

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ**



**ВАЖКЕ МАШИНОБУДУВАННЯ.
ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

МАТЕРІАЛИ
III міжнародної
науково-технічної конференції

Краматорськ 2005

УДК 621.9

Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали третьої міжнародної науково-технічної конференції 31 травня – 3 червня 2005 року/Під загальною редакцією Ковальова В.Д. – Краматорськ: ДДМА 2005. – 116 с.

ISBN 966-379-001-6

В збірнику наведені матеріали до вирішення актуальних проблем важкого машинобудування, конструювання, виготовлення та експлуатації машин, верстатів, інструментів, розробки та впровадження прогресивних енергозберігаючих технологій.

МІЖНАРОДНИЙ ПРОГРАМНИЙ КОМІТЕТ

Голова

Федорінов В.А., к.т.н., проф., ректор ДДМА

Члени комітету:

Алієв І.С. ,	д.т.н., проф., проректор з НДР ДДМА
Бушуєв В.В. ,	д.т.н., проф., зав. каф. МГТУ "СТАНКИН", Росія
Внуков Ю.М. ,	д.т.н., проф., проректор з НДР ЗДТУ
Гавриш А.П. ,	д.т.н., проф., НТУУ "КПІ"
Грабченко А.І. ,	д.т.н., проф., зав. каф. НТУ "ХПІ"
Дюбнер Л. ,	докт.-інж., проф., МТУ, Магдебург, Німеччина
Єрьоменко О.А. ,	ген. директор ВАТ "СКМЗ"
Залога В.О. ,	д.т.н., проф., зав. каф. СДУ
Захаров М.В. ,	д.т.н., проф., зав. каф. СНАТУ
Клименко С.А. ,	д.т.н., зав. від. ІНН НАН України
Клименко Г.П. ,	д.т.н., проф. ДДМА
Ковалевський С.В. ,	д.т.н., проф., проректор ДДМА
Ковальов В.Д. ,	д.т.н., проф., зав. каф. ДДМА
Матюха П.Г. ,	д.т.н., проф., зав. каф. ДНТУ
Михайлов О.М. ,	д.т.н., проф., зав. каф. ДНТУ
Мироненко Є.В.	д.т.н., декан ДДМА
Мовшович О.Я. ,	д.т.н., проф., гол. інж. ХНДІТМ
Нагорняк С.Г. ,	д.т.н., проф., декан ТДТУ
Науменко О.В. ,	ген. директор ВАТ "КЗВВ"
Павленко І.І. ,	д.т.н., проф., зав. каф. КДТУ
Панков В.А. ,	к.е.н., проф., ген. директор АТ "НКМЗ"
Петраков Ю.В. ,	д.т.н., проф., зав. каф. НТУУ "КПІ"
Равська Н.С. ,	д.т.н., проф., зав. каф. НТУУ "КПІ"
Родін П.Р. ,	д.т.н., проф. член-кор. НАН України, НТУУ "КПІ"
Струтинський В.Б. ,	д.т.н., проф., зав. каф. НУТУ "КПІ"
Тимофєєв Ю.В. ,	д.т.н., проф., зав. каф. НТУ "ХПІ"

ISBN 966-379-001-6

© ДДМА 2005

РАЗВИТИЕ СТАНКОИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА КАК ОСНОВА НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА В МАШИНОСТРОЕНИИ

Ковалев В.Д.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Машиностроение – это отрасль с циклическим развитием, ситуация в которой напрямую зависит от экономических подъемов или спадов. Станкоинструментальная промышленность, обеспечивающая развитие машиностроения, особенно резко подвержена такому влиянию: как только начинается экономический спад, заказы на станки резко сокращаются.

В последние годы в мировом производстве отмечается спад в станкостроительной и инструментальной промышленности, который затронул ведущих мировых производителей – Германию, США, Японию и др. В целом, производство металлообрабатывающего оборудования сократилось на треть с 1990 г. Кроме того, в мировом станкостроении и инструментальном производстве происходят и набирают силу процессы приобретения, слияния и поглощения. Известны такие объединения производителей станков, как крупные транснациональные корпорации "DMG" (Deckel-Maho-Gildemeister) или "UNOVA Industrial Automation Systems" ("Cincinnati-Milacron-Lamb Technicon"), крупнейших инструментальных фирм: "Sandvik-Valenite – Iscar", "Kennametal Inc." – "Widia Group" и др.

Особенно сильно спад затронул Украину, Россию, Белоруссию – государства – преемники одного из бывших лидеров мирового станкостроения СССР – выпуск станков уменьшился в десятки раз.

Станкостроение – та отрасль, где особенно сильно развита международная кооперация и специализация. Ее отличает широчайшая номенклатура выпускаемой продукции. Например, номенклатурный ряд немецкой станкостроительной ассоциации WDMA выделяет около 400 различных типов станков и прессов, которые в свою очередь делятся по размерам и весу, степени автоматизации, нормам точности, гибкости переналадки и интегрируемости в производственные системы и комплексы. А в целом в мире выпускаются многие тысячи моделей станков различных типоразмеров на сотнях предприятий в каждой из основных станкостроительных держав. В то же время большинство крупных стран, например, США, Франция, Канада, Китай, Бразилия, Корея, Мексика, Индия свыше половины потребности в станках удовлетворяют за счет импорта.

Вместе с тем в последние годы на Украине отмечается устойчивый рост в тяжелом машиностроении, что должно быть обеспечено переоснащением станочного парка и инструментального хозяйства предприятий. На Украине имеются определенные благоприятные факторы, обуславливающие инвестиционную привлекательность тяжелого машиностроения, в том числе и для иностранного капитала на Украине. Сохраняется емкий внутренний рынок станкостроительной продукции, многие виды машин и запчастей экспортируются в страны "ближнего" и "дальнего" зарубежья. Имеется дешевая рабочая сила, низкая арендная плата, особен-

но в периферийных городах. Можно ожидать дальнейшей интернационализации машиностроения, станкостроения и инструментального производства, создающей приток новых технологий за счет закупок новейшего импортного оборудования и инструмента, образования совместных предприятий с участием крупных зарубежных компаний.

Следует отметить тенденцию постепенного улучшения технического уровня и качества украинских тяжелых станков с соответствующим приближением их цен к среднемировому уровню. По требованию заказчиков станки и прессы комплектуются системами ЧПУ, пневмо- и гидроаппаратурой, подшипниками, направляющими качения, ведущих мировых производителей ("Siemens", "Rexroth", "Heidenhain", "GE-Fanuc", "Festo", "SKF", "ТНК", "Renishaw" и др.). С другой стороны, резкий рост импорта металлорежущего оборудования, вызванный отмеченным выше повышением инвестиционной активности, создает серьезные помехи отечественным производителям станков и кузнечно-прессового оборудования.

Современные тенденции развития технологии металлообработки напрямую с усилением влияния рыночных факторов. К основным из них относятся:

- Быстрая обновляемость продукции металлообработки и сокращение жизненного цикла изделий.
- Требования к снижению эксплуатационных затрат на машины и оборудование, обеспечение бесперебойной их эксплуатации поставщиком в течение всего срока службы.
- Расширение номенклатуры изделий с учетом требований потребителей.
- Повышение конкурентоспособности по критерию качество/цена.
- Усиление давления социального фактора, проявляющегося в дефиците и дороговизне квалифицированного труда, что требует создания более простых в эксплуатации станков и оборудования, работающего по "безлюдной технологии".
- Ужесточение норм охраны окружающей среды, техники безопасности, эргономики, ведущих к созданию станков "сухого" резания.
- Необходимость перевода машиностроительных предприятий на системы качества по нормам стандартов ISO серии 9000.
- Разработка новых инструментальных и конструкционных материалов, в т.ч. металлокерамики и полимеров.
- Использование в станках современных систем ЧПУ, средств мониторинга, линейных приводов, моторов-шпинделей, направляющих качения.
- Расширение технологических возможностей станков с созданием фактически обрабатывающих центров, сочетающих различные виды обработки.
- Рост в поставляемой продукции удельного веса восстановленного оборудования, с полным их доведением до современного технического уровня.

Главной тенденцией развития обработки металлов резанием является все более широкое применение высоких скоростей резания и подачи. За последние 15 лет эти параметры возросли в 10 и более раз. Частота вращения шпинделя современных отечественных обрабатывающих центров достигает 40000 об/мин, а в мировой практике указанные параметры превышены в 2-3 раза. За счет использования линейных приводов многократно возросли скорости подачи. В результате открылись принципиально новые технологические возможности:

- высокоскоростная обработка характеризуется большим съемом материала в единицу времени, что позволяет существенно повысить производительность труда;
- меньшие силы резания при высокоскоростной обработке приводят к меньшей деформации элементов технологической системы;
- в результате интенсивного отвода тепла со стружкой уменьшается температурное воздействие на деталь, что ведет к повышению качества и точности детали;
- повышается подача на оборот при точении и подача на зуб при фрезеровании с одновременным увеличением минутной подачи;
- улучшение шероховатости поверхности позволяет перейти на твердое точение закаленных деталей с исключением абразивной обработки.
- внедрение высокоскоростной обработки вызвало появление новых режущих инструментов из специальных твердых сплавов, керамики, синтетических алмазов, композиционных материалов.

Повышение конкурентоспособности машиностроительной и станкостроительной продукции обеспечивается кадровым потенциалом. На Украине имеется сложившийся десятилетиями научный потенциал, научные школы и направления, работающие в области машиностроения, станков и инструментов. Важно сохранить этот потенциал, обеспечить на его основе подготовку высококвалифицированных кадров для промышленности.

На кафедре "Металлорежущие станки и инструменты" Донбасской государственной машиностроительной академии проводится активная научная работа. На основе многолетних исследований сформировано единое научное направление – "Повышение качества станкоинструментальных систем", в рамках которого проводятся работы над повышением точности и работоспособности станочного оборудования, разработке прогрессивных конструкций опорных узлов и адаптивных систем управления для тяжелых станков, оптимизацией технологических систем тяжелого резания и разработке общемашиностроительных нормативов резания, разработкой интегрированных технологий поверхностного и объемного упрочнения инструмента и деталей машин, разработкой нанотехнологий и новых станков для сложнопрофильной обработки, проектированием систем сборного и модульного инструмента для тяжелого машиностроения, менеджменту, маркетингу, сертификации и управлению качеством в сфере станкоинструментального производства.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОДИНИЧНИХ ЗРІЗІВ ПРИ ПЛОСКОМУ ШЛІФУВАННІ З ВІБРАЦІЯМИ

Азарова Н.В., Матюха П.Г.
(ДонНТУ, м. Донецьк, Україна)

Одним з факторів, які впливають на ефективність процесу шліфування, є параметри одиничних зрізів, котрі, як відомо, визначають довжину кривої контакту абразивного зерна з деталлю, час цього контакту, глибину занурення абразивного зерна в оброблюваний матеріал, силу, необхідну для зрізання частки матеріалу абразивним зерном, роботу різання, а отже, і температуру, що виникає в зоні контакту абразивного зерна з оброблюваним матеріалом. У зв'язку з цим, розрахунок розмірів часток матеріалу, що зрізуються кожним зерном є одним із чинників, які необхідно враховувати при шліфуванні з керуванням параметрами рельєфу круга.

Метою даної роботи є визначення товщини й довжини одиничних зрізів з урахуванням радіальних коливань при плоскому врізному алмазному шліфуванні, відомості про які в технічній літературі відсутні.

Для дослідження впливу параметрів радіальних коливань на параметри одиничних зрізів при плоскому врізному шліфуванні нами була розроблена математична модель процесу.

Дослідження впливу частоти коливань на товщину й довжину одиничних зрізів виконували за допомогою математичної моделі за даними розташування зерен на поверхні шліфувального круга 1A1 250×16×75×5 AC6 160/125-4-M201 у повному перетині шліфувального круга площинною, перпендикулярної осі, після 30 хвилин плоского алмазно-іскрового шліфування штампової сталі X12Ф4М на режимах: $V_k = 35$ м/с, $V_d = 6$ м/хв, $A = 0,004$ мм. Номінальну глибину шліфування змінювали в межах $t = 0,001; 0,005; 0,015$ мм, а частоту коливань – $f = 45, 90, 140, 190, 290, 450, 1500$ Гц.

Результати розрахунків були піддані статистичній обробці, що дозволяє зробити наступні висновки.

1. Математичне очікування та дисперсія розподілів товщини й довжини зрізів зі збільшенням частоти коливань збільшується. Причому на частотах понад 140 Гц це збільшення стає більш інтенсивним.

2. При вібраціях з однаковою амплітудою навантаження на одиничні зерна зі збільшенням частоти коливань зростає. Крім того, чим вище частота коливань, тим більше зміни навантаження. Це в одному випадку може привести до нерівномірного зношування кола, в іншому – при шліфуванні з електроерозійними впливами в зоні різання – сприяти дробленню електричних імпульсів і поліпшенню умов їхнього ініціювання в тому випадку, коли розряд виникає в результаті замикання стружкою між електродного проміжку.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ ПЕРЕДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ РУЖЕЙНЫХ СВЕРЛ

Аксенова Е.И., Клименко Г.П.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В настоящее время на машиностроительных заводах для сверления отверстий диаметром до 40 мм и отношением длины к диаметру $L/d > 50$ широко применяются ружейные сверла. Необходимость применения сверления ружейными сверлами обуславливается преимуществами этого способа по сравнению со сверлением спиральными сверлами. Этот способ обеспечивает снижение шероховатости ($Ra = 0,8-3,2$ мкм), повышение производительности в 2-6 раз, повышение точности поверхности, уменьшение увода оси обрабатываемого отверстия. В настоящей работе исследовалось влияние смещения режущих кромок от оси сверла на геометрические параметры режущей части.

Целью работы. Повышение эффективности эксплуатации ружейных сверл для глубокого сверления за счет усовершенствования их конструкции путем получения оптимальных соотношений между конструктивными параметрами.

Для обеспечения нормальной работы ружейного сверла необходимо наличие положительных задних углов для предотвращения возникновения больших сил резания. Это решается с помощью смещения передней поверхности с режущими кромками относительно оси вращения инструмента. В данной работе было определено, что положительность рабочего заднего угла будет обеспечена только в том случае, когда продольный задний угол будет либо равен, либо больше угла скорости резания. Продольный задний угол равен углу, определяемому, как разность прямого угла и статического угла в плане. Это было установлено при помощи математического аппарата, векторной геометрии и алгебры. Рассматривая векторные уравнения, составленные на базе геометрии передней поверхности сверла, отражающая зависимость, при котором инструмент будет работать с положительными заданными углами.

Таким образом, были проанализированы недостатки конструкции ружейных сверл и получена зависимость для определения величины занижения передней поверхности инструмента для обеспечения работы сверла с положительными рабочими задними углами.

МЕТОДЫ АНАЛИЗА ПРОЦЕССОВ КОМБИНИРОВАННОГО ТЕЧЕНИЯ МЕТАЛЛА

Алиев И.С., Савчинский И.Г.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина,
НПО ЦННИТМАШ, г. Москва, Россия)

Процессы комбинированного течения с одновременным выдавливанием металла по двум и более направлениям, протекают в оптимальном саморегулируемом энергетическом режиме. Это усложняет разработку технологии, т.к. конечная геометрия детали не может быть определена однозначно по смещенным объемам металла.

При энергетическом подходе характеристики комбинированного течения материала заготовки находятся во взаимосвязи с балансом мощностей из условия минимума полной энергии деформирования. Сведения об анализе комбинированного выдавливания методом верхней оценки содержат некоторые противоречия. В ряде работ указывается на неэффективность применения в качестве варьируемых переменных кинематических (скоростных) параметров. Отмечена целесообразность решения проблемы минимизации путем введения четырехугольных (ромбических) жестких элементов.

Как показывают опытные данные, схемы комбинированного течения можно разделить в зависимости от особенностей формирования очага деформации (ОД) на три группы:

- схемы с присоединенным ОД;
- схемы с объединенным ОД;
- схемы с разъединенным ОД.

Анализ каждой группы схем комбинированного выдавливания имеет свои особенности.

Наибольшей простотой отличается анализ процессов первой группы, когда два смежных ОД простых способов выдавливания контактируют одновременно и параллельно с активным инструментом. Задача сводится к установлению положения поверхности раздела течения. Далее, зная объемы истечения в том или ином направлении, определяются величины поэтапных приращений размеров детали.

Вторая группа схем комбинированного течения отличается тем, что разнонаправленные потоки металла зарождаются в одном общем объединенном ОД. Этот случай наблюдается при деформировании низких заготовок. Известные решения для комбинированного выдавливания стержня и втулки с перемычкой получены с использованием четырехугольного кинематического элемента. Четырехугольный элемент применяли и для поперечно-обратного выдавливания (рис. 1, а). Здесь изменение выходных скоростей обеспечивается варьированием положения точки D на поверхности нижней полуматрицы и точки A на оси симметрии. Однако, когда точка A занимает крайнее нижнее положение (оптимальное положение при отсутствии трения) поле скоростей (рис. 1, б) становится ки-

нематически невозможным, а изменение положения точки D теряет смысл. Это свидетельствует о наличии ограничений для использования четырехугольных жестких элементов. Как показали исследования, применение этих элементов для комбинированного выдавливания в матрице со сплошной кромкой (см. рис. 1, в), поперечно-прямого (см. рис. 1, в, 2) и обратно-прямого выдавливания также недопустимо из-за невозможности обеспечить условие сплошности и требуемое варьирование скоростей выдавливаемых частей изменением положения вершин четырехугольника.

Для схем с объединенным ОД анализ технологических режимов возможен, если применить в качестве варьируемых параметров кинематические параметры.

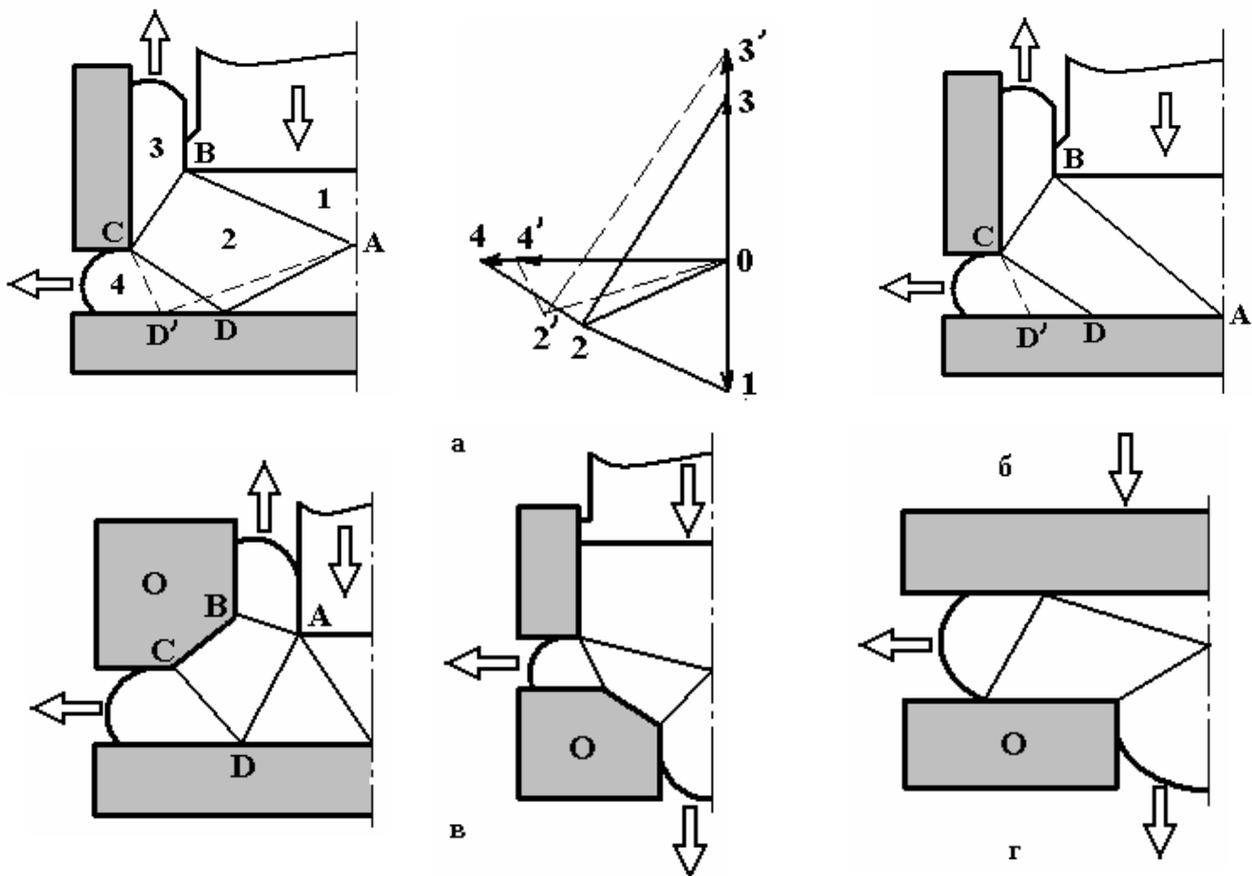


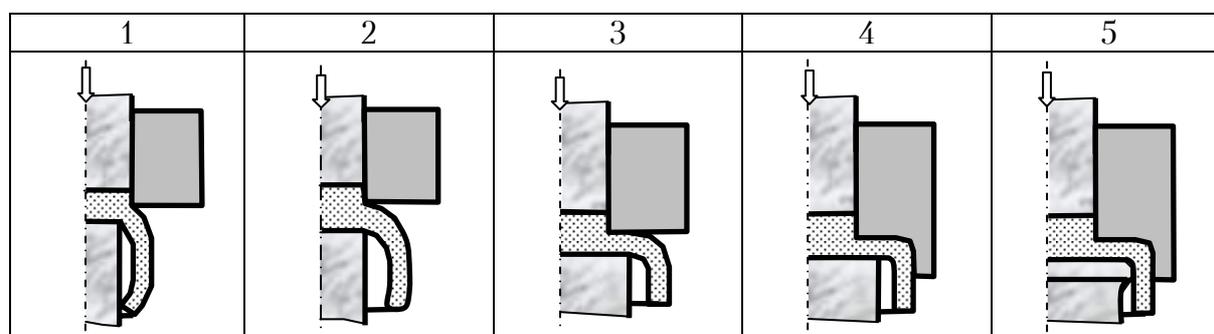
Рисунок 1 – Схемы применения жестких кинематических элементов

Наибольшую трудоемкость представляет анализ процессов третьей группы, т.е. схем течения с разьединенными очагами деформации. При наличии жесткой промежуточной зоны между разьединенными очагами деформации выбор скорости в качестве варьируемого параметра не приводит к положительному результату. Для таких схем деформирования наряду с балансом мощностей должно выполняться условие равновесия мощностей, действующих с двух сторон от плоскости, разделяющей два самостоятельных очага деформации.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ПРОЦЕССЫ ШТАМПОВКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА "СТАКАН"

Алиев И.С., Чучин О.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Снижение в процессах холодного выдавливания нагрузок на инструмент и уменьшение расхода материала заготовки при изготовлении полых деталей типа стакана больших габаритов является актуальной задачей. Применяемые на производстве способы изготовления подобных изделий обратным и прямым выдавливанием не решают эту задачу в полной мере. В тоже время, способы с интенсивной раздачей материала заготовки в процессе деформации позволяют существенно снизить энергосиловые параметры, как за счёт преобладания окружных растягивающих напряжений в металле при деформации, так и за счёт уменьшения площади контакта активного инструмента с заготовкой.



Из представленных схем наименьшего усилия деформирования можно ожидать для схемы 1, применяемой при изготовлении глубоких полых сосудов. Это связано с предоставлением материалу заготовки наибольшей степени свободы течения. Остальные схемы деформирования размещены в порядке уменьшения степени свободы течения. Кроме схемы 1, для изготовления трубных полуфабрикатов применяют также схему 4.

Несмотря на снижение энергосиловых параметров, свободное формоизменение по схемам 1-4 не позволяет получить необходимые форму и размеры деталей, поэтому далее, как правило, для этих полуфабрикатов предусматривают одну из операций – калибровку или протяжку на оправке.

Характерным примером процессов с развитым радиальным течением металла является процесс комбинированного последовательного радиально-прямого выдавливания (схема 5), позволяющий, в отличие от предыдущих схем, изготавливать за один переход большую номенклатуру изделий типа стакана, в том числе крупногабаритных, с различным соотношением толщины стенки к толщине дна.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНТАКТНОГО ТРЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ХОЛОДНОГО ВЫДАВЛИВАНИЯ

Алиева Л.И., Лобанов А.И.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Развитие методов исследования фактора контактного трения имеет важное значение для совершенствования теории и технологии обработки металлов. От достоверного определения и задания граничных условий на контактных поверхностях в значительной степени зависит точность результатов теоретического анализа силовых и деформационных режимов процессов формообразования, в том числе и при помощи современных компьютерных методов моделирования.

При измерении сил трения в процессах обработки давлением различают два основных случая. В первом случае, инициатором трения является деформируемое тело, а ведомым телом является контактируемая часть инструмента, приобретающая подвижность за счет эффекта трения и воздействующая на месдозу с силой, которая фиксируется как сила трения. Точность измерения сил трения зависит от того, насколько удачно удалось выделить активную контактную поверхность и устранить факторы, препятствующие перемещению инструмента под влиянием сил трения. Во втором случае инициатором наблюдаемого трения является специально перемещаемая часть инструмента, а за силу трения, принимается сила, с помощью которой это перемещение осуществлено. Предполагается, что функция таких активных перемещений чисто измерительная, т.е. никаких дополнительных деформаций образца они не должны вызывать.

Первый случай более соответствует реальным условиям процессов деформирования. Среди множества технологических схем холодного выдавливания способы поперечного радиального выдавливания отличаются положительной особенностью в виде возможности полного устранения препятствий для измерения сил трения, а именно, усилий, расширяющих поперечную полость. Это способствует повышению точности измерения сил трения между металлом заготовки и поверхностью полости матрицы и оправки (рис. 1, а). Подбор угла наклона ($20-30^\circ$) торца нижней полуматрицы, образующей поперечную круговую полость, позволяет повысить точность измерения сил трения на поверхности оправки.

В то же время, при выдавливании в зонах интенсивной пластической деформации с высокой степенью расширения поверхности значительна неравномерность деформации и соответственно, разница в скоростях скольжения металла вдоль контакта. Оценка возможности появления зон застоя, торможения и определение их размеров являются важнейшим условием точного измерения сил трения. На основании такой оценки разработаны устройства (рис. 1, б) для измерения сил трения, в которых предусмотрено отделение застойной зоны деформируемого тела от ведомого тела при помощи технологической втулки.

Исследование сил контактного трения, проведенное на установках – пластотрибометрах, позволили определить эффективность технологических смазок для холодного выдавливания и качество подготовки поверхности инструмента при помощи специальных покрытий. Оценка триботехнических свойств смазок по изменению сил контактного трения является обоснованной, т.к. качество разделения трущихся поверхностей определяют в первую очередь условия и силовой режим трения.

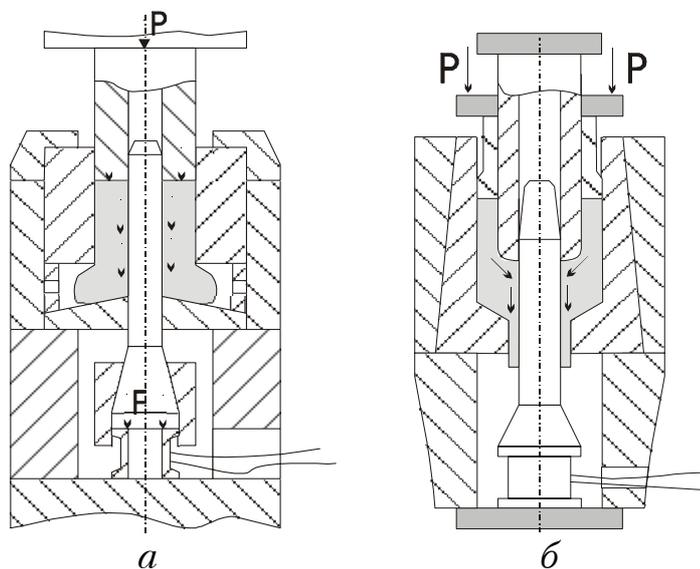


Рисунок 1 – Схемы устройств для измерения сил трения

Результаты проведенных экспериментов позволили уточнить представление об уровне сопротивляющихся сил контактного трения и обоснованно принимать значения коэффициентов трения в расчетных конечно-элементных моделях процессов выдавливания, прогнозирующих течение металла с несколькими степенями свободы и возможное появление дефектов формы штампуемых деталей в виде утяжин и потерь устойчивости.

Величина удельной силы трения является наряду с коэффициентом трения основным показателем условия трения и может быть использована в качестве надежного показателя трибологических свойств технологических смазок. Интересно отметить, что доля силы трения в суммарном значении сил деформирования колеблется в пределах от 1 до 25% – при выдавливании алюминиевых сплавов и от 18 до 45% при деформировании малоуглеродистых сталей. При деформировании обезжиренных заготовок доля сил трения может достигать до трех четвертей.

Полезное использование контактного трения в технологических целях стало одним из эффективных направлений интенсификации процессов пластического деформирования. В докладе рассмотрены варианты управления течением металла и технологическими (деформационным и силовым) режимами процессов холодного выдавливания при помощи сил активного, реактивного и реверсивного трения.

КРИТЕРИИ ОПТИМАЛЬНОСТИ ОБРАБОТКИ ПРИ ЧЕРНОВОМ ТОЧЕНИИ НА ТЯЖЕЛЫХ СТАНКАХ

Андронов А.Ю., Клименко Г.П.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Исследования публикаций по проблеме эксплуатации при черновом точении токарными резцами на тяжелых станках показали, что необходимо провести дополнительный комплекс исследований, связанных с особенностями их эксплуатации.

Задача определения рациональных регламентов эксплуатации: режимов резания, параметров расхода инструмента, уровня надежности, решаемая с учетом всех технологических, технико-экономических факторов является многокритериальной.

Критериями эффективности при определении регламентов эксплуатации инструментов могут быть все выходные параметры процесса эксплуатации, каждый из них, любое их сочетание.

В качестве основных критериев оптимальности приняты традиционные: расход режущего материала, основное время и приведенные затраты.

Решение задачи оптимизации режимов резания для средних и мелких станков в технической литературе достаточно широко освещено. Но для тяжелых станков необходим учет новых факторов, которые исследованы недостаточно.

