

СЕКЦІЯ 3

ВИСОКОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ В ПРИЛАДОБУДУВАННІ, МЕТОДИ І ЗАСОБИ ЇХ КОНТРОЛЮ

УДК 621.923

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ФІЗИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ

*Держук В.А. Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна.*

Підвищення продуктивності виготовлення деталей приладів шляхом збільшення швидкості можливо широким впровадженням різноманітних процесів високошвидкісної обробки (ВШО). Теоретичне обґрунтування фізичних параметрів ВШО до теперішнього часу далеке від завершення. На визначені параметри впливу тертя, деформації матеріалу і особливо швидкості деформації на сили різання, температури, стружкоутворення і стружкознімання.

Як було показано раніше, двигуни обертання не мають прогресивного подальшого розвитку і на зміну їм будуть використовуватися двигуни лінійного переміщення. З'явилась обробка на хопрових, рушничних, гарматних і балістичних установках.

В даній роботі проведені розрахунки деформацій, швидкості деформацій, стружкоутворення і стружкознімання на процеси, які широко використовуються в приладобудуванні, а саме на калібровку кулькою, дернування та на прошивання отворів. В даних розрахунках розглянуто і визначено вплив динамічних швидкісних явищ на технологічні параметри окремих процесів виготовлення.

Використання процесів ВШО значно збільшує продуктивність виготовлення часто в десятки раз, збільшується якість виготовлюваної поверхні по геометричним параметрам в 2 – 2,5 рази, по фізичним параметрам в 3 рази.

Ключові слова: високошвидкісні процеси обробки, фізичні параметри, розрахунок.

УДК 621.822:681.2:369.64

АДАПТИВНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА КЕРУВАННЯ ШЛІФУВАННЯМ НА БОРТИКОШЛІФУВАЛЬНОМУ АВТОМАТІ 280СО

*Марчук В.І., Кайдик О.Л., Заблоцький В.Ю. Луцький державний університет,
м. Луцьк, Україна*

Важливим завданням сучасного гнучкого автоматизованого виробництва (ГАВ) приладо- та машинобудування є підвищення рівня технологічної гнучко-

сті в поєднанні з високим рівнем продуктивності виробничих процесів та якості виробів.

Важливим показником якості кілець карданних роликподшипників, що виготовляються в умовах гнучких виробничих систем (ГВС) є точність форми та взаємного розміщення елементарних поверхонь. Точність розмірів геометричної структури деталі встановлюється на етапах конструкторського та технологічного проектування, формується на стадіях виконання технологічних операцій заготівельного виробництва, а також на операціях лезової, термічної, алмазобразивної і вигладжувальної обробки і реалізується в експлуатаційних характеристиках виробу.

В технологічному ланцюгу виготовлення кілець карданних роликподшипників на ВАТ Луцький підшипниковий завод важливою технологічною операцією є алмазно-абразивна обробка фасонної поверхні стопорної канавки (зовнішня поверхня). Шліфувальна операція виконується на бортикошліфувальному автоматі ME 280CO, однак існуюча пневмоелектрична система контролю і керування шліфуванням канавки не забезпечувала потрібної точності і стабільності допустимого відхилення розміру.

В рамках виконання господарсько-договірної теми № 122-L між кафедрою приладобудування ЛДТУ та ВАТ ЛПЗ, що в складі корпорації SKF, пневмоелектрична система керування шліфуванням була замінена на електронну систему з використанням індуктивних перетворювачів (давачів) з базою відліку розміру від ріжучої крайки шліфувального круга.

Впровадження модернізованої системи активного контролю і керування шліфуванням дала змогу на порядок підвищити точність лімітуючого розміру, підвищити надійність та стабільність шліфувальної операції.

Ключові слова: якість, точність, надійність, стабільність, операція, кільце, підшипник, шліфування.

УДК 621.923

ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ НАНОПОРОШКІВ ТА НАНОТЕХНОЛОГІЙ

*Равська Н.С., Діордіца І.М. Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна.*

За теперішнього часу науково-технічний світ переживає бум «нанотехнологій» і «нанопорошків», а в таких країнах, як США, Англія, Франція, Німеччина, Японія вже кілька років добре фінансуються й активно виконуються різні програми по розробці і впровадженню «нанопорошків» і «нанотехнологій». За наявною інформацією підвищена увага цьому напрямку в даний час приділяється і в Росії. В цілому, у світі зараз склалася ситуація, при якій у високотехнологічних областях промисловості попит на високодисперсні порошки випереджає їх пропозицію.[1]

Технологія отримання металевих порошків в промислових обсягах на основі методу електро-ерозійного диспергування (ЕЕД), показала себе найбільш перспективною по сукупності характеристик щодо отримання порошків нового покоління (високодисперсних).

Основні переваги розробленої технології: низька енергоємність, компактність технологічного обладнання; можливість отримання особливо чистих порошків; можливість диспергувати практично будь-які метали; можливість регулювання дисперсності порошків у широких межах (від десятків мкм до 0,003 мкм); можливість здійснення в процесі диспергування хімічних реакцій; екологічна чистота .[2]

Основні області впровадження високодисперсних металевих порошків, отриманих за допомогою розробленої технології: виробництво твердосплавних сумішей і виробів на їхній основі; виробництво порошкових сумішей і електродів для нанесення високоміцних, зносостійких, антикорозійних покриттів на відповідальні деталі машин, механізмів, конструкцій (авіа -, судно-, ракетобудування. енергетика); виробництво лігатури і модифікаторів для металургійної промисловості; виробництво порошкових сумішей для швидкорізальних сталей (інструментальна промисловість); виробництво матеріалів і виробів алмазно-інструментального призначення (інструментальна промисловість); виробництво компонентів твердого ракетного палива і вибухових речовин; виробництво порошкових сумішей кольорових металів для одержання деталей методом порошкової металургії (автомобіле- й авіабудування); виробництво присадок і добавок до мастильних матеріалів (авто-, авіатранспорт).

Ключеві слова: нанотехнології, нанопорошок, електро-ерозійне диспергування, високодисперсні порошки.

