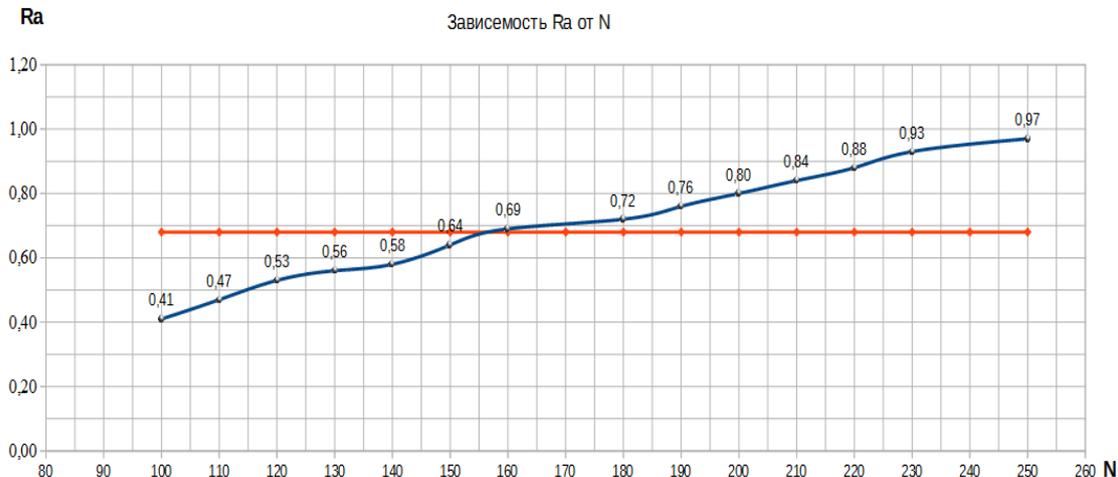


Рисунок 4а - Зависимость шероховатости Ra от количества пор N

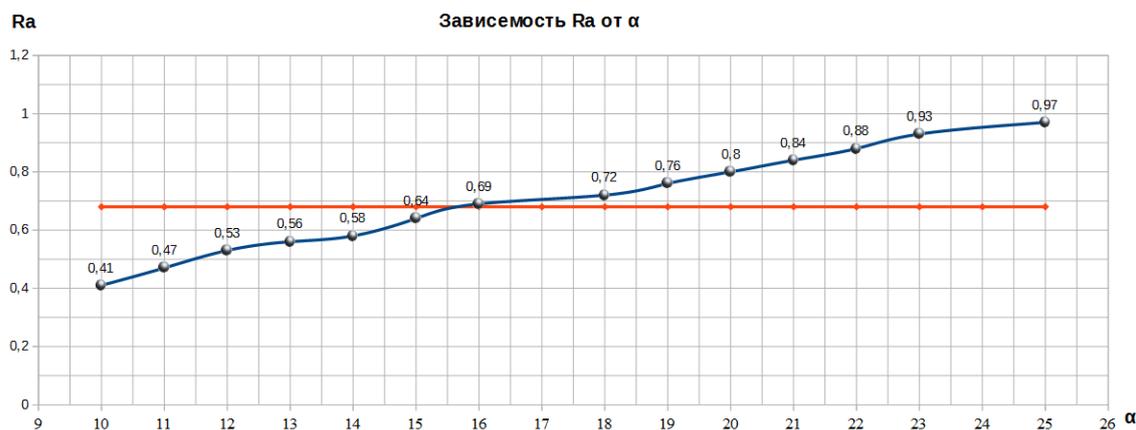


Рисунок 4б - Зависимость шероховатости Ra коэффициента штрафа (α)

Список литературы

1. Кулагин С.П., Леонов С.Л., Татаркин Е.Ю. Финишная обработка шкивов клиноременных передач / Процессы и оборудование абразивно-алмазной обработки: Межвуз. сб. науч. тр.- 1987.- Вып. 10.- С.36-40.
2. Королев А.В. Исследование процессов образования поверхностей инструмента и детали при абразивной обработке. Саратов: Изд-во Саратовского ун-та, 1975.-192с.
3. Шевелёва В.И. Применение математических методов в исследовании процессов абразивной обработки /«Труды ВЬИИАШ» – Ленинград. – № 9. – 1969.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СБОРКИ ПАТРОНА ПИСТОЛЕТНОГО 9X17 BROWNING

Утегенов М.М. - магистрант, Мозговой Н.И. - к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Производство боеприпасов в общности и производство патронов к стрелковому оружию в частности являются одним из способов обеспечения государством собственной внутренней и внешней безопасности.

С течением времени боеприпасы потеряли свою принадлежность исключительно к государственным силовым структурам – ныне во всем Мире производится отпуск боеприпасов в коммерческих целях.

Обобщая вышесказанное можно заключить, что как в делах государственных, так и коммерческих основное внимание должно быть уделено качеству производимых боеприпасов.

В работе предлагается анализ брака, возникающего в процессе производства патронов калибра 9x17 Browning, описание видов дефектов и ответственных за них технологических отказов [1, 2].

Патрон 9x17 Browning позиционируется предприятием как спортивно-охотничье изделие. Патрон приобрёл популярность в Европе и Америке в качестве боеприпаса для полицейского и гражданского оружия. В России сертифицирован в качестве боеприпаса для служебного оружия (используется, например, для пистолета ИЖ-71).

Из вышесказанного можно заключить, что потенциальными потребителями продукции Барнаульского патронного завода являются представители государственных правоохранительных органов, которые являются одними из самых надежных заказчиков. Возможность заключения договора поставки крупных партий или поставок в течении нескольких лет является привлекательной перспективой для предприятия.

Совершенствование качества изделия актуально с финансовой точки зрения.

Был проведен сравнительный анализ трех технологически схожих изделий – 9x17 Browning, 9x18 Makarov, 9x19 Luger. По результатам анализа произведена оценка финансовых потерь за 2016 год из-за возникновения технологических отказов (таблица 1).

Несмотря на то, что изделие 9x19 Luger имеет наибольшие денежные потери, обращаем ваше внимание на то, что объемы производства данного изделия больше по сравнению с остальными, а проценты реальных технологических потерь существенно ниже установленной нормы.

Изделие 9x17 Browning имеет наибольший процент реальных технологических потерь, что определяет актуальность ведения работ по улучшения качества с технологической точки зрения.

В результате анализа бракованных изделий 9x17 Browning за 10 рабочих смен были выявлены следующие виды брака: «горбатость» корпуса гильзы, сеченая пуля, длинный патрон, короткий патрон, выхваты корпуса гильзы, тяжелый патрон, легкий патрон (рисунок 1) и проанализирована их структура.

На основе полученных данных был произведен:

- подсчет общего количества брака;
- подсчет количества по видам брака;
- подсчет количества брака по конкретным видам дефектов;
- проведен ABC-анализ, основанный на принципе дисбаланса, и построен график зависимости совокупного эффекта от количества элементов.

Для дальнейшей работы из всех конкретных видов брака был выбран один (сеченая пуля) как наиболее распространенный и внимание было сконцентрировано на устранение его.

Сортировка позиций производится по показателю технологических потерь, или брака. Представленные виды брака заранее были отсортированы по убыванию доли вклада в общее количество брака.

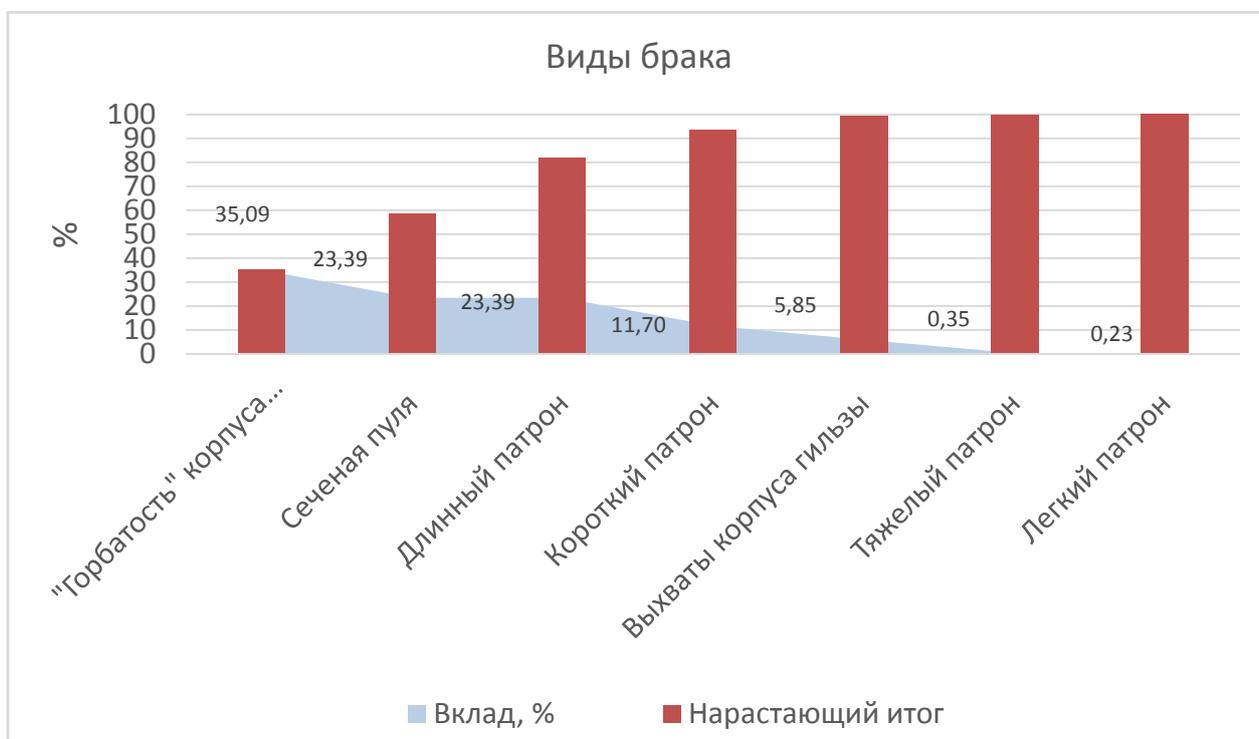


Рисунок 1 – Диаграмма распределения по видам брака

Для устранения брака вида «сеченая пуля» было предложено внести изменения в конструкторскую документацию с последующим изготовлением опытных образцов рабочего инструмента.

В общей сложности был проведен целый ряд экспериментальных исследований для нахождения методом «проб и ошибок» оптимальных параметров для опытных образцов. Основные результаты заключались в заметном снижении брака вида «сеченая пуля».

В результате проведения повторного анализа было установлено, что применение опытного рабочего инструмента способствовало снижению брака вида «сеченая пуля».

Результаты проведенной работы имеют исключительно производственную пользу, т.к. внедрение разработки в производство снижает показатели технологических потерь в целом.

Для анализа брака был проведен анализ технологических потерь за 2016 год. Подсчитаны потери гильзы с капсюлем, потери патрона (гильза, капсюль, порох, пуля) по технологическим операциям (Таблица 1).