В данной работе применительно к условиям работы инструмента на тяжелых станках приведена система целевых функций и ограничений для оптимизации режимов резания и расхода инструмента. Она основана на исследованиях проводимых ранее в ДГМА. Особенностью этой системы является учет следующих факторов: уровня надежности, уровня эксплуатации инструмента, вероятности разрушения инструмента, коэффициента случайных отказов инструмента, в соответствии с которым распределен период стойкости инструмента.

В качестве одного из основных критериев эффективности эксплуатации инструмента на тяжелых токарных станках приняты приведенные затраты, учитывая большую стоимость тяжелых токарных станков и большие производственные площади, занимаемые ими. Формирование целевого функционала производилось с учетом лишь части затрат, зависящих от режима обработки.

Большое рассеивание параметров обработки на тяжелых станках явилось причиной того, что выделены два направления исследования: для наиболее распространенных условий обработки и для редко встречающихся условий. Разработаны рекомендации по выбору режимов резания и норм расхода режущего инструмента, как составная часть САПР ТП, с помощью ПК.

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЗАГОТОВОК КРУПНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Бартель Г.П., Дардесов А.А., Грибков А.П.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

The technology designed costeffectively on the basis of a new brand of a red-hard steel, methods of precise moulding and heat treatment of bars of a large cutting instrument providing heightened hardness, heat resistance and endurance. The technology is acceptable to different sorts of a molten cutting instrument.

Необходимость экономного использования дорогостоящего инструмента в процессе механической обработки материалов резанием повышает актуальность переплава отработавшего кованого и повышения износостойкости литого крупного режущего инструмента.

В тяжелом машиностроении используется достаточно большое количество крупного специализированного инструмента, изготавливаемого из проката быстрорежущей стали (крупные сверла, метчики, зенкеры, фасонные фрезы, модульные пальцевые и червячные фрезы и т.д.) в условиях собственного производства (инструментального цеха).

Однако, существующая в индивидуальном производстве технология изготовления крупного режущего инструмента из проката быстрорежущей стали не обеспечивает экономного использования материальных, энергетических и трудовых ресурсов из-за нерационального перевода в стружку металла заготовки.

На кафедре литейного производства ДГМА разработана технология литья заготовок крупного режущего инструмента из экономнолегированной марки быстрорежущей стали, обеспечивающая стойкость литому инструменту, соизмеримую с кованым или изготовленным из проката. Для придания литому инструменту повышенных механических свойств технологией предусмотрено термовременное воздействие на расплав и первичную кристаллизацию стали, что обеспечивает получение разорванной эвтектической сетки карбидов и мелкое литое зерно [1-2].

Технология приемлема для различных видов крупного инструмента [3] и защищена патентами Украины [4-5].

Литература: 1. Бартель Г.П., Шистка В.В., Нагирняк О.О. Повышение стойкости и надежности литого режущего инструмента из быстрорежущей стали. /В сб.: Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. Краматорськ: ДДМА, 2002, с. 132-136. 2. Бартель Г.П., Тупчиенко В.И., Гумницький А.А. Влияние скорости охлаждения расплава в интервале затвердевания на структуру и свойства литого режущего инструмента. Металлургическая и горнорудная промышленность, 2004, №6, с. 35-38. 3. Бартель Г.П., Тупчиенко В.И., Федоров Н.Н. Перспективная технология изготовления износостойкого литого инструмента для эксплуатации при повышенных давлениях и температуре. Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку/ II міжнародна науково-технічна конфер. 1-3 червня 2004р. / Тези докладів, Краматорськ: ДДМА, 2004, с. 130. 4. Пат. 63718 А Україна, МКИ С22С38/00. Литая штамповая сталь для горячевисаджувального інструмента./ Бартель Г.П., Федоров Н.Н - №2003065097, Заявл. 03.06.03, Опубл. 15.01.04. - 2с. Бюл.№1. 5. Заявка № u 2005 00040 Україна. Економнолегована швидкорізальна сталь для литого інструменту/ Бартель Г.П. Дардесов А.А. Заявлено 04.01.2005.

СНИЖЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПОРИСТОСТИ ЭЛЕКТРОДНОГО ПОКРЫТИЯ

Бондарев С.В., Кассов В.Д.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Одними из важнейших вопросов, требующих решения при разработке электродов с основным покрытием является улучшение сварочно-технологических свойств и уменьшение концентрации водорода в металле шва благодаря предупреждению абсорбции влаги при использовании негигроскопичных видов сырья. Как показали эксперименты, возможно снижение интенсивности влагопоглощения обычных фтористо-кальциевых электродов путем уменьшения поверхностной пористости и залечивания дефектов электродного покрытия.

Были рассмотрены несколько способов решения поставленной задачи. Одним из вариантов является нанесение на обычные электроды для ручной дуговой сварки марки УОНИ-13/45 дополнительного слоя жидкого стекла. При этом жидкое стекло заполняет имеющиеся на поверхности электродных покрытий трещины и поры, и обработанные электроды имеют заметно более ровную поверхность и меньшую пористость. Как показали экспериментальные исследования, электроды с дополнительным слоем жидкого стекла поглощают на 15–20% меньше влаги, чем обычные электроды и с меньшей скоростью.

С целью снижения пористости и поверхностной дефектности исследовалась также возможность создания электродных покрытий на базе халцедонокварцевого песчаника и огнеупорной глина без дополнительного связующего. Исследование свойств шихт электродных покрытий выполнялись на специальных образцах, изготовленных путем прессования шихты без добавления связующих веществ при ее влажности до 10%. После прокалики экспериментальные образцы имели твердую ровную поверхность без выраженных дефектов. Как показали экспериментальные данные, увеличение количества глины в обмазочной массе приводит к снижению открытая пористость, а, следовательно, и влагопоглощения.

Повышения качества электродного покрытия и уменьшения количества поверхностных дефектов можно добиться также путем введения дополнительного компонента в состав шихты электродов, интенсивно реагирующего с жидким стеклом и приводящего к обезвоживанию обмазочной массы. В качестве такого дополнительного компонента могут быть использованы вещества в состав которых входит двухкальциевый силикат $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$. Из анализа экспериментальных исследований можно сделать вывод, что введение двухкальциевого силиката в количестве 1% способствует снижению поверхностной пористости и заметному уменьшению интенсивности влагопоглощения. Эффективность действия добавок повышается с увеличением толщины слоя обмазочной массы.

О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗЬБОЗАВЕРТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Водолазская Е.Г., Водолазская Н.В., Искрицкий В.М.
(ДГМА, г. Краматорск, ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

The variant of a enhancement of efficiency of thread-screwing tool is considered at the expense of use of devices for control of tightening torque.

Многие из применяемых в настоящее время конструкций механизированных резьбозавертывающих инструментов (в их числе и серийные гайковерты ударного действия) не обеспечивают в производственных условиях достаточной точности затяжки. Известны случаи, когда погрешность момента затяжки составляла более 40%, в то время, как на ряде машиностроительных предприятий требуемая погрешность контроля момента не должна превышать 3..6%. В данной ситуации для выполнения требований технологического процесса сборки все ответственные резьбовые соединения подвергаются дополнительному контролю и дотяжке специальными приспособлениями, что снижает производительность процесса сборки и создает неудобства при эксплуатации таких ударных гайковертов.

В связи с отмеченными фактами возникает проблема повышения производительности ударных гайковертов за счет внедрения устройств для контроля. Одним из вариантов решения этой проблемы является применение разработанных контролирующих устройств, реализующих метод контроля момента затяжки по величине приращения угла поворота гайки за каждый удар. Эти устройства обладают следующими преимуществами:

- Процесс затяжки и контроль качества сборки резьбового соединения производится одновременно, а именно: гайковерты снабжаются средствами активного контроля затяжки, позволяющими прекращать процесс сборки по сигналу контролирующего устройства при достижении требуемого значения момента затяжки.
- Имеется возможность быстрой и простой настройки устройства в требуемом диапазоне моментов затяжки, не требующая специального обучения обслуживающего персонала.
- На величину получаемого момента затяжки не оказывает влияния конструкция привода гайковерта.
- Конструкция устройства для контроля предусматривает возможность затяжки групповых резьбовых соединений, а также одиночных резьбовых соединений с различной податливостью.

Проведенные экспериментальные исследования предложенных устройств показали, что в большинстве случаев контролирующие устройства могут обеспечить точность контроля момента затяжки в пределах 5%. Наилучшие результаты были получены при использовании контролирующих устройств в комплекте с редкоударными гайковертами.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ПРЕССА ПУЛЬСИРУЮЩЕГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ

Володин И.М., Борисов В.С., Борисов А.В., Володин А.И.
(ЛГТУ, г. Липецк, Россия)

Работа механического пресса пульсирующего действия характеризуется пошаговым уменьшением расстояния между верхним и нижним штампами, перед каждым рабочим ходом главного исполнительного механизма. При этом сам ход меньше требуемой деформации поковки. Таким образом, появляется возможность проводить многократную деформацию заготовки в одном штампе и использовать технологические преимущества, присущие молотам, и кривошипными горячештампочными и гидравлическими прессами.

Процесс заполнения полостей штампа, в большинстве случаев, рассматривать как сочетание выдавливания и осаживания. На молотах проводят многократную деформацию в одном штампе с постепенным заполнением гравюры. Силы инерции, возникающие в поверхностных слоях деформируемого материала, способствуют заполнению штампа. Эффект действия инерционных сил используется столько раз, сколько производится ударов молота. Этим объясняется лучшее заполнение верхней части штампа по сравнению с нижней.

Кривошипные горячештампочные прессы имеют высокую жесткость и быстроходность. На них деформацию заготовки производят за один ход ползуна. При этом реализуемая на молотах технология многократного деформирования в одном штампе невозможна. Производственный опыт показывает, что существенного различия в заполнении верхней и нижней половин штампа прессы не наблюдается. Кроме этого, из анализа параметров этих машин видно, что номинальная нагрузка может быть приложена только на небольшом участке хода ползуна. В зависимости от усилия прессы величина этого участка составляет от десятых долей до нескольких, например, 2-х миллиметров.

Выдавливание на кривошипных прессах протекает менее интенсивно, чем на молотах. Поэтому для заполнения выдавливанием одинаковых ручьев на молоте и прессе в последнем случае требуется больший подпор со стороны облоя и, как следствие, больший расход металла. Снижения расхода металла достигается за счет увеличения количества технологических переходов.

Эффект инерционного заполнения штампа можно достигнуть за счет увеличения скорости инструмента (высокоскоростная штамповка) или путем многократного приложения нагрузки со скоростями молота.

Гидравлические прессы позволяют прикладывать номинальную нагрузку на протяжении всего рабочего хода, однако они тихоходны.

У механического прессы пульсирующего действия, при уменьшении величины единичных обжатий, допустимая на ползуне нагрузка возрастает. Таким образом, за счет увеличения числа обжатий можно увеличить ход главного исполнительного механизма, на котором допустима номинальная нагрузка.

Указанные обстоятельства дают основания предполагать, что пресс-пульсар со временем будет воплощен как высокоэффективная машина для горячей объемной штамповки.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ФЛАНЦЕВЫХ ПОКОВОК

Володин И.М., Ромашов А.А.
(ЛГТУ, г. Липецк, Россия)

Технологические переходы изготовления полых фланцевых поковок выбирают в зависимости от серийности, имеющегося в распоряжении оборудования, требований заказчика, уровня и культуры кузнечного производства.

Типовой технологический процесс штамповки на универсальных кривошипных горячештамповочных прессах содержит два (реже три) перехода: осадка и окончательная штамповка. Формообразование поковок сопровождается значительными, технологически необходимыми потерями металла в облой и перемычку. Коэффициент использования металла (КИМ), как правило, не превышает 0,48, а коэффициент точности поковки – 0,55.

Новые технологии получения фланцевых поковок разработаны на основе трех различных способов, применяемых в зависимости от размеров поковки. В результате получают поковки с простым, развитым и малым фланцами.

В основу технологии первых двух видов поковок положена схема, по которой исходная заготовка, нагретая до температуры горячей деформации, осаживается в торец, затем деформируется в предварительном ручье штампа, где осуществляется формирование полого полуфабриката с перераспределением металла в ступицу и фланцевую часть поковки. При этом окончательно формируется перемычка и нижняя часть ступицы. Окончательное формоизменение поковки осуществляется путем одновременного выдавливания металла в ступицу и осадки фланцевой части. Пробивка отверстия в окончательно отштампованной поковке и обрезка облоя может производиться последовательно или в штампе совмещенного действия.

Различие в методах получения поковок с простым и развитым фланцем заключается в основном в способе формирования полуфабриката. Для поковок простой формы полуфабрикат получают из заготовки, осаженой до диаметра фланцевого утолщения полуфабриката путем перемещения металла выдавливанием из центральной части в ступицу. Для поковок сложной формы формирование фланцевого утолщения полуфабриката проводят путем перемещения металла в сторону свободной поверхности фланцевого утолщения до размеров, не превышающих размеров фланца в плане. При этом формируют полость полуфабриката заданной глубины.

Для поковок с малым фланцем предложена схема штамповки в открытых штампах за четыре перехода. На 1-м переходе производят осадку заготовки. Затем производят формирование фланцевого утолщения, полость определенной глубины и сплошную ступичную часть объемом, равным объему ступичной части, формируемой на следующем переходе. На третьем переходе обратным выдавливанием формируют ступицу и поковка практически готова, а на четвертом переходе производят калибровку.

По сравнению с традиционными техпроцессами новые технологии обеспечивают экономию металла и повышенную стойкость штампового инструмента. КИМ в среднем повысился до 0,65.

ОРГАНИЗАЦИЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ И КАЛЕНДАРНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ГРУППОВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Володченко В.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Применение научных принципов оперативного управления производством и его автоматизация на всех его уровнях — одна из актуальнейших научно-практических проблем сегодняшнего дня. Определяющим звеном оперативного управления производственными системами является календарное планирование. Для достижения высокой эффективности производства планы-прогнозы должны основываться на оптимальном или близком к нему решении. В этом случае может быть выбрана наиболее рациональная тактика организации складывающейся производственной ситуации на основе принятия руководством обоснованных оперативных решений по управлению производственным процессом. Во внутрицеховом оперативном управлении такая тактика должна вырабатываться на основе построения календарного графика-расписания обработки деталей на участках и групповых поточных линиях.

Сложность взаимосвязи факторов, учитываемых при построении календарного плана производства, определяет необходимость искать пути решения этой задачи на основе применения новых математических методов и средств автоматизации.

Применительно к системам группового производства на уровне цеха, участка и групповой поточной линии задача календарного планирования, как показали многолетние исследования в этой области, может быть успешно решена путем матричного моделирования и построения оптимальных или квазиоптимальных календарных графиков производства [1]. Задача календарного планирования загрузки рабочих мест участков серийного и мелкосерийного производств должна решаться применительно к случаям, определяемым следующими признаками: 1) содержание и последовательность технологического маршрута обработки деталей; 2) применяемый способ календарного сочетания операций (вид движения производства). По первому признаку возможны участки (линии) обработки деталей с одинаковыми или однонаправленными (с пропуском отдельных или ряда операций) технологическими маршрутами и с неодинаковыми или разнонаправленными (с возвратами и пропуском отдельных или нескольких операций) технологическими маршрутами. По второму признаку обработка партий деталей на участках (линиях) может строиться по методам последовательного или параллельно-последовательного движения.

Применительно к этим случаям и должна решаться задача выбора оптимального календарного плана обработки деталей.

Литература: 1. Петров В.А. Групповое производство и автоматизированное оперативное управление. Л., "Машиностроение" (Ленингр. отд-е), 1995, 312 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САПР ТИПОВЫХ И ГРУППОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Володченко Г.Ф.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Application of a software is considered at architecture of automatized systems of projection of standard and group technological processes.

Эффективность использования САПР ТП в большей степени определяется математическим обеспечением системы. Математическое обеспечение по назначению и способам реализации делится на две части. Первая определяет математические методы и построенные на их основе математические модели, описывающие объекты проектирования или их части или вычисляющие необходимые свойства и параметры объектов. Вторая – формализованное описание технологии автоматизированного проектирования. Эти части математического обеспечения должны органично взаимодействовать. Для обеспечения автоматизированного проектирования должен быть формализован процесс именно автоматизированного проектирования, т. е. должны быть учтены не только традиционные проектные процедуры, но и особенности их выполнения проектировщиками с помощью средств автоматизации.

Сложнее обстоит дело с разработкой второй части математического обеспечения. Формализация процессов автоматизированного проектирования в комплексе оказалась более сложной задачей, чем алгоритмизация и программирование отдельных проектных задач. При решении этой задачи должна быть формализована вся логика технологии проектирования, в том числе логика взаимодействия проектировщиков друг с другом с использованием средств автоматизации.

В отличие от всех других компонентов САПР математическое обеспечение при автоматизированном проектировании в явном виде не используется, используется производный от него компонент – программное обеспечение.

При разработки математических моделей необходимо учесть параметры, определяющие формирование технологически идентичных групп деталей. Такой подход позволяет создать единый программно-технический комплекс (ПТК) для автоматизированного проектирования типовых и групповых процессов, а также упростить решения задачи по формализации процесса проектирования.

Литература: 1. Норенков И.П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем. М.: Высшая школа, 1986.

ОРИЕНТАЦИЯ ЗЕРЕН НА РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ АЛМАЗНО-АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА

Грабченко А.И., Доброскок В.Л., Гаращенко Я.Н., Наконечный Н.Ф.
(НТУ "ХПИ", г. Харьков, Украина)

Ориентация алмазно-абразивных металлизированных (предварительно покрытых металлом) зерен в абразивной массе осуществляется благодаря их способности ориентироваться в магнитном поле вдоль магнитных силовых линий.

В качестве методологической основы использовалось объектно-ориентированное статистическое 3D моделирование алмазно-абразивных инструментов [1]. В данной работе изложены результаты изучения регулирования статистических характеристик распределения вершин зерен на рабочей поверхности путем однонаправленной ориентации алмазно-абразивных зерен шлифовального круга.

С целью обеспечения сравнительного анализа параметров закона распределения размеров зерен для набора зернистостей алмазно-абразивных порошков, была применена статистическая параметризация. Плотность распределения вершин зерен на рабочей поверхности определяется статистическими характеристиками размеров зерен по глубине абразивного слоя [2], которые в свою очередь зависят от зернового состава навески. Поэтому для сравнительного анализа возможностей направленной ориентации во взаимосвязи с зерновым составом навески целесообразно рассматривать распределение размеров зерен по глубине абразивного слоя.

Однонаправленная ориентация позволяет увеличить среднее значение и уменьшить коэффициент вариации распределения высоты выступания зерен от уровня поверхности связки. Для шлифпорошков увеличение средней высоты выступания k_m вершин зерен составляет 8-26% и уменьшение коэффициента вариации k_v на 31-39%. Для микропорошков характерно более существенное увеличение k_m – 20-47% и уменьшение k_v – 36-48%. Однонаправленная ориентация для кругов на основе шлифпорошков широкого диапазона зернистостей позволяет получить коэффициент вариации характерный для узкого диапазона, при большем значении средней высоты выступания. Для микропорошков широкого диапазона зернистостей получаем k_m и k_v характерные для узкого диапазона.

Литература: 1. Грабченко А.И., Доброскок В.Л. Генезис моделирования абразивно-алмазных инструментов // Резание и инструмент в технологических системах: Межд. научн.-техн. сб. Вып. 63. Харьков: НТУ "ХПИ". – 2002. - С. 41-61. 2. Доброскок В.Л. Статистические механизмы формирования рабочей поверхности абразивно-алмазных инструментов // Резание и инструмент в технологических системах Межд. научн.-техн. сб. - Харьков: НТУ "ХПИ". - 2001. Вып. 60. - С. 51-73.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВАРОЧНОЙ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКИ

Грибков Э.П., Серов И.В.
(ДГМА, г. Краматорск, ПГТУ, г. Мариуполь, Украина)

На характеристики порошковой проволоки при волочении существенное влияние оказывают напряжения в очаге деформации. Изучение этого влияния позволит улучшить качественные показатели готовой проволоки, разработать оптимальные технологические режимы волочения, рассчитать оптимальную форму инструмента (волоки) и в итоге снизить затраты на производство.

Отмеченное свидетельствует об актуальности проведения теоретических и экспериментальных исследований, имеющих своей целью обеспечение возможности непосредственного прогнозирования локальных и интегральных характеристик напряженно-деформированного состояния при волочении порошковой проволоки в монометаллической оболочке.

В работе была разработана математическая модель процесса волочения порошковой проволоки. Используемая расчётная схема интегрального очага деформации процесса волочения порошковой проволоки включала в себя фильеру, монометаллическую оболочку с наружными и внутренними диаметрами в её исходном D_0 , d_0 и результирующем D_1 , d_1 состояниях, а также собственно порошковую составляющую. С учетом известных геометрических характеристик интегрального очага деформации последующее математическое моделирование заключалось в разбиении его протяженности на конечное множество n элементарных объемов.

Напряжения в очаге деформации были определены с использованием метода совместного решения условия статического равновесия элементарного объёма и условия пластичности для сыпучих сред. Помимо этого для каждого элементарного объёма были определены текущие значения относительной плотности порошкового сердечника. Для определения напряженно-деформированного состояния в металле оболочки было аналогичным образом выполнено совместное решение условия статического равновесия и инженерного варианта условия пластичности для монометаллов.

Полученная математическая модель процесса волочения порошковой проволоки была использована в качестве целевой функции при имитационном моделировании, а также при разработке программных средств по автоматизированному проектированию технологий и оборудования данного процесса. В частности, были определены оптимальные технологические режимы волочения из условия обеспечения требуемой плотности порошкового сердечника и обеспечения целостности монометаллической оболочки.

ПОВЫШЕНИЕ ВИБРОУСТОЙЧИВОСТИ ЧЕРНОВОГО ТОРЦЕВОГО ФРЕЗЕРОВАНИЯ НА ТЯЖЕЛЫХ СТАНКАХ

Гузенко В.С., Бабин О.Ф.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

При торцевом фрезеровании на тяжелых станках на виброустойчивость процесса резания существенное влияние оказывает глубина фрезерования. С одной стороны сравнительно массивные подвижные узлы и детали, невысокая жесткость узлов и контактов в подвижных и неподвижных соединениях, несовпадение центров жесткости с центрами масс определяют необходимость рассмотрения многомассовой системы со многими степенями свободы. С другой стороны ударный характер работы при торцевом фрезеровании, нестационарность составляющих силы резания по величине и направлению и перемещение точки приложения силы резания при фрезеровании, что при определенных сочетаниях их параметров вызывает пересопряжение зазоров в кинематических парах.

Одним из путей повышения производительности чернового торцевого фрезерования является увеличение сечения срезаемого слоя за счет изменения традиционного распределения этого слоя между зубьями, то есть снижения уровня колебаний путем использования конструкций фрез с деления среза по ширине. За счет прерывистой режущей кромки уменьшается интенсивность напряжений и деформаций, снижает основную часть энергозатрат на резание и сказывается на уменьшении составляющих силы резания, что позволяет управлять автоколебательным процессом. При этом значительно изменяется влияние геометрических параметров режущих кромок инструмента, жесткости технологической системы, а также сил сопротивления (демпфирования) при работе каждого зуба фрезы на амплитуду автоколебаний.

При многолезвийной обработке понятие коэффициент резания K_p и постоянная времени стружкообразования T_p в обычном смысле применяется к каждому режущему лезвию отдельно. В общем случае можно говорить об эквивалентном процессе резания, так как эквивалентная система станка при многолезвийной обработке получает дополнительные контуры связи.

При этом каждый отдельный процесс резания через упругую систему воздействует на остальные. В результате этого взаимодействия приведенная передаточная функция эквивалентного процесса резания зависит от статистических коэффициентов влияния.

Поскольку динамическая характеристика резания прямопропорциональна силе резания, а, кроме того, имеет место запаздывание силы резания с увеличением толщины среза по экспоненциальному закону с постоянной времени стружкообразования T_p , можно за счет деления среза по ширине управлять интенсивностью колебательного процесса.

ИНТЕРАКТИВНЫЙ АНАЛИЗ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ НИШ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Гузенко В.С., Черномаз В.Н.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Для рационального использования старого и оптимального проектирования нового режущего инструмента предлагается алгоритм интерактивного анализа технологических ниш эксплуатации режущего инструмента. Исходные данные для такого анализа берутся из постоянно накапливающегося банка данных.

С каждым инструментом J_i связана некоторая область D_i , будем называть ее технологической нишей данного инструмента. Область D_i задает множество точек $(x_1, x_2) \in D_i$ в которых этот инструмент используется. Проводя статический анализ банка данных построим функции $y = f_i(x_1, x_2)$ – плотность распределения случаев использования инструмента J_i и $y = g_i(x_1, x_2)$ – функция эффективности использования инструмента в точке (x_1, x_2) .

Математически задача сводится к построению q замкнутых линий уровня $f_i(x_1, x_2) = C_i$ где $C_i \geq 0$ некоторые "пороговые числа" отражающие минимально допустимую долю использования инструмента.

Поскольку аналитическое построение линий невозможно за исключением некоторых частных случаев, когда распределение $f_i(x_1, x_2)$ близко к двумерному нормальному распределению предлагается алгоритм этих линий. Эффективность каждого из инструментов

$$E_i = \int_{W_{ij}} f_i(x) g_i(x) dx ; \quad E_j = \int_{W_{ij}} f_j(x) g_j(x) dx$$

Пусть $E_i > E_j$ в этом случае увеличим на небольшую величину коэффициент C_j в уравнении $f_j(x) = C_j$ и произведем перерасчет новых значений технологической ниши. В результате ниша инструмента J_j сократится и уступит некоторую область технологического пространства более эффективному инструменту J_i .

В результате работы предлагаемого алгоритма на всех пересечениях W_{ij} произойдет адаптивное перераспределение ниш с учетом того, что более эффективный инструмент будет занимать большие ниши, а менее эффективный меньшие.

ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СМЕСИТЕЛЕЙ ХТС

Гуныко И.И., Порохня С.В., Дудченко А.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В последние годы, как за рубежом, так и в Украине широко распространен способ производства отливок в формах из песчано-смоляных холоднотвердеющих смесей (ХТС). Для качественного приготовления смеси необходимо выбрать эффективную конструкцию смесителя. Удачный выбор смесителя зависит от множества технологических параметров и условий, оптимальное сочетание которых трудно определить без использования ПК. Автоматизированное проектирование позволяет упорядочить имеющуюся обширную информацию по данной теме в соответствии с логической схемой построения объекта и системной связью между элементами решаемой задачи.

При выполнении работы была поставлена цель по созданию методики автоматизированного расчета лопастных смесителей на основе математического и алгоритмического моделирования, устанавливающей определённую последовательность решения задач, с переходом к объемному проектированию рассматриваемого объекта.

Система автоматизированного расчета основных параметров лопастных смесителей состоит из следующих подсистем: 1-определение типа смесителя на основании заданной производительности; 2-расчет производительности по смеси, исходя из заданного количества и развеса литья; 3-определение временных характеристик процесса смесеприготовления; 4-расчет габаритных размеров и выбор конструктивных параметров смесителя; 5-расчет мощности привода смесителя.

По предложенной методике составлен алгоритм расчета смесителя. В дальнейшем представленный алгоритм переведен в авторские компьютерные программы "COLD-BOX-PROCESS", выполненные в среде программирования "Borland Delphi 6".

Таким образом, разработанные программы, позволяют учесть изменяющиеся технические условия: производительность участка цеха или линии, и в автоматизированном режиме получать реальные конструктивные параметры лопастных смесителей, что дает возможность создания трехмерных моделей проектируемого объекта.

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В ЗОНІ КОНТАКТУ ПРИ ФРИКЦІЙНОМУ ЗМІЦНЕННІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Гурей І.В., Гурей Т.А.

(ГДТУ ім. І.Пулюя, ГІ ім. В.Чорновола, м. Тернопіль, Україна),

Mathematical model is developed, that enable calculate by temperature in contact zone of tool and part by friction hardening. Temperature in contact zone has pulse effect.

В останній час широко застосовуються технологічні методи поверхневого зміцнення з використанням висококонцентрованих джерел енергії, сутність яких полягає у тому, що на відносно невеликі об'єми поверхні металу діють з великими швидкостями висококонцентровані потоки енергії з наступним його швидким охолодженням. Такі умови обробки дозволяють отримати специфічні фізико-механічні, електрохімічні, корозійні і експлуатаційні характеристики поверхневих шарів деталей машин. До таких технологічних методів належить і фрикційне зміцнення.

Фізико-механічні властивості зміцненого шару в значній мірі залежать від температури його формування. Пряме вимірювання температури на поверхні металу в зоні контакту зміцнювального інструмента і деталі утруднено через високу швидкоплинності процесу й локальність його дії. При теоретичному розрахунку температури основна складність полягає в тому, що невідомо розподіл джерел теплоти в області контакту деталі і інструмента. Інтенсивність джерел теплоти переважно пропорційна силам тертя, але для оцінки їх необхідно знати температурні поля в деталі. Також, при інтенсивному зсувному деформуванні у поверхневих шарах виділяється тепло, яке йде на нагрів деталі та інструмента, а також виділяється у навколишнє середовище. Врахувати дані фактори є достатньо проблематично.

Одним із можливих і найбільш точних способів її визначення є аналітико-експериментальний метод, сутність якого полягає у тому, що ми знаходимо за експериментальними замірами температури деталі в деякому січенні $z = z_p > 10$ мм критерій Біо Bi , який характеризує теплообмін зони контакту з навколишнім середовищем, і постійну C . Прирівнюючи теоретично розраховану при різних значеннях критерію Біо Bi температуру в січенні $z = z_p$ та температуру, отриману експериментально у цьому ж січенні, визначаємо для кожного значення критерію Біо Bi відповідну постійну C . Отримані залежності показали, що максимальна температура в зоні контакту інструмента та деталі залежать від розмірів зони контакту та режимів зміцнення. Так, максимальна температура в зоні контакту досягає до 1250 К.

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ РАЗНОВЫСОТНОСТИ АЛМАЗНЫХ ЗЕРЕН НА РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТИ КРУГА ПРИ ШЛИФОВАНИИ

Гусев В.В., Новоселов Ю.К.
(ДонНТУ, г. Донецк, СевНТУ, г. Севастополь, Украина)

Considering destruction of grains on a working surface of a grinding circle as Markov process, the dynamic mathematical model of deterioration of a grinding circle has been developed.

Для обеспечения требуемых эксплуатационных свойств абразивного инструмента необходимо количественно оценивать разновысотность алмазных зерен на рабочей поверхности шлифовального круга, которая оказывает значительное влияние на формирование поверхностного слоя изделий из конструкционной керамики.