Література

1. Амосов А.П., Бичуров Г.В., Марков Ю.М., Ковалевская А.Т. Технологія порошкової металургії.-Самара, 1995.-74с.
2. Кипарисов С.С. Либенсон Г.А. Порошковая металлургия. М:1991.-432с.

УДК 621.787

УСТАТКУВАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЯ ОЧИЩЕННЯ ОБЛОЮ З ПЛАСТМАСОВИХ ДЕТАЛЕЙ

*Сілін Р.І., Гордєєв А.І., Савицький Ю.В. Технологічний університет Поділля,
м. Хмельницький, Україна*

Однією із складних та трудомістких технологічних задач виготовлення релейної апаратури є очищення облою з пластмасових та армованих пластмасових деталей після їх пресування. Існує багато конфігурацій пресованих деталей, розбитих на певні класи. Звідси існує і багато способів зняття облою: ручний, вібраційний із наповнювачами та повітряно-струменевий з кістками, у барабанах із щітками та інші.

Авторами запропонована технологія та конструкція устаткування для зняття облою у ємності пульсуючим струменем рідини. Стінки ємності та кришка вкриті шаром сталевих голок [1]. При попаданні деталі у струмінь вона розганяється та багаторазово вдаряється в голки. Таким чином знімається облой. Схема устаткування зображена на рис.1.

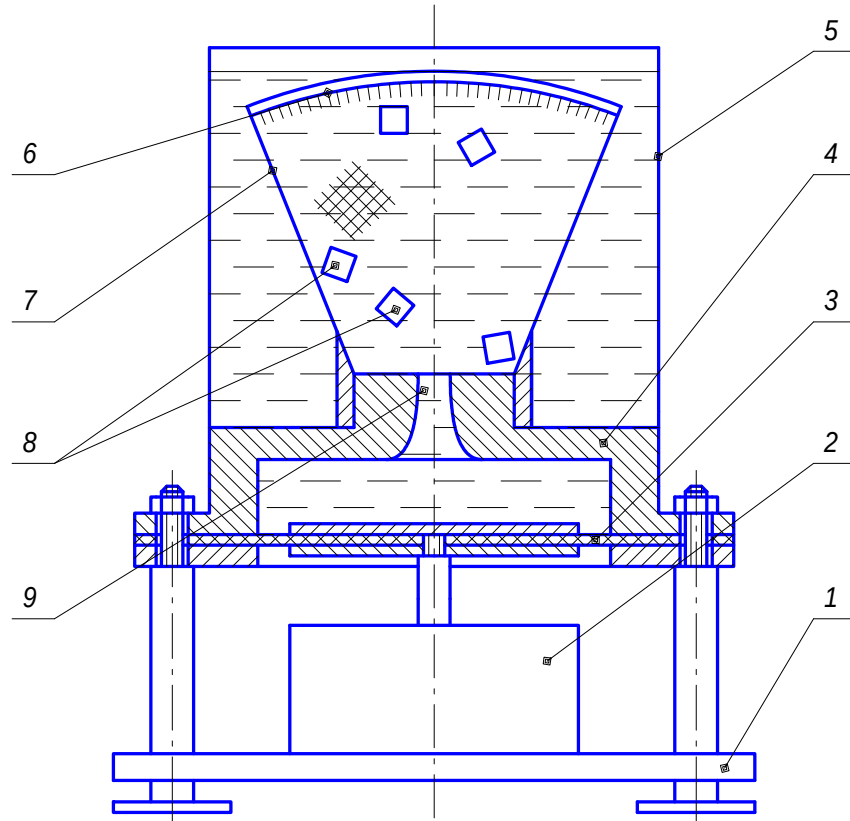


Рисунок 1. Устаткування для зняття облою з пластмасових армованих деталей (1 - рама, 2 - вібратор, 3 - мембрана, 4 - камера, 5 - ємність, 6 - голчастий екран, 7 - сітка, 8 - деталі, 9 - насадок).

Найбільший ефект зняття облою спостерігається при найбільшій силі удару струменя по деталі. Попередніми дослідженнями [2,3] встановлено зв'язок між максимальною швидкістю пульсуючого струменя та максимальним тиском струменя, які залежать від параметрів приводу. Тобто, для частот коливання мембрани $f=10\ldots12$ Гц, які можливо отримати за допомогою електродвигуна АО2 ($n=710\ldots725$ об/хв), оптимальне співвідношення діаметра камери до діаметра насадка дорівнює 20 при амплітуді коливань $A=2$ мм.

Проаналізувавши різні конструкції насадків [4,5,6], та їх характеристики, було запропоновано застосувати експонентний насадок для отримання високих динамічних напорів. Після розрахунку ефективної форми насадка отримана така залежність:

$$d_x = \sqrt{D_1^2 e - \frac{\rho \left(\frac{\pi D_0^2}{4} \right)^2}{m \pi D_1^2} x},$$

де D_0, D_1, d_x - відповідно діаметри мембрани, входу в насадок, поточний діаметр насадка, m - маса мембрани з приєднаною масою рідини; x - координата фронту рідини, яка відраховується від входу у насадок

Після пресування деталей (рис.2, зліва) контакти та фаски в різьбових отворах залишились залитими пластмасою АГ-4В. В результаті обробки партії деталей (рис.2, справа) на запропонованому устаткуванні, за термін часу 10 хв., облой з контактів та фасок отворів був знятий. Процент зняття облою сягає 80%. Залишається найтовстіший облой до 0,4 мм біля кореня контакту, який підлягає ручному зняттю при огляді кожної деталі.

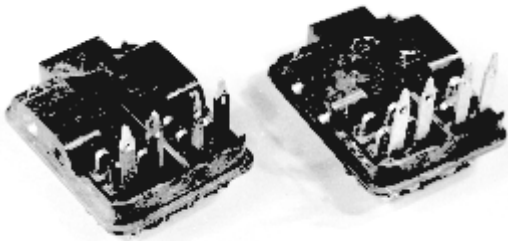


Рисунок 2. Експериментальні зразки деталей (зліва - до обробки, справа - після обробки)

В цілому дану технологію можна рекомендувати для попереднього зачищення облою з наступним дозачищенням вручну на контрольній операції.