Таблица 1 – Технологические потери за 2016 год

	Итог за 2016 год	Внутрицеховая себестоимость	
9x18 Makarov FMJ/Лак			
		гильзы за 1000 шт = 1097	
капсюлирование гильзы, тыс. шт	20832		
норма на тех. потери, %	0,153		
реальные тех. потери, %	0,077		
реальные тех. потери, тыс. шт	14,858	16299	
		патрона за 1000 шт = 4163	
патроны, тыс. шт	19869		
норма на тех. потери, %	2,184		
реальные тех. потери, %	0,653		
реальные тех. потери, тыс. шт	109,312	455066	
9x19 Luger FMJ/Лак			
		гильзы за 1000 шт = 1035	
капсюлирование гильзы, тыс. шт	59491,8		
норма на тех. потери, %	0,153		
реальные тех. потери, %	0,206		
реальные тех. потери, тыс. шт	92,849	96098,73	
		патрона за 1000 шт = 4556	
патроны, тыс. шт	56372,2		
норма на тех. потери, %	2,184		
реальные тех. потери, %	0,7		
реальные тех. потери, тыс. шт	369,414	1683052	
9x17 Browning FMJ/Полимер СЛ			
		гильзы за 1000 шт = 1695	
капсюлирование гильзы, тыс. шт	7956,5		
норма на тех. потери, %	0,153		
реальные тех. потери, %	0,181		
реальные тех. потери, тыс. шт	11,63	19712	
		патрона за 1000 шт = 4853	
патроны, тыс. шт	7622,5		
норма на тех. потери, %	2,184		
реальные тех. потери, %	2,022		
реальные тех. потери, тыс. шт	152,795	741512	

Примечание: при подсчете технологических потерь была использована цеховая себестоимость продукции.

Выводы.

Результатом проделанной работы является разработка ряда организационно-технологических мероприятий, направленных на снижение количества основных видов брака: «сеченая пуля», «горбатость гильзы», причины которых в некоторой степени являются смежными. Решение данной проблемы является актуальной, т.к. именно «сеченая пуля», «горбатость гильзы» составляют наибольшую долю в общем количестве брака за одну рабочую смену.

Список литературы

1. Технология производства патронов стрелкового оружия. Ч. 1. Технологические основы проектирования патронов / Н.П. Агеев, Г.А. Данилин, В.П. Огородников; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2005. – 352 с.
2. Технология производства патронов стрелкового оружия. Ч. 2. Технологические основы проектирования патронов / Н.П. Агеев, Г.А. Данилин, В.П. Огородников; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2006. – 533 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ САПР ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ОПЕРАЦИЙ ТОРЦОВОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Хоменко В.А. - д.т.н., профессор, Веснин В.В. - студент, Лопытко А.К. - студент,
Черданцев А.О. - аспирант

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Существует огромное количество изделий и деталей, которые получают с использованием пресс-форм. Производство пресс-форм практически невозможно осуществить без операций торцового фрезерования. Как показывает практика, влияние технологического наследования достаточно существенно при изготовлении деталей с жесткими требованиями к отклонения формы и шероховатости. Не смотря на то, что торцовое фрезерование зачастую не является заключительной операцией в формировании плоских поверхностей пресс-форм, тем не менее качество поверхностей после торцового фрезерования значительно влияет на качество пресс формы в итоге. При заключительной обработке шлифованием плоских поверхностей затруднительно обеспечение заданного качества изделия, если на предыдущей операции не было уделено достаточно внимания проектированию операции.

Зачастую использование стандартных подходов для проектирования технологии обработки деталей даёт достаточно хорошие результаты. Но в ряде случаев применение специализированных САПР позволяет оптимизировать технологический процесс по необходимым критериям [1,2].

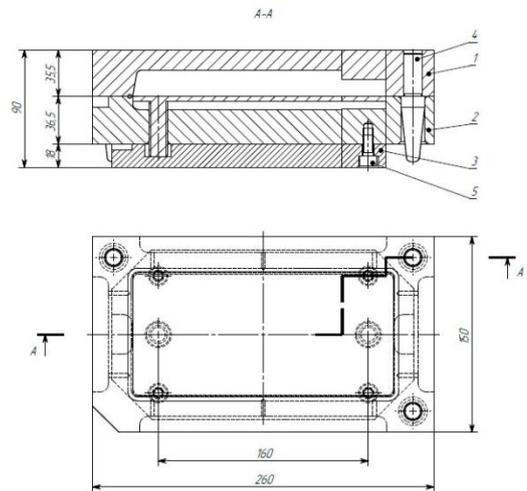
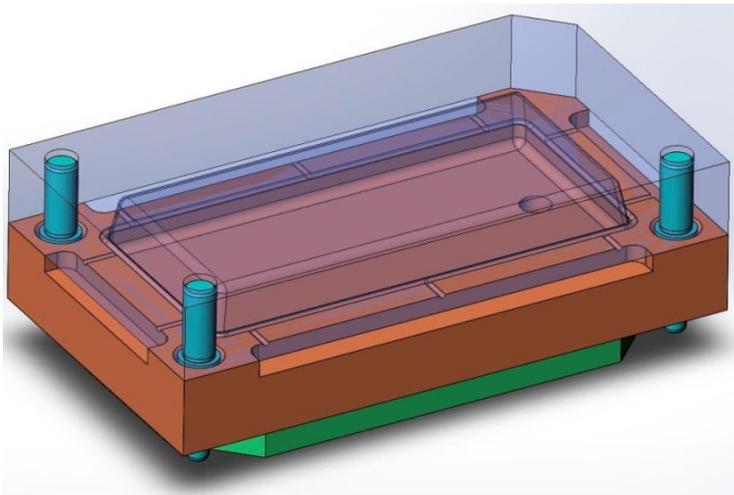


Рисунок 1 - Пресс-форма на деталь "F-200"

В ходе технологической подготовки производства пресс-формы для детали "F-200" была использована разработанная авторами программа: «Моделирование топографии при обработке торцовыми фрезами». Программа предназначена для моделирования процесса торцевого фрезерования и позволяет рассчитать топографию обработанной поверхности. В качестве исходных данных задают режимы резания, конструктивно-геометрические параметры инструмента и параметры обрабатываемой заготовки. В результате расчета получают топограмму поверхности как в графическом виде, так и в виде текстового файла. Основным назначением программы является автоматизация технологической подготовки операций торцевого фрезерования.

На основе результатов имитационного моделирования, с помощью данной программы были спроектированы операции полустроковой обработки плоских поверхностей в результате были подобраны рациональные режимы резания. Так, например для плоскости разъёма пресс-формы минутная подача составила 400 мм/мин, частота вращения шпинделя 400 об/мин, был выбран инструмент - торцовая фреза с восьмью режущими пластинами диаметром 125 мм.

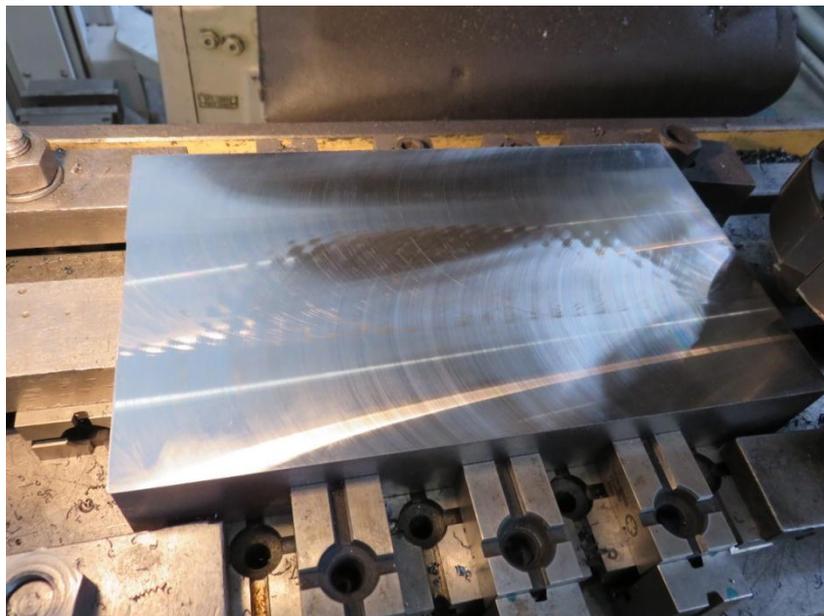


Рисунок 2 – Обработка заготовки торцовым фрезерованием

Значение среднего арифметического отклонения профиля после фрезерования составило $Ra_{1,2}$, что соответствовало ожидаемым результатам по данным расчетов. Таким образом качество поверхности требуемое для дальнейшей операции шлифования было обеспечено.

Выше изложенное позволяет сделать вывод о целесообразности применения специализированных САПР при проектировании технологии производства пресс-форм и прочих изделий при необходимости оптимизировать операцию по определенному критерию.

Литература

1. В.А. Хоменко, С.Л. Леонов, А.О. Черданцев, В.В. Веснин, П.О. Черданцев. Проектирование операции торцового фрезерования с обеспечением заданной кривой относительной опорной длины профиля. Ползуновский вестник, №4 т.2, Барнаул, 2016 г. – стр. 61-64.

2. Хоменко В.А., Черданцев А.О., Черданцев П.О. Оптимизация операции торцового фрезерования по критерию максимальной производительности на основе имитационного моделирования. – Ползуновский вестник, №2, Барнаул, 2015 г. – стр.65-69.

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ТРЕБОВАНИЙ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫХ К СЕРДЕЧНИКАМ БРОНЕБОЙНЫХ ПУЛЬ

Яшкин С.А. - студент, Ятло И.И. - к.т.н., доцент, Буканова И.С. - к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

При назначении эксплуатационных требований, целесообразно рассматривать различные этапы функционирования бронебойной пули, так как на каждом из них сердечник ведёт себя по-разному. В процессе функционирования сердечника можно выделить три характерных этапа:

- 1) движение пули внутри канала ствола;
- 2) движение пули по траектории;
- 3) взаимодействие пули с преградой и её запреградное действие.

1) На первом этапе можно столкнуться с возможностью поперечного разрыва оболочки пули при движении её в канале ствола. В этом случае сердечник с головной частью оболочки вылетает отдельно, а корпус пули остаётся в стволе. Оружие выходит из строя. Разрыв оболочки является результатом, прежде всего осевого смещения элементов под действием давления пороховых газов через отверстие в хвостовой части при врезании пули в нарезы канала ствола.

Основное влияние на возможное смещение сердечника, оказывают размеры отверстия хвостовой части, интенсивность нарастания и величина максимального давления пороховых газов, плотность монтажа элементов пули и надёжность их закрепления, усилие врезания пули в нарезы канала ствола.

Применительно к конструкции сердечника, наличие шероховатой поверхности ($f_{тр} > 0,18$), снижает вероятность его смещения.