Зерна шлифовального круга работают циклически, цикл работы соответствует одному обороту круга. Во время циклов происходят необратимые изменения на рабочей поверхности шлифовального круга (ШК), которые связаны с линейным износом (вследствие абразивного и адгезионного изнашивания), скалывание микрочастиц абразивных зерен и вырыв их из связки. Цикл нагружения (ЦН) – это повторяющийся период функционирования зерен, в течение которого может накапливаться повреждение. Время изменяется дискретно в соответствии с числом циклов нагружения. В период ЦН происходит удар. Если сила удара ниже первого критического уровня, то повреждение не возникает, происходит линейный износ на величину ΔL . В противном случае происходит повреждение, и вершина зерна переходит в одно из возможных состояний. Повреждения аккумулируются в зернах до тех пор, пока они не покинут рабочую поверхность, в результате выравнивания их из связки силами резания.

Характер износа определяется физико-механическими свойствами абразивного и обрабатываемого материала, величиной силовых и температурных нагрузок на зерна в процессе работы, которые прямо пропорциональны среднему сечению среза материала на них. Так как величина сечения среза материала на зерне носит вероятностный характер, то это приводит к тому, что и сила резания на них может быть описана только с позиций теории вероятности. Износ ШК представляет совокупность трех видов разрушения алмазных зерен. Вероятность истирания вершин зерен P_A , скалывания P_C и вырывания P_B составляют полную группу $P_A + P_C + P_B = 1$.

Процесс разрушения зерен на рабочей поверхности шлифовального круга можно рассматривать как Марковский процесс с дискретным временем и дискретным состоянием. Была разработана динамическая математическая модель износа на основе цепей Маркова, которая адекватно описывает процесс износа ШК.

МЕТОДОЛОГІЯ ВИМІРЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ МАШИНОБУДІВНОГО ПІДПРИЄМСТВА

Дарченко Н.Д.

(Центр продуктивності, м. Краматорськ, Україна)

In article the modern treatment of the term "performance" is proved, the procedure and main principles of its measurement for different levels organizational-economic elements of the enterprise are given.

Ефективне управління сучасним виробництвом спирається на всебічний аналіз його стану, для чого необхідно оцінювати і вимірювати низку показників ефективності виробництва. Як елемент управління ефективністю машинобудівного підприємства запропоновано використовувати "результативність", визначаючи її як сукупність (систему) кількісних і якісних показників, що характеризує відповідність результатів діяльності підприємства його цілям, а також накопичений потенціал для дальшого розвитку.

Залежно від масштабів організаційно-економічного елемента підприємства, його функціонального призначення, типу, досконалості з точки зору кадрового складу, методів управління, технології, організаційної структури тощо для кожної одиниці аналізу можна сформулювати свою оптимальну, унікальну сукупність критеріїв результативності з урахуванням їх пріоритетів у певний момент часу.

Оцінку результативності запропоновано проводити з використанням матриці цілей. Визначено типові стратегічні критерії і показники результативності роботи для структурних підрозділів підприємства, що характеризують ступінь досягнення поставлених перед підрозділом цілей стосовно кількості, якості та своєчасності виконання запланованих робіт, ступінь використання ресурсів у виробничому процесі, продуктивність праці, задоволеність замовників, рівень виробничої дисципліни і умови праці, інноваційність і прибутковість. Інші особливості діяльності структурних підрозділів, пов'язані з їх функціональним призначенням і особливостями розподілу функцій між підрозділами в межах конкретного підприємства, враховуються за допомогою специфічних показників результативності. Визначено оптимальну кількість показників результативності для різних організаційно-економічних рівнів підприємства: для самостійних структурних підрозділів та їх груп – 5-8 показників; для несамоостійних структурних підрозділів і груп робочих місць – 3-5 показників; для робочих місць (посад) – 4-7 (керівники), 3-5 (професіонали і фахівці), 2-3 (робітники).

Застосування цього методу, зокрема, на Краматорському заводі металевих конструкцій дозволило через оцінку та агрегування комплексу специфічних показників, що найкращим чином характеризують результативність роботи його персоналу, проводити аналіз ситуації, що склалася з виконанням завдань, що стоять перед підрозділом.

ВЛИЯНИЕ "ПРИРОДНЫХ" СВОЙСТВ ДОМЕННЫХ ЧУГУНОВ УКРАИНЫ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ ОТЛИВОК ПРИ ТРЕНИИ БЕЗ СМАЗКИ

Денисенко В.Н., Мелещенко И.Ю., Турко В.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Questions of influence of the nature pig iron on mechanical and special properties gray iron are considered. Ranging pig iron Ukraine on a degree of their suitability for reception gray iron, working in conditions of friction without greasing is made.

В технике применяются различные фрикционные пары, работающие в условиях терния без смазки. В частности, в машиностроении в качестве материала фрикционной пары широкое распространение получил серый чугун (тормозные колодки, диски сцеплений, тормозные барабаны, фрикционы и др.). Ежегодно промышленность несет большие убытки на восстановление изношенных деталей пар трения. Повышение срока службы узлов трения увеличит ресурс оборудования и даст значительный экономический эффект для народного хозяйства. Увеличить износостойкость чугуна можно легированием, модифицированием, термообработкой и другими методами, что приводит к дополнительным материальным и энергетическим затратам. Добиться повышения износостойкости возможно также путем рационального использования доменных чугунов в шихте плавильных агрегатов, учитывая их природные свойства. С этой целью изучали доменные чушковые переделельные и литейные чугуны металлургических заводов Украины.

В результате исследований установлено:

- 1) доменные чугуны, выплавляемые на металлургических заводах Украины, имеют различную массу, качество верхней и боковых поверхностей, наличие спели и газовых раковин;
- 2) химический состав чугунов по основным элементам примерно одинаков и соответствует ГОСТам и ДСТУ;
- 3) химический состав по примесным элементам, не оговариваемых ГОСТами и ДСТУ значительно отличается как по элементам – примесям, так и по их количеству;
- 4) при почти одинаковом углеродном эквиваленте механические свойства как доменных чугунов, так и конструкционных, выплавленных на их основе имеют значительные различия;
- 5) износостойкость как исходных доменных чугунов так и марочных, полученных на их основе также различна. Большую износостойкость имеют отливки, полученные на доменных чугунах выплавленных на рудах южных месторождениях Украины;
- 6) проведено ранжирование по износостойкости отливок, выплавленных на доменных чугунах различных металлургических заводов.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВИБРАЦИОННОГО СТАРЕНИЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ СТАНКОВ НА ПРИМЕРЕ БАЛОК С ПРОСТЫМ НАПРЯЖЕННЫМ СОСТОЯНИЕМ

Деньщиков А.Ю.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

In the article the analysis of the works devoted to a question of experimental researches of process of a relaxation of residual stress at a vibratory stress relief is carried out. The class of designs not considered earlier on which is allocated are carried out experimental researches. Curve relaxations of residual stress are received during a vibratory stress relief.

Наиболее простым и перспективным способом создания методики расчета процесса снижения остаточных напряжений в машиностроительных конструкциях методом вибрационного старения является аппроксимация релаксационной кривой феноменологической зависимостью таким образом, чтобы полученная кривая качественно отвечала исследуемой. Количественное соответствие избирается подбором параметров входящих в феноменологическую зависимость. Однако как показал анализ, в литературе отсутствуют эксперименты по релаксации остаточных напряжений под действием вибрационной нагрузки на образцах простой формы, напряженное состояние в которых было бы функцией одной координаты и могло быть однозначно определено в любой момент времени.

Для проведения исследований была разработана экспериментальная установка и проведены исследования на балке длиной 1 м и размерами в плане 60×4 мм², напряженное состояние в которой соответствует чистому изгибу. Вибрационная обработка проводилась на первой резонансной частоте.

Экспериментальные значения напряжений после усреднения свидетельств и установления связи между изменением электрического сопротивления и внутренними напряжениями представлены в виде графика.

В результате проведенных исследований получены кривые релаксации. Установлена однозначная связь между количеством циклов релаксации, величиной остаточных и амплитудой динамических напряжений. Сделаны выводы.

Полученные результаты могут быть использованные во время создания методики расчета, которая позволила бы проводить рациональный выбор параметров вибрационного старения.

СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ВИБРАЦИЙ ПРИ ТОРЦЕВОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Донченко Е.И.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Way of decrease in vibrations at face milling and the device for its realization.

Исследования условий эксплуатации станков фрезерно-расточной группы на современных предприятиях показали, что наиболее актуальной является проблема повышения динамического качества станков, ухудшение которого связано с износом направляющих и передаточных механизмов, появления зазоров, и как следствие – повышение уровня колебаний и снижение устойчивости при обработке. Наиболее интенсивные колебания возникают при торцевом фрезеровании, что вызывает необходимость ограничения режимов резания, и приводит к потере производительности. Поэтому поиск эффективных методов снижения уровня вибрации является жизненной задачей современных исследований.

Известен способ снижения вибраций на токарных станках, основанный на устранении влияния явления "резания по следу", при котором след резца на металле оказывает на процесс резания влияние на каждом последующем обороте. Для борьбы с явлением "резания по следу" предложено модулировать скорость привода главного движения по треугольному закону [1].

В работе предложено устройство для снижения уровня вибраций на токарных станках с ЧПУ [1]. Ограничение уровня вибраций осуществляется синхронной модуляцией скорости главного движения и скорости подачи по отдельным координатам с помощью регулируемых приводов постоянного тока для сохранения неизменной контурной скорости подачи.

На кафедре АПП ДГМА предложен способ повышения качества обработки торцевыми фрезами на станках фрезерно-расточной группы путем модуляции частоты вращения привода главного движения с целью устранения влияния "резания по следу" на колебания при фрезеровании. Задача устранения влияния "резания по следу" при фрезеровании решается периодическим срывом условий для автоколебательного процесса путем изменения частоты вращения привода главного движения станков фрезерно-расточной группы по треугольному закону.

В такой системе обеспечивается настройка на оптимальную с точки зрения минимизации уровня колебаний среднюю частоту вращения фрезы и подавляется явление резания по следу.

Литература: 1. А.с. СССР №4949172/08 от 25.06.91.

ХРОМОАЛИТИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ СТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Заблоцкий В.К., Дьяченко Ю.Г.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Influencing of temperature conditions of self-control on microhardness and depth of poverykhnoostnogo is explored layer at diffusive satiation of staley by a chrome and aluminium. The method of increase of microhardness is offered.

Хромоалитирование – одновременное или последовательное насыщение металлов и сплавов хромом и алюминием применяют преимущественно для повышения окалино - и эрозионной стойкости деталей. Существуют следующие способы поверхностного насыщения хромом и алюминием: твердый, из паровой фазы (контактный и неконтактный), газовый (одновременный и последовательный), жидкий одновременный. В литературных источниках имеются подробные сведения о механических свойствах хромоалитированных слоев, однако отсутствуют данные о механизмах протекания процесса, в частности о влиянии температурных особенностей выдержки на микротвердость и глубину поверхностного слоя при диффузионном насыщении сталей.

Для установления указанной зависимости образцы из сталей 10, 45, У8, У13 подвергали диффузионному хромоалитированию в порошковой смеси, состоящей из: 25% FeCr, 25% FeAl, 48% Al₂O₃ и 2% NH₄Cl. Нагрев производили ступенчато при температуре 700⁰С в течение 2 часов, и последующий нагрев до 1000⁰С с выдержкой 3 часа.

Структуру слоя исследовали с помощью металлографического микроскопа МИМ – 8 и микротвердомера ПМТ – 3. Применяли химическое травление микрошлифов в 4% растворе азотной кислоты в этиловом спирте и тепловое травление.

Исследования показали, что микротвердость хромоалитированного слоя зависит не только от содержания углерода в стали и концентрации того или другого элемента, а также от особенности температурного режима выдержки. Предложенный ступенчатый способ повышает твердость, не уменьшая глубину поверхностного слоя, по сравнению с обычным нагревом до 1000⁰С и выдержкой 5 часов. Полученные результаты позволяют предположить, что такой способ насыщения стали, позволяет получить слой с более высокой концентрацией алюминия и хрома.

Таким образом, в результате проведенной работы получены новые данные о формировании поверхностных слоев при насыщении металла хромом и алюминием и определены условия получения слоев более высокой твердости.

ФОРМИРОВАНИЕ ИЗНОСОСТОЙКИХ БОРИДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА РЕЖУЩЕМ И ШТАМПОВОМ ИНСТРУМЕНТЕ

Заблоцкий В.К., Лапченко А.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

The mechanism of formation of wearproof coverings by complex saturation B and Ti is investigated. Temperature intervals of saturation are established.

Известно, что борирование обеспечивает высокую износостойкость поверхностного слоя режущего и штампового инструмента. Однако, зачастую, в процессе эксплуатации боридные слои выкрашиваются из-за повышенной хрупкости, основной причиной которой является монолитность слоев. Хрупкость боридных слоев можно существенно снизить, если боридные частицы будут расположены в мягкой твердорастворной основе. Такие результаты может обеспечить процесс боротитанирования. Однако в литературе отсутствуют подробные сведения о механизме формирования комплексных боротитанированных слоев.

Целью данного исследования являлось определение температурных интервалов насыщения поверхности стали бором и титаном. Насыщение проводили в контейнерах с плавким затвором в смеси, содержащей 25%В₄С, 25%Ti, 43%Al₂O₃ и 7%Na₃AlF₆ в интервале температур 700...1000°С (через каждые 100°С) с выдержкой 5 часов. Охлаждение контейнеров – с печью. Исследования проводились применительно к стали 10, предполагая в дальнейшем возможность изготовления из нее режущего инструмента.

Структуру слоя исследовали с помощью микроскопа МИМ - 8 и микротвердомера ПМТ - 3. Применяли химическое травление микрошлифов в 4% растворе азотной кислоты в этиловом спирте и тепловое травление.

В результате проведенных исследований было установлено, что при температуре 700°С насыщение бором и титаном не происходит. Насыщение стали в данной смеси начинается с температуры 800°С. Поверхностный слой состоит из боридов железа Fe₂B. Повышение температуры до 900°С ведет к увеличению глубины боридного слоя. Насыщение титаном начинается при температуре 1000°С. Атомы титана диффундируют по границам боридов и микроструктура слоя представляет собой иглы боридов, находящиеся в твердом растворе бора и титана в железе.

Таким образом, боротитанирование позволяет создать в поверхностном слое стали структуру, обладающую повышенной износостойкостью и пониженной хрупкостью за счет расположения боридов в твердорастворной основе.

СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ПРИ АЛИТИРОВАНИИ СТАЛЕЙ В ПОРОШКОВЫХ СМЕСЯХ

Заблоцкий В.К., Шимко А.И.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

The mechanism of formation aluminized coverings in powdered mixes is investigated. The principle of formation of an aluminized layer is established and circumscribed at various temperatures of saturation and as structural changes occuring at it circumscribed.

Известно, что при алитировании сталей увеличиваются размеры изделий. Однако причина этого явления не установлена, хотя это важно, поскольку повышается хрупкость изделий, которая может приводить к потере жаростойкости в процессе эксплуатации. Для изучения структурообразования при алитировании, образцы из стали 10 подвергали алитированию в порошковых смесях.

Алитирование проводили при 600, 700, 800, 900 и 1000°C, выдержка при каждой температуре составляла 5 часов, охлаждение вместе с печью.

После алитирования исследовали наружный диаметр образцов, глубину алитированного слоя, микротвердость по его глубине, склонность к окислению в воде, жаростойкость при $T=1000^\circ\text{C}$ в течение 5 часов.

В результате проведенных исследований получены следующие закономерности. При алитировании до температуры 800°C диаметр образцов практически не изменяется. После алитирования при 900 и 1000°C диаметр резко увеличивается. При нагреве до 800°C алитированный слой формируется в пределах первоначального размера образцов и представляет собой твердый раствор Al в $\alpha\text{-Fe}$. При нагреве от 800 до 1000°C алитированный слой формируется в основном за пределами первоначальных размеров образцов. Он имеет переменную микротвердость от $H_{100}1970\dots2350$, которая соответствует микротвердости твердого раствора, до $H_{100}10000$, характерной для алюминида Fe_2Al_5 . Подобное структурообразование при алитировании можно объяснить тем, что при нагреве до 800°C структура стали содержит феррит, в котором Al растворяется и образует с $\alpha\text{-Fe}$ твердый раствор. При высокой температуре алитирования 900 и 1000°C образуется $\gamma\text{-Fe}$, в котором растворяется не более 1% Al.

Однако, при этих температурах образуются алюминиды Fe_2Al_5 , которые осаждаются на поверхности образцов, что способствует увеличению их размеров. Следовательно, при алитировании свыше 800°C в интервале температур одновременного существования $\alpha\text{-Fe}$ и $\gamma\text{-Fe}$ образуется твердый раствор Al в $\alpha\text{-Fe}$, а затем алюминиды Fe_2Al_5 .

Появление алюминидов на поверхности образцов резко повышает их устойчивость против окисления в воде и окалиностойкость.

ПОДХОД С ПОЗИЦИИ ПРОЦЕССА ПРИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ СИСТЕМЫ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА НА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Залога В.А., Ивченко А.В.
(СумДУ, г. Сумы, Украина)

Машиностроительные предприятия являются сложной организационно-технологической системой с множеством входящих в нее связей и ограничений. Сложность этой системы состоит и в том, что она охватывает все сферы вращения инструментальной оснастки от установления потребности в инструменте до его изготовления и полной амортизации в процессе эксплуатации. Грамотная организация инструментального обеспечения предприятия играет значительную роль в сокращении сроков технологической подготовки производства и запуска новых изделий.

Одним из путей решения задач по совершенствованию структуры инструментального обеспечения, управления движением инструмента и рациональной его эксплуатации, а также снабжения, учета является применение системного подхода к организации инструментальной подготовки производства (ИПП) на машиностроительных предприятиях.

Данный подход к совершенствованию системы организации ИПП дает отечественным машиностроительным предприятиям ряд преимуществ.

Первое преимущество связано с возникновением языка описания деятельности, доступного и понятного всем вовлеченным в процесс. Это позволяет разрушить или, по крайней мере, снизить барьеры, обусловленные различиями в терминологии, в статусе внутри организации, в образовании и т.п.

Второе преимущество связано с выделением зон ответственности и рабочих зон, что облегчает формулировку требований к людям, претендующим на выполнение определенной работы, и облегчает решение важной управленческой задачи составления штатного расписания, которое теперь формируется более прицельно и точно. Одновременно при этом формализуется задача обучения и подготовки кадров.

Третье преимущество обусловлено более простым и надежным определением точек контроля и критических точек в процессе ИПП. Облегчение возникает за счет разбиения процесса на подпроцессы.

И, наконец, основное: процессный подход позволяет обеспечить важнейшее качество стратегии управления инструментальным обеспечением предприятия – гибкость и умение быстро реагировать на все без исключения возникающие в процессах производства продукции (услуг) изменения.

МЕТОДОЛОГИЯ МОНИТОРИНГА ИНСТРУМЕНТА ПРИ ТОЧЕНИИ ПО АКУСТИЧЕСКОМУ ИЗЛУЧЕНИЮ

Залога В.А., Криворучко Д.В., Зинченко Р.Н.
(СумДУ, г. Сумы, Украина)

Повышение эффективности механической обработки в автоматизированном производстве является в настоящее время актуальной задачей. Все чаще и чаще на производстве используют дорогостоящий инструмент, повышаются требования к качеству продукции, увеличивается прочность и твердость обрабатываемых материалов. В этих условиях крайне необходимым для обеспечения качества обработки является мониторинг состояния инструмента и степени его износа.

В докладе рассматривается методология мониторинга инструмента при точении по акустическому излучению (АИ). Понятие акустического излучения широко используется в акустике и эхолокации для обозначения звуковых волн, порождаемых исследуемым телом и распространяющихся непосредственно от него в окружающее пространство. Возможность мониторинга с помощью АИ доказывается как известным производственным опытом, так и проведенными авторами экспериментальными исследованиями. В частности, показано, что спектр АИ при точении имеет три информативных полосы: полоса А (от 0.2 кГц до 1.450 кГц) чувствительна к режиму работы станка, В (от 2.4 кГц до 4.9 кГц) и С (от 5.0 кГц до 15.2 кГц) – к износу инструмента на задней поверхности. Установлено, что мощности АИ в названных полосах частот наиболее значимо зависят от величины износа резца. Вместе с тем зависимость этих показателей спектра от износа, как было экспериментально доказано, зависит от условий обработки.

Разработанная методология предполагает, что мониторинг инструмента при точении по АИ будет выполняться специальной компьютерной системой, вообще говоря, работающей независимо от станка. Эта система включает в себя подсистемы регистрации и обработки сигнала АИ, экспертную подсистему, которая дает заключение о состоянии инструмента. Учитывая большое количество факторов, влияющих на зависимость величины информативных показателей от износа инструмента, в качестве ядра экспертной подсистемы была выбрана нейронная сеть. Для данного случая применения была оптимизирована ее архитектура и разработан алгоритм ее дообучения, позволяющий адаптировать предыдущий опыт сети к конкретному рабочему месту.

С целью уменьшения ошибки идентификации состояния инструмента разработан ряд мероприятий на каждом этапе работы с сигналом АИ.

Применение системы мониторинга на операциях с большой длиной резания позволит уменьшить количество брака и увеличить путь непрерывного резания.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ИНСТРУМЕНТА ПРИ ТЕРМОФРИКЦИОННОМ РЕЗАНИИ МЕТАЛЛА

Зарубицкий Е.У., Покинтелица Н.И.
(ВНУ им. В.Даля, г. Луганск, Украина)

The results of the conducted developments, allowing to define the overfall of temperatures on the surface of disk or in internal his layers at different parameters of the thermodynamics system, are represented, that predetermines possibility of prognostication of intensity of wear of disks at the thermofrictional cutting of metal.

Прогрессивным способом обработки плоскостей и разрезки металла является термофрикционное резание. Способ основан на использовании теплоты работы трения, а в качестве инструмента применяют стальные диски, изготовленные из конструкционных сталей.

Термофрикционное резание характеризуется значительной тепловой нагрузкой, нестационарным температурным полем и наличием в режущем клине температурных градиентов, способствующих возникновению в нем системы циклически изменяющихся температурных деформаций и напряжений, что существенно изменяет стойкость инструмента.

В период теплового нагружения произвольная точка на поверхности диска изменяет свою температуру от минимального до максимального значений. Неравномерный прогрев материала обуславливает температурную деформацию поверхности и появление сжимающих напряжений, уравновешенных растягивающими напряжениями в средней области. За время теплового разгрузки поверхностные слои охлаждаются интенсивнее нижних, сжимающие напряжения уменьшаются до нуля, а затем переходят в растягивающие.

Быстропротекающие циклические тепловые воздействия зачастую приводят к тому, что напряжения превышают пределы прочности. Особую опасность представляет период теплового разгрузки, когда запас пластических свойств материала диска быстро исчерпывается, а растягивающие напряжения резко возрастают до наибольших значений. При этом наблюдается хрупкое разрушение рабочей поверхности режущего клина в виде сколов, выкрашиваний и трещин, приводящее к потере работоспособности инструмента.

Результаты проведенных исследований позволяют определить перепад температур на поверхности диска или во внутренних его слоях при различных параметрах термодинамической системы, что предопределяет возможность прогнозирования интенсивности износа дисков при термофрикционном резании металла.

АНАЛИЗ ВЕРОЯТНОСТНЫХ МОДЕЛЕЙ ОТКАЗОВ СБОРНЫХ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ С ИЗНОСОСТОЙКИМИ ПОКРЫТИЯМИ

Ивченко Т.Г.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

В настоящее время одним из резервов роста эффективности функционирования сборного режущего инструмента является использование твердосплавных неперетачиваемых пластин с износостойкими покрытиями. Опыт их эксплуатации свидетельствует о недостаточном уровне надежности в связи с увеличением отказов, связанных с разрушением лезвия, что ограничивает возможности полной реализации ресурса их износостойкости.

В представленной работе теоретические исследования надежности выполнены с использованием разработанных вероятностных моделей отказов, основанных на сопоставлении уровней прочности и износостойкости инструмента с уровнем действующей на него нагрузки. В результате анализа этих моделей установлены причины возможного увеличения вероятности разрушения твердосплавных пластин с износостойкими покрытиями. С повышением износостойкости при неизменном уровне прочности пластин увеличение среднего периода стойкости до достижения заданного критерия затупления приводит к появлению большего количества отказов, связанных с разрушением, чем при той же прочности за меньший период стойкости.

На основании установленных взаимосвязей вероятности разрушения и вероятности достижения заданного критерия затупления с параметрами инструмента и условиями его функционирования создана методика прогнозирования безотказности инструмента в реальных условиях эксплуатации, а также разработаны рекомендации по выбору рациональных режимов резания, обеспечивающие заданный уровень надежности.

В результате экспериментальных исследований сборного режущего инструмента с различными износостойкими покрытиями определены закономерности его изнашивания, изменения сил и температур в процессе резания. Проведенные исследования инструмента в условиях реальной эксплуатации устанавливают виды его отказов и законы распределения показателей надежности, подтверждающие адекватность разработанных моделей и достоверность теоретических исследований.

Таким образом, на основании анализа вероятностных моделей отказов разработана теоретическая методика прогнозирования безотказности сборного режущего инструмента с износостойкими покрытиями в зависимости от уровня его прочности и износостойкости. Разработанная методика позволяет оценивать эффективность различных мероприятий по повышению прочности и износостойкости инструмента с точки зрения обеспечения его надежности в реальных условиях эксплуатации, а также повышать надежность функционирования за счет разработки регламентов его рациональной эксплуатации.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА И КАЧЕСТВА ДЕТАЛЕЙ ТИПА ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ КОМБИНИРОВАНИЕМ ЛЕЗВИЙНОЙ И ОТДЕЛОЧНО-УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТОК

Ивченко Т.Г., Дубоделова О.С.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Комбинирование лезвийной и отделочно-упрочняющей обработок, обеспечивающих как снижение трудоемкости за счет совмещения операций, так и высокое качество поверхностного слоя, является одним из источников повышения эффективности современного производства и качества выпускаемой продукции.

В настоящей работе рассматриваются особенности совместной обработки точением и поверхностным пластическим деформированием (обкаткой и раскаткой шариками или роликами) наружных и внутренних поверхностей вращения, осуществляемой с применением комбинированных инструментов, сочетающих в себе режущие и деформирующие элементы.

Проведенные исследования охватывают анализ силовых и тепловых закономерностей протекания процесса совместной обработки, установление закономерностей формирования поверхностного слоя детали и обоснование выбора условий обработки, обеспечивающей максимальную производительность, причем как скорость главного движения, так и скорость подачи для каждой из комбинируемых обработок являются одинаковыми.

Расчет силовых нагрузок в процессе совместной обработки, основанный на алгебраическом суммировании тангенциальных, радиальных и осевых составляющих сил, возникающих при каждой из них отдельно, позволяет установить силовые ограничения по мощности привода главного движения и механизма подач станка, жесткости детали и инструмента. Выполненный на основании метода источников аналитический расчет температурных полей в детали и инструменте позволяет с учетом взаимного влияния друг на друга каждой из комбинируемых обработок установить температурные ограничения, а также учесть влияние температуры на формирование поверхностного слоя детали при совместной обработке. Аналитически исследованные закономерности формирования параметров шероховатости и остаточных напряжений в поверхностном слое детали при совместной обработке, позволяют установить одновременное влияние изменения параметров обработки на параметры поверхностного слоя при каждой из них с учетом зависимости параметров окончательной обработки поверхностным пластическим деформированием от параметров, формируемых при предшествующем точении.

В результате проведенных исследований с использованием в качестве критерия оптимальности производительности механообработки, с учетом установленных силовых и температурных ограничений, ограничений по параметрам поверхностного слоя методом линейного программирования определены оптимальные режимы совместной обработки точением и поверхностным пластическим деформированием.

ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРОЙ РЕЗАНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СБОРНОГО РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Ивченко Т.Г., Пьянкова И.А.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Управление тепловыми процессами при резании является одним из резервов роста эффективности эксплуатации режущего инструмента, обеспечивая повышение его надежности, производительности и качества обработки.

Теоретической основой управления температурой резания в представленной работе является аналитическое описание теплового состояния режущего инструмента в зависимости от параметров процесса резания и условий конвективного теплообмена с окружающей средой.

Первым этапом проведенных исследований является аналитическое определение температурного поля лезвия инструмента и температуры резания, позволяющее регламентировать заданный уровень температуры за счет выбора рациональных условий обработки и определять необходимость использования смазочно-охлаждающих технологических сред. В настоящей работе рассматриваются преимущественно используемые для охлаждения инструмента смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ) на основе водных растворов, имеющих теплофизические свойства, близкие к свойствам воды.

Вторым этапом является исследование влияния условий подачи СОЖ на коэффициент теплоотдачи и обоснование возможностей направленного его изменения в заданном диапазоне. Для наиболее распространенных способов подачи СОЖ в зону резания – свободным поливом, напорной струей и распылением регламентированы основные условия подачи СОЖ – расход и скорость, обеспечивающие любой заданный коэффициент теплоотдачи.

Третьим этапом является определение характера и степени влияния коэффициента теплоотдачи на температуру резания. В результате исследований обоснована взаимосвязь коэффициента снижения температуры резания с коэффициентом теплоотдачи при различных способах подачи СОЖ в зону резания, что позволяет обеспечить любой заданный уровень температуры резания за счет выбора соответствующего коэффициента теплоотдачи и условий подачи СОЖ, его обеспечивающих.

Разработанная методика использована для анализа температуры резания при чистовой и тонкой токарной обработке резцами, оснащенными твердыми сплавами и эльбором. С учетом установленных температурных ограничений, методом линейного программирования определены оптимальные режимы чистовой и тонкой токарной обработки, обеспечивающие максимальную производительность. Обосновано, что снижение температуры резания и снятие температурного ограничения за счет применения СОЖ с регламентированными условиями ее подачи в зону резания, обеспечивает повышение производительности обработки в 1,5-3 раза.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОБРАБОТКИ НЕЖЕСТКИХ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ ЗА СЧЕТ СНИЖЕНИЯ ВИБРАЦИЙ

Калафатова Л.П., Бабаскина С.Ю.
(ДонНТУ, г. Донецк, ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Возрастающие требования к качеству и надежности выпускаемой продукции, точности обработки и стойкости инструмента, а также появление новых видов труднообрабатываемых материалов, широкая механизация и автоматизация механических процессов значительно повысила актуальность исследования динамических явлений при резании металлов, как факторов, оказывающих отрицательное значение на процесс резания.