Запропонована методика розрахунку внутрішньої поверхні насадка дає можливість розраховувати за допомогою ЕОМ опорні точки з певним кроком і, користуючись пакетом прикладних програм «Компас ЧПУ», створити керуючі програми для виготовлення на верстаті з ЧПК чистової фасонної зенківки. Отримавши фасонний інструмент, за три переходи: свердлування, зенкування конічною зенківкою, та зенкування фасонною чистовою зенківкою, можливо отримати насадок із заданими характеристиками за значно коротший термін.

Використання запропонованих підходів проектування із застосуванням ЕОМ у технології виготовлення насадків дає можливість більш широкого їх застосування. Це дозволяє проектувати устаткування із різною продуктивністю.

Ключові слова: очищення, облой, рідина, струмінь, насадок.

Література

А.С 129795/СССР/ А.И.Гордеев, М.А.Фетисов, С.А.Дитюк. Устройство для очистки мелких деталей.

Силин Р.И, Гордеев А.И., Савицкий Ю.В. Аналитическое исследование параметров гидропульсационного устройства для мойки. Всеукр. н.-т. журнал «Вибрации в технике и технологиях». №1(3), 1996,с. 3-5.

Силин Р.И., Гордеев А.И., Савицкий Ю.В. Определение скорости струи при изменении различных параметров гидропульсатора. Зб. статей ТУП. «Актуальні -

- проблеми техніки та суспільства», 1996, Вип.. 2, с.58-65
- Войцеховский Б.В., Дудин Ю.А., Кавитационный эффект в экспоненциальном струйном насадке., Динамика сплошной среды. Новосибирск. 1971, Вип..9, с7-11.
- Сиов Б.Н. Истечение жидкости через насадки. М.: Машиностроение, 1968.-139 с.
6. Арзуманов Э.С. Кавитация в местных гидравлических сопротивлениях. М.:Энергия, 1978. –304 с.

УДК 536.2:536.42:532.66

НЕЧЕТКИЕ ЭКСПЕРТНЫЕ ПРАВИЛА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Глоба Л.С. Национальный технический университет Украины "Киевский политехнический институт", г. Киев, Украина; Лапа М.В. Национальный аэрокосмический университет Украины "Харьковский авиационный институт", г. Харьков, Украина

В последнее время предприятия Украины перешли на мелкосерийное производство деталей и узлов, в связи с чем увеличился объем работ по проектированию технологических процессов. Использование нечетких экспертных правил проектирования техпроцессов механообработки позволяет ускорить процесс проектирования и внедрения технологических процессов в условиях мелкосерийного производства благодаря расширению области поиска допустимых решений и более широкого использования производственного опыта при составлении экспертных оценок для нечетких правил.

Задачи проектирования ТП относятся к классу слабо формализуемых задач при постановке их в общем виде, что подтверждается в основном наличием диалоговых систем проектирования ТП на рынке ПО. Развитие современных информационных систем проектирования в значительной мере связано с разработкой интеллектуального программного обеспечения.

Математический аппарат нечеткой логики является одним из возможных путей формализации задач проектирования ТП производства.

Введение нечеткости (фаззификация) позволяет расширить область поиска допустимых решений и сделать процесс проектирования более гибким, учесть реальное состояние производственной базы на данный момент времени.

Ключевые слова: нечеткие экспертные правила, экспертные оценки, интеллектуальное программное обеспечение.

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ CAD/CAM СИСТЕМ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПРОЕКТИРОВАНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ ОБОРУДОВАНИЯ С ЧПУ

Шевчук Ю.В., Горкун С.П. Малое внедренческое предприятие “КомТех”, г. Киев, Украина

В настоящее время в Украине для решения задач автоматизированного конструирования (CAD) и автоматизированного проектирования управляющих программ (УП), как этапа технологической подготовки производства (CAM) применяются многочисленные CAD/CAM системы “импортной” разработки: Pro/ENGINEER, UNIGRAPHICS, CATIA, и др.. Сами разработчики CAD/CAM систем отмечают, что наибольшая эффективность их применения достигается при проектировании “с чистого листа”, т.е. когда новое изделие, начиная с самой идеи и заканчивая проектированием УП, выполняется средствами одной CAD/CAM системы.

Очевидный рост производства сделал актуальным огромное количество проектов, которые до того ждали своего часа в архивах конструкторских бюро и технологических отделов предприятий и отраслевых институтов. Эти проекты связаны с освоением новых перспективных изделий и воплощены в конструкторской документации - т.е. в чертежах, которые в 99% случаев выполнены в “бумажной” форме. Таким образом, этап конструирования для этих изделий уже позади. Геометрическое моделирование уже выполнено и нашло свое воплощение в чертежах. Дальше для запуска в производство нового изделия необходимо выполнять все этапы технологической подготовки производства, включая и этап проектирования УП для станков с ЧПУ. В этой ситуации применение для целей автоматизированного проектирования УП упомянутых выше CAD/CAM систем сразу ставит перед производителем три проблемы:

1. Проблема точности воспроизведения геометрической модели пространственных объектов;

2. Проблема не достаточной гибкости CAD/CAM систем при формировании операций ЧПУ;

3. Проблема высокой стоимости получаемых УП.

В докладе подробно анализируются эти проблемы и предлагается возможное их решение путем применения современных систем автоматизированного программирования УП. В качестве примера рассматривается новая отечественная разработка в этой области: система ИНТЕРСАП-4. Даются технические характеристики этой системы. Делается вывод о нецелесообразности применения CAD/CAM систем только для решения задач проектирования УП, если этап конструкторской подготовки был выполнен без привлечения средств CAD/CAM системы.

Ключевые слова: оборудование с ЧПУ, управляющие программы, системы автоматизации программирования.

ВИСОКОЕФЕКТИВНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ РІЗАННЯМ

*Севериненко О.Л., магістрант, Держук В.А., к.т.н., доцент
Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут",
м.Київ, Україна*

Швидкісною обробкою металів різанням називається обробка, при якій шляхом застосування швидкісного різання, що зменшується машинний час, і проведення різних заходів, що скорочують допоміжний час, значно скорочується загальний час, що необхідний для обробки деталі.