2) Второй этап влияет на рассеивание пуль. Неблагоприятные условия для кучной стрельбы создаются при усложнении конструкции пули и увеличении количества внутренних элементов. Особо следует обратить внимание на наличие разностенности у оболочек, пиростаканов, свинцовых рубашек, которая определяет эксцентриситет положения центра масс относительно геометрической оси. Перераспределение масс элементов и наличие эксцентриситета являются причиной возникновения и действия радиальной силы, увеличивающей радиус прецессии и приводящей к ухудшению кучности.

Биеение вершины пули может изменить угол нутации и существенно дестабилизировать пулю.

Особого внимания требует вопрос о взаимовлиянии допусков на линейные диаметральные размеры и комплексное воздействие на динамичность пули и её стабилизацию.

Чтобы устранить вышеуказанные неблагоприятные моменты необходимо ввести требования на прочность и плотность монтажа, принятия желаемых допусков на размеры и форму сердечника.

Пули с большей поперечной нагрузкой имеют лучшую кучность.

3) На третьем этапе бронебойная пуля специального действия (оснащенная бронебойным сердечником) обеспечивает поражение защищённого противника и его техники.

Особенности бронепробивного действия определяются специфическими свойствами брони, а также конструкцией, массой и скоростью пули, формой, массой и твёрдостью бронебойного сердечника.

К материалам сердечника предъявляются следующие требования:

- высокая твёрдость в готовом изделии;
- достаточная вязкость;
- большая плотность.

Бронебойные сердечники изготавливают из высококачественной инструментальной углеродистой и легированной стали с обеспечением твёрдости 64...67 HRC, либо для повышения бронепробиваемости - из металлокерамических твердых сплавов 87-90 HRC. Необходимо избегать появления остаточных напряжений в готовых сердечниках, так как это может привести к преждевременному разрушению сердечника.

Основным ограничением к широкому применению сердечников из металлокерамики является их высокая стоимость.

Повышение активной массы сердечника возможно за счёт расположения за сердечником свинцового балласта или применения полуоболочечных пуль с выступающим сердечником.

Конструктивно бронебойные пули простого действия выполняются с учётом определённых весовых и размерных соотношений. Относительный вес сердечника принят для существующих образцов $q_c/q_n = 0,55...0,60$, относительный диаметр сердечника $d_c/d_n = 0,15...0,85$. Большие значения этих соотношений соответствуют крупным стрелковым калибрам. Бронепробивное действие наиболее эффективно в сочетании с зажигательным или трассирующим действиями комбинированных пуль. Поэтому, например, для бронебойно-зажигательных пуль со стальным сердечником $q_c/q_n = 0,60...0,65$, с металлокерамическим $q_c/q_n = 0,75...0,85$ при одинаковом, как и для бронебойных пуль простого действия, соотношении диаметров сердечника и пули.

Размеры и конфигурация головной части бронебойных сердечников играют существенную роль при пробитии бронезащиты. Обычно головная часть сердечника образуется радиусом $R_c = 2,0...3,0d_c$, при более острой головной части существует риск скола вершины сердечника, что помешает пробитию преграды. Чтобы избежать рикошетирования, вершину сердечника заостряют в виде конуса или, наоборот, притупляют с образованием боковой грани. Ввиду огромных ударных нагрузок необходимо избегать наличия резких переходов, граней и поднутрений на сердечниках, в противном случае вероятно их разрушение при встрече с преградой.

Длина сердечника под ведущей частью пули $h = 2,0...2,3d_c$ и имеет небольшую конусность с сужением к хвостовой части, что облегчает бронепробитие.

Геометрические характеристики эксплуатационных свойств:

- диаметр сердечника $d_c = (0,8...0,85)d$;
- длина сердечника под ведущей частью пули $h = 2,0...2,3d_c$;
- головная часть сердечника образуется радиусом $R_c = 2,0...3,0d_c$;
- относительный диаметр сердечника $d_c/d_n = 0,15...0,85$;
- допуски на размеры;

- шероховатость ($f_{тр} > 0,18$);
- заострение вершины в виде конуса или, притупление с образованием боковой грани;
- исключение резких переходов, граней и поднутрений;
- введение небольшой конусности с сужением к хвостовой части;

Физические характеристики эксплуатационных свойств:

- высокая твёрдость в готовом изделии (HRC 64..67, HRC 87...90);
- достаточная вязкость ($I_{кгс\cdot м/см^2}$);
- относительно высокая плотность (7800кг/м^3 , 14700 кг/м^3).

Механические характеристики эксплуатационных свойств:

- обеспечение высокой твёрдости головной части с постепенным снижением её по длине в направлении к хвостовой части;
- обеспечение высокого предела упругости в цилиндрической части;

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по технологии патронного производства: в 2 т. / Под ред. Н. П. Агеева; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2011. – 643 +345 с.

2. Данилин Г. А., Огородников В. П., Заволокин А. Б. Основы проектирования патронов к стрелковому оружию: Учебное пособие / Балт. гос. техн. ун-т. СПб., 2005, - 380 с.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ МАЛОГАБАРИТНЫХ СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ МОДУЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ

Борзенков Роман Александрович

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Проектирование направляющих малогабаритного станка.

Несмотря на то, что малогабаритные станки имеют различную конструкцию, они спроектированы из модульных элементов, и состоят из подобных деталей и сборочных единиц (шпиндель, линейные направляющие, система передач и т.д.). Поэтому для сокращения времени конструирования станка использовались инструменты параметрического моделирования в графических системах SolidWorks, Компас.

От традиционных методов разработки деталей параметрическое моделирование отличается весьма существенно. Приступая к разработке ответственных элементов малогабаритных станков, в первую очередь решались такие задачи, как создание математической модели того объекта, который предстоит разработать, причем с учетом того обстоятельства, что изменение отдельных его параметров ведет к тому, что существенно изменяется общая конфигурация станка, или же взаимное расположение отдельных сборочных модулей друг относительно друга в единой сборке.

Используя данный принцип в созданы в среде SolidWorks параметрические модели ответственных элементов малогабаритных станков с числовым программным управлением модульной конструкции.

Так изменяя размеры подшипника скольжения (рисунок 1) автоматически перестраивается и направляющий элемент (рисунок 2).

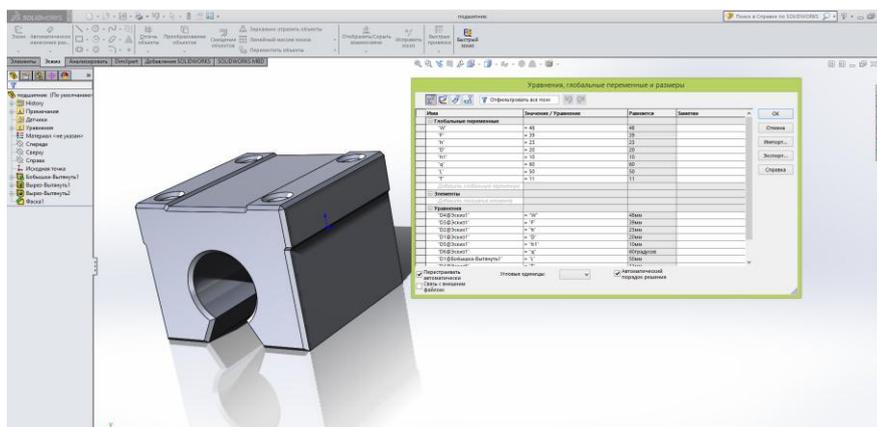


Рисунок 1

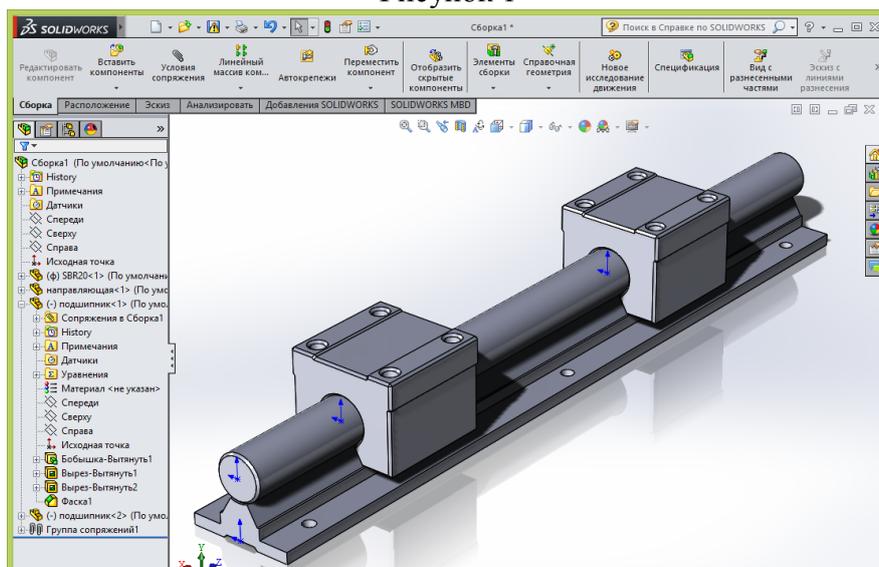


Рисунок 2

Исследование напряженно-деформированного состояния малогабаритного станка модульной конструкции.

Деформации, которые претерпевают конструктивные элементы станка носят сложный характер. Средства компьютерного математического моделирования позволяют смоделировать физические явления, происходящие в телах рассматриваемого типа, с достаточной точностью. Программа SolidWorks позволяет использовать метод конечных элементов для расчета деформаций и относительных перемещений в телах достаточно сложной формы. При этом для рассматриваемого нами случая силового нагружения, геометрической формы и материала деталей, могут быть получены результаты расчётов, сравнимые с параметрами, имеющими место в моделируемых реальных физических телах, в пределах допустимой в рамках задачи погрешности. Средства SolidWorks позволяют получить эмпирические математические зависимости на основе математического виртуального эксперимента, охватывающего весь необходимый диапазон параметров тела и воздействий на него.

Исследование напряженно-деформированного состояния подшипникового узла модульной конструкции малогабаритного станка проводилось методом конечных элементов.

Для проведения эксперимента с помощью метода конечных элементов на математической модели использовалась модель физического тела (рисунок 3), имеющего типовые геометрические и структурные признаки свойственные рассматриваемому типу деталей.

Далее задавались граничные условия, имитирующие черновое точение детали из стали средней твердости. В нашем случае для лишения подшипникового узла перемещения

зафиксируем отверстия в нижней плоскости корпуса направляющих. При фиксации реальных направляющих болтами к станине станка именно отверстия остаются недеформируемыми, тогда как остальная нижняя часть направляющих может отрываться от стола вследствие изгибания. На рисунке 3 показано условное отображение приложенных сил к боковой поверхности корпуса подшипника, соответствующих расчётным силам резания, возникающих при рекомендуемых режимах резания. При этом осевая сила стремилась бы оторвать подшипниковый узел от станины станка.