Процесс обработки нежестких корпусных деталей (сварные корпуса редукторов, сварные и не сварные рамы, плиты, кронштейны, рычаги) характеризуется повышенной динамичностью. Вибрации, которые возникают при механической обработке, делают невозможным получение заданной точности и шероховатости на нормативных режимах резания. Корректировка режимов, переходов, а иногда и технологического процесса происходит на этапе обработки детали, что не только вносит дополнительные затраты при ее изготовлении, но может привести к браку изделия.

Жесткость обрабатываемой детали и ее крепление на станке определяют режимы резания. Чем выше жесткость технологической системы, тем больше допускаемая скорость резания, кроме того, на допускаемую скорость резания влияет также и схема закрепления детали. Жесткость различных участков обрабатываемой детали неодинакова. Поэтому для рационального назначения режимов резания в уже известные формулы необходимо включать коэффициент, который учитывает динамичность технологической системы СПИД.

Поправочный коэффициент для скорости резания, который зависит от основных динамических факторов технологической системы СПИД.

$$C_{\partial} = C_{jCT} \cdot C_{од} \cdot C_{m\partial},$$

где C_{jCT} – коэффициент, учитывающий технологическую жесткость станка (экспериментальный, либо нормативный для конкретной модели станка); $C_{од}$ – коэффициент, учитывающий нежесткость детали, закрепленной на станке; $C_{m\partial}$ – коэффициент, учитывающий массу обрабатываемой детали.

Расчет скорости резания с коэффициентом C_{∂} , позволит эффективно назначать режимы резания, с учетом динамики системы, на этапе проектирования операции, без последующей их корректировки в процессе изготовления детали.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ ПРОВОЛОКИ

Калафатова Л.П., Медведев А.Л.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

В настоящее время в различных отраслях промышленности и народного хозяйства широкое применение находит проволока малого диаметра ($\text{Ø}1,5\text{...}3,5$ мм). В качестве исходного сырья используется проволока диаметром $\text{Ø}7\text{...}10$ мм, из которой методом пластического деформирования в процессе холодной прокатки на специальных станах типа 270 получают требуемый продукт. Процесс прокатки представляет собой перемещение исходной проволоки через набор клетей, в которых расположены валки со скрещивающимися под углом 120° осями. Исходная проволока протягивается через фасонные отверстия, образованные профилем валков. Профиль валков и, соответственно, профиль и размеры формируемого ими отверстия меняются в каждой секции прокатного стана, достигая окончательного размера в последней, калибрующей клетке. Качество проволоки зависит от точности изготовления калибрующих отверстий, получаемых за счет сопряжения профилей прокатных валков, и точности расположения их осей по отношению к оси прокатной клетки.

Профилирование валков, изготавливаемых из стали 60ХСФ2А и закаленных до твердости HRC 63-67, осуществляется на специальном токарном станке модели ПЗ-01 методом фасонного точения. В процессе обработки валки собираются в клетки и располагаются относительно друг друга под углом 120° , то есть так же, как это предполагается в процессе прокатки проволоки. В качестве инструмента используются резцы, оснащенные пластинками из оксидно-карбидной керамики марки ВОК60 или гексанита-Р, которые устанавливаются в оправке с заданной точностью по отношению к оси каждого из валков. Нарушения требований точности расположения резца приводит к следующим отрицательным последствиям. Искажаются задний и передний углы резания, что приводит к замене процесса резания трением – скоблением задней грани резца по поверхности валка, и, соответственно, к росту радиальной составляющей силы резания, возможному возникновению вибраций и искажению профилей калибрующего отверстия и самой проволоки. В таких условиях особенно важно обеспечить виброустойчивость системы СПИД.

В процессе исследования были рассчитаны жесткости клетки и системы СПИД, ориентируясь на кинематическую схему станка. Было установлено, что одной из причин возникновения вибраций является недостаточная жесткость системы резец-суппорт-направляющие. Поэтому в этом узле было предложено заменить направляющие скольжения на направляющие качения, что позволило повысить жесткость рассматриваемого узла и всей системы в целом на 13...15%.

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТЕМПЕРАТУРНИХ ЗАЛЕЖНОСТЕЙ ПРИ ЧИСТОВОМУ ТОЧІННІ СТАЛЕЙ РІЗЦЯМИ З ПЛАСТИНАМИ З БВТС, ОБРОБЛЕНИМИ ІМПУЛЬСНИМ МАГНІТНИМ ПОЛЕМ

Калініченко В.В.
(ДДМА, м. Краматорськ, Україна)

З метою визначення раціональних режимів різання при чистовому точінні сталей різцями з різальними пластинами з безвольфрамових твердих сплавів (БВТС), підданими обробці імпульсним магнітним полем (ОІМП), був проведений комплекс досліджень впливу режимів точіння на температуру різання. Дослідження проводились при чистовому точінні сталей 45, У8А, 30Х13 різцями з пластинами з твердого сплаву ТН20 у вихідному стані та підданими ОІМП (геометрія різців: $\alpha = 10^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\varphi = 90^\circ$, $\varphi' = 10^\circ$, режими різання при точінні сталей 45, У8А $V = 100-300$ м/хв, $S = 0,2-0,4$ мм/об, $t = 1-2,5$ мм; при точінні сталі 30Х13 $V = 50-150$ м/хв, $S = 0,2-0,4$ мм/об, $t = 1-2$ мм). В результаті досліджень були отримані експериментальні моделі залежностей $E = f(V, S, t)$ та $\Theta = f(V, S, t)$. Моделі залежностей $\Theta = f(V, S, t)$, зокрема, наведені в таблиці.

Таблиця 1 – Експериментальні моделі залежностей $\Theta = f(V, S, t)$

Марка сталі	Стан пластин	Математична модель $\Theta = f(V, S, t)$
45	Вихідний стан	$\Theta = 198 \cdot V^{0,22} \cdot S^{0,16} \cdot t^{0,03}$
	Після ОІМП	$\Theta = 194 \cdot V^{0,2} \cdot S^{0,16} \cdot t^{0,02}$
У8А	Вихідний стан	$\Theta = 206 \cdot V^{0,21} \cdot S^{0,17} \cdot t^{0,04}$
	Після ОІМП	$\Theta = 203 \cdot V^{0,2} \cdot S^{0,16} \cdot t^{0,02}$
30Х13	Вихідний стан	$\Theta = 154 \cdot V^{0,36} \cdot S^{0,29} \cdot t^{0,05}$
	Після ОІМП	$\Theta = 152 \cdot V^{0,35} \cdot S^{0,29} \cdot t^{0,02}$

Результати розрахунку значень E_o і Θ_o по отриманих моделях узгоджуються з даними однофакторних експериментів. Відсоток відмінності значень E_o та Θ_o , отриманих в ході однофакторного експерименту, від розрахункових значень E_o та Θ_o , не перевищує 4,81% для значень Θ_o та 5,65% для значень E_o . Висока ступінь узгодженості між результатами експерименту та розрахунків свідчить про широкі можливості використання отриманих моделей для визначення оптимальних режимів різання при чистовому точінні сталей різцями з пластинами з БВТС, підданими ОІМП.

ПОРОШКОВАЯ ПРОВОЛОКА ДЛЯ НАПЛАВКИ ИНСТРУМЕНТА ХОЛОДНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МЕТАЛЛА

Кассов В.Д.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Целью работы является уменьшение образования пор в наплавленном металле и повышение технологичности порошковой проволоки за счет стабилизации коэффициента ее заполнения. Установлено, что введение фторопласта (2-3,5 масс %) в шихту порошковой проволоки позволяет уменьшить содержание диффузионно-подвижного водорода в металле и увеличить стойкость наплавочного материала к образованию пор. Это объясняется разложением фторопласта при нагреве свыше 400°C по реакции: $C_nF_{2(n+1)} \rightarrow nC + 2(n+1)F \uparrow$ и воздействием фтора с водородом.

Введение карналлита позволяет получать шлак с основными свойствами, что увеличивает переход легирующих элементов. Кроме того, при диссоциации карналлита обеспечивается выделение хлора, который связывает в сварочной дуге в нерастворимое в металле соединение HCl и тем самым повышает стойкость наплавленного металла к порообразованию. Карналлит – это минерал, представляющий собой двойную соль хлорида калия и хлорида магния и является исходным сырьем для получения K, Mg, Cl и их соединений. При диссоциации составляющих карналлита и разложении фторопласта обеспечивается выделение хлора и фтора в широком температурном диапазоне. Это улучшает газовую защиту расплавленного металла, электродных капель и сварочной ванны от вредного влияния атмосферы дуги при меньшем количестве мрамора и плавикового шпата в шихте.

Феррохром, феррованадий, ферротитан, ферровольфрам введены в шихту как карбидообразующие элементы, обеспечивающие вместе с графитом высокую твердость и теплостойкость наплавленного металла. Содержание этих элементов выбрано из условия получения хорошей шлифуемости металла.

Ферротитан вместе с ферросилицием и ферромарганцем участвуют в раскислении металла. Кроме того, марганец используется как аустенизатор наплавленного металла, так как он увеличивает его износостойкость за счет повышения твердости и прочности. Исследования показали, что содержание ферросилиция ограничено 6-9 масс.%. При большем его содержании возрастает вероятность образования трещин, при меньшем не достигаются требуемая износостойкость и теплостойкость металла.

Использование разработанной порошковой проволоки в промышленных условиях позволило повысить долговечность службы рабочей поверхности инструмента холодного деформирования металла, отремонтированного наплавкой.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ БЫСТРОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПРИ ПОМОЩИ ОИМП

Кинденко Н.И.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

При изготовлении реальных инструментов в материале неравномерно концентрируется некоторое количество избыточной энергии, с увеличением которой возрастает вероятность разрушения инструмента.

Значения твердости и теплостойкости имеют максимум при напряженности поля $H = 1,2 \cdot 10^5$ А/м. Дальнейшее увеличение напряженности магнитного поля приводит к снижению твердости и теплостойкости, и при $H = 1,6 \cdot 10^5$ А/м эти параметры практически не отличаются от твердости и теплостойкости в исходном положении.

Установлено, что наибольшее повышение стойкости магнитнообработанного инструмента и наибольшее повышение значений твердости и теплостойкости получены при одних и тех же значениях рабочего поля $H = 1,2 \cdot 10^5$ А/м.

Максимальное повышение твердости и теплостойкости быстрорежущей стали при напряженности поля $H = 1,2 \cdot 10^5$ А/м происходит за счет магнитострикционного субструктурного упрочнения. Все опыты проводились с частотой следования импульсов 5 Гц, так как варьирование частоты импульсов не влияет на изменение твердости исследуемых сталей.

Время выдержки инструмента в процессе магнитной обработки является важным элементом режима магнитной обработки. Для быстрорежущих сталей достаточно времени воздействия магнитного поля в течение 60 с, чтобы достичь наибольшего увеличения твердости материала.

Динамика старения изучалась на образцах из быстрорежущей стали Р6М5. Окончанием времени старения считалось такое время, по истечению которого прекращалось изменение твердости образцов.

В результате воздействия импульсного магнитного поля происходит изменение физико-механических свойств быстрорежущих сталей, возрастает твердость и инструментальный материал становится более однородный по структуре.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОЙКОСТНОЙ ЗАВИСИМОСТИ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ С УЧЕТОМ РАЗНЫХ ВИДОВ ИХ ОТКАЗОВ

Клименко Г.П., Андронов А.Ю., Ткаченко Н.А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

При исследовании технологических систем механической обработки деталей наиболее важным параметром при определении затрат на обработку, надежности и качества режущего инструмента является его период стойкости. Наиболее распространенный способ определения периода стойкости инструмента основан на использовании закона Тейлора, который устанавливает детерминированную связь стойкости инструмента с переменными факторами условий резания. При этом, как правило, учитывается только изнашивание инструмента.

Статистические исследования эксплуатации твердосплавного инструмента показывают, что в одних и тех же условиях обработки период стойкости инструмента может колебаться в широких пределах. Причины отказов инструмента: поломка, выкрашивание и износ. Для резцов, работающих на тяжелых станках, поломки инструмента в среднем составляют 45%.

Если предположить, что все три фактора отказов являются независимыми, общая функция плотности вероятности стойкости инструмента, согласно теореме Байеса, может быть выражена следующим образом:

$$f(T) = R_1(T)R_2(T)f_3(T) + R_1(T)R_2(T)f_3(T) + R_1(T)R_2(T)f_3(T),$$

где $f_1(T)$, $f_2(T)$, $f_3(T)$ – функции плотности вероятности, характеризующие, соответственно, поломки, выкрашивания и износ;

$R_1(T)$, $R_2(T)$, $R_3(T)$ – вероятности безотказной работы, характеризующие, соответственно, поломки, выкрашивания и износ.

Настоящая работа посвящена определению стойкостной зависимости для твердосплавных резцов, работающих в тяжелых условиях эксплуатации.

На основании статистических данных информационного банка определяются функции плотности вероятности отказов и вероятности безотказной работы инструментов в зависимости от различных технологических факторов.

Применение полученных зависимостей позволяет более точно прогнозировать ресурс работы инструмента и оптимизировать режимы резания.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УРОВНЯ КАЧЕСТВА ЭКСПЛУАТАЦИИ СВЕРЛ ДЛЯ ГЛУБОКОГО СВЕРЛЕНИЯ НА ЗАВОДЕ "АВИАНТ"

Клименко Г.П., Васильченко Я.В., Ткаченко Н.А., Аксенова Е.И.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Современный процесс глубокого сверления характеризуется как непрерывный процесс образования в сплошном материале заготовки отверстий с относительной длиной 3-5 диаметров сверления с применением специальных сверл, оснастки и оборудования, обеспечивающих принудительный отвод стружки из зоны резания.

Обработка глубоких отверстий лезвийным инструментом отличается от обработки наружных поверхностей более низкой жесткостью инструмента, ухудшенными условиями охлаждения зоны резания и удаления стружки. При этом габариты инструмента лимитируются размерами отверстия, а сами поверхности резания менее доступны для обозрения в процессе обработки.

Статистические исследования процесса эксплуатации сверл на заводе "Авиант" (г. Киев) показали, что большинство отказов инструментов связано с неправильной их эксплуатацией. Для количественной оценки качества эксплуатации сверл для глубокого сверления разработана методология, основанная на теории квалиметрии, теории вероятностей и математической статистики, теории принятия решений. Разработана иерархическая система свойств, составляющих качество процесса эксплуатации сверл. На основании экспертной оценки уточнена номенклатура свойств и установлены весомости свойств. Для свойств, имеющих наибольшие весомости разработана методика сбора статистических данных, которая реализована на заводе "Авиант". Математическая обработка данных позволила количественно оценить уровень качества процесса эксплуатации. Показано, что резервами его повышения служат свойства: качество заготовок, состояние оборудования, правильность выбора конструкции сверла, правильность назначения режимов резания. На основании проведенных исследований разработаны для завода рекомендации по улучшению процесса эксплуатации сверл для глубокого сверления. Созданы карты нормативов по режимам резания и нормам расхода инструмента, учитывающие конструкцию сверл и уровень их надежности. Разработаны рекомендации для повышения точности процесса сверления глубоких отверстий.

ОБРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАМИ С РЕЖУЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ИЗ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ АЛМАЗОВ

Клименко С.А., Мельничук Ю.А.
(ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев, Украина)

В настоящее время в режущих инструментах эффективно используются поликристаллические материалы на основе синтетических алмазов (ПКА). Наиболее широкое применение нашли двухслойные композиты, имеющие ряд преимуществ в сравнении с однородными ПКА: износостойкий рабочий слой расположен на подкладке из материала с высокой прочностью, что обуславливает повышенную статическую и ударную прочность рабочей части инструмента; обеспечивается надежное крепление режущего элемента в корпусе инструмента путем пайки к твердосплавной подложке; снижается себестоимость инструмента за счет экономии ПКА и уменьшения потерь при заточке.

В ИСМ НАН Украины разработаны два вида двухслойных композитов с режущим слоем из ПКА – АТП (алмазно-твердосплавная пластина) и АКП (алмазно-керамическая пластина).

Опыт применения инструментов, оснащенных АТП, показывает, что одной из наиболее эффективных областей их применения является обработка алюминий-кремниевых сплавов (11-26 % Si). АТП круглой формы эффективно используются при обработке поршней двигателей внутреннего сгорания.

Успешно применяются АТП при обработке полимерных композиционных материалов, древесностружечных плит, плит средней плотности с высоким содержанием клея и с покрытиями на основе меламиновой смолы, декоративных бумажно-слоистых пластиков, а также других материалов, обладающих абразивным действием. Использование режущих АТП с механическим креплением и их переустановкой позволяет повысить стойкость в 15-25 раз по сравнению с инструментом из твердого сплава.

Эффективными областями применения инструментов, оснащенных АКП, является обработка силуминовых сплавов, бронзы, титановых сплавов.

Инструмент показал высокую работоспособность при точении таких специфических материалов как напыленные керамические покрытия на основе Al_2O_3 , углеграфит и силицированный графит. Резцы, оснащенные АКП, позволяют обрабатывать углеграфит со скоростями резания 4-5 м/с, а силицированный графит – 0,83-1,0 м/с.

Приведенные результаты исследований показывают высокую работоспособность и эффективность инструментов, оснащенных двухслойными композитами с режущим слоем из ПКА.

ЭКСПЕРТНАЯ ОЦЕНКА ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ СОЗДАНИИ ТЯЖЕЛЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ

Ковалев В.Д. Бабин О.Ф. Мельник М.С.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Каждая продукция обладает значительным количеством признаков, определяющих в целом ее качество. Качество станочной продукции определяется иногда несколькими сотнями свойств.

Номенклатура показателей качества устанавливается на самом раннем этапе создания станка – при разработке технического задания. В процессе проектирования и по результатам испытаний номенклатура показателей качества уточняется и служит основой для оценки качества на трех этапах существования станочной продукции: технический уровень проекта, производственно-технический уровень изготовления и эксплуатационный уровень применения.

Качество проекта – результат научно-исследовательских, опытно-конструкторских разработок, определяющих технический уровень и качество опытного образца новой продукции с точки зрения соответствия требованиям научно-технического и социального прогресса, повышения эффективности производства, охраны природы и т.п. К качеству проекта относится также качество выполнения технической документации.

Расчеты относительных показателей качества изделия производятся в карте технического уровня и качества. В карте содержатся единичные показатели качества оцениваемого изделия, базового образца, относительные единичные показатели и комплексный относительный показатель.

Помимо комплексного показателя, при проектировании станочного оборудования необходимо выполнять ряд проектных ограничений. К важнейшим проектным ограничениям относят требования к точности обработанных на станке готовых изделий. Требования к точности обработки обуславливают соответствующие требования на допустимые геометрические, кинематические, упругие, динамические, температурные и др. погрешности механизмов станка в процессе его проектирования.

К проектным ограничениям относят также производительность, технологичность изготовления и сборки, надежность, долговечность и др. показатели качества станка, отраженные в карте технологического уровня и качества.

Разработка нового станочного оборудования высокого технического уровня базируется на научном прогнозировании значений основных технико-экономических характеристик станков. При прогнозировании необходимо учитывать возможность появления новых направлений научных и технических решений, для чего составляется патентный формуляр.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОКООРДИНАТНОЙ ОБРАБОТКИ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ АДАПТИВНЫХ ФОРМООБРАЗУЮЩИХ СИСТЕМ

Ковалев В.Д., Гаков С.А., Пономаренко А.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Требования точности, предъявляемые машиностроением к станочному оборудованию, повышаются с каждым днем. Формообразующая обработка сложных поверхностей деталей характерна высокой трудоемкостью и большой долей ручных доводочных операций. Это обусловлено тем, что многокоординатная обработка деталей характерна ярко выраженной нестационарностью ее параметров: параметров срезаемых припусков и сечений срезаемых стружек, текущих значений параметров режущих кромок инструмента, допустимыми в текущий момент времени критическими значениями скорости резания, подачи и др., что должно оказывать существенное влияние на выбор параметров процесса обработки, инструмента для ее реализации, на параметры кинематики формообразования, режимную часть.

В области многокоординатной обработки деталей имеются большие неиспользованные резервы, что требует радикального совершенствования технологии с целью повышения эффективности обработки и более полного использования потенциальных возможностей многокоординатных станков с ЧПУ. В современном станкостроении одним из наиболее перспективных направлений повышения точности, и непрерывного контроля за динамикой станка – считается применение систем адаптивного управления. Применение таких систем в металлорежущем оборудовании подразумевает решение двух основных задач: своевременного получения информации об интересующих параметрах процесса и своевременное внесение соответствующей поправки в ход процесса.

При применении систем адаптивного управления для повышения качественных характеристик станка необходимо учитывать, во-первых, разнообразие процессов, действующих на станок и изменяющих его начальные характеристики, и, во-вторых, случайный характер этих воздействий. Создание станков, обладающих высокой параметрической надежностью, требует применения адаптивных систем, реагирующих не только на постоянно возникающие колебания условий обработки, но и на процессы, постепенно изменяющие характеристики станка. В станке может применяться одна или несколько таких систем обеспечения точности обработки в зависимости от необходимых точностных характеристик станка и от эффективности тех или иных коррекций. Информация о состоянии станка или элементов технологической системы поступает в систему управления станков для выработки корректирующих воздействий. Это позволяет повысить точность, соответственно и качество, обработки особенно для тяжёлых станков.

СПОСОБ КОМБИНИРОВАННОГО УПРОЧНЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Ковалев В.Д., Мирошниченко Ю.В., Васильченко Я.В., Нечепуренко А.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Одной из наиболее перспективных технологий улучшения эксплуатационных свойств изделий, применяемых в различных областях техники, является обработка импульсным магнитным полем (ОИМП).

На кафедре металлорежущих станков и инструментов Донбасской государственной машиностроительной академии проводятся исследования по повышению работоспособности режущих инструментов и деталей машин методом ОИМП. Накоплен опыт применения метода ОИМП для повышения стойкости и прочности инструментов из быстрорежущих сталей и твердых сплавов и внедрения в промышленность разработанных упрочняющих технологий.

В настоящее время разрабатываются технологии упрочнения методом ОИМП различных материалов, исследования влияния магнитной обработки на структуру и свойства обрабатываемых изделий, определение и оптимизация режимов обработки.

Одной из последних разработок, запатентованных на кафедре, является технология упрочнения режущего инструмента и деталей машин при обеспечении повышенной износостойкости изделий и низкого уровня остаточных напряжений и дефектов.

С целью устранения остаточных напряжений и дефектов от температурного воздействия на изделие, которое приводит к уменьшению прочности, после нанесения износостойкого покрытия на поверхности изделия, его подвергают обработке импульсным магнитным полем. При нанесении покрытия инструмент или деталь подвергается нагреванию, которое приводит к изменению структуры и образованию остаточных напряжений. Обработка импульсным магнитным полем после нанесения покрытия уменьшает карбидную неоднородность, уровень остаточных напряжений, устраняет дефекты структуры материала изделий.

Результаты теоретических исследований подтверждены результатами сравнительных лабораторных исследований на стойкость токарных резцов обработанных и не обработанных ОИМП.

Режимы обработки магнитно-импульсным полем оптимизированы по стойкостному критерию:

- импульсное напряжение в соленоиде – 1000 В;
- частота ОИМП – 3 Гц;
- продолжительность ОИМП – 5 мин;
- продолжительность размагничивания – 30 с;

В результате исследований выявлено, что стойкость пластин Т5К10+Ti с последующим воздействием ОИМП повышена 23%, а также снизился коэффициент вариации стойкости с 0,31 до 0,23, что свидетельствует о повышении стабильности свойств твердого сплава.

МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Ковалевская Е.С.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

In a paper the problems of optimization of technological processes are considered. The technique of security of an exactitude on a rigidity of a technological system is offered. The application of the given technique to optimization of technological processes is analyzed.

Решить задачу оптимизации можно только на основе комплексного подхода, т.к. изменение одних параметров ведет к изменению других. Т.е. процесс резания нужно рассматривать только как систему, чтобы улучшение одних характеристик не привело к ухудшению других.

От режимов обработки зависят точность и качество обрабатываемых поверхностей. Необходимо контролировать не качество обработки детали, а правильность выполнения управляющей программы.

Повышение надежности процесса резания достигается стабилизацией условий его протекания с учетом оценки входных возмущающих факторов, имеющих случайный или систематический характер.

Целью работы является повышение качества механической обработки при изготовлении машиностроительных изделий, путем управления процессом резания на фрезерных станках с ЧПУ.

Т.к. в каждой точке траектории движения инструмента изменяется жесткость, действуют вибрации, силы отжатия, износ инструмента и другие факторы, следовательно, изменяется сила резания. Режимы резания корректируются через модель жесткости, и на выходе получаем новые координаты движения инструмента, следовательно, достигается необходимая точность. Таким образом, зная режимы резания (скорость, подача, глубина резания), а также траекторию движения инструмента, можно определить взаимосвязь с этими величинами и выявить оптимальную траекторию движения инструмента. Это значит, что проводя обработку любой поверхности заготовки на этом станке получим требуемую точность с учетом жесткости системы СПИД. И в каждой точке новой траектории будет коррекция. Т.е. модель может быть применена для фрезерования любого контура, т.к. всегда будет зависимость между силой и координатой.

Адаптивная модель жесткости является универсальной. Т.к. в любом случае, даже самый надежный и дорогостоящий станок со временем обеспечивает погрешность обработки, т.е. изнашивается, снижается жесткость системы. Поэтому, необходимо корректировать силу резания $R_{x,y,z}$ с учетом режимов обработки, жесткости, вибраций, чтобы обеспечивалась необходимая точность обработки.

ВИРТУАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Ковалевский С.В.
(ДГМА г. Краматорск Украина)

Рациональное проектирование технологических процессов всегда остается актуальным. Несмотря на всемерное развитие средств их автоматизированного проектирования, остается проблемой учет слабо формализуемых факторов. К таким факторам, например, можно отнести ограничения по жесткости технологической системы, выбор последовательности обработки, схемы установки и закрепления заготовки, оптимизация режимов резания и т.п. Безусловно, в каждом из перечисленных случаев присутствуют строгие аналитические зависимости, однако их доля в технологическом решении остается не полной.

Предложена система взаимосвязанных моделей этапов технологического проектирования, которые могли бы учитывать как строгие аналитические зависимости, так и зависимости, сформированные и аппроксимированные по табличным данным, которые отражают уровень слабой формализации в технологическом проектировании. Особенностью этих моделей является описание объектов совокупностью однородных сетей с элементами, использующими сигмоидальную функцию.

Основные модули виртуальной лаборатории технологического проектирования:

- модуль описания детали;
- модуль базы данных свойств обрабатываемых материалов;
- модуль базы данных технологического оборудования;
- модуль базы данных универсальных инструментов;
- модуль базы данных универсальных станочных приспособлений,
- модуль базы данных универсальных контрольно-мерительных инструментов;
- модуль прогнозирования трудоемкости изготовления детали и маршрута обработки;
- модуль оптимизации технологических операций;
- модуль проектирования операций термообработки;
- модуль проектирования технологического оснащения;
- модуль проектирования специального инструмента;

Главным отличием модулей баз данных является представление их в виде нейросетевых моделей, обученных на множестве справочных данных. Объемность справочных данных дает основания считать такой подход достаточно удачным.

В результате объединения совокупности модулей в единую виртуальную лабораторию (комплекс компьютерных моделей) появляется возможность вести не только технологическое проектирование, но и всесторонне исследовать результаты проектирования при варьировании исходных данных и непосредственном наблюдении результатов проектирования.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ ПУТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ ОБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ковалевский С.В. Тулупов В.И.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Повышение точности изготовления деталей и сборки узлов увеличивает долговечность и надежность эксплуатации механизмов и машин. Этим объясняется непрерывное повышение требований к точности изготовления деталей машин в целом.

Повышение точности заготовок снижает трудоемкость механической обработки, уменьшает размеры припусков на обработку деталей и приводит в связи с этим к экономии металла. Получение точных и однородных заготовок на всех операциях технологического процесса является одним из неперенных условий автоматизации и механизации механической обработки и сборки.

Колебания твердости обрабатываемого материала значительно изменяют нормальную составляющую сил резания P . При обработке заготовок различной твердости для уменьшения колебаний силы резания, а, следовательно, и снижения непостоянства отжати в технологической системе и в конечном счете для снижения погрешности обработки, чистовые проходы должны проводиться со снятием минимального сечения стружки.

При различной твердости отдельных заготовок податливость технологической системы порождает рассеивание размеров обработанных деталей, а при колебании твердости в пределах одной заготовки – порождает погрешности геометрической формы деталей.

Колебания припуска на обработку детали, связанные с погрешностью заготовки, при работе на настроенных станках изменяют глубину резания t так как изменяется сила резания и вследствие чего меняется величина отжата инструмента.

Для управления величиной силы резания (не изменяя подачи, глубины и скорости резания) применено воздействие тока проходящего через зону резания, тем самым увеличим пластичность материала заготовки.

Колебание величины силы резания, в процессе обработки поверхности происходит из-за неравномерности припуска и неоднородности твердости материала заготовки. Эти колебания влекут за собой изменение мощности резания, и, следовательно, тока в цепи двигателя главного движения.

При увеличении силы резания, увеличивается ток в катушках статора двигателя. С помощью трансформатора тока снимается часть энергии одной из фаз, величина которой пропорциональна силе резания, и, подавая ее в зону резания, увеличиваем пластичность материала заготовки, снижая силу резания. Таким образом, стабилизируется величина силы резания.

СИСТЕМА ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Колесник В.Ф., Мироненко Е.В.
(ЗАО "НКМЗ", ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Несколько лет назад на страницах технической прессы появилось словосочетание "Tool management". Наиболее адекватным русским переводом является слово "инструментообеспечение". Ведущие мировые производители инструмента поддерживают такой подход в организации инструментального хозяйства.

"Tool management" подразумевает полный контроль и управление инструментом на всех стадиях его полного жизненного цикла. Этот подход ближе всего к управлению качеством в серии стандартов ISO 9000 и 14000.

Инструмент в современном производстве является важнейшим элементом технологического процесса, именно он, часто в большей степени, чем оборудование определяет уровень технологического процесса, применяемого на производстве, а, следовательно, и все остальные составляющие технологической конкурентоспособности: качество выпускаемой продукции, производительность труда и снижение себестоимости.

Работу по внедрению системы инструментального обеспечения следует начинать с проведения технических, организационных и экономических мероприятий.

На первом этапе проводится статистический анализ условий эксплуатации инструмента с разбивкой на группы условий обработки. Определяют возможные области для замены существующих конструкций на модульные.

На втором этапе определяются приоритетные области внедрения модульного инструмента, обеспечивающие его наибольшую экономическую эффективность. При выборе необходимо учитывать, что применение модульных инструментов с механическим креплением пластин наряду с повышением производительности обработки, снижением ее себестоимости и значительным сокращением удельного безвозвратного расхода твердого сплава, предполагает некоторый рост его количества, находящегося в обращении.