Швидкісним різанням називається така обробка, при якій властивості інструментів, що ріжуть, оснащеними твердими сплавами, за певних умов використовуються найбільше ефективно. Це досягається зняттям стружки найбільшого перетину при обробці на високих швидкостях. Така обробка здійснюється застосуванням твердих сплавів спеціальних марок, застосуванням різальних інструментів з визначеною геометричною формою і використанням верстатів, що володіють великою потужністю і досить високим числом оборотів.

Фізична сутність швидкісного різання полягає в тім, що в процесі різання виділяється велика кількість тепла внаслідок деформацій і переміщень окремих часток у шарі металу, що знімається, а також унаслідок тертя стружки об різець і різця об оброблюваний виріб. При великих швидкостях різання кількість виділюваного тепла настільки велике, що матеріал оброблюваного виробу поблизу від інструмента розігрівається до високих температур. Одночасно нагрівається і робоча частина різальних інструментів, температура яких досягає 800 і більш градусів. За таких умов можуть працювати тільки ріжучі інструменти, оснащені твердими сплавами, що не утрачають властивостей при нагріванні до температури 800-1000.

Крихкість твердих сплавів утрудняє застосування їх для інструментів звичайної форми, тобто з позитивними кутами, різання. Тому при швидкісному різанні металів знайшли широке застосування різці і фрези з негативними значеннями передніх кутів.

Відомо, що зі зменшенням величини передніх кутів значно зростає зусилля різання і зростає виділення тепла. Виходячи з цього, випливало очікувати, що при застосуванні інструментів з негативними передніми кутами зусилля різання значно зростуть. Насправді ж зусилля різання при швидкісних режимах обробки практично менше, ніж при звичайних методах обробки. Це пояснюється розігріванням до високої температури деталі і, отже, розм'якшенням шару металу, що знаходиться безпосередньо перед інструментом.

Таким чином, завдяки застосуванню інструментів, оснащених твердими сплавами і що мають негативні (чи дуже невеликі позитивні) передні кути, вдається не тільки значно підвищити швидкості різання при обробці матеріалів нормальної твердості, але й обробляти особливо міцні матеріали, аж до загартованих сталей.

Ключові слова: швидкісне різання, різальний інструмент, режими обробки.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ НА ОСНОВЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ

*Выслоух С.П. Национальный технический университет Украины
“Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина*

Современное приборостроительное производство является многономенклатурным, разносерийным, характеризуется частой сменой выпускаемых изделий. Все это накладывает особые требования на проектирование технологических процессов изготовления изделий, в частности по времени технологической подготовки производства. Здесь необходимо учитывать условия конкретного производства в части унификации применяемых технологических операций и переходов, использования оборудования, технологической оснастки, инструмента и др. Применение в данном случае традиционных методов технологического проектирования не является эффективным.

Предлагается проектирование технологических процессов изготовления деталей приборов выполнять в автоматизированном режиме с высоким уровнем автоматизации решаемых задач, максимально учитывая особенности конкретного производства. Здесь проектирование технологии целесообразно осуществлять на базе технологической унификации, главным направлением которого является типизация и групповая обработка. Основу технологической унификации составляет классификация деталей и их поверхностей по конструктивно-технологическим признакам. Тогда любую изготавливаемую деталь можно представить в виде множества значений конструктивно-технологических признаков, которые учитывают как форму, размеры и технологические требования изготовления детали и отдельных ее поверхностей, так и программу выпуска, материал детали, вид заготовки и др. Значения этих признаков могут принимать как количественные, так качественные (бинарные) значения. На основании значений конструктивно-технологических признаков все изготавливаемые на предприятии детали можно объединить в отдельные группы (кластеры, таксоны), характеризующиеся общностью размеров, формы, функционального назначения и технологических процессов их изготовления. Такое объединение деталей на группы и определение основных характеристик групп следует выполнять, используя методы многомерного статистического анализа - дискриминантный и кластерный анализ. Тогда проектирование технологического процесса изготовления новой детали можно выполнять двумя способами - методом заимствования технологии изготовления детали-аналога из выбранной группы и методом синтеза новой технологии на основе построения обобщенного маршрута изготовления деталей, относящихся к одной группе. Таким образом, на основе применения указанных методов и совокупности значений признаков изготавливаемой детали путем распознавания образов можно достаточно быстро и эффективно спроектировать новый технологический процесс.

Ключевые слова: технологическая подготовка производства, изготовление деталей, дискриминантный анализ, кластерный анализ, распознавание образов.

УДК 621.9:658.512

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ МЕХАНОСБОРОЧНЫХ РАБОТ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Филиппова М.В. Национальный технический университет Украины
“Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина*

В настоящее время сокращение сроков и улучшение качества проектирования технологических процессов может быть достигнуто путем применения автоматизированных систем проектирования, которые требуют формализации всех этапов проектирования и создания соответствующих математических моделей.

Технологические процессы механосборочных работ характеризуются большим количеством элементов, сложными и разнообразными связями между ними. Традиционные методы анализа таких объектов не позволяют строить модели и описывать такие важные их характеристики, как функция, многоуровневая организация и структура общих свойств сложных объектов и процессов. В связи с этим большое значение приобретает разработка математических моделей, базирующихся на системном подходе к объектам производства и технологическим процессам.

При автоматизации проектирования технологических процессов сборки перспективным является направление генерации технологично-рациональных последовательностей формирования сборочной единицы (изделия) путем автоматизированного синтеза. Для автоматизированного построения именно технологического процесса сборки необходимо большое количество начальной информации, в связи с этим вероятность введения неправильной информации высока, что обязательно приведет к некорректной генерации последовательности сборки. В частности, для выбора необходимого оборудования и оснастки необходима информация о типе соединения деталей, их размеры и положение одних деталей относительно других в сборочных единицах. Для получения множества альтернатив технологично-рациональных порядков сборки приборов достаточной информацией является информация об ограничении подвижности деталей в сборочной единице, которая задается в виде бинарных соотношений.