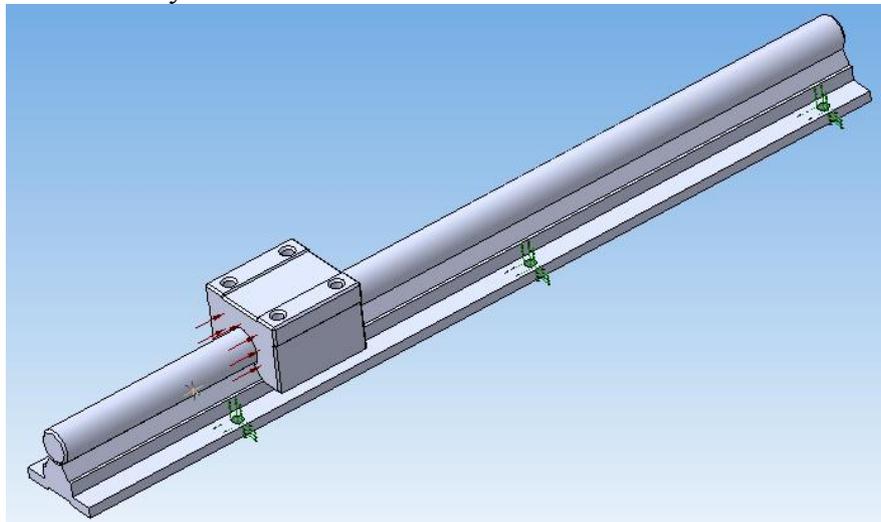


Рисунок 3

Расчет нагрузки проводился по методике расчета режимов резания.

Переход 1 Обточить поверхность 1 начерно

Резец проходной Т5К10, материал детали Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Глубину резания для черного обтачивания - $t=2$ мм.

Определим подачу - при обработке поверхности 1 $S=0.91$ мм/об.

Поправочные коэффициенты на подачу в зависимости от:

- инструментального материала $K_{su} = 1$,
- способа крепления пластины $K_{sp} = 1$,
- сечения державки резца $K_{sd} = 1$,
- прочности режущей части $K_{sh} = 1.05$,
- механических свойств обрабатываемого материала $K_{sl} = 1.25$,
- схемы установки заготовки $K_{sn} = 1.2$,
- состояния поверхности заготовки $K_{sm} = 1$,
- геометрических параметров резца $K_{s\phi} = 1$,
- жесткости станка $K_{sj} = 1$.

Окончательно подачу черновой и чистовой стадий обработки определяем по формуле

$$S_0 = S \cdot K_{s\dot{e}} \cdot K_{s\dot{o}} \cdot K_{s\dot{a}} \cdot K_{sh} \cdot K_{sl} \cdot K_{sn} \cdot K_{s\phi} \cdot K_{sj} \cdot K_{sm}$$

Тогда окончательно подача будет равна:

$S=1.46$ мм/об.

Определим скорость резания $V=110$ м/мин.

Поправочные коэффициенты на скорость в зависимости от:

- инструментального материала $K_{vu} = 1$,
- группы обрабатываемости материала $K_{vc} = 1$,
- вида обработки $K_{vo} = 1$,

- жесткости станка $K_{vj} = 1$,
- механических свойств обрабатываемого материала $K_{vl} = 1.7$,
- геометрических параметров резца $K_{s\phi} = 1$,
- периода стойкости режущей части резца $K_{vt} = 1$,
- наличия охлаждения $K_{vжс} = 0.75$.

Окончательно скорость черновой и чистовой стадий обработки определяем по формуле

$$V_0 = V \cdot K_{v\phi} \cdot K_{vc} \cdot K_{vo} \cdot K_{vi} \cdot K_{vl} \cdot K_{vt} \cdot K_{v\phi} \cdot K_{vжс}$$

Тогда окончательно скорость резания будет равна:

$$V = 143 \text{ м/мин.}$$

Определим частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 143}{3.14 \cdot 95} = 479 \text{ об/мин,}$$

Определим силы резания: $P_{хт} = 1100 \text{ Н}$, $P_{yt} = 520 \text{ Н}$.

Поправочные коэффициенты на силу резания в зависимости от:

- механических свойств обрабатываемого материала $K_{P_{хт}} = K_{P_{yt}} = 0.75$.

Окончательно силу резания определяем по формуле $P = P_T \cdot K_{P_m}$.

Тогда окончательно силы резания будут равны:

$$P_{хт} = 825 \text{ Н}, P_{yt} = 390 \text{ Н}.$$

Для решения задачи методом конечных элементов необходима дискретизация тела модели, то есть создание сетки конечных элементов. На рисунке 4 показана сетка на исследуемой твёрдотельной модели. Глобальный размер элемента (globalsize) выбирается соответственно размерам минимального конструктивного элемента заготовки.

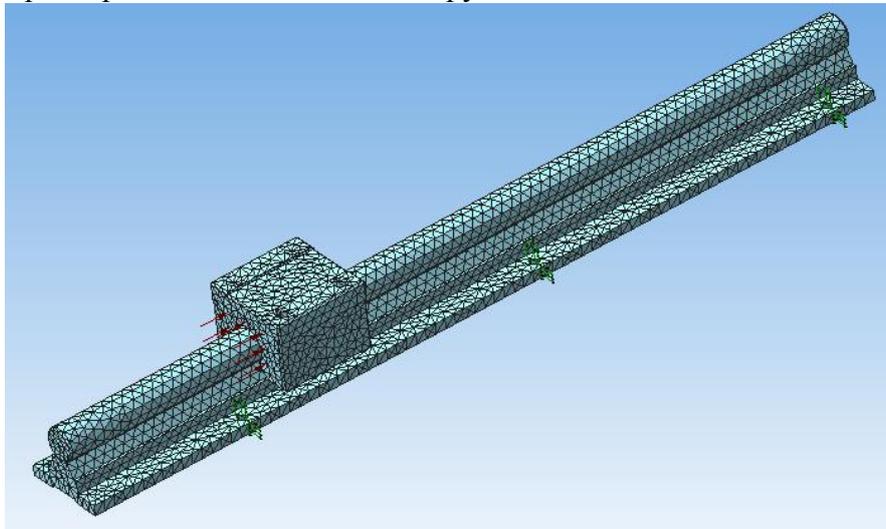


Рисунок 4

После создания сетки осуществлена процедура решения, в результате которой получена картина относительных перемещений и напряжений в детали.

При визуализации результатов расчетов программа отображает характер деформации модели в масштабе, позволяющем иметь представление об их структуре, а суммарные перемещения в каждой точке тела модели и внутренние напряжения отображаются с помощью цветowych шкал (рисунок 5).

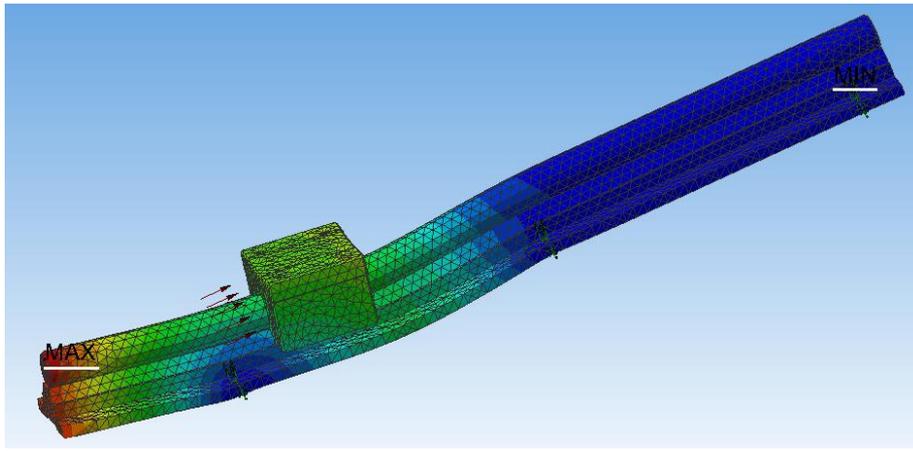


Рисунок 5

Максимальные деформации подшипникового узла составили 0,003 мм. Такая деформация практически не скажется на точности обработки деталей на малогабаритном станке.

Максимальные внутренние напряжения составили 24 МПа, что значительно меньше предела прочности, $\sigma_B=300$ МПа и предела текучести $\sigma_T=160$ МПа материала деталей малогабаритного станка, выполненных из алюминиевых сплавов.

Список литературы

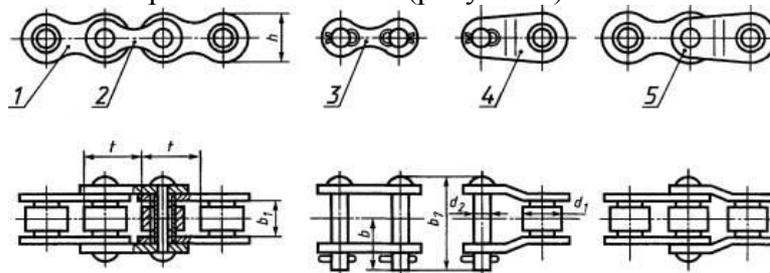
1. Присекин В.Л., Расторгуев Г.И. Основы метода конечных элементов в механике деформируемых тел: учебник / Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2010. - 238 с.
2. Залогова, Л.А. Компьютерная графика: учебное пособие. — М.-Лаборатория знаний (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2014. — 262 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ РОЛИКОВОГО УЗЛА ПРИВОДНОЙ ЦЕПИ НА РАЗРУШАЮЩУЮ НАГРУЗКУ

Верховская Алина Андреевна

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Конструктивной особенностью приводных роликовых цепей, изготавливаемых по ГОСТ 13568-97 и ISO 606-2004, является, что на втулки свободно надеваются ролики, которые служат в основном для того, чтобы уменьшить износ между втулками и зубьями звездочек, обусловленный их взаимным поворотом; ролик, кроме своего основного назначения, повышает сопротивление ударной усталости, обусловленной ударами шарниров о зубья звездочек при входе в зацепление, совместным действием нормальных сил зацепления и касательных сил трения скольжения (рисунок 1).



- 1 - внутреннее звено; 2 - наружное звено; 3 - соединительное звено; 4 - переходное звено; 5 - двойное переходное звено

Рисунок 1 – Роликовая цепь типа ПР

Тонкостенный трубчатый ролик, являясь «телом качения» и элементом зацепления цепи (цепного или(и) цевочного зацепления с цилиндрической формой элемента зацепления), выполняет функцию основного силового элемента конструкции, предохраняющего материал поверхности втулки от точечного контакта посредством частиц абразивного загрязнения или от прямого, непосредственного линейного контакта с зубчатым профилем звездочек (зубом, впадиной профиля). Даже при небольших полезных натяжениях в ведущей (рабочей) ветви цепной передачи тонкостенные трубчатые втулки приводных роликовых цепей, при взаимодействии с зубом звездочки сплющиваются, а также испытывают значительные поперечный и местный изгибы и другие контактные деформации.

Для устранения описанных недостатков разработан роликовый узел с повышенными нагрузочными характеристиками.