На третьем и четвертом этапах определяется общее количество заменяемых напайных конструкций, а также количество твердого сплава высвободившегося вследствие отказа от этих конструкций.

Далее определяем потребность в режущих пластинах и элементах модульного инструмента. Определяем месячную потребность в модульном инструменте для каждого станка, а также комплект инструмента, который должен находиться на рабочем месте.

На пятом этапе организуем изготовление необходимого модульного инструмента на специализированном участке обрабатывающих центров.

На шестом этапе разрабатываем технологию заточки и переточки специальных твердосплавных пластин с учетом формы передней поверхности, обеспечивающей дробление стружки в применяемом диапазоне режимов резания.

На седьмом этапе организуем хранение модульных резцов и их элементов на специально созданных сервисных центрах.

На восьмом этапе разрабатывают с учетом заводских условий, банка данных по эксплуатации модульного инструмента, нормативы режимов резания и нормы расхода элементов модулей.

На девятом этапе осуществляется комплекс мероприятий направленных на обучение рабочих по рациональной эксплуатации модульных резцов.

На десятом этапе организуем восстановление элементов модульного инструмента на сервисном центре обслуживающем несколько цехов.

На одиннадцатом этапе организуют контроль за эксплуатацией инструмента.

Критерием качества внедрения модульного инструмента является:

- достигнутая производительность механической обработки новым инструментом;
- относительная доля поломок инструмента по сравнению с фактически имеющей место на предприятии;
- процент твердосплавных пластин с износом близким к критерию затупления.

Система инструментального обеспечения предполагает наличие структурных единиц, каждая из которых представляет набор технических программных и информационных средств определенного функционального назначения. С учетом разработанных мероприятий на ЗАО "Новокраматорский машиностроительный завод" впервые на Украине создана комплексная система проектирования, изготовления и инструментального обеспечения модульным инструментом станков, как токарной, так и сверлильно-фрезерно-расточной группы.

Основными структурными составляющими системы замкнутыми в единое кольцо и определяющими определенные рабочие зоны, являются зоны проектирования, изготовления, хранения, подготовки и транспортировки инструмента на рабочее место, эксплуатации и диагностики.

В системе четко организованы работы в каждой из зон, налажен обмен данными между всеми зонами, а также между зонами и управляющей ПК. Вся информация об инструменте, находящемся на складе в сервисном центре, используется при разработке технологических процессов и управляющих программ для станков с ЧПУ.

МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛЫХ КОНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Косенко М.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В машиностроении широко распространены полые конические детали с различной толщиной стенки из стали, цветных металлов и сплавов.

Основным методом изготовления конических деталей является обратное выдавливание. В последние годы разрабатываются и другие перспективные методы изготовления конусов, такие как обратно-прямое выдавливание, выдавливание с раздачей, а также комбинированное выдавливание со сдвигом.

При изготовлении полых конических деталей в традиционном технологическом процессе реализуется схема обратного выдавливания конической заготовки, уложенной на дне полости коническим пуансоном в конической матрице. При использовании такой фасонированной заготовки в виде усеченного конуса, процесс характеризуется повышенными удельными и полными нагрузками, а также слабой проработкой донной части заготовки. Когда в качестве исходной заготовки используется цилиндрический образец, то штампуемое изделие имеет разностенность и неравномерность края.

Изготовление полых конических деталей с использованием схемы раздачи на коническом противополопуансоне характеризуется постоянным возрастанием технологического усилия и снижением предельного соотношения диаметров штампуемой конусной чашки.

Схема обратно-прямого выдавливания заготовки, расположенной в центральной части матрицы, лучше с точки зрения проработки донной части, но недостаток в том, что время двухстороннего истечения металла в прямом и обратном направлении незначительно и в конечной стадии процесса (при касании заготовкой дна полости) переходит в обратное выдавливание.

Новая схема комбинированного выдавливания со сдвигом, предполагает расположение исходной заготовки в верхней части матрицы. Такая схема обеспечивает проработку стенок и донной части заготовки, снижение технологического усилия, а также устранение разностенности и несоосности детали. Снижение деформирующих усилий происходит за счет появления сил активного трения, когда на наружной поверхности трение начинает играть полезную роль и способствует истечению металла в непрерывно сужающийся зазор между пуансоном и матрицей.

В ходе исследований процесса выдавливания конусов со сдвигом получены данные о силовом и деформационном режиме выдавливания и распределении напряжений и деформаций при помощи методов верхней оценки и делительных сеток.

Внедрение с раздачей верхней части полуфабриката и выдавливания со сдвигом остальной части конусной детали опробовано и освоено в виде опытно-промышленной партии изделий.

ОПТИМИЗАЦИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА МОДИФИКАТОРА ПРИ ВНУТРИФОРМЕННОМ МОДИФИЦИРОВАНИИ ЧУГУНА

Косячков В.А., Фесенко М.А., Фесенко А.Н.
(НТУУ "КПИ", г. Киев, ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Среди известных способов получения высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ) по технико-экономическим и экологическим показателям выгодно отличается от других модифицирование расплава базового чугуна внутри литейной формы (INMOLD – process).

При использовании данного способа модифицирования для получения ВЧШГ отсутствует пироэффект, достигается высокая степень усвоения модификатора и обеспечиваются благоприятные для получения заданных механических свойств условия структурообразования отливок.

Известно, что на характер литой структуры, механические и другие эксплуатационные свойства отливок из ВЧШГ при внутриформенной обработке жидкого чугуна оказывает влияние целый ряд факторов, основными среди них являются: химический состав исходного чугуна; тип, химический состав, расход и степень усвоения модификатора; температура расплава при заливке в литейную форму; условия затвердевания и охлаждения отливки и др. Одним из немаловажных факторов, влияющих на степень усвоения модификатора чугуном, является гранулометрический состав модификатора.

В экспериментальных исследованиях использовали исходный жидкий чугун, выплавленный в индукционной тигельной печи модели ИЧТ 006 с кислой футеровкой из шихты, состоящей из литейного чушкового чугуна марки Л4, стального лома (стали 45) и ферросплавов для доводки металла по содержанию кремния и марганца. Температура жидкого чугуна при выпуске из индукционной печи поддерживалась в пределах 1450...1470 °С. Заливка расплава в литейную форму производилась из ручного поворотного ковша при температуре 1400...1420 °С.

В качестве базового компонента для сфероидизирующего модифицирования чугуна в литейной форме выбрали комплексный ферросилиций-магниевый модификатор марки ФСМг7, содержащий 7,23% магния, 61,75% кремния, 0,32% кальция, остальное – железо.

При исследованиях для установления оптимального гранулометрического состава дробленый модификатор был разделен на фракции с размером частиц: до 0,63; 0,63...1,6; 1,6...2,5; 2,5...5,0 и 5,0...10,0 мм. Внутриформенная обработка исходного чугуна осуществлялась модификатором заданной фракции, помещенным в реакционную камеру нижнего расположения, при расходе ферросилиций – магниевой лигатуры 2,0% от массы обрабатываемого чугуна.

Анализ структур исследуемых чугунных образцов, обработанных лигатурой ФСМг7 разной дисперсности, показал, что наилучший эффект модифицирования наблюдается при обработке расплава внутри формы модификатором с размером частиц 2,5...5,0 мм. При этом достигается наиболее высокий коэффициент усвоения Mg и Si, по всему объёму экспериментальных отливок образуется шаровидный графит правильной формы (балл ШГф5) с диаметром включений до 45 мкм (балл ШГд45). Микроструктура образцов в литом состоянии – стабильно феррито-перлитная, оцениваемая баллами П45(Ф55).

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДА ТЯГИ ДРАГЛАЙНА ПРИ ИМПУЛЬСНОМ РАЗРУШЕНИИ ГРУНТА

Крупко В.Г., Алешичев П.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

The analysis of existing designs of dragline's breakdown mechanisms is carried out. There is describing of work's direction of intensification earth cutting with earthmoving machines.

Практически во всех странах мира происходит рост объемов земляных работ, требующий создания высокопроизводительной мобильной скоростной землеройной техники: машин, оборудования, инструментов, рабочих органов.

Актуальной является проблема поиска новых физических эффектов процесса разрушения и эффективных способов воздействия на рабочие среды; разработка способов интенсификации рабочих процессов землеройных машин.

В источниках, посвященных динамическому разрушению грунтов приведены, схемы для вибрационного, ударного, высокоскоростного разрушения грунтов, основы расчетов. Модели приводов землеройных машин на основе волнового цепного редуктора для импульсного разрушения грунтов ранее не рассматривались.

Целью данной работы является построение, обоснование параметров и дальнейшее исследование модели привода тяги драглайна с волновым цепным редуктором, обеспечивающим импульсное разрушение грунта.

В ходе теоретических исследований получена схема привода тяги драглайна с волновым цепным редуктором. При копании ковш драглайна перемещается по забою с помощью механизма тяги дискретно, обеспечивая дополнительное разрушение связей частиц грунта. Частота импульса зависит от параметров волновой цепной передачи (диаметров звездочек, количества катков) для различных типов грунтов. С помощью теории механизмов и машин, теоретической механики, прикладной математики построена методика получения зависимостей для определения геометрических и кинематических параметров описанного выше привода драглайна.

Полученные данные позволяют определить оптимальные параметры волновой цепной передачи для привода тяги драглайна и продолжить исследования системы "привод землеройной машины – рабочий орган – грунт". Применение механизмов с приводом на основе волнового цепного редуктора открывает широкие перспективы в направлении интенсификации землеройных работ, усовершенствованию конструкций приводов, снижению энергоемкости процессов землеройных машин.

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРИВОДА С ВОЛНЫМ ЦЕПНЫМ РЕДУКТОРОМ

Крупко В.Г., Дорохов Н.Ю., Койнаш Е.А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Modeling of kinematics processes of working the mechanisms of load lifting with wave chain drive is described.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Одним из неблагоприятных режимов работы механизма подъема крана является подъем груза с основания. Амплитуда деформации моста крана и частота его колебаний зависит от скорости подъема груза и соотношения жесткостей кранового моста и канатов полиспаста. Уменьшение амплитуды и частоты колебаний возможно уменьшением скорости подъема и жесткости канатов, либо увеличением жесткости моста, однако это может отрицательно отразиться на характеристиках крана. Поперечные колебания груза представляют опасность для персонала, отражаются на сроке службы крана, мешают проведению погрузочно-разгрузочных работ.

Цель работы – оптимизация параметров волнового цепного редуктора.

Изложение материала и результаты. Принцип работы волнового цепного редуктора, который состоит в разности длин периметров $ACDB$ и AB , образующихся при перекатывании катка относительно неподвижных звездочек, следствием чего является перемещение многорядной цепи, обеспечивающей перемещение ведомого звена (рис. 1, а).

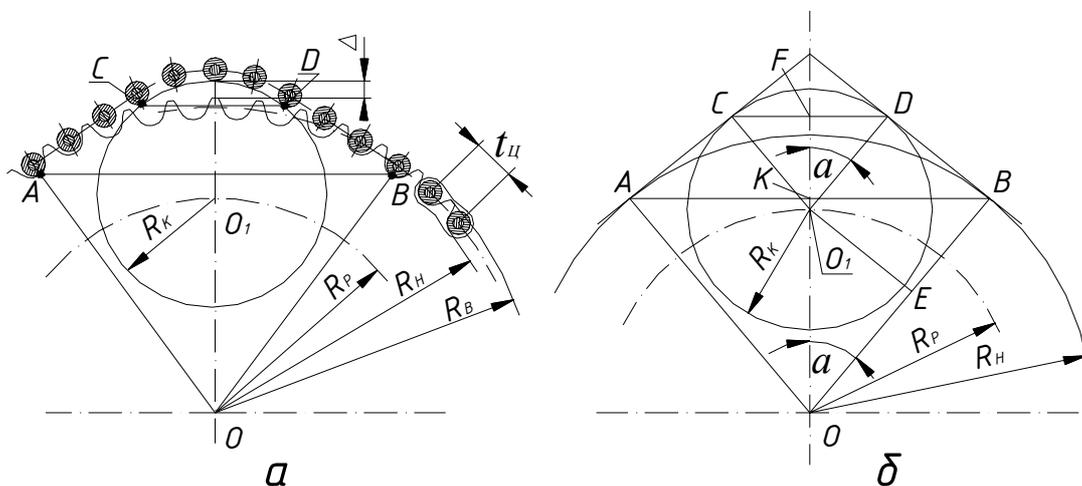


Рисунок 1 – К расчету кинематики волновой цепной передачи
а – схема работы волновой цепной передачи; б – замещающая схема

Для решения задачи построим схему рис. 1, б, при этом: R_H – радиус окружности впадин неподвижной звездочки; R_P – радиус центра катка; R_K – радиус катка; R_B – радиус выступов неподвижной звездочки.

Условия обеспечения работоспособности передачи (рис. 1, а)

$$\begin{cases} (ACDB) - (AB) = \Delta z \cdot t_{Ц}; \\ R_P + R_K > R_B, \end{cases} \quad (1)$$

где Δz - разность числа шагов в периметрах $ACDB$ и AB ;

$t_{Ц}$ - шаг многорядной цепи.

Из рис. 1, б видно, что $EB = O_1D = R_K$; $OE = OB - EB = R_H - R_K$.

Так как прямые, которым принадлежат точки A и C , касательны одновременно к окружностям OB и O_1D , то отрезки OB и O_1D параллельны, а углы FO_1D и KOB одинаковы. Из прямоугольного треугольника OO_1E

$$\alpha = \arccos \frac{R_H - R_K}{R_P}. \quad ACBD = AC + BD + CD.$$

$$AB = \frac{\pi \cdot 2\alpha}{180} \cdot R_H = 3,5 \cdot R_H \cdot \arccos \frac{R_H - R_K}{R_P} \cdot 10^{-2}.$$

$$AC = BD = O_1E = \sqrt{(OO_1)^2 - (OB - EB)^2} = \sqrt{R_P^2 - (R_H - R_K)^2}.$$

$$CD = \frac{\pi \cdot 2\alpha}{180} \cdot R_K = 3,5 \cdot R_K \cdot \arccos \frac{R_H - R_K}{R_P} \cdot 10^{-2}.$$

$$ACDB = 3,5 \cdot R_K \cdot \arccos \frac{R_H - R_K}{R_P} \cdot 10^{-2} + 2\sqrt{R_P^2 - (R_H - R_K)^2}.$$

Используя первое условие формулы (1), после преобразований:

$$3,5 \cdot (R_K - R_H) \cdot \arccos \frac{R_H - R_K}{R_P} \cdot 10^{-2} + 2\sqrt{R_P^2 - (R_H - R_K)^2} = \Delta z \cdot t_{Ц}. \quad (2)$$

Используя программу MathCAD, из (2) получен график зависимости между параметрами R_H , R_P , и R_K для $\Delta z = 1$ и $t_{Ц} = 12,7$ и $38,1$ мм (рис. 2).

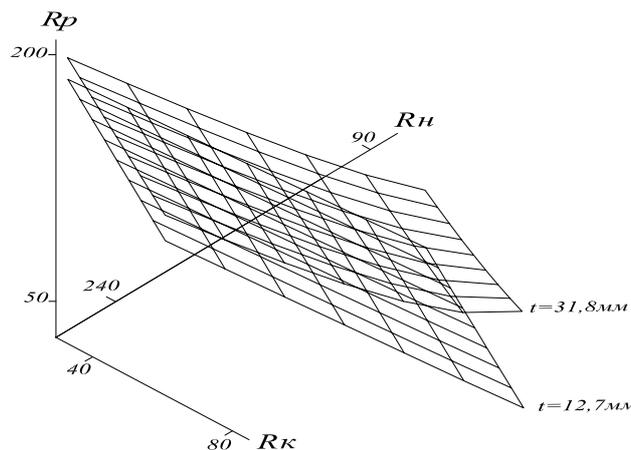


Рисунок 2 – Зависимость между параметрами передачи

Полученные результаты позволяют производить выбор оптимальных геометрических параметров волнового цепного редуктора для требуемых значений передачи.

УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

Лютакова Е.М.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

The problem of efficiency of information technologies is viewed. The criterias of a choice of technologies are proposed.

Под информационными технологиями в настоящее время подразумеваются методы и средства для обработки данных при помощи разнообразного программного обеспечения с целью получения информации.

Данные, которые в дальнейшем превращаются в информацию при помощи компьютера, проходят через несколько стадий:

- перенос данных на электронный носитель в определенном виде, который пригоден для дальнейшей обработки при помощи универсальных методов, заложенных в программном обеспечении;
- обработка данных, которая предполагает использование последовательности методов для обработки данных с целью получения информации;
- визуализация информации для улучшения ее восприятия человеком;
- операции с данными, позволяющие хранить и поддерживать их актуальность.

Выбор процесса получения информации зависит от определенных требований. К ним относятся:

- степень достоверности информации, которая обеспечивается за счет синхронизации информации с исходными данными;
- частота получения информации из данных;
- степень разнообразия требуемой информации, полученной на основе одних и тех же данных;
- уровень соответствия методов обработки информации универсальным методам, описанным выше;
- допустимое количество времени, необходимое для извлечения информации из данных;
- необходимый уровень знаний для получения информации;
- и другие.

Современное программное обеспечение предлагает большое разнообразие методов преобразования данных. Оно ориентируется на различный уровень знаний пользователя в области информационных технологий и отвечает в той или иной степени требованиям, описанным выше. В настоящее время не существует общепринятых критериев выбора информационной технологии для преобразования данных, а также не существует служб, которые бы составляли технологии для обработки данных. Эффективное управление информационными технологиями предполагает конкурентные преимущества предприятий и учреждений.

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ ТОКАРНО-ДАВИЛЬНЫХ СТАНКОВ

Маковецкий А.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В настоящее время на предприятиях достаточно широко используют современные технологии производства заготовок либо полуфабрикатов приближенных по форме и другим показателям к готовым изделиям. В этом ряду стоят такие техпроцессы, горячая обкатка и холодная раскатка полуфабрикатов.

Развитию таких современных безотходных процессов уделено большое внимание за рубежом [1, 2]. Необходимо поддерживать развитие этого направления за счет разработки новых технических решений, проектирования схем оборудования. Такая работа проведена автором, результаты ее отражены в ряде патентов Украины (Патент України № 43135. *МкВ 21 Д 51/02*. Верстат для виготовлення заготовок типу ступінчастих валів обкочуванням, № 4126. *МкВ 21 Д 22/00*. Спосіб формування порожнистих виробів).

В связи с разработкой новых конструктивных схем возникает необходимость в расчете наиболее нагруженных узлов обкатного и раскатного оборудования. Существует потребность как в расчет напряжений в процессе деформирования и сравнения их с предельными, так и в расчете перемещений конструкции с целью определения суммарных деформаций в системе, что характерно для холодной раскатки.

С этой целью было проведено, конечно-элементное, моделирование таких узлов станков как рамы и станины, конструктивных элементов силовых блоков обкатки либо раскатки, узлов осевого деформирования и установки, оправок и прижимов. Проведенные исследования показали направления усовершенствования конструктивных элементов узлов с целью снижения их металлоемкости, в частности возможность выполнения рам и станин комбинированными без снижения показателей оборудования. Выявлены также пути повышения точности оборудования, в частности и в случае использования в этом случае станков токарной группы после модернизации.

Это позволило разработать принципиально новую конструкцию универсального токарно-давильного оборудования, служащего для безотходного получения ряда осесимметричных изделий из конструкционных сталей, как с нагревом, так и на холодно. Предварительные исследования показали, что качественные показатели ряда изделий выдерживались на уровне отделочных операций формообразования, что подтверждено исследованиями ряда авторов [1, 2].

Литература: 1. Макаровец Н.А. Опыт внедрения технологических процессов ротационной вытяжки цилиндрических деталей / Н.А. Макаровец, В.И. Трегубов, Е.А. Белов, С.П. Яковлев // Кунеч. штамп. пр-во. № 8. – М.: 2002. С.24-28. 2. Короткий Г.П. Совершенствование процесса обкатки тонкостенных литых осесимметричных деталей // Кузн. штамп. пр-во. № 9. – М.: 2002. С.16-19.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МОДЕЛЬНЫХ СРЕД В ИССЛЕДОВАНИИ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ

Маковецкий В.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В заготовительном производстве, в том числе в кузнечно-штамповочном широко используют современные технологии производства заготовок из труднодеформируемых сплавов таких как титановые, стали типа ЧС и ряд других. При этом основными проблемами при разработке техпроцесса является физическая имитация процесса с использованием модельных сред.

Модельные среды в исследованиях процессов обработки давлением могут быть выполнены из разных материалов или их композиций и при этом должны удовлетворять ряду требований. Как минимум модельные среды должны быть локально адекватными хотя бы в малом. При формулировке ряда требований к средам мы должны рассмотреть имеющиеся традиционные и нетрадиционные среды.

Свойства моделей должны соотноситься со свойствами сред [1], при этом известны следующие модели: линейно упругая среда, подчиняется закону Гука; линейно вязкая среда, в соответствии с законом вязкости Ньютона; жестко-пластическая среда; комбинированные модели сред, такие как упруго-пластическая среда; упруго-вязкая среда Максвелла, описывает релаксацию напряжений; упруго-вязкая среда Фойгта, описывающая ползучесть; вязко-пластическая среда; среда Шведова-Бингема. Кроме того, используются ряд наследственных сред, такие как упруго наследственная среда, описываемая интегральным уравнением Вольтера.

Основываясь на работах В.П. Дмитриева по электромагнетизму, с учетом, что классический электромагнетизм подобен по своей структуре теории деформации и напряжений твёрдого тела [2] можно получить следующие результаты [1] В.П. Дмитриев, Упругая модель физического вакуума, МТТ, 1992, т. 26, № 6, С. 66-77.

Предполагается, что дефект, создающий поле возмущения \mathbf{f} , может свободно перемещаться в объеме среды. При этом уравнение (1) продолжает выполняться так, что достаточно положить в нем зависимость \mathbf{x}' от времени. Уравнение

$$\zeta \partial_t \mathbf{f} + 4\pi a \mathbf{v} \delta(\mathbf{x} - \mathbf{x}') = 0, \quad (1)$$

которое, вместе с рядом уравнений дает полное описание объекта, при условии, что функция $\mathbf{x}'(t)$ известна.

Движение дефектов представляет собой микроскопический механизм пластичности твердой упругой среды. Уравнение (1) соответствует свертке модели Прандтля-Рейсса упруго-идеально-пластической среды.

Литература: 1. Гун. Г.Я. Теоретические основы обработки металлов давлением. М.: Металлургия. 1980. 455 с. 2. V.P.Dmitriyev, Towards an exact mechanical analogy of particles and fields, Nuovo Cimento, 1998, v. 111A, №5, pp. 501-511.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АДАПТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ МОДЕРНИЗИРОВАННЫМ ТОКАРНЫМ СТАНКОМ ДЛЯ РОТАЦИОННОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ ТРУБЧАТЫХ ЗАГОТОВОК

Макшанцев В.Г., Афанасьева М.А., Афанасьева А.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Results of modelling of system of adaptive management by the modernized lathe for rotational deformation of tubular preparations are submitted

Современные системы управления должны в максимальной степени использовать достижения компьютерно-интегрированных технологий. В данной работе объектом исследования являлся токарный патронно-центровой станок с числовым программным управлением модели 16А20Ф3. Целью данного исследования является идентификация модернизированной системы управления, построенной на базе персонального компьютера. В задачи исследования входило построение модели адаптивной системы управления, проверка адекватности модели и разработка рекомендаций по практическому применению построенной модели. В данной работе разработана модель управления класса PCNC. Моделирование осуществлялось в среде Matlab 6.0.

Методика исследований заключалась в следующем. Для проверки модели системы управления на адекватность, были проведены исследования работы схемы и переходных процессов при задании различной скорости вращения привода главного движения (шпинделя станка). Также была проведена оценка переходного процесса в приводе продольной подачи при задании различной скорости быстрого перемещения. Графики переходных процессов в приводах при отработке этих заданий показал, что переходной процесс несёт аperiодических характер. Такой вид переходных процессов, при заданных условиях, подходит под описание реальных.

Для комплексной оценки адекватности модели были проведено исследование её работы по программе заложенной в подсистеме "Mane". Совмещённый график переходных процессов в приводах при работе системы по программе показал, что модель стабильно работает при изменяющихся по программе режимах обработки. Результаты, полученные при испытаниях модели в разных режимах работы, позволяют сделать заключение об адекватности построенной модели. На основе построенной модели системы управления проведен анализ динамики технологического процесса, находящегося под управлением АСУ и анализ динамики самой АСУ.

Разработанная и отлаженная модель алгоритмов управления является базой для разработки программного обеспечения адаптивной системы управления. Прозрачность взаимодействия основных структурных групп модели системы управления и возможность проведения экспериментов на ней позволяет значительно упростить процесс разработки программного обеспечения для систем управления подобного типа.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ

Малыгина С.В.
(ПГТУ, г. Мариуполь, Украина)

The estimation of the behavior of protective cover during the welding in CO₂ is described.

Цель работы – оценить поведение защитного покрытия в наиболее термически нагруженных участках с учетом специфики жестких эксплуатационных условий его работы.

В процессе сварки защитные покрытия нагреваются в основном теплом, получаемым от металла изделия. Количество теплоты, получаемое защитным покрытием, может быть рассчитано на основании закона Фурье, согласно которому количество тепла, передаваемое через плоскую стенку, прямо пропорционально разности температур $\Delta T_n = T_n - T_0$ горячей T_n и холодной T_0 сторон стенки, площади стенки F и времени t и обратно пропорционально толщине стенки δ_n .

Для свариваемого листа сварного соединения, покрытого защитным слоем тепловой поток определяется по формуле:

$$q_m = \frac{\lambda_m}{\delta_m} \Delta T_m,$$

где λ_m – коэффициент теплопроводности материала листа, δ_m – толщина листа, ΔT_m – приращение температуры листа.

Поскольку часть теплового потока q_m идет на нагрев защитного покрытия и теплоотдачу в окружающую среду, то на нагрев основного металла затрачивается часть теплового потока, равная:

$$q'_m = k \frac{\lambda_m}{\delta_m} \Delta T_m,$$

где величина коэффициента k меньше единицы.

Тогда на нагрев защитного покрытия пойдет тепловой поток:

$$q = q_m - q'_m = \frac{\lambda_m}{\delta_m} \Delta T_m (1 - k).$$

Приращение температуры защитного покрытия:

$$\Delta T_n = \frac{\delta_n}{\lambda_n} \cdot \frac{\lambda_m}{\delta_m} \Delta T_m (1 - k).$$

Таким образом, для определения температурного поля в защитном покрытии ΔT_n необходимо знать распределение температуры в сварном соединении ΔT_m и коэффициент k уменьшения температуры металла за счет теплоотдачи в окружающую среду. Полученные рекомендации позволили рассчитать температурное поле в покрытии стыкового соединения.

ВПЛИВ ЧАСТОТИ КОЛИВАНЬ РОЗВЕРТКИ НА ТОЧНІСТЬ ОБРОБКИ

Малишко І.А., Кисельова І.В., Шульга Н.А.
(ДонНТУ, м. Донецьк, Україна)

It is investigated the influence of reamer teeth setout on frequency and peak of radial vibration and on value of geometric error of holes.

При обробці отворів важливе місце займає розверстування, яке повинне забезпечити необхідну точність обробленого отвору. Однак дослідження показали, що отвори, оброблені розвертками, можуть мати величину огранки, що перевершує величину поля допуску на отвір.

Метою даної роботи є визначення шляхів підвищення точності обробки отворів при розвертуванні за рахунок зменшення величини огранки.

На величину огранки впливає амплітуда радіальних коливань розвертки. Підвищити точність оброблених отворів можна шляхом зменшення амплітуди цих коливань. Для підвищення частоти вимушених коливань використовують розвертки з нерівномірним кутовим шагом. Процес різання може демпфірувати чи підсилювати вимушені коливання технологічної системи. Вибравши оптимальні конструктивні параметри розвертки і режими різання, можна досягти максимального демпфірування радіальних коливань і звести огранку отворів до мінімуму.

Проведені дослідження показали, що при частотах радіальних коливань розвертки більших чи рівних частоті власних коливань пружної ланки ($\omega \geq \omega_c$) можлива втрата сталості технологічної системи. Тому розвертками з різницею кутових кроків $\Delta\Theta \geq \Delta\Theta_{\min}$ необхідно працювати при низьких швидкостях різання, тобто в дорезонансній області.

При збільшенні подачі від 1,6 мм/об до 2,5 мм/об сили демпфірування на задній поверхні зубців розвертки зростають. Це приводить до підвищення стійкості системи. Аналогічний вплив робить збільшення довжини головної різальної кромки при негативному куті λ .

На підставі виконаних досліджень встановлено, що сили, які діють на задню поверхню зубців, що різуть, відносяться до сил демпфірування, і з їх ростом амплітуда коливань розвертки зменшується. Збільшення різниці кутових шагів до $\Delta\Theta \geq \Delta\Theta_{\min}$ сприяє збільшенню частоти коливань інструмента і зменшенню амплітуди цих коливань.

Отже, можна зробити висновок, що для підвищення точності обробки отворів при розвертуванні необхідно збільшувати сили, що діють на задню поверхню різальних зубців за рахунок дотримання умови $\Theta \geq \Delta\Theta_{\min}$ і збільшення довжини контакту головної різальної кромки розвертки з оброблюваною поверхнею.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ОТВЕРСТИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ОСЕВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ

Малышко И.А., Татьянченко А.Г.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Значительным резервом в повышении точности обработки отверстий в настоящее время является температурные деформации детали и инструмента, на которые по различным оценкам приходится почти 50% суммарной погрешности обработки отверстий. Одним из негативных последствий влияния температурных деформаций на точность отверстия является искажение его продольного профиля, принимающего характерную бочкообразную форму, которая складывается из разбивки отверстия и отклонения от прямолинейности продольного профиля.

Авторами были проведены исследования формирования продольного профиля отверстия при чистовой обработке осевым инструментом, которые позволили установить причины и характер образования бочкообразной формы продольного профиля отверстия и разработать методы прогнозирования различных компонентов погрешности продольного профиля по глубине отверстия. Суммарная погрешность диаметра $\Delta d(x)$ в произвольном сечении отверстия x при малых скоростях резания определялась как:

$$\Delta d(x) = \Delta_1(x) + \Delta_2(x) + \Delta_3(x) + \Delta_4(x) + \Delta_5(x),$$

где $\Delta_1(x)$, $\Delta_2(x)$ – температурные деформации детали и инструмента, $\Delta_3(x)$, $\Delta_4(x)$ – упругих контактных деформаций детали и инструмента по задней поверхности, $\Delta_5(x)$ – смещение оси инструмента от действия неуравновешенной радиальной силы резания.