Из изложенного следует, что все основные задачи, связанные с технологическим процессом сборки необходимо решать автоматизировано. Поскольку объем исходных данных весьма велик, поэтому рационален автоматизированный метод проектирования, где за основу берется математическая модель объекта сборки, что позволяет расширить исходную информацию об изделии, со-

кратить сроки освоения новых изделий, повысит ритмичность производства и качество планирования предприятия-изготовителя.

Ключевые слова: технология сборки, автоматизация проектирования, математическое моделирование.

УДК 519.95

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ НА ОСНОВІ ЇХ МОДЕЛЮВАННЯ

*Пилипенко А.М. Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

В сучасних виробничих умовах виживання підприємств, та досягнення ними конкурентних переваг можливе лише за умов раціонального поєднання таких технічних показників системи, як гнучкість, надійність та продуктивність, які за своїм характером іноді знаходяться в протиріччі та виявляють нерівнозначний вплив на капітальні затрати, на створення та впровадження технологічних виробничих систем, а також собівартість виробів що випускаються.

Перераховані тенденції розвитку формують необхідність організації швидко переналагоджувального виробництва, здатного в складних умовах знизити собівартість виробів, а в багатьох випадках вирішувати питання про принципові можливості налагодити випуск нової продукції. Це потребує раціональної організації виробничого процесу, в тому числі оптимального завантаження обладнання.

Розв'язання цієї задачі пов'язане з аналізом, моделюванням та представленням причинно-наслідуючих зв'язків в складних системах. Одним із засобів, які дозволяють вирішувати такі задачі являється опис цих систем за допомогою мереж Петрі.

Моделювання системи за допомогою цього методу, робить можливим отримати важливу інформацію про структуру та динамічну поведінку системи. Ця інформація корисна для оцінки системи та розгляду пропозицій по її удосконаленню та зміні. Основна особливість мереж Петрі – можливість відображати паралелізм, асинхронність, ієрархічність об'єктів що моделюються більш простими засобами, ніж при використанні інших засобів моделювання. Це обумовлює їх ефективне використання для дослідження складних ієрархічних систем, таких як виробничі системи, що використовуються в приладобудуванні.

При застосуванні мереж Петрі для моделювання виробничих систем, що використовуються в приладобудівному виробництві, можна по наданим технічним характеристикам елементів підсистеми визначити показники, що характеризують систему в цілому, а саме: загальну продуктивність, ступінь завантаження обладнання, з наступною їх оптимізацією.

В даний час проводиться розробка математичних моделей реальних виробничих систем, що базується на використанні мереж Петрі.

Ключові слова: виробнича система, швидко переналагоджувальне виробництво, оптимальне завантаження обладнання, мережі Петрі.

УДК 621. 9.02.534.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРУЕМОГО СОСТОЯНИЯ ПОКРЫТИЯ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ФРИКЦИОННОЙ ПАРЫ

Антонюк В.С., Возненко В.В., Калиниченко В.И. Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Институт проблем прочности НАН Украины, г. Киев, Украина

С развитием вычислительной техники значительно возросли возможности численного (компьютерного) моделирования которое при комплексном подходе с применением экспериментального и инженерного моделирования становится основным инструментом проведения исследований.

Работа пар трения носит сложный многофакторный характер, связанный с экстремальным воздействием на поверхностные слои материала разнообразных источников энергии. Вследствие этого в зоне контакта развивается упругая и пластическая деформации, выделяется большое количество теплоты, рабочие поверхности подвергаются износу и разрушению.

Нестационарный характер термомеханических воздействий в парах трения требует создания условий повышения износостойкости рабочих поверхностей, что возможно на основе применения функциональных дискретных покрытий. При проектировании состава и конструкции покрытий и разработке методов их формирования необходимо иметь точное представление о напряженно-деформированном состоянии фрикционной пары.

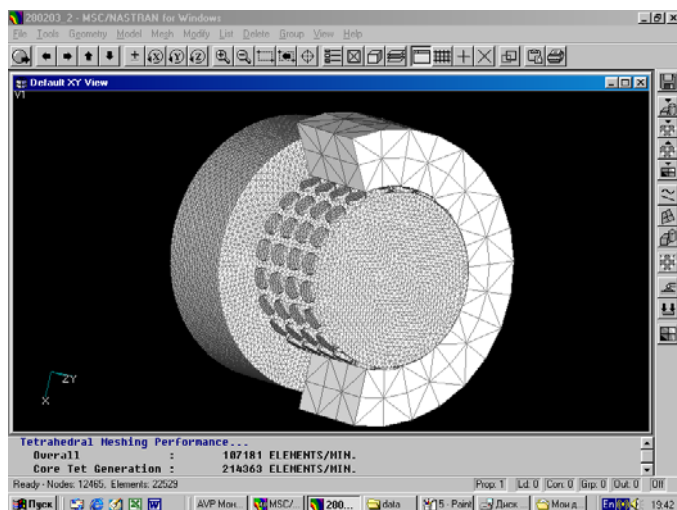


Рисунок 1. Сконструированная фрикционная пара с дискретными покрытиями.

Для этого, на основе метода конечных элементов создана трехмерная модель расчета прочности рабочей поверхности фрикционной пары с многокомпонентными дискретными покрытиями при воздействии силовых нагрузок (Рис.1).

При расчете конструкции покрытия в паре трения использовали пакет моделирования и конечно-элементного анализа MSC/NASTRAN (версия 4), предназначенный для работы в среде Windows 98/NT. В пакете возможно построение сложных геометрических фигур с заданными свойствами

материалов, разбиение на конечные элементы, приложение к ним нагрузок и задание температуры в зоне контакта.

Полученная трехмерная модель позволяет на стадии проектирования определить распределение контактных напряжений, оценить тип и структуру покрытия с учетом размеров и распределения дискретных участков многокомпонентного покрытия, проанализировать влияние величины и знака остаточных напряжений на процесс разрушения покрытия, а также предложить методы повышения его надежности и эффективности с учетом реальных условий эксплуатации.