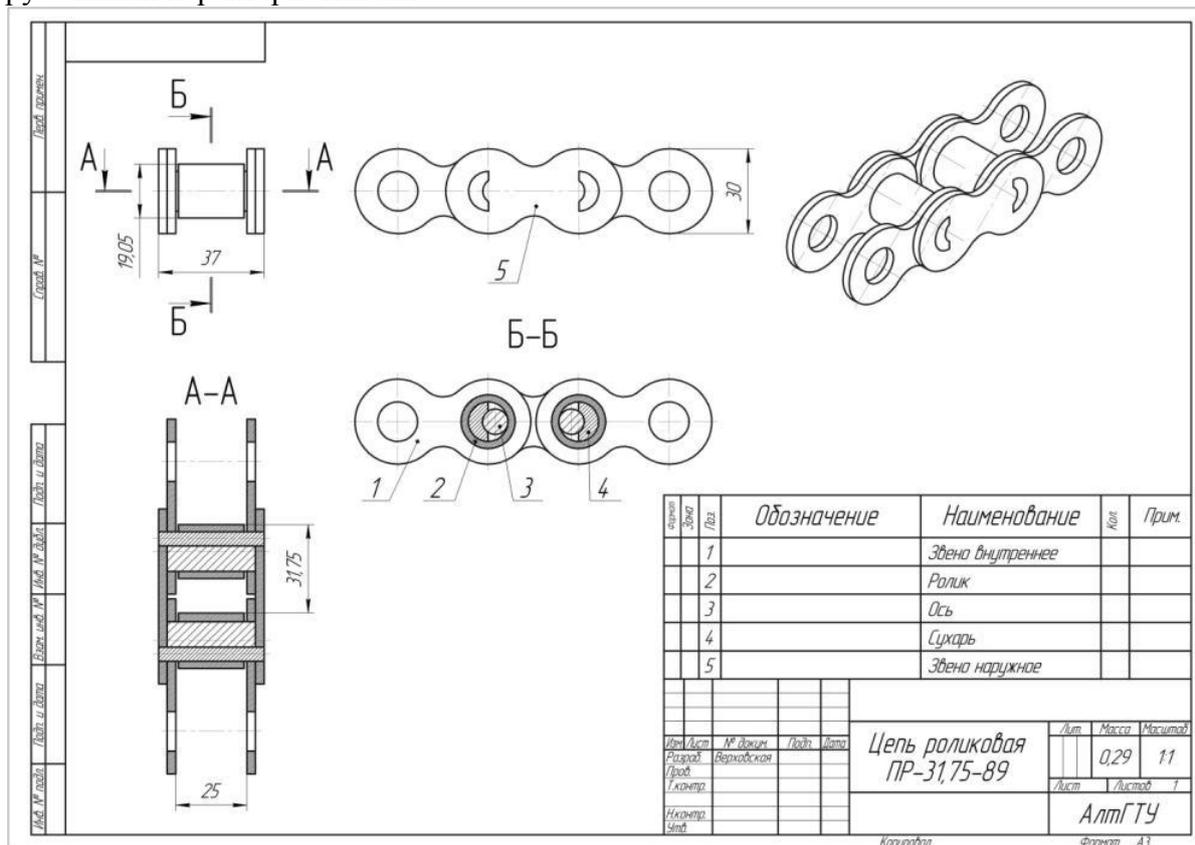


Рисунок 2 – Приводная роликовая цепь ПР-31,75

Роликовый узел содержит шарнирно соединенные между собой последовательно чередующиеся внутренние и наружные звенья (рисунок 2). Внутренние звенья собирают из двух внутренних пластин и устанавливаемых свободно с зазорами в их цилиндрические отверстия внутренних сухарей и подвижных осей, на которые надевают ролики. Наружные звенья собирают из двух наружных пластин и запрессовываемых в их отверстия двух неподвижных по отношению к пластинам звена сухарей, пропускаемых при сборке свободно сквозь отверстия пластин внутренних звеньев и роликов. Соединительный цепной шарнир образуют сопряженные внутри отверстий в пластинах сухари и оси образующих вращательную кинематическую пару смежных звеньев, имеющие в поперечном сечении выпуклую и вогнутую поверхности. Для обеспечения шарнирности звеньев между призмами, осью и поверхностью направляющих отверстий внутренних пластин предусматривают гарантированный зазор. Каждый шарнир закрыт свободно вращающимся роликом для предохранения от прямого попадания посторонних частиц и регламентации расстояния между внутренними пластинами. Ролик при взаимодействии на звездочке может выполнять также функцию поверхности, направляющей взаимное движение качения сухаря и оси.

Существенное значение имеет, что ролик в предлагаемой конструкции не является силовым элементом конструкции (не является основным силовым элементом конструкции). Концы неподвижных наружных призм после сборки расклепывают с образованием головок, что делает жестким наружное звено.

Цепь может быть исполнена одно-, или двух-, или многорядной.

Приводная роликовая цепь с шарнирами качения взаимозаменяема с приводными роликовыми (втулочными) цепями соответствующего типоразмера (типоразмеры цепей, например, по ГОСТ 13568-97) и может использоваться для приводов, оснащенных звездочками, имеющими конструкцию с основными размерами профиля зубьев (по боковой поверхности) и(или) венцов звездочек согласно ГОСТ 591-69 (СТ СЭВ 2641-80) Звездочки к приводным роликовым и втулочным цепям (две разновидности профиля вогнуто-выпуклой формы: без смещения центров впадин и со смещением на величину $e=0,03t$ (основной вариант)), или выполненных по ГОСТ 592-81 (СТ СЭВ 2643-80) Звездочки для пластинчатых цепей (два профиля: прямолинейный и прямолинейно-выпуклый), и (или) исполненных по другим национальным (государственным) стандартам (техническим условиям).

Поведен математический эксперимент по расчет напряжений роликового узла методом конечных элементов.

На первом этапе расчета напряжений были созданы 3D модели деталей, входящих в исследуемый роликовый узел (рисунок 3), собран роликовый узел из созданных деталей.

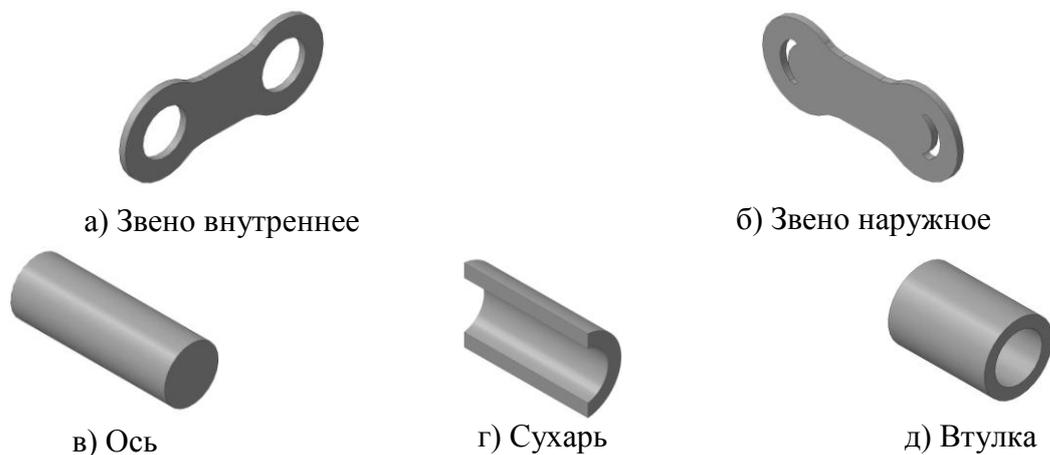


Рисунок 3 – 3D модели деталей роликового узла

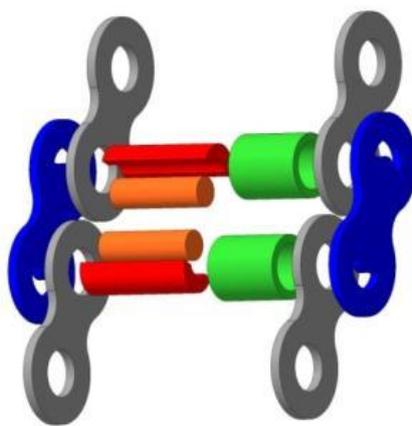


Рисунок 4 – 3D модель роликового узла

После того, как была создана твердотельная модель с параметрами, указанными на рисунке 2, и назначен материал каждой детали - Сталь 45, модель экспортируется в рабочую среду расчетных библиотек Компас 3D.

В нашем случае для лишения заготовки свободы перемещения зафиксируем отверстия во внутреннем звене. На рисунке 5 показано условное отображение приложенных сил к

ролику, возникающих при работе цепи. При этом сила стремится растянуть наружное звено и деформировать детали цепи. Для решения задачи методом конечных элементов необходима дискретизация тела модели, то есть создана сетка конечных элементов.

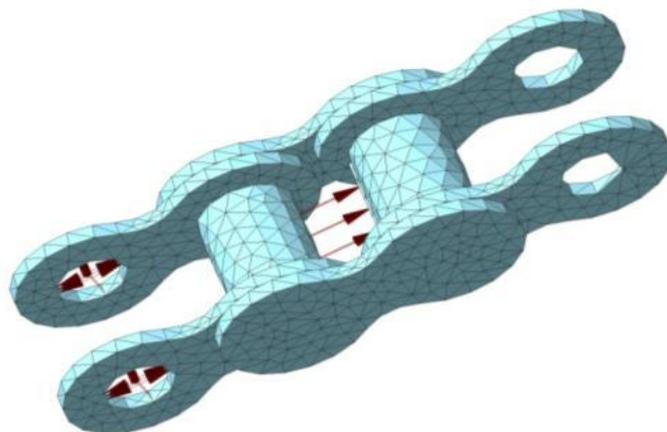


Рисунок 5 – Граничные условия

После создания сетки может быть осуществлена процедура решения, в результате которой будет получена картина относительных перемещений и напряжений в детали.

При визуализации результатов расчетов программа отображает характер внутренних напряжений модели в масштабе, позволяющем иметь представление об их структуре, а суммарные перемещения в каждой точке тела модели и внутренние напряжения отображаются с помощью цветовых шкал (рисунок 6).

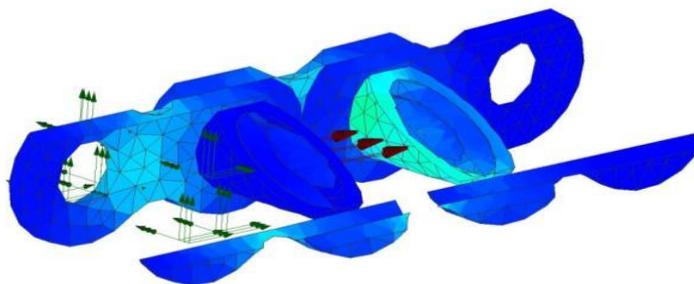


Рисунок 6 - Эпюра внутренних напряжений

Для расчета разрушающей нагрузки по описанной выше методике проводился математический эксперимент. Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1

Нагрузка, F кН	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Напряжение, σ МПа	18	31	44	57	70	83	96	109	122

Продолжение таблицы 1

Нагрузка, F кН	100	110	120	130	140	150	160	170
Напряжение, σ МПа	134	147	160	173	183	199	212	225

Зависимость внутренних напряжения от разрушающей нагрузки отражена на рисунке 7 и формуле 1.