Установлено, что параметры $\Delta_3(x)$, $\Delta_4(x)$ и $\Delta_5(x)$ практически постоянны по всей длине отверстия, а $\Delta_1(x)$ и $\Delta_2(x)$ имеют сложную нелинейную зависимость от x . Смещение оси инструмента $\Delta_5(x)$ от действия неуравновешенной радиальной силы резания вызывает разбивку отверстия, упругие смещения контактных поверхностей инструмента $\Delta_4(x)$ и детали $\Delta_3(x)$ способствуют усадке отверстия, температурные деформации инструмента $\Delta_2(x)$ способствуют разбивке отверстия, а температурные деформации детали $\Delta_1(x)$ в зависимости от толщины стенок могут вызывать как разбивку отверстия, так и его усадку. Бочкообразная форма продольного профиля в начале отверстия определяется нелинейностью температурных деформаций инструмента и детали. Бочкообразная форма в конце отверстия определяется в основном температурными деформациями детали.

Проведенные исследования позволили разработать методы определения параметров $\Delta_i(x)$ и суммарной погрешности $\Delta d(x)$ продольного профиля в целом на основе аналитических зависимостей, основанных на результатах численных и теоретических исследований и не требующих сложной вычислительной техники. Сравнение полученных результатов с результатами экспериментальных замеров показывает их качественную и количественную сходимость.

ИСХОДНАЯ ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ ПОВЕРХНОСТЬ ОБКАТОЧНОЙ ШЛИЦЕВОЙ ФРЕЗЫ

Мамлюк О.В., Равская Н.С., Родин Р.П.,
(Киевский авиационный техникум, НТУУ "КПИ", г. Киев, Украина)

В докладе дана новая методика определения исходной инструментальной поверхности фасонной обкаточной шлицевой фрезы при рассмотрении движений вращения фрезы и заготовки с соответствующими угловыми скоростями.

Предложено шлицевые валы обрабатывать фасонными обкаточными фрезами, исходная инструментальная поверхность которых образована по первому способу. По сравнению с известным способом обработки шлицевых валов червячными фрезами, в том числе постоянной установки, фасонные обкаточные фрезы являются более простыми по конструкции режущими инструментами с прямолинейными теоретически точными режущими кромками.

Для определения исходной инструментальной поверхности обкаточной шлицевой фрезы сообщаем рассматриваемой системе вращение вокруг оси фрезы с угловой скоростью $(-\vec{\omega}_2)$, при этом инструмент будет неподвижен, а шлицевой вал будет совершать сложное движение, занимая ряд последовательных положений.

Огибающая к этим последовательным положениям поверхности шлицевого вала будет исходной инструментальной поверхностью.

Исходная инструментальная поверхность определяется на основе совокупности характеристик и рассчитывается по формулам перехода от системы XYZ к системе $X_2Y_2Z_2$:

$$\begin{aligned}X_2 &= X; \\Y_2 &= (Y - a)\cos t_2 - Z \sin t_2; \\Z_2 &= Z \cos t_2 + (Y - a)\sin t_2.\end{aligned}$$

В докладе показано, что на основе найденной исходной инструментальной поверхности могут быть спроектированы инструменты для обработки рассматриваемой стороны впадины шлицевого вала.

Для того, чтобы сформировать вторую сторону впадины шлицевого вала, по рассмотренной методике определяется исходная инструментальная поверхность второй стороны. Используя две исходные инструментальные поверхности, проектируются две фасонные обкаточные фрезы для обработки заданного шлицевого вала.

Исходная инструментальная поверхность фасонной обкаточной фрезы, сопряженная с поверхностью впадин шлицевого вала, будет поверхностью вращения, профиль которой является дугой окружности, радиус которой равен радиусу окружности впадин обрабатываемого вала.

Исходная инструментальная поверхность фасонной обкаточной фрезы, сопряженная с боковой плоскостью зуба шлицевого вала, является линейчатой поверхностью, алгоритм определения которой приводится в докладе.

ВЛИЯНИЕ ОПЕРАЦИИ ОСАДКИ НА КАЧЕСТВО КРУПНЫХ ПОКОВОК

Марков О.Е., Олешко В.М.
(ДГМА, ЗАО "НКМЗ", г. Краматорск)

The new technological process of plate forging, which allows to lower the cost price of their manufacture and to increase quality of forged pieces due welding of a defect axial zone at the expense of localization of major squeezing stress and double alternating-sign curving here was designed.

Большую часть заготовок для изготовления деталей ответственного назначения в тяжелом машиностроении получают обработкой металлов давлением – ковкой слитков на гидравлических прессах. Качество получаемых деталей определяется структурой литой заготовки и технологией кузнечной обработки. Последовательность кузнечных операций зависит от формы поковки – вал, плита, диск и пр.

Определенное место среди крупных поковок занимают плиты (пластины) – столы станков, днища, штампы для крупногабаритных деталей и пр. Для этих поковок форма оказывает сильное влияние на ее качество. Поковки прямоугольного сечения деформируются плоскими бойками. Эта схема деформирования характеризуется высокой неравномерностью распределения деформаций в объеме заготовки, которая приводит к анизотропии механических свойств. К особенностямковки плоскими бойками можно отнести интенсивное удлинение при деформировании с кантовками. Это приводит к тому, что для получения широких плит применяется операция осадка для увеличения диаметра заготовки. Осадка слитка не только самая энергоемкая операция, но и неэффективная с точки зрения заковывания внутренних дефектов слитков металлургического происхождения (осевая рыхлость). При осадке в осевой зоне заготовки действуют растягивающие напряжения, которые приводят к раскрытию внутренних дефектов. Совершенствование технологииковки крупных поковок заключается в исключении операции осадки. Для возможности исключения операции осадки необходимо использовать способыковки, обеспечивающие интенсивное уширение. К таким способам относитсяковка плит V-образными бойками (верхний выпуклый, нижний – вырезной).

Промышленная апробация новой технологии показала соответствиековки техническим условиям заказчика и полное устранение внутренних дефектов слитка.

Вывод. При ковке плит операция осадки заготовки является нежелательной, так как приводит к раскрытию внутренних дефектов. Альтернативойковки по традиционной схеме служит деформирование слитков V-образными бойками, которое повышает качество и снижает себестоимость изготовления плит.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ НЕПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Мартынов А.П., Пациора А.П., Васильев А.П., Вакуленко М.А.
(ДГМА, ЗАО "НКМЗ", г. Краматорск, Украина)

Исследованы и учтены многочисленные конструктивные и технологические факторы, определяющие как характер сопряжения так и процесс обработки и сборки деталей, в результате чего разработаны программы "Natyag-DGMA" и "Perehod-DGMA", позволяющие осуществлять управление качеством сопряжений неподвижных соединений.

Прочность и технологические параметры сборки соединений с натягом в значительной мере определяются величиной относительного натяга, который, как установлено, резко возрастает в области малых диаметров (до $d = 100-120$ мм).

На основе разработанных графиков показано, что так же резко увеличивается значения коэффициентов Ляме, начиная от соотношения диаметров d/d_2 (d_1/d)=0,35-0,4.

Предусмотрена оптимизация других параметров соединения, в том числе коэффициента трения и шероховатости поверхности. Влияние последней наиболее сильно сказывается в лёгких посадках, т.е. с небольшими натягами.

При назначении окончательного варианта посадки следует добиваться, прежде всего, максимальных запасов прочности (эксплуатационного или технологического). Определяющими факторами здесь являются заданные условия эксплуатации (нормальные или с перегрузками, ударами, вибрацией) и степень стабильности технологических процессов сборки (при стабильном, отработанном техпроцессе может быть принята меньшая величина технологического запаса). Обязательно при этом, разумеется, учитывают наличие сборочного оборудования.

В зависимости от метода сборки назначаются размерные характеристики входных поясков соединяемых деталей.

Для упрощения работы конструктора и технолога предусмотрен выбор оборудования и определения технологических параметров процесса сборки.

Выбор и обоснование переходных посадок выполняют методом попыток, определяя затем вероятностные характеристики.

Результаты расчетов получают в виде максимально возможных значений натягов и зазоров, а также их вероятностей. Для наглядности эти данные дополняются графиками интегральной функции вероятности $\Phi(z)$ с разделением её площади на зоны натягов и зазоров согласно расчетам, которые облегчают оптимизацию и окончательный выбор.

При обработке крупных деталей в тяжелом машиностроении следует учитывать психологический фактор и вызванное им смещение центра группирования в "безопасную" зону, что также предусмотрено при оптимизации параметров соединений.

Разработанная методика проектирования позволяет оптимизировать конструктивно-технологические параметры и таким образом обеспечить управление качеством сборки неподвижных соединений.

СОБИРАЕМОСТЬ КРУПНЫХ УЗЛОВ ИЗДЕЛИЙ

Мартынов А.П., Пациора А.П., Корчак Е.С., Евсеенко Ю.В.
(ДГМА, ЗАО "НКМЗ", г. Краматорск, Украина)

Проведен анализ собираемости зубчатых и червячных передач, подшипниковых узлов и соединений с крепёжными деталями, что позволило определить комплекс конструктивно-технологических факторов, обеспечивающих взаимозаменяемость узлов, которая является одним из обязательных требований стандартов.

Установлена структура суммарной погрешности зубчатых передач. Доминирующее влияние на точность сборки крупных зубчатых зацеплений оказывают погрешности направления зубьев – их доля в общем балансе точности сборки составляет около 60% при расчете по вероятностному методу и около 40% при расчете по методу максимума-минимума.

На основе многочисленных графиков установлено для всех видов передач (цилиндрических, конических, червячных) требования к точности сборки с увеличением их размеров ужесточаются и одновременно снижается точность станков, используемых для обработки корпусов, что затрудняет обеспечение качества сборки. На основе этого разработаны соответствующие рекомендации.

Определены условия собираемости наружного кольца подшипников с полуотверстием корпуса.

Расчеты показали, что для диапазона диаметров 100-500 мм, наиболее распространенного в крупных редукторах, допустимая величина смещения оси отверстия относительно плоскости разъема корпуса составляет 1-4 мм.

Расчётные величины средних зазоров, получающихся в соединениях с полями допусков отверстия *H6*, *H7*, с одной стороны, и полями допусков *G6*, *G7*, с другой стороны показали, что в последнем случае величина зазора в соединениях с номинальными диаметрами 100-500 мм больше в 1,2-1,7 раза.

Поэтому в крупных разъемных корпусах на диаметры отверстий под подшипники качения наиболее целесообразно назначать поля допусков *G6* или *G7*, что позволит создать зазор в соединении с наружным кольцом, а значит возможность проворачивания последнего в процессе эксплуатации подшипникового узла и снижения неравномерности износа дорожек качения и связанного с этим повышения долговечности подшипникового узла.

Разработана также программа нормирования допусков расположения осей отверстий деталей, соединяемых крепёжными деталями, что позволяет обеспечить взаимозаменяемость таких узлов. Предусмотрено назначение допусков двумя способами: позиционными допусками осей отверстий и предельными отклонениями координирующих размеров.

Допуски расположения осей отверстий назначают одинаковыми либо разными, что позволяет установить наибольшее допустимое отклонение по второй координате и исключить таким образом брак.

Для использования результатов в цеховых условиях разработаны номограммы.

Проведенные исследования позволяют оптимизировать параметры соединений узлов, обеспечить взаимозаменяемость и повысить качество изделий.

РАЦИОНАЛЬНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СБОРНОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПРОРЕЗКИ НА ТЯЖЕЛЫХ СТАНКАХ

Миранцов Л.М., Миранцов С.Л.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

In given article new designs of modular detachable cutters for heavy machine tools are considered. Questions of definition of rational design data of cutters are considered.

Повышение производительности механической обработки на тяжелых станках ограничивается некоторыми технологическими операциями, представляющие собой не свободное резания, одной из которых является глубокая прорезка. Операция прорезки на тяжелых станках характеризуется рядом особенностей. Прорезные резцы работают со значительными удельными нагрузками на режущие лезвия, в условиях затрудненного отвода стружки, что приводит к поломкам режущих пластин. Кроме того, пониженная жесткость технологической системы при обработке, приводит к возникновению колебаний инструмента в процессе резания.

Таким образом, одним из основных требований к конструкции прорезных резцов для тяжелых станков – является прочность и жесткость узла крепления режущего элемента в корпусе инструмента. Используемые на предприятиях конструкции сборных прорезных резцов не отвечают в полной мере указанным требованиям.

С целью преодоления указанных трудностей, предложены рекомендации к проектированию конструкций сборных прорезных резцов для тяжелых станков. Особенностью предлагаемых конструкций является высокая жесткость крепления специального режущего элемента, что значительно повышает виброустойчивость инструмента.

Для определения рациональных конструктивных параметров узла крепления режущего элемента сборного прорезного резца проведено моделирование конструкции инструмента с использованием метода конечных элементов.

Определены конструктивные параметры режущего элемента и корпуса инструмента.

Использование предлагаемых конструктивных параметров позволяет проектировать сборные прорезные резцы для тяжелых станков, которые обладают повышенной жесткостью и прочностью узла крепления, что позволяет повысить в конечном итоге производительность прорезки за счет интенсификации режимов резания.

ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТИ ИСПОЛНЕНИЯ БАЗОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ МОДУЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА

Мироненко Е.В., Бобух Л.А.
(ДГМА, ЗАО "НКМЗ", г. Краматорск, Украина)

Для повышения качества сборного инструмента важно знать какое влияние на работу оказывает погрешность форм и расположения поверхностей деталей, входящих в конструкцию модульного инструмента.

Современные технические требования и технические указания на сборный инструмент, заложенные в стандартах недостаточно полно и не всегда обосновано рекомендуют некоторые параметры, определяющие точность исполнения форм базовых поверхностей сборного инструмента.

Системный анализ качества сборных конструкций инструмента показал, что вопросы качества модульного инструмента и пути его повышения тесно связаны с уровнями исследования и совершенствования следующих основных подсистем: подсистема инструментального материала; подсистема конструкции узла крепления; подсистема технологических факторов, связанных с качеством изготовления модульного инструмента.

Наибольшее влияние исследователей было уделено изучению первых двух подсистем. Вместе с тем, как показали проведенные исследования, стойкость инструмента зависит от его статической и динамической податливостей. Особенно это актуально, если конструкция модульная и содержит большое количество различных элементов.

Поэтому представляется целесообразным в первую очередь исследовать влияние технологических отклонений на статическую и динамическую характеристики модульного инструмента и его надежность.

Анализ экспериментальных данных проводился на основе результатов паспортизации модульных инструментов и результатов производственных исследований. Влияние микро- и макрогеометрии базовых поверхностей носит сложный характер. Это объясняется двумя причинами. Во-первых, на качество инструмента оказывает влияние макро- и микрогеометрия как опорных, так и упорных базовых поверхностей. Во-вторых, возможны различные ориентации режущих и опорных пластин относительно базовых поверхностей. Встречающиеся рельефы опорных поверхностей были условно разделены на три основных вида: вогнутость, извернутость, выпуклость. Были отобраны конструкции модульного инструмента по видам рельефа опорных поверхностей.

Экспериментальные исследования показали тесную связь между рельефом опорных поверхностей и стойкостью инструмента. Вид рельефа опорных поверхностей оказывает влияние на разность между минимальным значением стойкости и динамической податливостью, что приводит к разбросу и нестабильности режущих свойств модульного инструмента. Наибольшую стойкость и динамическую жесткость показали модульные инструменты имеющие вогнутые базовые поверхности.

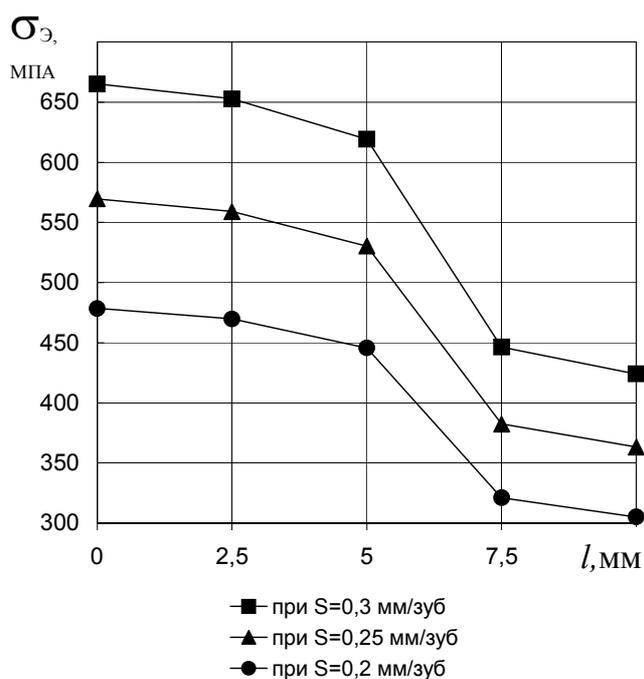
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СБОРНЫХ ФРЕЗ

Мироненко Е.В., Гузенко В.С., Марчук Е.В.
(ДГМА, ЗАО "НКМЗ", г. Краматорск, Украина)

При фрезеровании деталей наиболее важными проблемами являются вопросы, связанные с надежностью и стойкостью инструмента. Надежная работа инструмента в первую очередь зависит от прочности инструмента. Для обеспечения прочности инструмента и экономии материала при его изготовлении, целесообразно производить оптимизацию с использованием компьютерных расчетов по методу конечных элементов.

Моделирование и расчет прочностных характеристик сборных фрез с учетом контактных нагрузок и сил трения производилось по методу конечных элементов. Режимы резания для данных инструментов определялись в соответствии с нормативами режимов резания для фрезерных станков. Силы резания рассчитаны по эмпирическим зависимостям, полученным экспериментальным путем. В качестве инструментария для моделирования конструкций и расчетов были использованы системы SolidWorks и CosmosWorks. Режимы резания были определены из условий обработки жаропрочной стали X18H9T, материал режущей пластинки BK8.

При работе дисковой фрезой одновременно в процессе резания может участвовать j сектора инструмента, а для данной фрезы это составляет максимум 4 режущих кромки.



Распределение величины эквивалентных напряжений по длине режущих кромок.

Проведенный расчет по методу конечных элементов позволил получить данные о характере нагружения элементов сборных фрез. Полученные экспериментальные результаты показали жесткую корреляционную зависимость между расчетными данными и видами отказов режущих пластин сборных фрез.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЗА СЧЁТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АГРЕГАТНО-МОДУЛЬНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Мироненко Е.В., Казакова Т.В., Соловьёв М.Г.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Работа систем с восстановлением характеризуется требуемыми периодами непрерывного функционирования и необходимостью быть исправными в заданный момент времени с заданной вероятностью. Для поддержания надёжности такой системы на требуемом уровне при эксплуатации производится её сервисное обслуживание. Наиболее полным показателем обслуживания (ремонтпригодности) является среднее время восстановления технологической системы, структура которого получена при длительных испытаниях модульных резцов на надёжность

$$\tau_c = \alpha_1 \tau_{cm} + \alpha_2 \tau_{cn} + \alpha_3 \tau_o + \alpha_4 \tau_{co} + \alpha_5 \tau_{cc} + \alpha_6 \tau_{ck} + \alpha_7 \tau_{выр} \quad (1)$$

где τ_{cm} – время замены модуля; τ_{cn} – время замены режущей пластины; τ_o – время очистки крепёжных элементов от стружки и пыли; τ_{co} – время замены опорной пластины; τ_{cc} – время замены стружколома-прихвата; τ_{ck} – время замены крепёжного элемента; $\tau_{выр}$ – время вырубki части твёрдого сплава, внедрившихся в заготовку; α_i – весовые коэффициенты элементов восстановления технологической системы.

Установлено, что весовые коэффициенты α_i существенно отличаются и зависят от исходного качества и уровня повреждённости резцов. Наиболее высокими являются коэффициенты α_1, α_2 и α_3 . Для новых резцов с учетом времени восстановления производительность механической обработки определяется по зависимости

$$\dot{I} = \frac{W}{(1 + \frac{\tau_c}{T})}, \quad (2)$$

где W – объём снятого материала за период стойкости T .

С учётом интенсивности отказов и уровня повреждённости агрегатно-модульных резцов производительность равна

$$\dot{I} = \frac{W}{(1 + \frac{\tau_c}{T} \cdot \frac{\lambda_i}{\lambda_1})}, \quad (3)$$

где $\frac{\lambda_i}{\lambda_1}$ – увеличение интенсивности отказов на i -м периоде стойкости.

Рассмотрены различные варианты стратегии обслуживания и установлено, что минимальное время обслуживания будет в том случае, когда на рабочем месте будут одновременно два модуля и время сервисного обслуживания будет сводиться к замене модуля и вырубке твёрдого сплава.

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ДЕТАЛЕЙ ГОРНОШАХТНЫХ МАШИН С ТВЁРДЫМ ПОКРЫТИЕМ

Мироненко Е.В., Ключко А.А, Шпонька В.А., Ключко Е.А., Ким В.Е.
(ДГМА, г. Краматорск, ОАО "Дружковский машино-
строительный завод", г. Дружковка, Украина,
ФГУП "ЦНИИМ" г. Санкт-Петербург, Россия)

Одной из основных задач в машиностроении является обеспечение высоких эксплуатационных свойств выпускаемых машин, агрегатов, станков. Высокие требования износостойкости, защиты от коррозии, особенно при работе горношахтного оборудования сочетаются с обеспечением техники безопасности.

На детали горношахтных машин (ГШО), в т.ч. механизированных крепей в эксплуатационных условиях действуют в основном факторы двух типов:

- постоянное действие сильно минерализованной воды;
- абразивное влияние на рабочие открытые поверхности штоков и плунжеров гидроцилиндров.

Покрытия должны выдерживать высокие напряжения и обеспечивать высокую плотность, исключая появление пористости. Хромовое покрытие в паре "железо-хром" является катодом, и обеспечивает только механическую защиту железоуглеродистых сплавов. При наличии пор в покрытии оно не только не защищает изделие от коррозии, но даже способствует более сильному разрушению находящегося под покрытием металла. Поэтому получаемые гальванические покрытия должны быть не только беспористыми, но также достаточно мягкими и пластичными.

Самое важное свойство хрома – его высокая износостойкость при работе на трение. Однако, при ударных нагрузках вследствие своей хрупкости хромового покрытия не обеспечивается стойкость. Особенно это относится к блестящему хрому, молочный хром выдерживают довольно сильные удары.

На основании требований, предъявляемых к хромовому покрытию были проведены работы по исследованию электролитов хромирования и рекомендации для промышленного применения.

При подборе составов электролитов основное внимание было уделено наименьшей пористости и, следовательно, наибольшей коррозионной стойкости, а также наибольшей мягкости получаемых из них покрытий. Были подобраны для исследования два вида электролита: стандартный и двухслойное хромовое покрытие.

Основное требование при нанесении двухслойного хромового покрытия – строжайшее соблюдение условий электролита (температуры и плотности тока).

При двухслойном хромировании важно получить беспористый нижний слой, так как от этого главным образом зависит увеличение защитных свойств двухслойных покрытий. Однако, как показали испытания, нижний слой хрома не является абсолютно беспористыми.

На настоящий момент затруднения вызывают вопросы скорости отложения хромового покрытия, равномерности получаемого осадка, а также необходимость промежуточной механической обработки при нанесении толстослойных хромовых покрытий.

Из анализа отечественных и зарубежных работ по теории электролиза хрома из водных растворов его солей можно сделать вывод о том, что механизм электродных процессов хрома в водных растворах сложен и до сих пор до конца не выяснен, поэтому содержит новые возможности совершенствования технологии хромирования.

Основными методами интенсификации процесса хромирования можно назвать применение принудительного протока электролита, механического (абразивного) воздействия на обрабатываемую деталь (катодную поверхность) в процессе хромирования, использование повышенных плотностей тока.

Применение принудительного протока электролита позволяет удалять с поверхности детали газообразные продукты электролиза, что в свою очередь, даёт возможность использования повышенных плотностей тока без ущерба для качества получаемого покрытия. Увеличение плотности тока приводит к росту скорости образования покрытия.

Использование технологии получения хромовых покрытий с применением механического (абразивного) воздействия на обрабатываемую деталь (катодную поверхность) в процессе хромирования позволяет получать хромовое покрытие толщиной до 1 мм на телах вращения без промежуточной механической обработки шероховатостью до $Ra = 0,04$ мкм.

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ПУТЕМ КОМБИНИРОВАННОГО УПРОЧНЕНИЯ

Мирошниченко Ю.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Причиной потери работоспособности режущего инструмента являются исходное состояние поверхностных слоёв и его изменения в процессе контактного взаимодействия с обрабатываемым материалом.

В период работы в инструментальном материале происходит процесс трещинообразования. Для замедления этого процесса используются различные технологические методы, создающие структурные барьеры макро- и микрохарактера, торможение трещин путём мощного энергетического воздействия, формирования неоднородной структуры по сечению поверхностных слоёв.

Целью данной работы являлось исследование влияния комбинированного упрочнения на износостойкость режущего инструмента.

Исследование проводилось методом трения скольжения при вращающемся диске и неподвижной колодочке на машине трения МИ-1М. В качестве индентора использовались сектора из твёрдого сплава ВК8, а также упрочнённые по комбинированной технологии, включающей износостойкое покрытие TiN (метод конденсации из плазменной фазы в условиях ионной бомбардировки) и последующей ионной имплантацией ионами Pb⁺ и N⁺. Имплантация производилась в следующих режимах E=30 кЭВ, ионный ток I=50 мкА/см²; доза D=2·10¹⁷ ион/см. В качестве индентора использовались образцы Ст45 (HRC 35). Исследуемые образцы инструментального материала имели следующие значения микротвёрдости HV₁₅₀: ВК8 – 1380 МПа, ВК8+TiN+N⁺ – 2740МПа, ВК8+TiN+Pb⁺ – 210МПа. Скорость скольжения составляла 1,1 м/с. Проводилось 2 серии испытаний: при постоянной нагрузке P = 200 Н в течении 30 минут и с изменяющейся нагрузкой. Определяли ширину лунки, объём удаленного материала и удельный износ – объём материала на единицу пути резания. Величина изнашивания определялась взвешиванием до и после испытаний. При трении образцов, упрочненных по комбинированной технологии, коэффициент трения повышается по сравнению с трением пары ВК8-Ст45. Механизм повреждаемости характеризуется как нормальный износ.

Высокая микротвёрдость покрытия коррелирует с его высокой износостойкостью и в тоже время определяет более высокий коэффициент трения, особенно в период переработки. В результате испытаний на изнашивание упрочненные образцы имели более высокую износостойкость чем не упрочненные. Весовая интенсивность износа упрочненных образцов составляет 1,1·10⁻⁶-1,54·10⁻⁶ кг/м, образцов без покрытия 2,85·10⁻⁶-3,5·10⁻⁶ кг/м.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о целесообразности применения комбинированной технологии упрочнения для повышения износостойкости режущего инструмента.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВИБРООБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ НОМЕНКЛАТУРЫ "РАДИАТОР БЫТОВОЙ"

Мищук А.В.

(ВНУ им. В. Даля, г. Луганск, Украина)

Изделия номенклатуры "радиатор бытовой" в современном интерьере жилых помещений являются неотъемлемой частью, выполняющей функцию теплоотдачи в различных хозяйственно-бытовых процессах. Конструктивно изделие представляет собой теплообменник, состоящий из стального трубчатого корпуса и внутреннего медного контура, по которому протекает горячая вода. Полость между стальным корпусом и медной трубкой для увеличения срока эксплуатации заполняется антифризом. Изделия относятся к категории крупногабаритных и имеют размеры, в частности, 450×585×48 мм, 450×900×48 мм, 450×1170×48 мм.

Технология обработки изделий в процессе их изготовления включает удаление наплывов пайки на швах сборки конструкции, а также шлифование и полирование всех поверхностей с целью подготовки их под гальванические и лакокрасочные покрытия. До настоящего времени эти операции выполняются вручную, что определяет высокую себестоимость изделия при низкой рентабельности и культуре производства.

Для механизации отделочно-зачистных операций предлагается новая технология виброобработки изделий, реализуемая на станках оснащённых контейнерами объёмом 1000 дм³ и более. Контейнер имеет внутренний дефлектор, что обеспечивает при обработке стабильность и непрерывность циркуляционного движения изделий и потоков рабочей среды.

Технология одновременной обработки четырёх изделий состоит из двух процессов: виброшлифования и виброполирования. Виброшлифование для удаления дефектов и получения матовой поверхности с шероховатостью $Ra = 0,63...0,32$ мкм осуществляется в два перехода, первый из которых проводится в среде гранул АН-2 ТУ2-036-159-80 с размером 10...25 мм при добавлении кислотного раствора, второй в среде фарфоровых шаров 12...15 мм и щелочного раствора. Режимы движения контейнера вибростанка: амплитуда 2,0...2,3 мм; частота 42 Гц. Время переходов виброшлифования, соответственно, 40 и 20 минут. Виброполирование для получения глянцевой поверхности с шероховатостью $Ra = 0,32...0,16$ мкм, что обеспечивает стойкость при нанесении покрытий, осуществляется в среде войлочных пыжей с добавлением 20...25% деревянных кубиков и полировальной пасты. Амплитуда 1,5...1,8 мм, частота 42 Гц. Время виброполирования 20 минут.

Предлагаемая экспериментальная технология расширяет возможности метода виброобработки за счёт её применимости в производстве крупногабаритных изделий и при промышленном внедрении имеет перспективы дальнейшей интенсификации.

КОМПЛЕКСНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ТЯЖЕЛЫХ ТОКАРНЫХ ОПЕРАЦИЙ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ВАЛОВ

Мишура Е.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Современный уровень развития тяжелого машиностроительного производства требует системного подхода в решении задач технологической подготовки производства. Актуальность такого подхода определяется, прежде всего, тем, что технологический процесс является сложным комплексом связанных и взаимодействующих элементов – составляющих производственной системы. Основной задачей технолога, решаемой при проектировании технологического процесса, является выбор из многих технически возможных вариантов наиболее оптимального, причем оптимальным, в сложившихся условиях рыночных отношений, будет считаться такой процесс – от реализации которого предприятие сможет получить максимальный эффект – максимальную прибыль.

Для достижения поставленной задачи предложено проводить исследование и оптимизацию комплекса параметров технологических процессов механообработки на основе использования методов нейросетевого программирования, позволяющих решать задачи широкого профиля, а также проводить обработку и оптимизацию трудноформализуемых параметров изделий.