Ключевые слова: численное моделирование, пара трения, дискретные покрытия, контактные напряжения.

УДК 620.179.14 (088.8)

МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВЕКТОРУ ПОХИБКИ РОБОТИ МЕТАЛОРИЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ З ЧПК

*Глоба Л.С., Скицюк В.І., Плотников О.О. Національний технічний університет України
„Київський політехнічний інститут”, м. Київ, Україна*

Методика, що пропонується авторами, стосується визначення похибки роботи верстатів з ЧПК при виконанні переходів розмірного контролю технологічних процесів.

Зношення робочих частин верстата не є однаковим за координатами стола та простору над ним, тобто існують ділянки, де точність руху є задовільною для виконання того чи іншого розміру на деталі. Тому існує можливість при визначенні такої площини експлуатувати робочий простір верстата більш рівномірно, що може значно підвищити ресурс використання верстата, але для цього необхідно визначитись з координатами розташування ділянки з задовільною точністю та її зв'язку з розмірами та точністю, необхідною для виготовлення деталі. Для того, щоб здійснити цю умову, необхідно мати або прецизійну майстер-модель деталі або еталон-калібр, котрий виконує імітацію зразкової міри довжини.

Перший випадок є досить складним, малостабільним. В другому випадку на робочому столі верстата встановлюють прилад з еталон-калібрами довжини таким чином, щоб вони співпадали з направляючими осей координат верстата. Далі генерують захисне електромагнітне поле. Параметри електромагнітного поля, які відповідають входженню у вимірювальну зону, реєструють індукційним відчутником, який присутній на вимірювальному інструменті. При цьому реєструють торкання еталона-калібру при підході вимірювального інструмента з протилежних боків для визначення координат точки торкання, за якими визначають довжину еталону в системі координат верстата і обчислюють різницю вимірів відносно заданого кроку позиціонування приладу на столі верстата по ві-

дповідної координаті. Згідно методики, що пропонується, вектор похибки визначають по 6-ти векторах трикоординатного простору у протилежних напрямках, себто позитивні та негативні напрямки руху.

Позитивний ефект від способу визначення вектору похибки полягає в тому, що підвищується продуктивність роботи металорізальних верстатів з ЧПК шляхом визначення точності вимірів на підставі аналізу параметрів електромагнітного поля, що генерується в системі. Запропонована методика визначення вектору похибки металорізальних верстатів з ЧПК у порівнянні з прототипами дає можливість значно підвищити швидкодію системи і, як наслідок, підвищити межу точності (як показали дослідження, точність роботи таких систем у 2.5-4 рази вища за існуючі аналоги).

Ключові слова: технологічний процес, точність, верстат з чпк, вектор похибки, розмірний контроль.

УДК 621.793

ВИСОКОШВИДКІСНЕ ФРЕЗЕРУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ ПРИЛАДІВ

*Іваненко Н.В. Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

Питання дослідження характеристик процесу різання при високошвидкісному фрезеруванні – є актуальним на сьогоднішній час, оскільки полегшує процес конструювання верстатів для високошвидкісної обробки матеріалів та дозволяє покращити техніко-економічні показники виробництва в цілому. Застосування вище згаданих верстатів у свою чергу дозволяє підвищити продуктивність не знижуючи показників якості.

Однією із складових, що впливають на якість обробленої поверхні є шорсткість отримана в результаті обробки матеріалу. Шорсткість обробленої поверхні при надшвидкісному фрезеруванні повинна враховуватися при проектуванні технологічної операції. Вплив елементів режиму швидкості різання, подачі і глибини на шорсткість обробленої поверхні достатньо широко досліджено, але дотепер немає досить надійних моделей для прогнозування параметрів шорсткості при надшвидкісному фрезеруванні в залежності від елементів режиму різання.

Не менш важливою є проблема прогнозування розподілу тепла в заготівці при над швидкісному фрезеруванні. Теплотворення і тепловідвід відіграють важливу роль при обробці металів різанням, тому що вони змінюють механічні і фізичні характеристики оброблюваного матеріалу, впливають на продуктивність процесу і якості обробленої поверхні. Аналіз факторів, що визначають тепловиділення і тепловіддачу в процесі обробки деталі різанням, дозволив установити, що найбільший вплив на температуру в зоні різання роблять теплофі-

зичні властивості оброблюваного матеріалу, швидкість різання, а також теплообмін між зоною різання й оброблюваним матеріалом.

Сама ж конструкція верстатів для високошвидкісної обробки матеріалів теж має свої особливості, зокрема розроблюються швидкісні шпинделі на керованих магнітних опорах. При використанні високошвидкісних фрезерних шпинделів на фрезерному верстаті можна збільшити подачу в 2-6 разів у порівнянні зі звичайним фрезеруванням (до 7,5 м/хв). З'єм матеріалу досягає 1000 див³/хв, а шорсткість обробленої поверхні набагато зменшується. Час обробки деталі складає 58 секунд. Незважаючи на високі частоти обертання і її подачу, нагрів зони різання незначна і точність обробки висока. Високошвидкісне фрезерування зменшує витрати на обробку і робить економічної обробку малих серій на верстатах із ЧПУ.

Ключові слова: високошвидкісне фрезерування, шорсткість обробленої поверхні, теплотворення і тепловідвід, швидкісні шпинделі.

УДК 621.865.8

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СБОРКИ

*Заец С.С. Национальный технический университет Украины
“Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина.*

На современном этапе развития приборостроения широкое применение нашли системы автоматизированного контроля параметров деталей, изготовления деталей на станках с ЧПУ и автоматизированной сборки приборов. Всё чаще в приборостроении при автоматизированной сборке применяются промышленные роботы, которые более эффективны и экономически выгодны чем старые традиционные методы автоматизации. Одним из основных преимуществ промышленных роботов, есть возможность быстрой переналадки для выполнения задач, различающихся последовательностью и характером манипуляционных действий. Исходя из, этого целесообразно применять роботов при частой смене объектов производства, а также для автоматизации ручного низко квалифицированного труда. Целесообразность применения промышленных роботов (особенно при необходимости замены рабочего во время выполнения работ на участках с опасными, вредными для здоровья условиями труда) прежде всего должна диктоваться интересами человека, его безопасностью и удобствами работы.