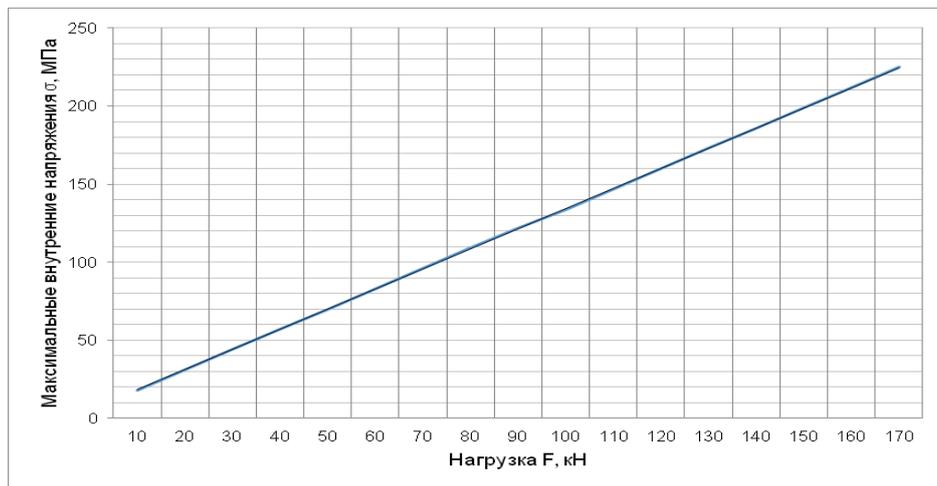


Рисунок 7 – Зависимость внутренних напряжений в роликовом узле цепи от нагрузки

$$\sigma = 1,3F + 5,32 \quad (1)$$

Из зависимости (2) определим разрушающую нагрузку, $F_{\text{Разр}}$ для разработанного роликового узла.

$$F_{\text{Разр}} = (\sigma_{\text{пл}} - 5,32) / 1,3 \quad (2)$$

где $\sigma_{\text{пл}} = 210$ МПа – предел пропорциональности Стали 45.

Тогда разрушающую нагрузку, $F_{\text{Разр}} = (210 - 5,32) / 1,3 = 157$ кН.

Роликовая цепь ПР-31,75-89 по ГОСТ 13568-97 должна выдерживать разрушающую нагрузку $F_{\text{Разр}} = 95$ кН. Разработанная цепь должна выдержать разрушающую нагрузку $F_{\text{Разр}} = 157$ кН. Для определения окончательной разрушающей нагрузки необходимо провести физический эксперимент.

Выводы

Установлена зависимость напряжения при сжатии при установленной относительной деформации – 10% деталей из ABS пластика от заполнения материала при шестигранной внутренней структуре.

Установленная зависимость напряжения при сжатии изделий из термопластика ABS может использоваться для проектирования изделий, которые будут изготавливаться методом экструдионной 3D-печати.

Список литературы

1. ГОСТ 13568-97. Приводные цепи роликовые и втулочные. Общие технические условия.
2. Решетов Д. Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1989.— 496 с.
3. Метод конечных элементов в проектировании транспортных сооружений / А.С. Городецкий, В.И. Зоворицкий, А.И. Лантух-Лященко, А.О. Рассказов. — М.: Транспорт, 1981. — 143 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТ ИМПРЕГНИРОВАННОГО ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

Жидецкая Анна Сергеевна, аспирант

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Совокупная величина затрат по изготовлению деталей в значительной мере определяется затратами на финишную обработку, реализуемую на станках с использованием абразивного инструмента (шлифовальных кругов, головок, хонинговальных брусков и т.д.). В настоящее время стоимость финишной обработки может достигать 60 и более процентов

стоимости изготовления деталей. Это объясняется рядом факторов. Во – первых, стоимость шлифовальных кругов достигает 5000 рублей, что обуславливает значительные материальные затраты со стороны предприятия. Во – вторых, относительно невысокая стойкость шлифовальных кругов вызывает значительное количество правок инструмента в процессе изготовления, и, как следствие, повышенный расход дорогостоящих правящих алмазных инструментов. В – третьих, правка, последующие поднастройки технологической системы, замена кругов вызывают повышенные затраты времени на финишную обработку.

Одним из основных направлений снижения затрат на финишную обработку является повышение стойкости абразивного инструмента. При относительно небольшой величине дополнительных затрат данный эффект можно получить благодаря импрегнированию имеющегося инструмента. Суть импрегнирования - насыщение пористых материалов специальным веществом, состав которого позволяет улучшить физико-механические свойства материала.

Импрегнирование инструмента позволяет увеличивать стойкость шлифовальных инструментов в 2...4 раза, улучшить шероховатость поверхности детали в 2 раза, обеспечить неприжоговость процесса шлифования и повысить производительность обработки на 36 - 51%. Несмотря на отмеченный эффект, можно отметить ряд трудностей, обусловивших недостаточную эффективность получаемых результатов. Используемые в настоящее время технологии пропитки и импрегнирующие составы не способствуют получению стабильных физико-механических свойств кругов (например, обеспечение равномерности пропитки, твердости кругов).

Состав, применяемый для пропитки кругов должен содержать поверхностно-активные присадки, обладающие как смазочным действием, так и адсорбирующим эффектом. Кроме этого состав должен удовлетворять требованиям по токсичности.

Для повышения качества импрегнирующего состава, снижение вредного воздействия на обслуживающий персонал, повышение стойкости абразивных кругов и снижения шероховатости обрабатываемых деталей спроектирован состав смеси для импрегнирования.

В качестве поверхностно-активного вещества выбран анионный класс вещества. Использование анионный класса в качестве присадки к импрегнирующему составу обеспечит процесс шлифования следующими важными технологическими свойствами: создавать на режущих зернах круга высокопрочные пассивирующие пленки и уменьшать трение в зоне контакта зерен круга с поверхностью изделия; обеспечивать смазку в условиях шлифования, не снижать качества обработанной детали, не оказывать коррозирующего действия на станок; сохранять стабильность при хранении; удовлетворять требованиям пожарной безопасности; не оказывать вредного воздействия на организм людей.

Смесь для импрегнирования, содержит растворитель – парафин и поверхностно-активное вещество, в качестве такого вещества предложено использовать Лаурет сульфат натрия (Sodium Laureth Sulfate).

Для подтверждения эффективности фторированного углерода в качестве химически активной составляющей был приготовлен импрегнирующий состав на парафиновой основе.

Полученным импрегнирующим составом пропитывали шлифовальные круги 600x63x305 25A 25C СТ1-СТ2 7К 5А кл1 50 м/с А 1кл.

Пропитку кругов осуществляли капиллярным способом на прогревом до температуры 35-37°C абразивном инструменте. Время импрегнирования при пропитке парафином (нагрев до 100°C) составлял 3,2 мин. Процесс продолжался до образования пленки на поверхности импрегнатора (начало процесса затвердевания). Сушка осуществляется при комнатной температуре в течение 2 суток.

Исследование разработанной структуры насыщаемой смеси для импрегнирования осуществлялась по критерию максимальной стойкости круга. С этой целью проводились экспериментальные исследования.

Основными задачами экспериментальных исследований является определение влияния различных смесей для импрегнирования на стойкость шлифовального круга. Объекты экспериментальных исследований и контролируемые параметры приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Объекты экспериментальных исследований и контролируемые параметры

Объект исследования	Контролируемые параметры		Обозначение	Значение	Средство измерения
Деталь (заготовка)	Твёрдость		НВ	210	Твёрдомер
	Диаметр заготовки, мм		D_z	35,01 _{-0,12}	Микрометр
	Диаметр детали, мм		$D_{дет}$	35 _{-0,05}	Микрометр
	Шероховатость		Ra	1,25	Профилограф
	Прижоги		-	-	Визуально
	Партия деталей, шт		n	327	
	Погрешность измерения, мм		a	0,005	Паспорт прибора
Станок	Искажение геометрической формы круга при правке, мм		Δ	0,01	Паспорт станка
	Глубина резания, мм		t	0,355	Операционная карта технологического процесса
	Частота вращения заготовки мин ⁻¹		n	300	
	Подача, мм/об		S	0,005	
	Время на правку и настройку круга, мин		T	6	
Шлифовальный круг 600x63x305 25А 25С СТ1-СТ2 7К 5А кл1 50 м/с А 1кл.	Твердость		-	СТ1	Прибор для измерения твердости
	Количество правок, шт		N	30	
Шлифовальный круг 600x63x305 25А 25С СТ1-СТ2 7К 5А кл1 50 м/с А 1кл.	Стойкость круга между правками шт. дет.	Круг, пропитанный парафином с добавками	T	См. рисунки 2,3	
		Круг без пропитки			

Круги устанавливались на кругло-шлифовальный станок модель 3М151, производилась обработка заготовки. В процессе исследований обрабатывались вал отбора мощности дизельного двигателя Д-29 производства ОАО ХК «Барнаултрансмаш» (операция 060 кругло – шлифовальная), материал детали Сталь 45 Х. Операционный эскиз приведен на рисунке 1.

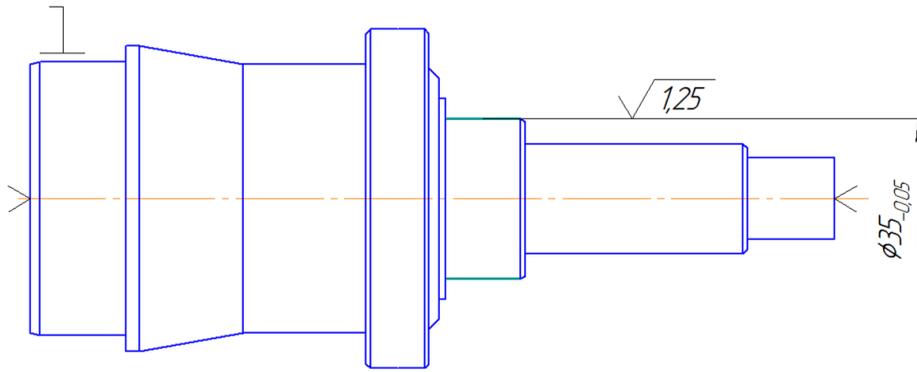


Рисунок 1 – Операционный эскиз

После шлифования измерялся диаметр обработанной поверхности, если размер заготовки выходил за предельное значение групповых средних размеров, то производилась правка круга. Определялась количество деталей, обработанных между правками круга и количество деталей изготовленных кругом до его полного износа.