Разработан единый методологический подход к проектированию оптимальных технологических операций по комплексному критерию, предложена структура модели технологической операции токарной обработки валков холодной прокатки для реальных условий технологического эксперимента (1). Описаны основные принципы обучения и работы модели технологической операции и исследовано влияние различных факторов на работу модели.

$$\sum C = K_1 Q_{\max} + K_2 P_{\max} \rightarrow \max \quad (1)$$

С помощью разработанной методики решена конкретная производственная задача, произведена оптимизация технологического процесса механообработки валка холодной прокатки. Полученные результаты и рекомендации предложены производству.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЕФЕКТНОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ХРУПКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ПАКЕТЕ MATHCAD

Молчанов А.Д., Абросимов Д.В.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Using the offered technique it is possible to define in MathCAD 2001i all basic statistical characteristics of deficiency of a surface of ceramic products, after diamond grinding.

К наиболее важным характеристикам поверхностного слоя керамики и других хрупких неметаллических материалов следует отнести шероховатость и глубину дефектного слоя. Оба эти параметра напрямую влияют на такие эксплуатационные показатели как предел прочности, износ трущихся пар, характеристики этапа приработки и коэффициент трения.

Проведенные исследования позволили получить картину возникновения дефектности при различных схемах шлифования оксидной керамики. Применяемые, до настоящего времени, методы обработки таких экспериментальных исследований требуют больших затрат времени, т.к. необходимо вручную обсчитывать размеры дефектов поверхностного слоя керамического образца. Наиболее трудоемкий процесс – обсчет размеров дефектов на поверхности исследуемого образца. Таким образом, возникает необходимость в разработке программного комплекса, который позволит с использованием ПК производить обработку результатов исследований по дефектности для хрупких неметаллических материалов.

Конечным звеном люминесцентной дефектоскопии является получение фотографий поверхности образцов с определенным уровнем дефектности. Существующее оборудование, которое используется для этих исследований, позволяет получать только аналоговую информацию. Для представления информации, которую можно использовать для обработки с помощью персонального компьютера, необходима оцифровка фотографий – сканирование и сохранение, в каком либо из форматов (jpg, bmp, и т.д.).

Разработанная авторами программа, реализованная в математическом пакете MathCAD 2001i, позволяет обрабатывать отсканированные фотографии изображения дефектной поверхности и получать характеристики дефектности – размеры дефектов и поверхностную плотность дефектов.

Используя предложенную методику можно определить все основные статистические и вероятностные характеристики дефектности поверхности керамических изделий, после алмазного шлифования.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВ УДАЛЕНИЯ СТРУЖКИ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ЗАКРЫТЫХ ПРОФИЛЬНЫХ ПАЗОВ

Нечепавев В.Г., Гнитько А.Н., Каракуц И.С.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Для достижения необходимой точности и производительности механической обработки заготовок в автоматизированном производстве обязательным требованием является своевременное удаление стружки из рабочей зоны.

Однако, эффективных технических решений и соответствующих моделей для определения параметров устройств эвакуации стружки при фрезеровании закрытых Т-образных пазов, практически не существует.

Разработана математическая модель перемещения элемента стружки вдоль паза для этих случаев. Модель предназначена для определения расстояния X , на которое перемещается элемент стружки в результате принудительного гидродинамического воздействия на него за пределами инструмента (фрезы).

В качестве исходного уравнения для разработки модели принята зависимость

$$\frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \sum_{k=1}^n A(F_k),$$

где m – масса элемента стружки; v_1, v_2 – соответственно скорости элемента стружки в начальный и конечный момент времени его движения по пазу; $\sum_{k=1}^n A(F_k)$ – сумма работ сил действующих на элемент стружки при его движении по пазу.

Конечная зависимость имеет вид

$$X = \frac{\rho_c \cdot S_z (d - a) \cdot l \cdot \rho_0 \cdot h^2 \cdot (\pi \mu d_0^2)^2 \cdot p_0}{4 \cdot F_n \cdot \left(\frac{\rho_0 \cdot \pi \cdot d_0^2 \cdot h}{4} + \rho_c \cdot S_z (d - a) \cdot l \right)^2},$$

где ρ_c – плотность элемента стружки; S_z – подача на зуб; d – диаметр фрезы; a – ширина предварительно обработанного паза; l – высота режущей части фрезы; ρ_0 – плотность рабочей среды, используемой для перемещения элемента стружки вдоль паза; h – длина струи рабочей среды; μ – коэффициент расхода насадка (справочная величина); d_0 – диаметр отверстия насадка; p_0 – давление у насадка; F_n – сила трения по нижней поверхности паза.

СИСТЕМНОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ СТРУЖКИ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ЗАКРЫТЫХ ПРОФИЛЬНЫХ ПАЗОВ

Нечепаев В.Г., Гнитько А.Н., Пархоменко Н.В.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Предметом системного моделирования как научного направления является изучение общих закономерностей выбора и обоснования моделей системы, реализация вычислительных экспериментов, обработка и интерпретация их результатов.

В настоящее время при проектировании систем удаления стружки методы системного моделирования практически не используются. В полной мере это относится и к системам удаления стружки при фрезеровании закрытых профильных пазов (Т-образных, прямоугольных, типа "ласточкин хвост" и др.).

Рассмотрен системный подход к проблеме моделирования рабочих процессов удаления стружки при фрезеровании закрытых профильных пазов. Применительно к решаемым задачам в качестве представительного объекта исследований выделена механо-пневно-гидродинамическая (в общем случае) система удаления стружки при фрезеровании закрытых профильных пазов (СУС).

Система удаления стружки СУС рассмотрена как совокупность двух подсистем – механическая подсистема отделения и накопления стружки (ПОНС) и механо-пневно-гидродинамическая подсистема воздействия на стружку (ПВС).

В дальнейшем подсистемы разделены на модули, являющиеся вспомогательными структурными единицами. Подсистема ПОНС подразделяется на модули отделения и заполнения пространства между зубьями (МОЗПЗ) и заполнения паза (МЗП). Подсистема ПВС включает в себя модуль инерционного воздействия (МИВ), модуль внутреннего пневмогидродинамического воздействия (МВнВ), модуль внешнего пневмогидродинамического воздействия (МВшВ).

Функционирование каждого из модулей описывается одной или несколькими математическими моделями, а функционирование системы в целом – совокупностью математических моделей ММ1...ММ6: ММ1 отделения и заполнения стружкой пространства между зубьями; ММ2 заполнения стружкой паза; ММ3 удаления элемента стружки из пространства между зубьями; ММ4 перемещения элемента стружки вдоль паза; ММ5 удаления стружки из паза; ММ6 пневмогидродинамического воздействия.

Интегральная математическая модель позволяет определять конструктивные и режимные параметры устройств удаления стружки для закрытых профильных пазов при их фрезеровании.

ЦИРКУЛЯЦИЯ ОТДЕЛЕННОЙ СТРУЖКИ ПРИ ФРЕЗЕРОВАНИИ ЗАКРЫТЫХ ПРОФИЛЬНЫХ ПАЗОВ

Нечепаев В.Г., Гнитько А.Н., Степаненко Е.А.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Из-за возможности повторного резания инструментом стружки (являющейся фактически абразивом) ее своевременная эвакуация из зоны резания имеет важнейшее значение. Особую актуальность удаление стружки имеет при фрезеровании закрытых профильных пазов (Т-образных, типа "ласточкин хвост"), фигурных лабиринтов и др., поскольку образующийся при этом паз в силу его замкнутости достаточно быстро заполняется отделенной стружкой, а при дальнейшем ее поступлении оказывает силовое воздействие на режущий инструмент и повторно попадает в зону резания. Это приводит к снижению производительности и качества обработки.

В то же время, процессы циркуляции и удаления стружки из закрытых профильных пазов, а также их моделирование в настоящее время практически не изучены. Поэтому исследования, направленные на изучение этих процессов с целью создания эффективных устройств своевременного удаления стружки из рабочей зоны, являются весьма актуальными.

Рассмотрен процесс циркуляции отделенной стружки при фрезеровании закрытых профильных пазов. Анализ процесса произведен на основе сопоставления объемов отделенной стружки V_c и пространства между зубьями фрезы V_{np} .

На основании анализа разработана математическая модель отделения и заполнения стружкой пространства между зубьями.

Интенсивность наполнения пространства между зубьями фрезы отделяемой стружкой характеризуется коэффициентом его заполнения.

$$k_{zn} = \frac{V_{cm}}{V_{np}}$$

Конечная зависимость модели имеет вид

$$k_{zn} = \frac{S_z(d-a) \cdot l \cdot k_p \cdot N}{\frac{l}{3} \left[\frac{hl[\tan \beta_3 hl + (\tan \beta_3 hl + 2(l \tan \omega_n))]}{2} + \sqrt{\frac{\tan \beta_3 hl^3 [\tan \beta_3 hl + 2(l \tan \omega_n)]}{4}} \right]},$$

где S_z – подача на зуб; d – диаметр фрезы; a – ширина предварительно обработанного паза; l – высота режущей части фрезы; k_p – коэффициент разрыхления стружки; N – количество оборотов фрезы; h – длина передней поверхности зуба фрезы; β_3 – угол между передней поверхностью зуба и поверхностью затылка зуба; ω_n – угол подъема винтовой канавки фрезы.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ В ДЕТАЛЯХ МАШИН

Олейник А.А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

In the article the critical analysis of the modern methods of measurement of residual pressure in the details of machines is presented. The author gives recommendations on application of the corresponding methods in the manufacturing practice.

Остаточные напряжения влияют на работоспособность деталей, работающих в условиях статических, динамических и циклических нагрузок, агрессивных сред, а также при трении. Известные случаи самопроизвольного разрушения ненагруженных или мало нагруженных деталей часто оказывались связанными с действием остаточных напряжений.

Эти напряжения в сталях могут достигать предела текучести, а в алюминиевых и титановых сплавах 70-80% предела текучести и часто оказываются более опасными в отношении снижения прочности, чем некоторые типы дефектов. Ни один стандарт не устанавливает предельно допустимых значений для таких напряжений. Не существует и нормативных документов по учету остаточных напряжений при проектных прочностных расчетах конструкций.

Анализ всех существующих методов измерения напряженно деформированного состояния материалов (НДС) показал, что на современном этапе развития существует несколько научных школ категорически отстаивающих только "свое" направление, категорически доказывающих несостоятельность направлений развиваемых оппонентами. При этом, все эти школы, имеют хорошие практические результаты, признание у практиков, перспективные наработки. Одновременно отсутствуют единые унифицированные подходы к оценке НДС, достоверности измерений, государственные стандарты, поверочные центры, эталоны.

Автором критически проанализированы современные методы измерения НДС. Отобраны наиболее перспективные, эффективные и достоверные методы измерения НДС материалов. Впервые выполнено обоснование сужения области применения конкретных методов. Предложены рекомендации по наиболее корректному выбору методов измерения при решении конкретных производственных и научных задач.

ВЛИЯНИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПЛАСТИЧНОСТЬ МАТЕРИАЛА ПРИ ПОВЕРХНОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭНЕРГИИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ

Онищук С.Г., Лобунец Е.Ю.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

In article the role of a magnetic field on plasticity of a material is considered at processing by superficial plastic deformation with application of energy of a magnetic field.

Метод поверхностно-пластического упрочнения с применением энергии магнитного поля относится к методам финишной обработки. В результате формируется упрочненный поверхностный слой детали, характеризующийся сжимающими остаточными напряжениями, наклепом, низкой шероховатостью поверхности. Данный метод, за счет комбинированного механико-магнитного воздействия, позволяет получить упрочненный слой с глубиной большей на 15-20 % в сравнении с классической холодной ППО без возникновения нежелательного эффекта "шелушения".

Под воздействием переменного магнитного поля в поверхностном слое детали индуцируются вихревые токи. Наибольшее сопротивление будут оказывать элементы, тормозящие продвижение дислокаций вглубь материала и ограничивающие глубину упрочненного слоя (различные карбидные включения, дефекты кристаллической решетки, места концентрации дислокаций и др.). Вследствие своего высокого электросопротивления эти элементы будут нагреваться значительно больше и быстрее. Преодоление этих препятствий дислокациям при поверхностно-пластическом деформировании будет значительно облегчено. Результат – это увеличение глубины упрочненного слоя при приложении больших усилий деформации без возникновения лущения.

В последнее время особое внимание при рассмотрении физических основ деформирования материалов стало уделяться отдельным атомарным событиям при движении дислокаций (элементарных носителей пластической деформации), и даже электронных процессов и их влияния на механические свойства твердых тел.

Технология ППО роликовым накатником тел вращения с применением энергии магнитного поля была разработана авторами совместно со специалистами технологической лаборатории НТО ОАО "Краматорский завод тяжелого станкостроения" и применяется для обработки шеек железнодорожных осей, шпинделей станков и ряда других деталей вращения.

Литература: 1. Абрамов В.В. Влияние магнитного поля на пластическую деформацию некоторых нормальных ГЦК металлов – ФНТ, 1980, т.6, №10, с.1335-1343.
2. Кухлинг Х. Справочник по физике – М.: Мир, 1983. – 520 с.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РИСКА

Парфёнова И.Н.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В современной экономике возникает необходимость разработки механизма анализа и управления рисками предприятия в условиях нестабильности и неопределённости.

Основными источниками неопределённости являются спонтанность природных процессов и явлений, стихийные бедствия, случайность, наличие противоборствующих тенденций, столкновение противоречивых интересов, вероятностный характер НТП, неполнота и недостаточность информации.

Управление риском можно охарактеризовать как совокупность методов, приёмов и мероприятий, позволяющих в определённой степени прогнозировать наступление рискованных событий и принимать меры к исключению или снижению их отрицательных последствий.

Анализ показал, что в теории и практике управления риском используется ряд правил, в соответствии с которыми осуществляется выбор приёма управления. Основными правилами являются обеспечение максимума выигрыша, оптимальное сочетание выигрыша и величины риска, оптимальная вероятность результата. При этом используется ряд критериев, позволяющих субъекту управления обосновать выбор решения в условиях неопределённости. К наиболее употребляемым относятся критерий Вальда, альфа-критерий Гурвица, критерий Сэйвиджа и критерий Лапласа.

Кроме того, используются неколичественные методы принятия решений в условиях неопределённости. В их число входят хеджирование, гибкое инвестирование, диверсификация интересов фирмы, приобретение дополнительной информации, модификация целей, обращение к властям за руководством и контроль над окружением.

Когда совокупность стратегии субъекта управления и состояния окружающей среды порождает другое состояние подобного типа, то использование приведенных критериев затруднительно. В таких случаях предпочтительно использование деревьев решений, так как они позволяют описывать многоуровневые отношения между состояниями окружающей среды с учётом вероятностей их изменений. Все задачи, решаемые с помощью деревьев решений, могут быть объединены в следующие три класса: описание данных, классификация, регрессия.

Основными достоинствами использования деревьев решений являются быстрый процесс обучения, генерация правил в областях с низким уровнем формализации информации, извлечение правил на естественном языке, понятная на интуитивном уровне классификационная модель, высокая точность прогноза. Деревья решений используются в системах поддержки принятия решений, интеллектуального анализа данных, а также в банковском деле, промышленности.

СИНТЕЗ КОМПОНОВОК МНОГОПОЗИЦИОННЫХ АГРЕГАТИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ АППАРАТА АФИННЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Пермяков А.А.
(НТУ "ХПИ", г.Харьков, Украина)

Станки и системы, как и большинство технических объектов, прошли период унификации. Это привело к возникновению идеи создания технологического оборудования на базе общих целевых узлов-агрегатов. Агрегатирование обеспечивает: сокращение сроков и стоимости проектирования и изготовления (до 12 раз); повышение производительности обработки за счет высокой концентрации операций (до 8 раз); снижение себестоимости обработки (до 28 раз); сокращение производственных площадей (до 16 раз); упрощение обслуживания и ремонта; обратимость и гибкость.

Исторически сложилось так, что при создании и эксплуатации агрегатированных технологических систем механообработки (АТСМ) максимально использовались только первые пять идей, позволявшие в крупносерийном и массовом производствах достигать высоких показателей производительности и низкой технологической себестоимости обработки деталей, не достижимых с использованием иного оборудования. Об АТСМ, как о морально устаревающем оборудовании, стали говорить с ростом требований производства к технологической гибкости. Агрегатированное оборудование потенциально обладает свойством обеспечения гибкости и переналадкой, и перекомпоновкой. Принципиальное отличие состоит в том, что перекомпоновка в отличие от переналадки меняет структуру станка. Проблему повышения гибкости может разрешить практически не использовавшаяся ранее идея принципа агрегатирования – обратимость унифицированной элементной базы, на современном этапе развития эта элементная база становится мехатронной.

Представив компоновку АТСМ как укладку в пространстве компонуемых объектов (унифицированных узлов и агрегатов), мы можем в качестве инструмента взаимной пространственной увязки элементов системы использовать математический аппарат аффинных преобразований.

Компоновку АТСМ с круговым транспортированием заготовки можно рассматривать как совокупность систем координат: детали, приспособления, инструмента, силового агрегата и т.д, которые определенным образом сориентированы в системе координат АТСМ. Выработка правил задания систем координат компонуемых элементов АТСМ и способов их ориентирования относительно друг друга позволила разработать общую последовательность направленного синтеза пространственной компоновки сложноструктурных АТСМ.

ОПТИМІЗАЦІЯ УМОВ ВИГОТОВЛЕННЯ МОДЕЛЕЙ ІЗ ПІНОПОЛІСТИРОЛУ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ЯКІСНИХ СТАЛЕВИХ ВИЛИВКІВ

Порохня С.В.
(ДДМА, м. Краматорськ, Україна)

It is set up the connectional availability between the conditions of expanded polystyrene models production and the form filling up, surface layer hardness of castings. It is attacked problems by certain methods considerably reducing the casting surface carburization.

Розвиток машинобудування вимагає усе більшої кількості точних деталей, тому необхідне впровадження нових прогресивних технологічних процесів, матеріалів і устаткування, які б дозволили одержувати виливки по розміру, наближеному до готових деталей. Резервом підвищення точності виливків є впровадження нових прогресивних матеріалів і технологій, до яких відноситься метод лиття по моделях із пінополістиролу. Метою роботи було дослідження технологічних параметрів процесу формування моделей із пінополістиролу, отриманих у металевих прес-формах, їхній вплив на заповнюваність форми, точність і якість виливків.

Встановлено, що для одержання якісних моделей із пінополістиролу необхідно використовувати автоклавний метод їхнього виготовлення і "динамічний" тепловий режим (у потоці пари, що вільно рухається), час підспінювання гранул пінополістиролу 120-270 с, час спікання моделей 800-1200 с, при надлишковому тиску пари в робочій камері автоклава не більше 0,01-0,015 МПа. В результаті проведених експериментів встановлено, що гранули пінополістиролу, оброблені в автоклаві з використанням "динамічного" режиму, містять ізопентана в 1,5-3,0 рази більше, їхня здатність, що спінює, у 2,0-2,3 рази вище і насичення повітрям на 20-50% менше у порівнянні з гранулами, обробленими в "статичному" режимі, що дозволяє скоротити час їхньої витримки на повітрі до 8 годин. Результати експериментів показали, що усадка моделей із пінополістиролу у 1,3-2,7 рази менше при охолодженні прес-форми з використанням розробленого циклічного режиму, ніж при охолодженні в посудині з водою. Отримана регресивна залежність показала, що при литті по моделях із пінополістиролу на заповнення форми, крім температури металу й удаваної щільності моделей, також впливає час активації підспінюваних гранул і час витримки моделей на повітрі. Розроблено оптимальні режими виготовлення моделей із пінополістиролу, що дозволяють стабільно одержувати високоякісні сталеві виливки.

ПОЛУЧЕНИЕ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОТЛИВОК ДЛЯ ФРИКЦИОННЫХ ПАР, РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ТРЕНИЯ

Приходько О.В., Дмитренко А. А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

The opportunity of reception of bimetallic products pouring more refractory metal on fusible preparation without special processing its surface is studied.

В настоящее время применение в конструкциях машин и механизмов биметаллических (БМ) и многослойных отливок с наиболее полным сочетанием эксплуатационных свойств, дифференцированных по объему и поверхностям деталей, является перспективным.

В станко- и машиностроении применение (БМ) отливок приводит к экономии дефицитных материалов и получению необходимых дифференцированных свойств. Техническая эффективность и экономическая целесообразность применения таких изделий не вызывают сомнения. Номенклатура (БМ) – изделий довольно обширна. Чаще всего это детали, работающие в условиях различного вида износа (фрикционные пары) с одновременным воздействием ударных или статических нагрузок.

С практической точки зрения наибольший интерес имеет получение биметаллических втулок из стали и бронзы, стали и чугуна, стали и меди.

Можно выделить следующие основные группы технологических процессов получения (БМ) – изделий:

- заливка металла на твердую заготовку, расположенную в форме или изложнице;
- намораживание металла из расплава на твердую заготовку;
- последовательная заливка в форму двух и более сплавов;
- одновременная или последовательная заливка сплавов в форму с разделительной перегородкой.

В данной работе изучалась возможность получения биметаллических втулок сплавлением при заливке более тугоплавкого металла на легкоплавкую заготовку без специальной обработки смежных поверхностей.

В результате выполненных исследований была изучена возможность получения биметаллических изделий сплавлением при заливке более тугоплавкого металла на легкоплавкую заготовку без специальной обработки ее поверхности, определены оптимальные соотношения толщин стенок легкоплавкой заготовки и стальной обечайки для получения качественных изделий. Во всех случаях для надежного сцепления необходимо обязательное расплавление легкоплавкой заготовки без значительного ее перегрева.

Так же была изготовлена опытная серия биметаллических втулок для подшипников скольжения.

НЕЛИНЕЙНОЕ МЫШЛЕНИЕ ПРИ РЕШЕНИИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ

Румянцев А.А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Nonlinear thinking at decision of the machine-building problems

Решающим фактором успешности любой деятельности является интеллект. Последние яркие достижения мировой научной мысли: диакоптика Крона [1], синергетика [2] и др. рождены и успешно применяются на стыке наук. Научная общественность стремительно и неуклонно движется в сторону все большего обобщения научных парадигм, принципов, теорий и методов. И это не случайно. Еще Гегель сказал по этому поводу точно и определенно: "Чтобы познать часть, нужно познать целое". Одна из парадигм практической реализации этого принципа является субстратный подход, который был рожден именно на стыке текстильного машиностроения, информационных технологий, философии и психологии [3] и в настоящее время бурно развивается. Идея субстратного подхода возникла при решении контактных задач механики деформируемого твердого тела [4] и впоследствии нашла применение в бухучете [5], педагогике [6,7] и менеджменте [8]. Мы считаем, что весь мир постепенно переходит от линейного мышления, основанного на реализации цепочки неизбежного вывода по схеме $A \Rightarrow B \Rightarrow C \Rightarrow$ и т.д., к нелинейному мышлению, основанному на принципе бифуркации (состояние выбора лучшего из нескольких возможных вариантов) и на алгоритме достижения системного эффекта [9]. Такое мышление в последнее время часто называют нелинейным. Конечно, мы вовсе не отвергаем формально-логические законы достаточного основания, непротиворечия и др. Просто для успешного решения сложных машиностроительных проблем, часто бывает необходимо строить какую-то систему, которая была бы максимально эффективна с точки зрения конкретной цели и при строго заданных ограничениях. Задачу в такой постановке мы называем задачей структурной оптимизации, и мы даем алгоритм решения этой проблемы [10]. Мы считаем, что алгоритм развития и саморазвития неразличимы, поскольку смысловое содержание этих терминов зависит от способа классификации. Разработанный нами алгоритм достижения системного эффекта [4-10], видимо, единственный из известных нам алгоритмов, которые могут объяснить феномен возникновения жизни на земле. В основе саморазвития лежит диалектический закон единства и борьбы противоположностей. Материя обладает специфическим свойством выстраи-

вать посредством случайных флуктуаций частично самоорганизованные фрагменты (фракталы), которые служат элементами для случайной самоорганизации фракталов более высокого иерархического ранга. Длительная цепочка таких превращений и привела, согласно закону перехода количества в качество, к возникновению принципиально новой структуры – жизни. Дальнейшее подобное саморазвитие привело к социальному обществу, а самозарождение компьютерных технологий приведет к симбиозу человека и компьютера. Аттрактором таких метаморфоз является всеобщая субстратная цель – достижение системного эффекта, которая декларируется нами на уровне абстрагирования под номером 4 [4-10]. Элементы же алгоритма достижения синергетического эффекта (класс задач, субстрат, обобщенный алгоритм) мы рассматриваем как специфические частично организованные фракталы рассматриваемой диссипативной системы.

Литература: 1. Крон Г. Исследование сложных систем по частям (диакоптика). Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука», Москва, 1972, 544 с. 2. Перспективы синергетики в XXI веке: Сборник материалов Международной научной конференции: В 2 т.- Белгород: Изд-во «Белудит»; БГГУ им. В.Г. Шухова, 2003.-Том 1.-288 с. 3. Румянцев А.А. Теория и метод построения численных квазистатических и квазиплоских моделей силовых взаимодействий в валковых механизмах текстильных машин. Автореф. ... дис. докт. техн. наук.- М., 1987. 4. Румянцев А.А. Культурно-типическая и личная логика научного открытия в техническом познании // Философская и культурно-типическая антропология – Изд. Мордовского университета. - Саранск, 2003.- 107-109 с. 5. Румянцев А.А. Эффективное управление: принятие обоснованных и оптимальных решений, интеллект и логика. Часть 1. Тесты – ООО «Контраст», Краматорск: 2003.-32 с. 6. Румянцев А.А. Основы субстратной педагогики // Психотехнологии в образовательном процессе: Материалы межрегиональной научно-практической конференции. Часть 3./Кострома, 1999. С. 55-58. 7. Румянцев А.А. К проблеме построения эффективных систем квалиметрии.- В кн. Развитие квалиметрии человека и образования: теоретические постановки и практика/ Материалы X Симпозиума «Квалиметрия в образовании: методология и практика». Книга 2.-М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2002.стр.410-414. 8. Румянцев А.А. Системный подход при подготовке менеджеров и юристов. В кн. Кадровое обеспечение производства в условиях рынка. Материалы докладов межвузовской республиканской научно-технической конференции, Краматорск, 9. Румянцев А.А., Винников М.А. Феномен синергии и механизмы ее реализации в различных областях знаний // В кн. Актуальные проблемы синергетики и организации междисциплинарных исследований. Материалы семинара / Под ред. Проф. Г.А. Котельникова.- Белгород: Изд-во «Крестьянское дело», 2005.- стр. 59-77. 10. Румянцев А.А., Гагаев А.А. Философско-методологические аспекты системного подхода в технике и социологии / Морд. Ун-т. Саранск, 1981. Деп. В ИНИОН АН СССР, 03.06.81. 1,5 п.л. 1997. С. 99-101.

ВЛИЯНИЕ ОПОРНОЙ ПЛАСТИНЫ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СБОРНОГО ИНСТРУМЕНТА

Рогов В.А., Позняк Г.Г., Соловьев В.В.
(РУДН, г. Москва, Россия)

Частота колебаний переменных силовых факторов, вызванных неравномерностью припуска из-за волнистости и шероховатости обрабатываемой поверхности, неоднородности структуры материала заготовки, отличием величины припусков у каждой последующей заготовки и др. – приближается к области собственных частот колебаний узла крепления (приблизительно 10...40 кГц), то есть к зоне повышенной динамической податливости режущей пластины.

В работах по исследованию колебаний режущих инструментов преимущественное внимание уделялось именно режущей пластине и узлу ее крепления, как звену, непосредственно контактирующему с обрабатываемой заготовкой. Значительно меньше исследовалась роль других элементов узла крепления, которые в многосвязной динамической системе этого узла могут способствовать развитию колебаний, аккумулировать, либо ограничивать их.

Задачей данной работы является проведение компьютерного эксперимента с целью выявления зависимости уровня колебаний режущей пластины от упругих и демпфирующих свойств опорной пластины.

Опорную пластину в конструкции узла крепления обычно считают неподвижной, однако в подобных соединениях при нагружении неизбежно возникают малые проскальзывания по контактными поверхностям, и возникающие в этих перемещениях силы трения совершают работу, демпфирующую колебания.

Наибольший интерес для современных конструкций резцов представляют комбинированные подкладки, выполненные с использованием композиционных материалов и металлической матрицы, обеспечивающей хороший теплоотвод и высокую жесткость. Эксперименты показывают, что подкладки из этих материалов вполне работоспособны и обеспечивают высокое качество обработанных поверхностей при чистовом резании. Наличие демпфирующей подкладки расширяет частотный диапазон, в котором происходит гашение колебаний.

Применение опорной пластины из композиционного материала с большим коэффициентом демпфирования позволяет значительно погасить пиковую амплитуду колебаний (приблизительно в 10 раз для интервала частот от 7 до 8 кГц).

ОБЕСПЕЧЕНИЕ УДАРНОЙ ПРОЧНОСТИ ЛОПАТОК КОМПРЕССОРА, ПОЛУЧЕННЫХ ВЫСОКОСКОРОСТНЫМ ФРЕЗЕРОВАНИЕМ

Сахнюк Н.В., Кондратюк Э.В.
(ЗНТУ, ГП "Ивченко-Прогресс", г. Запорожье, Украина)

Лопатки компрессора, работающие при воздействии знакопеременных нагрузок и центробежных сил, являются первыми вращающимися деталями, которые соударяются с инородным телом, попавшим во входное устройство газотурбинного двигателя (ГТД), и в значительной мере определяют его ресурс. Большая чувствительность к повреждениям от попадания посторонних тел определяется в основном наличием у лопаток тонких входных и выходных кромок. В настоящее время широкое распространение в компрессорах ГТД получили лопатки из титановых сплавов, чувствительных к концентраторам напряжений, поэтому импульсный удар приводит к разрушению или повреждениям в виде сколов и вырывов, увеличивающих уровень локальных вибронапряжений, что повышает вероятность их усталостного разрушения.

Таким образом, актуальной является задача обеспечения финишной обработкой благоприятного сочетания свойств поверхностного слоя пера лопаток для повышения их несущей способности при соударении с инородными телами. Целью исследований являлось определение влияния различных вариантов финишной обработки пера лопаток, полученных методом высокоскоростного фрезерования (ВСФ), на их ударную прочность.

Объектом исследования служили лопатки II-й ступ. КВД двиг. Д-36 из титанового сплава BT8, полученные методом ВСФ на обрабатывающем центре Starrag SX-051B/C.

В качестве конкурирующих методов финишной обработки рассматривали: ВСФ+П (ручное полирование); ВСФ+П+УЗУ1 (ультразвуковое упрочнение на режиме: $d=1,0...1,3$ мм, $J_A=30...35$ мА, $\tau=5$ мин); ВСФ+П+УЗУ2 ($d=1,0...1,3$ мм, $J_A=60...65$ мА, $\tau=5$ мин).