Так как многие изделия в приборостроении должны выполняются с высокой точностью и иметь высокие показатели качества во время своей эксплуатации в разных климатических и технических условиях, то и к автоматическому процессу сборки приборов также ставят высокие требования. Для повышения точности роботизированной сборки используют много различных методов. Од-

ним из основных является метод коррекции детали при роботизированной сборке, данный метод в свою очередь подразделяется на методы с пассивной и активной коррекцией. Суть данного метода заключается в том, чтобы корректировать установку детали в отверстие или паз при помощи различных способов базирования, а также разных способов контроля процесса, в зависимости от его сложности. Повышение точности роботизированной сборки ведёт к понижению вероятности сбоя, что приводит к остановке всего процесса сборки, повышает рентабельность, увеличивает эффективность производства, снижает стоимость продукции. Для более высокой точности роботизированной сборки разрабатываются конструкционные новшества, которые упрощают процесс сборки. Все эти процессы и методы направлены на то, чтобы выполнялись все задачи, поставленные перед роботизированной сборкой в приборостроение.

Ключевые слова: роботизированная сборка, методы коррекции, автоматизация производства, эффективность производства, промышленный робот.

УДК 621.91.01:681.3.06

АВТОМАТИЗОВАНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБРОБКИ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

*Засименко О.В. Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна*

В сучасних приладобудуванні використовується значна кількість різноманітних конструкційних матеріалів. Всі ці матеріали відрізняються один від одного значною кількістю параметрів, що визначають їх фізико-механічні властивості, структуру та хімічний склад. Умови та режиму обробки широко використовуваних матеріалів можна взяти із нормативів та довідників, але ці данні не являються раціональними для використання, тому що вони не враховують реальних умов обробки. Крім того, виникає потреба визначення умов та режимів обробки нових конструкційних матеріалів. Тому для вирішення задачі встановлення раціональних або оптимальних методів та умов обробки нових конструкційних матеріалів та уточнення аналогічних даних для існуючих матеріалів треба виконати велику кількість експериментальних досліджень. Все це призводить до великих затрат часу та коштів. Сьогодні це недопустимо. Тому пропонується більш раціональний спосіб вирішення поставленої задачі: шляхом моделювання параметрів конструкційних матеріалів на ЕОМ. При цьому одержані математичні моделі вихідних технологічних параметрів конструкційних матеріалів будуть використовуватись для визначення умов та режимів їх обробки.

Таку задачу можна представити як задачу встановлення оброблюваності конструкційних матеріалів, що складається з двох автономних задач – визначення відносної оброблюваності та визначення абсолютної оброблюваності.

Перша задача полягає в порівнянні технологічних параметрів досліджуваного матеріалу з матеріалом-еталоном. При цьому експериментальні дослідження повинні виконуватись в суворо однакових умовах, що не завжди можливо реалізувати. Але використання математичних моделей не потребує таких досліджень. Тому тут досить обмежитись досить невеликою кількістю експериментів, що необхідні для одержання цих моделей для нових матеріалів. У той же час для виробництва представляє інтерес не стільки порівняння нового матеріалу з матеріалом-еталоном, а насамперед оптимальні методи та умови обробки цього матеріалу, а також режими різання. Це складає другу задачу визначення оброблюваності. Математичне моделювання технологічних параметрів дозволяє розв'язати і цю задачу.

Використання запропонованої методики визначення параметрів обробки конструкційних матеріалів, що виконується в автоматизованому режимі, дозволяє значно зменшити затрати матеріалів та часу на проведення досліджень та поліпшити якість технологічних процесів їх обробки.

Ключові слова: конструкційний матеріал, режими різання, математичне моделювання, оброблювальність.

УДК 658.52

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ НА ТОКАРНЫХ СТАНКАХ С ЧПУ ПУТЕМ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ТЕМПЕРАТУРОЙ ДЕТАЛИ

*Кияшко Л.А., Торлин В.Н. Севастопольский национальный технический университет,
г. Севастополь, Украина*

Рассматривается процесс обработки прецизионных деталей на токарных станках с ЧПУ набором инструментов, включающим черновые и чистовые резцы, концевые и резьбообразующие инструменты. При этом в управляющей программе (УП) используются циклы многопроходного точения.

Как показали предварительные исследования, в зависимости от материала детали и инструмента, от конфигурации и размеров детали, от интенсивности потока охлаждающей жидкости, износа инструмента, неравномерности припуска и других технологических факторов температура детали за время обработки меняется в диапазоне от 20° до 320°С [1]. Нагрев детали вызывает неравномерное тепловое расширение ее поверхностей, в результате чего размер снимаемого припуска на переходах является величиной случайной, отличающейся от расчетной на 25-30%, особенно при обработке цветных металлов, имеющих высокую теплопроводность.

Для повышения точности обработки предлагается на чистовых проходах в УП вносить коррекцию на величину теплового отклонения конкретной обрабатываемой поверхности, для чего были разработаны способы измерения температуры детали. Расчетная величина корректирующего параметра рассчиты-

ввалась в оперативной памяти УЧПУ типа PCNC [2] и вносилась в кадр УП в процессе холостого хода или смены инструмента.

Разработанное программное обеспечение позволяет рассчитывать параметры подпрограмм многопроходного точения деталей сложной конфигурации со ступенчатыми отверстиями из различных материалов. Применение разработанного программного обеспечения позволит производить полный цикл обработки прецизионных деталей на одном станке, что повысит производительность труда и качества обработки.

Ключевые слова: технология, качество, температура, коррекция.

Література

1. Физические основы процесса резания металлов / Под ред. В.А. Остафьева, - К.: Вища школа, 1976.- 136 с.
2. Сосонкин В.Л. Конфигурация систем ЧПУ типа PCNC // Автоматизация и управление в машиностроении. – М.: СТАНКИН, вып. 18, 2002 – С.18 -23

УДК 621.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МОДУЛЬ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ

*Шевченко В.В. Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут, м. Київ, Україна*

В современных условиях производства, когда станки с ЧПУ, автоматические линии и гибкие производственные системы находят широкое применение на производстве, вопросы контроля и управления процессом обработки деталей приборов приобретают особую важность.