Расчет предельных значений групповых средних размеров производился по следующей методике. Наименьшее предельное значение группового среднего размера определялась из выражения:

$$A_{гр.сп.}^{нм.} \geq A^{нм} + a + 3\sigma_T \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n}} \right), \quad (1)$$

где $A^{нм} = 34,95$ мм – наименьший предельный размер;

$a = 0,005$ мм – часть поля допуска, предназначенного для компенсации погрешностей постоянных систематически действующих факторов (погрешность измерения);

$3\sigma_T$ – половина расчетной величины поля допуска, предназначенного для компенсации будущих погрешностей, порождаемых совокупным действием случайных факторов. Для операции круглого шлифования $3\sigma_T = \Delta/2 = 0,01/2 = 0,005$ мм

$n = 340$ – число деталей в группе, для которых определяются групповые средние размеры.

$$A_{гр.сп.}^{нм.} = 34,95 + 0,005 + 0,005 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{329}} \right) = 34,960 \text{ мм}$$

Наибольшее предельное значение группового среднего размера определялась из выражения:

$$A_{гр.сп.}^{нб.} \geq A^{нб} - a - 3\sigma_T \left(1 + \frac{1}{\sqrt{n}} \right) \quad (2)$$

где $A^{нб} = 25,3$ мм – наибольший предельный размер.

$$A_{гр.сп.}^{нб.} = 35,05 - 0,005 - 0,005 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sqrt{329}} \right) = 35,034 \text{ мм}$$

Количество правок для обработки партии деталей, состоящей из 329 шт. составляет для не импрегнированного шлифовального круга 6 раз, для импрегнированного смесью на основе парафина – 1. Следовательно, стойкость импрегнированного круга по сравнению с не импрегнированным кругом в 6 раз.

Применение импрегнированного круга позволит повысить производительность обработки за счет уменьшения количества правок круга, и как следствие времени на правку. Кроме этого уменьшится потребность в шлифовальных кругах

Список литературы

1. ГОСТ 13568-97. Приводные цепи роликовые и втулочные. Общие технические условия.
2. Решетов Д. Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Машиностроение, 1989.— 496 с.
3. Метод конечных элементов в проектировании транспортных сооружений / А.С. Городецкий, В.И. Зоворицкий, А.И. Лантух-Лященко, А.О. Рассказов. — М.: Транспорт, 1981. — 143 с.

АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МАГНИТНО - ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН И ИНСТРУМЕНТОВ

Светлова Татьяна Геннадьевна

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Эксплуатационные свойства поверхностей деталей машин и инструментов в значительной мере определяются состоянием поверхностного слоя. Для поверхностей, к которым предъявляются требования по долговечности и надежности, важны такие характеристики поверхности, как коэффициент трения, длительность приработки, износостойкость, остаточные напряжения, коррозионная стойкость. Окончательные свойства поверхности формируются в процессе её изготовления.

К номенклатуре изделий, для которых необходима упрочняющая обработка поверхностей, занимающая по трудоёмкости 5% от всей продолжительности изготовления относятся:

1) Детали с поверхностями относительно простой формы: станины металлорежущих станков (направляющие), метало и деревообрабатывающие инструменты, разнообразные детали машин и т.п.

2) Детали с поверхностями достаточно сложной формы: матрицы и пуансоны формообразующих штампов, лопатки турбин, лопасти, фасонные резцы (задняя поверхность) и др.

Применяемые в настоящее время различные способы и средства повышения ресурса работы пар трения в изделиях машиностроения (специальная термообработка, напыление, искровое легирование, лазерная обработка и т.д.) являются весьма дорогостоящими и не позволяют существенно в 1,5 - 2,5 раза поднять их эксплуатационные показатели в условиях производства. Из многих технологий, которыми располагают производители в настоящее время, особый интерес представляют физические методы упрочнения, в частности, метод магнитно-импульсной обработки (МИО) вызывающие необратимые структурные изменения в обрабатываемом материале.

При этом как никогда актуален вопрос качества и увеличения долговечности продукции, позволяющего выпускать конкурентоспособную продукцию. Немаловажным при этом является соблюдение условий снижения или незначительного увеличения себестоимости продукции.

Следовательно, исследования направленные на разработку устройств для магнитноимпульсной обработки материалов являются актуальными.

Разработан аппаратный комплекс для магнитно - импульсной интегральной обработки поверхностей, в том числе пространственно-сложной формы. Аппаратный комплекс состоит из корпуса, привода движения изделий, блока магнитов, системы управления воздействием магнитного поля на обрабатываемое изделие (рисунок 1).

Обрабатываемые изделия устанавливаются в контейнеры и размещаются на раме механизма вращения изделий. На механизме вращения изделий установлен датчик измерения величины напряженности магнитного поля. Изделия совершают вращательное

движение периодически пересекая магнитное поле. Частота вращения изделий определяет необходимое для упрочнения число импульсов магнитного поля. При вращении изделий датчик определяет величину напряженности магнитного поля и подает сигнал через числитель на блок сравнения. Блок сравнения определяет необходимую величину коррекции напряженности магнитного поля и передает сигнал на механизм перемещения магнитным блоком. Перемещением магнитного блока в направлении изделий достигается управление воздействием магнитным полем на изделия.

Спроектированная конструкция аппаратного комплекса МИО деталей машин и инструментов предполагает размещение изделий в контейнерах. Контейнер имеет немагнитопроводную оболочку 1 и торцевые стенки 2, 3 (рисунок 2), выполненные из магнитопроводного материала. В контейнере размещаются изделия 4 и ферромагнитная жидкость 5, обеспечивающая равномерное воздействие магнитного поля на фасонные поверхности изделия.

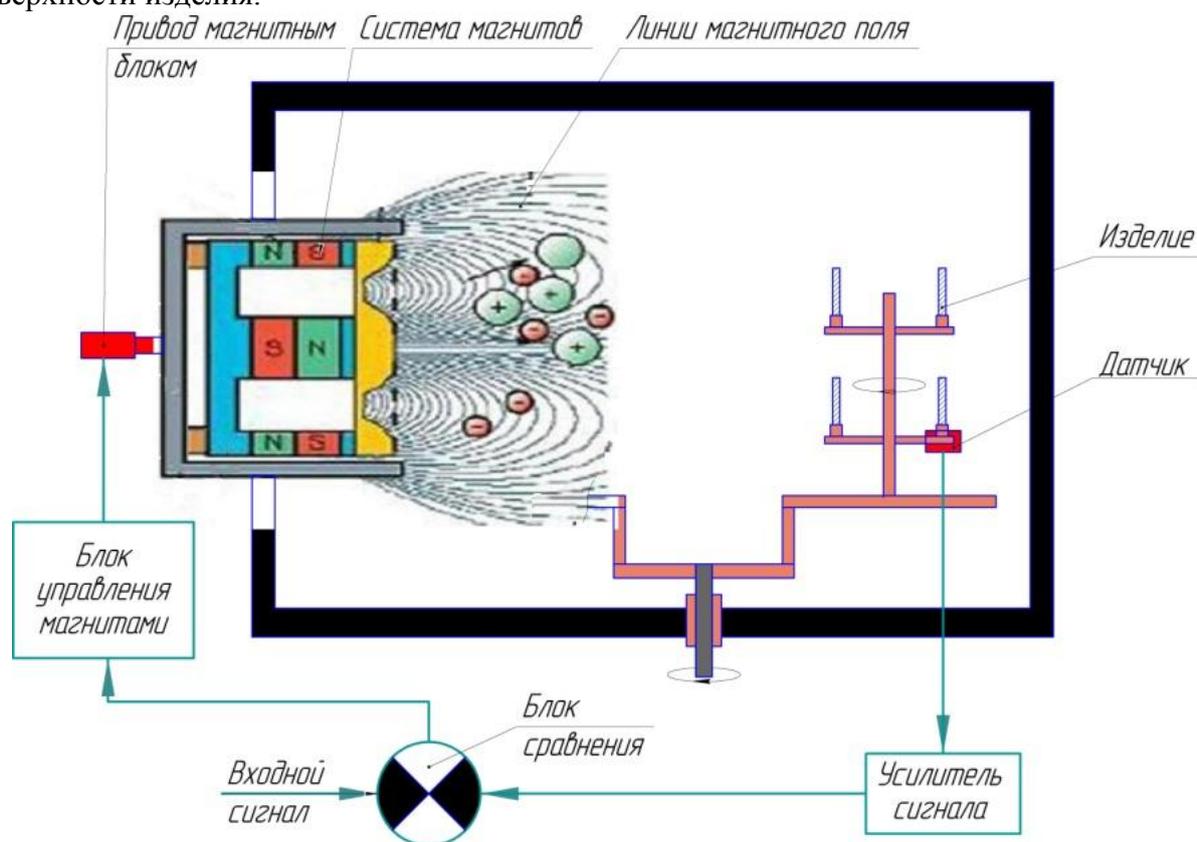


Рисунок 1 – Аппаратный комплекс МИО деталей машин и инструментов

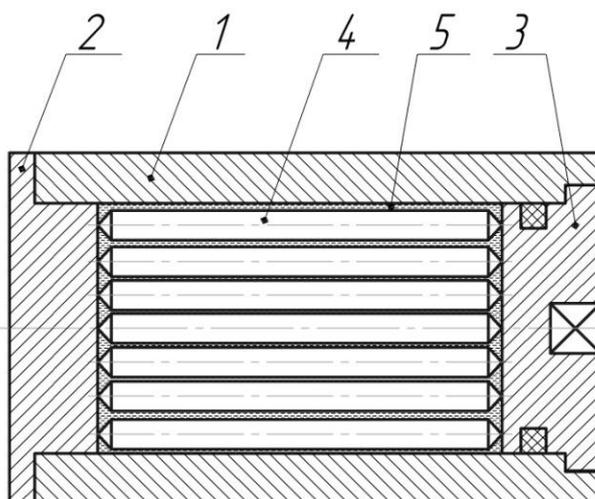


Рисунок 2 - Контейнер

Сопротивление прохождению магнитного потока в немагнитопроводных средах примерно в 1000...10000 раз выше, чем в магнитопроводных. Поэтому оболочка контейнера выполнена из немагнитного материала, а в контейнер залита ферромагнитная жидкость. Таким образом, имеется направленная концентрация прохождения магнитного потока через изделия, который находится в равномерно охватывающем магнитном поле, обеспечивающем стабильные результаты обработки с получением одинакового упрочнения обрабатываемых изделий в его поперечных сечениях.

Использование контейнера, заполненного партией изделий, приводит к повышению производительности в работе аппаратного комплекса, снижению энергопотребления, отнесенного к единице продукции. Кроме того, значительно сокращается количество специальной оснастки, необходимой для установки изделий.

Особую эффективность предлагаемое устройство достигается при упрочнении инструментов, имеющих малые диаметры. Так например, при упрочнении сверл диаметром 1 мм в контейнере, имеющим внутренний диаметр 500 мм, может поместиться около 2000 сверл.

Список литературы

1. Барон Ю.М. Магнитно-абразивная и магнитная обработка изделий и режущих инструментов. – Л.: Машиностроение . Ленингр. Отделение, 1986.-172с.
2. Марков Б.Н. Преобразование измерительных сигналов: Учеб. пособие. - Старый Оскол: ТНТ. 2014. – 280 с.
3. Проектирование технологических систем: учебное пособие / Т.А. Аскалонова, А.В. Балашов, А.М. Марков [и др.]; под ред. Е.Ю. Татаркина. – Старый Оскол: ТНТ, 2014 – 412 с.

РАЗРАБОТАТЬ ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ КОМПОНОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ГРАНУЛИРОВАНИЯ УДОБРЕНИЙ.

Шрайнер Татьяна Анатольевна

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Удобрения критически важны для сельского хозяйства: процесс внесения удобрений должен быть очень точным. Поэтому производство удобрений должно быть налажено оптимальным образом, чтобы достичь необходимого качества и адекватной формы, удовлетворяющей потребителей. Удобрения в твердом виде производятся несколькими методами: один из них представляет собой гранулирование с помощью компактирования. Эта технология представляет собой сухой процесс, в котором исходные компоненты в

порошковом виде уплотняются за счет высокого давления, развиваемого внутри валкового пресса.

Будучи сухим процессом, гранулирование компактированием имеет много преимуществ по сравнению с другими методами. Не требуется энергия для сушки гранул, очень низкий уровень загрязнения окружающей среды, потому что нет никаких жидких или газовых выбросов, подлежащих утилизации. Используя компактирование, можно изготовить продукты, которые трудно или даже невозможно получить другим способом.

Следовательно, исследования направленные на разработку устройств для гранулирования удобрений являются актуальными.

В результате синтеза на И-ИЛИ-графе сгенерированы различные конструкции устройств для гранулирования порошкообразных удобрений, одно из которых обладает признакам патентной чистоты.

Устройство для гранулирования порошкообразных удобрений (рисунок 1) состоит из перфорированной горизонтально вращающейся дисковой матрицы 1 со съемными фильерами 5, формирующими гранулы, и загрузочной емкости в виде цилиндрического бункера 2, в котором соосно противоположнонаправленно вращаются два прессующих ролика 3, сила давления которых регулируется винтами 10. Под матрицей расположен барабан для сбора гранулированного состава, внутри которого закреплен регулируемый нож 8 для обрезки гранул разной длины. Данная конструкция позволяет расширить технологические возможности гранулирования порошкообразных удобрений.

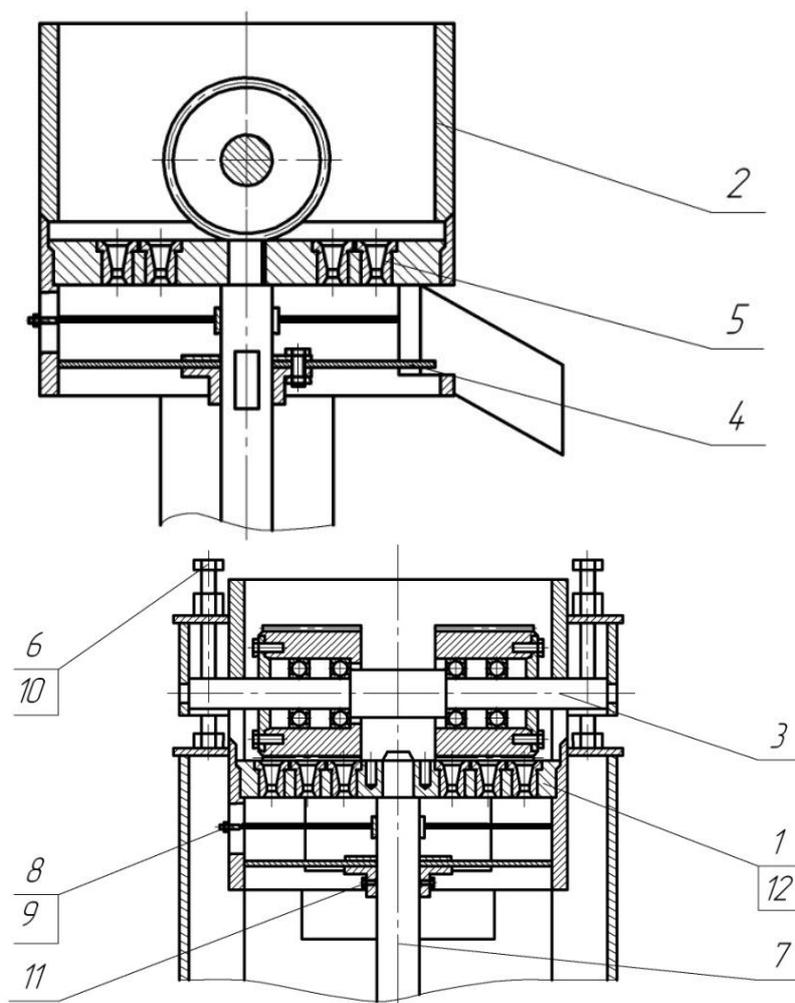


Рисунок 1 – Спроектированное устройство для гранулирования порошкообразных удобрений

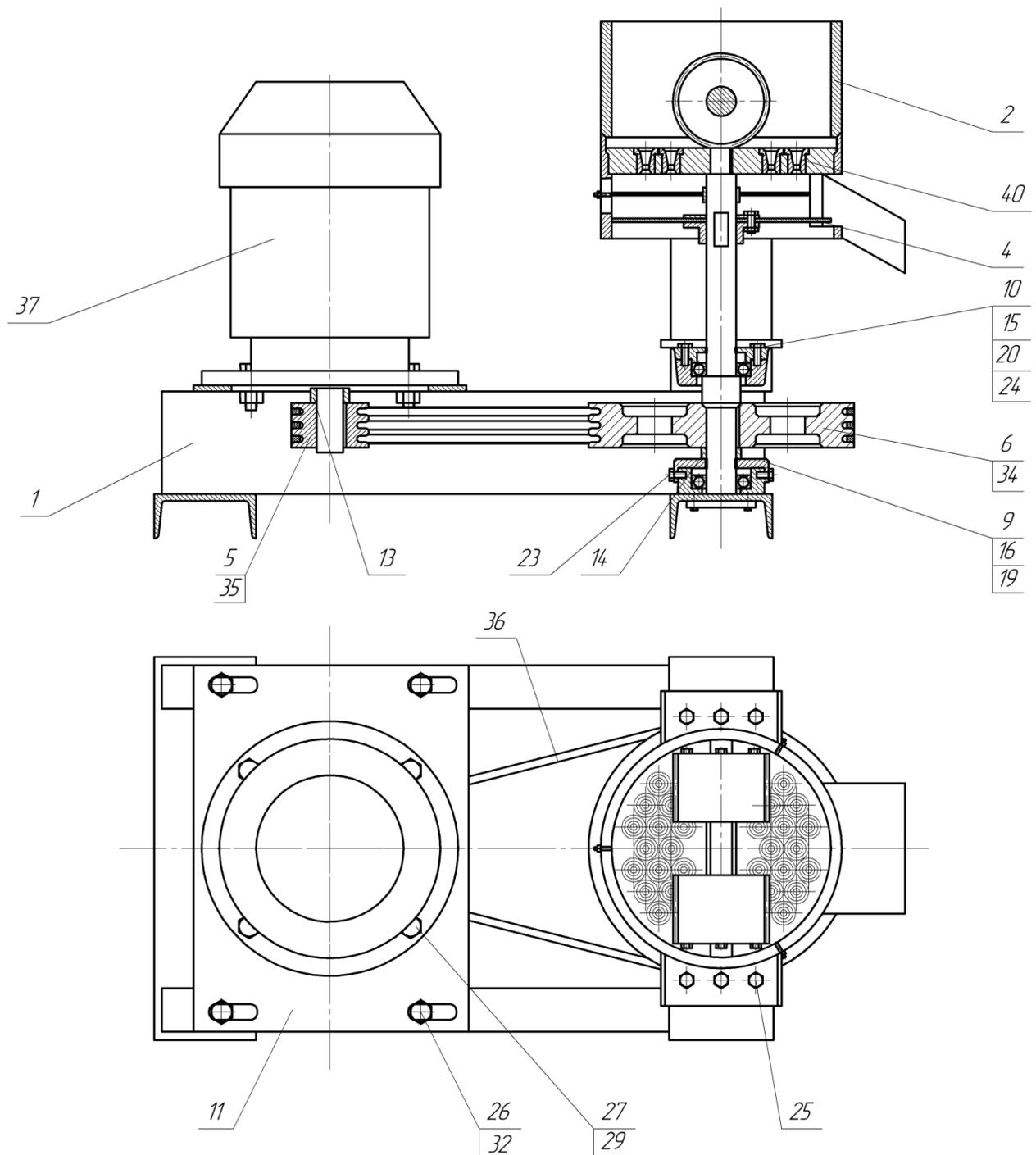


Рисунок 2 – Устройство для гранулирования порошкообразных удобрений:

1 – основание, 2 – барабан, 3 – ось, 4 – диск, 5,6 – шкив, 7 – вал, 8 – дисковая матрица, 9,15,18 – крышка, 10 – болт, 11 – проставка, 12 – шпилька, 13,14 – втулка, 16,22,24 – уплотнительная манжета, 17,21,23,25,26,27 – болт, 19,20 – стакан, 28,29,32,39 – гайка, 30,31 – подшипник, 33,34,35 – шпонка, 36 – приводной ремень, 37 – электродвигатель, 38 – отрезной нож, 40 – фильера.

Для проведения экспериментального исследования была разработана экспериментальная установка, представленная на рисунке 3. В шпинделе вертикально-фрезерного станка ГФ2171 с системой ЧПУ (1) установлена оправка (2), в которой закреплена дисковая матрица (3), система измерения (5) измеряет давление между дисковой матрицей и прижимным роликом (4).



Рисунок 3 – Экспериментальная установка:

1 – шпиндель вертикально-фрезерного станка ГФ2171 с системой ЧПУ; 2 – оправка; 3 – дисковая матрица; 4 – прижимной ролик; 5 – система измерения давления.

На основе методологии поискового конструирования разработаны более 4·10³ конструкций устройств для гранулирования, отличающихся друг от друга, по крайней мере, хотя бы одним элементом или признаком. Сформированная модель оценки технических решений, позволила выбрать конструкцию устройства для гранулирования, отвечающая техническому заданию. Спроектирован и изготовлен экспериментальный образец устройства для гранулирования порошкообразных удобрений, состоящий из перфорированной горизонтально вращающейся дисковой матрицы, формирующей гранулы, вращающегося, прессующего ролика и системы измерения давления прессования.

Список литературы

1. Татаркин Е.Ю., Марков А.М., Ситников А.А. Методы творчества: Учеб. пособие. Барнаул: Изд-во Алт. гос. техн. университет им. И.И. Ползунова. 1998. – 84 с.
2. Краткий справочник металлста. Под. ред. П.Н. Орлова [текст] - М.: Машиностроение, 1986. – 960 с.
3. Сенченков А. П. Техника физического эксперимента [текст] - М.: Энергоатомиздат, 1983. - 238 с.