К основным функциям технологического модуля контроля и управления процессом обработки, который предполагается включить в ГПС, относятся:

1. Определение момента касания инструмента с деталью, что позволяет автоматически выставить инструмент на “размер”.
2. Текущий контроль за состоянием режущего инструмента, включая регистрацию критического износа и поломку.
3. Текущий контроль параметров шероховатости обработанной поверхности детали.
4. Управление режимом резания.

Работа технологического модуля заключается в измерении непосредственно в процессе резания сигналов переменной составляющей ЭДС резания и потока электромагнитного излучения в инфракрасной области спектра, обработке этих сигналов, определении состояния режущего инструмента и выработке соответствующих изменений режимов резания, прекращении процесса резания в случае поломки инструмента, а также в смене инструмента.

Технологический модуль состоит из датчиков касания инструмента с деталью, поломки и износа режущего инструмента, соединенных с устройствами

измерения переменной составляющей ЭДС резания и потока инфракрасного излучения из зоны резания.

Устройство для измерения переменной составляющей ЭДС резания состоит из магнитного тороидального ферритового сердечника, установленного в резцедержателе, а устройство для измерения ИК излучения выполнено на основе сегнетоэлектрического приемника.

Апробация технологического модуля контроля и управления процессом обработки деталей приборов на основе измерения переменной составляющей ЭДС резания и потока электромагнитного излучения в ИК области показала его высокую эксплуатационную надежность и точность, что позволит эффективно использовать модуль в системах автоматического управления процессом обработки деталей на станках с ЧПУ в условиях “безлюдной технологии”.

УДК 621.7.01:004.384

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВНЕШНИХ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫХ СИСТЕМ

Мережаный А.Г., Мережаный П.Г., Мережаный Ю.Г. Национальный технический университет Украины “Киевский политехнический институт”, г. Киев, Украина

Современное направление производства приборов прецизионного приборостроения имеет тенденцию развития к сверхмалым формам. В условиях развития автоматизированных производств, т.е. гибкого производства и автоматических линий с применением станков с CNC особенно важным является промежуточный контроль состояния детали, производственного инструмента и оборудования. Для поддержания соответствующего качества технологического процесса необходимо постоянное наблюдение за состоянием инструмента, детали, станка и другого технологического оборудования. Как правило, в качестве основных контролируемых параметров выступают размер детали и показатели износа инструмента. Промежуточный контроль выполняет функции своевременной регистрации до аварийных и аварийных ситуаций, возникновение которых приводит к поломке инструмента, станка и оборудования.

Полностью избежать возникновения аварийных ситуаций без наличия приборов контроля состояния инструмента не представляется возможным.

Достижение высоких производственных мощностей, стабильного качества технологического процесса возможно только при условии разработки и применения контрольно-измерительных датчиков, подсистем и модулей общего слежения и управления процессом, которым свойственны высокая точность и быстроедействие в процессе металлообработки.

Основной проблемой существующих систем контроля состояния инструмента и изделия является несвоевременное определение момента их касания.

Неопределенность этого фактора производственного процесса приводит не только к излишним нагрузкам инструмента, детали и оборудования, но и к их разрушению. При этом первичная оценка качества процесса металлообработки, как правило, получается на этапе вхождения инструмента в полный рабочий режим (т.е. силовая нагрузка). Получить качественный анализ с этого переходного процесса без точной информации о моменте касания не представляется возможным.

Применение внешних микроконтроллерных систем обеспечивает высокую гибкость использования и интеллектуальность системы, в некоторых случаях также к увеличению быстродействия и уменьшению себестоимости изделия.

Ключевые слова: технологическая система, обработка, датчик, микроконтроллер, деталь, эффективность использования.

УДК 621.318.44

РЕГУЛИРОВАНИЕ И СТАБИЛИЗАЦИЯ СКОРОСТИ ОБМОТКИ

*Романов О.В. Национальный технический университет Украины
"Киевский политехнический институт", г. Киев, Украина*

Современное развитие приборостроения поставило ряд сложнейших задач по обеспечению высокого качества, точности, надежности, стабильности и высокого реверса всего приборного оборудования. В связи с этим технологические процессы регулировки и контроля приборов играют первостепенную роль в обеспечении высокого качества продукции.

В современных приборах широко применяются разнообразные по конструкции узлы с обмотками, имеющие токопроводящие витки проволоки. К обмоткам предъявляются жесткие требования по электрическим характеристикам и размерам. Технологический процесс изготовления узлов с обмотками должен обеспечить точность этих узлов по электрическим и геометрическим параметрам. Колебания этих параметров вызваны как колебанием характеристик исходных материалов и детали, так и нестабильностью режимов выполнения операций технологического процесса изготовления узлов с обмотками. При разработке технологического процесса изготовления узлов с обмотками приходится назначать скорость и шаг намотки и усилие натяжения провода, которые используются при настройке намоточных станков и выборе типа станка.

Скорость наматывания с точки зрения производительности должна быть наибольшей. Однако величина ее для данного сочетания поперечного сечения каркаса или магнитопровода, схем намоточного станка и технологических возможностей устройства для регулирования натяжения провода ограничивается некоторыми допустимыми пределами. Превышения скорости намотки над допустимым значением приводит к снижению качества и надежности узлов с об-

мотками. К тому же скорость движения провода во время намотки не является постоянной и варьирует в определенных пределах, создавая тем самым неравномерность укладки и усилия намотки, возможность повреждения изоляционного слоя и обрыва провода вообще.

Предлагаются некоторые варианты стабилизации колебаний скорости за счет внедрения конструктивных изменений в схему типичных намоточных машин. Обосновывается возможность регулирования процесса намоток по скорости для уменьшения динамического эффекта, и тем самым повышать качество и точность элементов приборов с обмотками.

Ключевые слова: скорость намотки, регулирование и стабилизация, динамика движения проводника, технологический процесс намоточных работ.