Анализ результатов испытаний лопаток на удар показал, что при обработке ВСФ+П наблюдается достаточная накопленная пластичность: среднее значение угла изгиба ϕ через 3 удара и рассеивание этого параметра. Применение УЗУ снижает накопленную пластичность в 1,2 раза и увеличивает ее рассеивание в 2,1 раза, что свидетельствует о нарушении стабильности свойств материала. Следует отметить, что число ударов, необходимое для разрушения лопаток с вероятностью 90% после УЗУ значительно выше, чем после ручного полирования. При этом энергоемкость разрушения лопаток после ВСФ+П оказалась значительно ниже.

О ПРИМЕНЕНИИ ИГРОВЫХ ПОДХОДОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Сердюк А.А., Борискина Н.А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Для разрешения проблемы многокритериальной оптимизации принято предположение, что в условиях неопределенностей факторов процессов и характеров их взаимодействия наиболее эффективны игровые алгоритмы выбора решений в сочетании с интеллектуальными экспертными системами.

Решение глобальной задачи оптимизации механической обработки лежит в пространстве основных критериев эффективности процессов, в первую очередь, производительности, точности обработки, уровня приведенных затрат.

В связи с этим глобальная задача была декомпозирована на локальные подзадачи оптимизации, решения которых достаточно широко освещено в технической литературе.

С позиции игровых подходов локальные критерии отражают интересы игроков (коалиций), которые вырабатывают для этого свои стратегии управления и вступают таким образом в конфликт с другими участниками (например, при оптимизации по критерию производительности не обеспечивается оптимизация затрат и точности обработки).

В принципах конфликтного взаимодействия целесообразно выделить три основных понятия, которые позволяют достигнуть глобальной оптимизации: стабильность системы в условиях конфликтов локальных целей; эффективность системы на основе коалицирования, то есть достижение согласий участников на уступки; стабильно-эффективный компромисс в системе, который достигается с помощью арбитра.

Для нахождения стабильно-эффективного компромисса применен метод Нэш-Пао-оптимизации.

Координация подсистем, решающих локальные задачи оптимизации, осуществляется таким образом, что вначале обеспечиваются интересы арбитра, а потом координируются остальные подсистемы. При этом каждая подсистема откликается на функцию координации $q \in Q(M_k)$, где M_k – множество коалиций, тем, что сообщает арбитру свои рекомендации о том, каково должно быть программно-корректируемое управление $U_i(t) = \sum q_{ij}(t)$ остальных подсистем, чтобы оно минимизировало плату этой подсистемы.

Арбитр с учетом информации от всех подсистем осуществляет следующий итерационный шаг, определяя новую функцию $q_{ij}(z)$ координации управления.

Таким образом, применение игровых подходов и интеллектуальных блоков, позволяет по совокупности локальных решений получить решение задачи глобальной оптимизации.

ДЕФОРМИРУЕМОСТЬ ПОРИСТОЙ ЗАГОТОВКИ ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ ВЫДАВЛИВАНИИ

Сивак Е.И.
(ВНТУ, г. Винница, Украина)

В основе моделирования технологических процессов обработки давлением несжимаемых материалов лежит гипотеза идентичности кинематики модели и природы, и для таких материалов будут идентичными также поля показателя напряженного состояния η и поля параметра Надаи-Лоде μ_σ . Однако для пористых материалов это условие не выполняется. Это обусловлено изменением пористости в процессе пластической деформации. Даже в простых опытах на растяжение, кручение или осадку без трения пористость не остаётся постоянной. Поэтому для исследования деформируемости пористого тела нельзя использовать результаты исследований кинематики пластической деформации, полученные для сплошного материала.

Для оценки зависимости пластичности пористого тела от истории нагружения использовали информацию о поэтапном искажении координатной сетки, которую наносили на свободную поверхность образца из спечённого пористого материала (медный порошок ПМС-1). При этом считали, что для пористого тела, как и для сплошного, при поперечном выдавливании с контурной осадкой опасными, с точки зрения разрушения, будут точки, которые находятся на периферии фланца.

Использованный ресурс пластичности ψ рассчитывали по критерию

$$\psi_k = \psi_{0(k-1)}^2 \exp \left(2c \int_{\Gamma_0^{(k-1)}}^{\Gamma_0^{(k)}} \frac{\eta_0 d\Gamma_0}{|\eta_0| \Gamma_{op}(\eta_0, \mu_\sigma)} \right) + \sqrt{\psi_{ij}^{(k)} \psi_{ij}^{(k)}},$$

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что предложенный критерий удовлетворительно описывает процесс накопления повреждений при немонотонной пластической деформации пористого тела. Расхождение между экспериментальными и расчетными значениями составляли от 10% до 25%.

При принятой последовательности технологических операций удалось получить диаметры утолщений в 1,4-1,6 раза больше, чем при поперечном выдавливании. Это обусловлено тем, что имеет место благоприятное распределение использованного ресурса пластичности ψ по объему деформируемой заготовки, а также положительным влиянием на конечном этапе неравномерного сжатия при довольно больших деформациях сдвига на механические характеристики пористого тела. Кроме того, эффективность процесса существенно зависит от степени использования запаса пластичности ψ в конце процесса поперечного выдавливания. Чем это значение меньше, тем большую степень деформации можно получить при последующей осадке.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АСПЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПОХОДА И ТЕХНОЛОГИИ .NET ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ API SOLIDWORKS

Спаский А.И.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Аспектно-ориентированное программирование – это добавление новых возможностей в объектно-ориентированную технологию.

При программировании часто возникает ситуация, когда один и тот же код нужно писать много раз в различных участках программы, например при сохранении протокола работы программы. В данном случае этот код относится к аспекту "сохранение протокола".

При использовании аспектно-ориентированного подхода, этот код подключается к основному коду на этапе компиляции или выполнения программы. Этот же подход возможно использовать для упрощения программного интерфейса SolidWorks.

Разработка модулей расширения SolidWorks обладает рядом недостатков:

- программный интерфейс сложен для понимания и реализации;
- мастер для создания модулей расширения генерирует слишком много ненужного кода;
- в программном интерфейсе изначально заложено дублирование.

Аспектно-ориентированный подход был применен с использованием языка программирования C#, атрибутов, рефлексии и технологии EmitAPI.

Имеется два основных базовых класса: MenuBase и PluginBase, которые используются для создания собственных плагинов и меню. К производным классам добавляются аспекты, связанные с SolidWorks при помощи атрибутов SolidWorksMenuItem, SolidWorksMenu.PluginName.

При запуске приложения, каркас при помощи рефлексии определяет атрибуты и их значения и на основании этой информации генерирует исполняемый код в виде который требует SolidWorks. Для чего используется EmitAPI.

Преимущества используемого подхода:

- Уменьшается количество строчек исходного кода.
- Больше ошибок выявляется на этапе компиляции, некоторые вообще становятся невозможными.
- Исключается дублирование.
- Производительность приложения практически не снижается.
- Имеется четкий, интуитивно-понятный интерфейс.
- Можно создавать программные интерфейсы, автоматически подстраиваемые под программу.
- Программный код становится более декларативным.

О ПРОЕКТИРОВАНИИ РЯДА МОДУЛЬНЫХ СТРУКТУР ПЕРВИЧНЫХ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ ОПТИЧЕСКОГО ТИПА

Субботин О.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

При проектировании первичных преобразователей (ПИП) оптического (фотоэлектрического) типа следует обратить внимание на задачи, выполняемые конкретным преобразователем, возможность интеграции его в локальную информационную систему контроля, а так же возможность совмещения функций контроля. ПИП должен быть прост в работе, надежен, иметь унифицированный набор блоков (ремонтоспособен).

В результате комплексного анализа всех имеющихся структур ПИП с различными видами информационных оптических сигналов, специфики их функционирования и решаемых задач выделены группы преобразователей, каждая из которых имеет конкретную область применения: кодовые совмещенные и распределенные; самонастраивающиеся; компенсационные с цифровой фильтрацией принимаемого кода; универсальные следящего типа; аналоговые и импульсные.

Кодовые совмещенного (оптический локатор) и распределенного (при работе на просвет) типа достаточно просты: генерируемая кодовая последовательность передается на фотоприемник, после чего в схеме управления восстанавливается принятая и сравнивается с эталонным значением кода. Распределенный кодовый ПИП более предпочтителен из-за механической и гальванической развязки передатчика и приемника. Однако такой преобразователь достаточно сложен в реализации за счет трудности синхронизации тракта передачи и приема сигналов.

В приемнике самонастраивающегося ПИП реализован простейший цифровой фильтр с временной и частотной селекцией оптического сигнала, дающий достаточно высокий уровень помехозащищенности. При этом частота работы приемника зависит от частоты передатчика и настраивается передаваемым кодом, а электронный тракт передачи не связан с тактом приема.

Схема компенсационного преобразователя позволяет определить рассогласование передаваемого и принятого сигнала, а так же восстановить принятый код и может быть использована в тех случаях, где необходимо определить величину помехи (рассогласования), действующей в среде распространения сигнала.

Универсальный ПИП следящего типа предназначен для решения комплексных задач по расчету длины контролируемого изделия, его скорости (при известных размерах) движения, обнаружения объекта, а так же определения количества изделий. Такой преобразователь одинаково надежно работает как с пачкой импульсов, так и с кодовыми последовательностями, что достигается за счет оригинального схемного решения.

Аналоговые и импульсные оптические ПИП подробно изучены и не нуждаются в дополнительном описании их принципа работы.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ СО СЛУЧАЙНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Таран С.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Создание технологических систем, совершенствование технологических объектов, а также их эксплуатация может быть основано на применении различных методов анализа.

Исследование методов решений производственных задач, а также моделирование технологических процессов и операций показало что, все используемые математические методы можно разделить на два класса – детерминированные и вероятностные. Вероятностные учитывают случайный характер реальных процессов, а в детерминированных моделях этими факторами пренебрегают.

При анализе математических методов были выделены достоинства и недостатки их использования. При рассмотрении любого технологического процесса или системы учитывается множество входных факторов и проводится анализ одного или нескольких выходных состояний. Использование вероятностных методов позволяет осуществить моделирование системы, находящейся под влиянием случайных факторов. Однако перед применением вероятностных моделей необходимо знать закон распределения случайных величин, что может быть получено в результате собранной статистики, а это не всегда возможно; полученный результат всегда имеет вероятностную долю неточности.

Используя детерминированные методы нам всегда известен алгоритм решения, что уменьшает время анализа и получения результата задачи. Но т.к. эти методы используют жесткую формализацию данных, чего нет в реальных системах, использование только этих методов нецелесообразно.

Рассмотрение реальных процессов показывает, что при их исследовании необходимо совместно применять вероятностные и детерминированные модели, которые дополняют друг друга. Вероятностные модели, могут быть использованы на первом этапе анализа – для выбора основных факторов, и установления взаимосвязи между ними. Дальнейшее решение задачи осуществляется на основе детерминированной модели, например с помощью методов оптимизации. Но, возможно использование моделей и в обратном порядке. Вначале рассматривается детерминированная модель явления, с помощью которой удастся разобраться в его основных закономерностях. Последующее изучение процесса осуществляется на основе вероятностной модели.

Синтез вероятностных и детерминированных методов расширяет возможности исследования сложных производственных процессов, в значительной степени способствует принятию правильных решений и сведению к минимуму ошибочных вариантов.

СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Тарасов А.А., Сагайда П.И.
(ЗАО "НКМЗ", ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Формализация информации о структуре технических систем основана в ряде случаев на использовании иерархической декомпозиции. Вся информация о сходных по функциональному назначению системах хранится на "И-ИЛИ" дереве, которое обеспечивает наглядное представление о структуре и функциях подсистем. Каждая подсистема включает ряд вариантов конструктивного исполнения. Анализ и обработка данных на дереве сводится к выбору одного из альтернативных вариантов конструкции.

Для определения направления поиска используют различные механизмы, основанные на: задании правил выбора по каждому ребру дерева; определении соответствия конструктивного варианта поставленным целям проектирования; выборе конструкции на основе экспертных оценок и др.

При структурном синтезе обычно пытаются оптимизировать конструкцию на основе перебора вариантов и оценки готового варианта изделия на основе ситуационной модели, которая обеспечивает свертку оценок отдельных конструктивных решений. В качестве таких оценок обычно принимают технико-экономические показатели узла или изделия.

Предложено осуществлять поиск на дереве "И-ИЛИ" конструктивных решений с помощью генетического алгоритма. При решении задачи в этом случае рассматриваются несколько уровней декомпозиции. На нижнем уровне находятся элементарные решения (атомы), которые являются основой формирования генов. Если гены имеют типичные структуры, соответствующие известным конструктивным решениям (сборочным единицам), то такие решения можно найти в базе существующих проектов машиностроительного предприятия, выполненных в САД-системах. Это требует организации эвристического поиска или поиска с использованием нечеткой логики для выбора объектов, которые близки по структуре к требуемым. При нахождении решения ген и результат его оценки фиксируются в базе данных. Гены формируют хромосому, соответствующую полноценному техническому решению. Далее используются известные генетические алгоритмы оптимизации. За счет использования базы данных существующих конструкций, для которых известны технологические и экономические показатели, повышается качество оценки изделия в целом.

Выводы. Предложена методика проектирования технологических систем и конструкций на основе анализа содержимого базы данных деталей, комплектующих, узлов и других элементов изделий с использованием технологий искусственного интеллекта (генетических алгоритмов и нечетких множеств) для поиска и оптимизации проектных решений.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИИ И ШТАМПОВОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ

Тарасов А.Ф., Короткий С.А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Совершенствование штамповой оснастки для разделительных операций листовой штамповки связано с повышением стойкости рабочего инструмента. К решению этой проблемы необходимо подходить комплексно: во-первых, необходимо разрабатывать новые и оптимизировать существующие технологические процессы листовой штамповки с целью снижения нагрузок, действующих на рабочий инструмент штампа; во-вторых, необходимо совершенствовать методики расчета элементов штамповой оснастки, воспринимающих технологическую нагрузку. При проектировании штамповой оснастки необходимо учитывать упругие деформации элементов штампа, воспринимающих нагрузку, т.е. необходим комплексный (конструктивно-технологический) подход к проектированию штамповой оснастки.

Важной задачей при проектировании штампов для разделительных операций листовой штамповки является повышение стойкости пуансонов, что может быть достигнуто в случае снижения нагрузок, действующих на инструмент во время выполнения технологической операции. Предложен способ пробивки, позволяющий получать отверстия с фаской и повышенным качеством среза, который обеспечивает свободное радиальное оттеснение металла по периметру среза и приводит к снижению радиальных нагрузок на пуансон, что повышает его стойкость. Предложенный способ пробивки экспериментально апробирован на технологическом оборудовании ЗАО "НКМЗ".

Использование современных расчетных систем анализа конструкций методом конечных элементов делает возможным переход от упрощенных расчетных схем к анализу напряженно-деформированного состояния реальных конструкций на этапе проектирования. Проведенные численные эксперименты показали, что значительные напряжения локализуются не только в области рабочего отверстия матрицы штампа, но и в месте перехода рабочего отверстия в провальное. В результате серии численных экспериментов была установлена зависимость уменьшения одностороннего зазора между режущими кромками матрицы и пуансона от нависания рабочего контура матрицы над провальным отверстием. Величина нависания режущего контура матрицы существенно влияет на уменьшение технологического зазора между режущими инструментами штампа при выполнении технологической операции. Поэтому при проектировании провальных отверстий матриц требуется ограничивать величину нависания рабочего контура.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММ-ЭМУЛЯТОРОВ СЕТЕЙ С ОДНОРОДНОЙ СТРУКТУРОЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Ткаченко Н.А., Андронов А.Ю.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Одним из перспективных направлений обеспечения инструментального производства является решение задачи прогнозирования эксплуатационных характеристик режущего инструмента в зависимости от особенностей обрабатываемой детали, станка, инструмента и психо-физического состояния рабочего.

Использование программ-эмуляторов сетей с однородной структурой позволило создать математическую модель, описывающую основные характеристики режущего инструмента, используемого для работы на тяжелых станках в многономенклатурном единичном и мелкосерийном производстве и представляющую собой линейную таблицу с заданными параметрами описываемого инструмента.

Использование в качестве программного аппарата исследования программ-эмуляторов сетей с однородной структурой, позволило добиться следующих преимуществ:

- обеспечения быстродействия и валидности получаемых прогнозов.
- высокой достоверности математической модели, что достигается с помощью "обучения", которое осуществляется путем настройки параметров сети.
- нейронные сети обладают высокой помехо- и отказоустойчивостью.
- простое строение отдельных нейронов позволяет использовать новые физические принципы обработки информации для аппаратных реализаций нейронных сетей.

Для продуктивной работы модели необходимо ввести достаточно большое количество исходных данных. После настройки весовых коэффициентов и "обучения" модели можно приступать к прогнозированию функциональных качеств проектируемого режущего инструмента в зависимости от режимов обработки, а так же от различных производственных и внепроизводственных ситуаций.

Так же программы-эмуляторы сетей с однородной структурой позволяют использовать в работе разнообразный графический материал. Сюда можно отнести и возможность построения линии тренда с областями рассеяния обученных и прогнозируемых значений выходных параметров, разнообразных зависимостей, показывающих распределение ошибок, как в спектральном виде, так и в обычном виде кривой в декартовой системе координат (линии тренда и распределение погрешностей можно получать в графическом виде отдельно как для обученных и для прогнозируемых значений, так и для всех сразу) и многое другое.

Полученную модель можно использовать и для исследования области допустимых решений при проектировании новых режущих инструментов, так и в отдельных областях машиностроения.

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ КАМЕННОУГОЛЬНЫХ ПОРОШКОВ НА СВОЙСТВА СЫРЫХ ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫХ СМЕСЕЙ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЧУГУННЫХ ОТЛИВОК

Федоров Н.Н., Фесенко А.Н.
(НТУУ "КПИ", г. Киев, ДГМА, г. Краматорск, Украина)

На сегодняшний день каменноугольные порошки (КуП) остаются наиболее широко применяемыми технологическими (противопригарными и противоужиминными) добавками в сырые песчано-бентонитовые смеси (ПБС) для производства чугунных отливок в машиностроительной отрасли.

Известно, что при многократном использовании формовочных смесей с КуП в них образуются и накапливаются как твердые, так и жидкие, сконденсировавшиеся из газовой фазы, продукты термодеструкции КуП.

Высказано предположение, что продукты термодеструкции КуП (коксовый остаток и блестящий углерод, образующиеся при температурах 600...900°C, конденсаты из возгоняющихся продуктов термодеструкции, образующиеся при температурах 250...600°C, а также продукты взаимодействия их с межслойной водой, выделяющейся из бентонита при температурах 450...600°C) оказывают существенное влияние на связующие свойства бентонита и, следовательно, на технологические свойства сырых песчано-бентонитовых смесей.

Для подтверждения данного предположения, а также с целью определения оптимальной добавки КуП в песчано-бентонитовые смеси была разработана методика и проведены соответствующие экспериментальные исследования. Установлено, что предварительная термообработка при температуре 550...600°C смеси бентонита совместно с каменным углем существенно изменяет свойства песчано-бентонитовых смесей с такими добавками по сравнению со свойствами смеси с бентонитом, прошедшим такую же предварительную термообработку, но без угля. Изменения свойств песчано-бентонитовых смесей с исследованными КуП весьма значительны и существенно различаются для разных марок КуП:

- уплотняемость снижается на 22...32 %;
- текучесть увеличивается на 7...42%;
- формуемость увеличивается на 14...25%;
- прочность на сжатие в сыром состоянии снижается на 10...35%;
- прочность на разрыв в зоне конденсации влаги снижается на 32...60%;
- осыпаемость увеличивается в 2...3 раза.

На основании проведенных исследований можно рекомендовать данную методику для определения влияния КуП на технологические свойства сырых песчано-бентонитовых смесей, и в первую очередь на текучесть, которая является наиболее чувствительной и изменяется в наиболее широких пределах после высокотемпературного воздействия жидкого металла на смесь, содержащую уголь. Данная методика позволяет выбрать оптимальный вариант каменного угля с точки зрения влияния продуктов его термодеструкции на свойства сырых песчано-бентонитовых смесей и спрогнозировать изменение технологических свойств обратной смеси (смеси бывшей в употреблении) после многократного ее использования по мере накопления в ней продуктов деструкции углей и продуктов их взаимодействия с влагой, которая находится в смеси, и которая выделяется при дегидратации монтмориллонита.

Для применения в качестве технологической добавки в песчано-бентонитовые смеси можно рекомендовать те разновидности каменноугольных порошков, которые обеспечивают по результатам тестов по разработанной методике прирост текучести смеси не менее 10%. В этом случае отрицательное влияние угля на другие свойства смеси (снижение прочности, повышение осыпаемости) будет минимально. Из исследованных разновидностей углей наиболее оптимальными являются российские – Кемеровский и Жилевский, которые проявляют максимальный пластифицирующий эффект. Из украинских разновидностей углей практический интерес представляет Павлоградский газовый уголь.

ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ПОСАДОЧНИХ ОТВОРІВ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ

Хітров І.О.
(НУВГП, м. Рівне, Україна)

Дослідження спрацювань корпусних деталей показали, що за короткий період експлуатації спрацювання посадочних отворів перевищують допустимі. Міжремонтний ресурс агрегатів машин залежить, в основному, від відхилень форми, розмірів, взаємного розміщення посадочних отворів під підшипники корпусних деталей. Тому створення технологічних процесів, які забезпечили б точність та якість відновлених отворів, високу зносостійкість посадочних місць є головним завданням.

У цьому плані перспективним є способи відновлення спрацьованих посадочних поверхонь отворів корпусних деталей пластинуванням і полімерними матеріалами.

Технологічний процес відновлення нерухомих спряжень типу "втулка-корпус" пластинуванням і полімерними матеріалами включав наступні операції: очищення корпусних деталей; дефектування корпусних деталей; розточування спрацьованої поверхні посадочного отвору корпусної деталі; виготовлення втулки; знежирювання спряжених поверхонь; нанесення полімерного матеріалу; збирання, фіксацію просторового положення деталей; полімеризацію полімерного матеріалу; контроль якості відновленого з'єднання.

Корпусні деталі, які поступали на відновлення, ретельно очищують від забруднень, наявності забоїн.

Дефектування проводили з метою визначення величини спрацювання посадочних отворів, наявності тріщин та подальшої доцільності відновлення.

Підготування посадочних отворів полягало в їх розточуванні. Розточування отворів проводили на токарно-гвинторізному верстаті моделі 1М63Б з використанням установочних пристроїв для корпусних деталей. Параметри й режими операцій розточування отворів рекомендуються наступні: припуск на розточування (на сторону) – 1,1 мм, поле допуску на діаметр отвору, квалітет – Н9; швидкість різання при розточуванні – 70 м/хв.; подача при розточуванні – 0,25 мм/об. Глибину різання визначали, виходячи з отриманих припусків на обробку, з забезпеченням встановлення втулки із зазором 0,1-0,12 мм. Величину подачі назначали з умови отримання необхідної шорсткості відновлюваних отворів і становила R_z 40 мкм.

Технологічний процес виготовлення зміцненої втулки включав наступні операції: розрізання сталюго листа на пластини-заготовки; розрізання пластин-заготовок у розмір; зняття заусениць і фасок; встановлення згортних втулок у матрицю; розкочування згортних втулок.

Для виготовлення згортних втулок використовували низьковуглецеву листову сталь марки Ст. 3 товщиною 1,2 мм. Довжина пластин-заготовок вибиралась з умови забезпечення пресової посадки втулки у отвір матриці. Допуск на довжину заготовки вибирався за квалітетом С11.

Розрізання сталюого листа на пластини виконували на кривошипних ножицях із похилим ножем моделі НД3312Б, а пластини-заготовки на ручному пристрої для розрізання пластин.

На виготовлених пластинах-заготовках знімали фаски з двох сторін. Для цього використовували пристрій для зачищування заусениць і зняття фасок, який забезпечує зняття фаски $30\pm 5^\circ$ на полосах шириною 11-33 мм і товщиною 1,2 мм.

Згортання пластин-заготовок у втулку проводили на ручному роликовому трьохвалковому пристрої. Пристрій забезпечував виготовлення згортних втулок діаметром від 52 до 140 мм, шириною 11-33 мм.

Запресування згортних втулок у отвір матриці проводили за допомогою пристроїв для встановлення зортних втулок. Втулку вставляли у проріз стакана необхідного типорозміру і запресовували у отвір матриці. Запресування проводили у рівень із площиною матриці.

Далі матрицю із запресованою втулкою вставляли у шпindelь токарно-гвинторізного верстата моделі 1К62Г та закріплювали. Розкочування втулки проводили за допомогою розкатника.

Параметри й режими виконання розкочування втулок наступні: діаметральний натяг розкочування – $0,4\pm 0,05$ мм; швидкість розкочування – 50 м/хв.; подача розкочування – 0,2 мм/об.

Шорсткість розкочених втулок становила $Ra = 0,2-0,3$ мкм.

Після проведення операції розкочування втулку виймали з роз'ємної матриці, яка центрувалась і стягувалась двома гвинтами й штифтами.

Процес відновлення посадочних отворів корпусних деталей полімерними матеріалами включав наступні операції: знежирювання посадочних отворів і втулок; нанесення полімерного матеріалу; центрування втулок в отворі пристроєм із наступною полімеризацією.

Для забезпечення високої міцності зчеплення полімерного матеріалу з поверхнею розточеного отвору й втулки проводили знежирювання за допомогою розчинника.

Корпусні деталі встановлювали на пристрій, який забезпечував центрування вузла формування втулки відносно посадочних отворів.

Полімеризацію анаеробного полімерного матеріалу проводили при температурі 22°C не менше 24 години з моменту закінчення збирання.

Контроль параметрів відновлених отворів та їх взаємне розміщення здійснювали за допомогою універсальних вимірювальних пристроїв.

Даний технологічний процес і технологічне оснащення для відновлення посадочних отворів впроваджено на корпусних деталях (корпус коробки передач 54-10058, корпус 10174А вала кривошипа, корпус 54-20055А вала контрпривода, корпус варіатора 54-10309В, коромисло Н.069.02.008) зернозбиральних комбайнів СК-5 "Нива" у Демидівському сільськогосподарському виробничому кооперативі СВК "агро сервіс" Рівненської області.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕКУЩИМ РЕЖИМОМ ЧЕРНОВОЙ ОБРАБОТКИ НА МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕМ СТАНКЕ

Цыганаш В.Е., Винников В.А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Характерными чертами механообработки являются: малая априорная информация о связях, отсутствие или неточность математического описания, сильные возмущения в системе, нелинейность, многомерность. В теории автоматического управления оптимизацию таких систем принято производить в два этапа. Первый этап – внешняя оптимизация, осуществляется по статическим моделям объекта управления на основе априорной информации. Результатом внешней оптимизации являются высокоуровневые структурные модели. Второй этап – внутренняя (непрерывная) оптимизация, осуществляется в динамическом режиме на основе постаприорной информации с использованием методов и средств теории оптимального управления. Результатом непрерывной оптимизации являются алгоритмы регулирования процессом механообработки, а также принципиальные схемы регуляторов.

На этапе внешней оптимизации рациональным является использование концепций системного подхода: декомпозиция и локальная оптимизация, абстрагирование (моделирование), повторяемость (применение существующего опыта проектирования для упрощения процесса разработки).

Декомпозиция и локальная оптимизация. Металлорежущий станок (МС) можно рассматривать как систему, состоящую из трех подсистем. Входы подсистем рационально представить в виде потоков: энергетического, материального и информационного. Первый поток характеризует электрическую, гидравлическую или пневматическую энергию. Материальный поток – обрабатываемые на МС заготовки. Информационный поток определяется количеством и структурой потоков информации, связывающих ее источники и соответствующие блоки системы управления (СУ) станком.

Абстрагирование. Динамические свойства процесса энергопреобразования удобно определять, моделируя процесс преобразования энергии в силовой цепи электропривода с помощью управляемого колебательного контура (КК), что дает возможность аналитически оценивать полезность энергетического преобразования в МС и построить СУ инвариантную к системе координат, в которой рассматривается моделируемая система

$$u(t) = \frac{d\psi}{dt} = \frac{d(L \cdot i)}{dt} = L \cdot \frac{di}{dt} + i \cdot \frac{dL}{dt} \cong L \cdot \Delta i + i \cdot \Delta L,$$

где L – индуктивность КК, изменяемая под воздействием напряжения силовой цепи (СЦ) U ; i – мгновенное значение тока в КК, изменяемое под воздействием тока СЦ I ; ψ – потокосцепление катушки КК; $u(t)$ – мгновенное значение напряжения огибающей на индуктивности КК.

Повторяемость определяется типовыми проектными решениями в рамках элементной базы и соотношением между аппаратой и программой частью.

ПРИМЕНЕНИЯ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ

Цыганаш В.Е., Гузенко В.С.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Качество изготавливаемых деталей на современных металлорежущих станках, производительность и надежность станочного комплекса определяется возможностью автоматического управления технологическим процессом обработки. Несмотря на длительный период многочисленных исследований по созданию САУ силовыми координатами процесса резания, проблемы построения надежных, удовлетворяющих требованиям автоматизированного производства этих систем полностью не решены. Целью настоящей работы обоснование наиболее перспективного метода обработки сигналов, характеризующих процесс механообработки.

Решению наиболее сложных задач обработки сигналов служат методы оценивания спектральных характеристик сигналов. Именно качество и достоверность оценки спектра сигнала оказывают решающее влияние на формирование наших представлений об объекте наблюдения. Главная причина сегодняшнего интереса к методам обработки реальных сигналов можно связать с появлением вейвлетного анализа.

Для лучшего понимания потребности в вейвлет-преобразовании рассмотрим подробнее преобразование Фурье. Преобразование Фурье с его бесконечно протяженным тригонометрическим базисом хорошо подходит для анализа стационарных сигналов. Для нестационарных сигналов оказывается важным определить момент времени, когда та или иная частотная характеристика внезапно изменилась. Поэтому базисные функции должны иметь конечную область определения. Как раз такими функциями и являются вейвлеты. С их помощью можно покрыть все пространство, используя смещение по-разному сжатых вариантов одной-единственной функции. Именно благодаря этому можно каждый сигнал разложить в вейвлет-ряд (или интеграл). При этом каждая частотная компонента исследуется с разрешением, отвечающим выбранному масштабу.

Преимуществом непрерывного вейвлет-преобразования является гибкость в выборе базовой вейвлет-функции, что позволяет обеспечить оптимальные условия обработки сигналов. Достоинством предлагаемого метода является возможность определение резонансных частот в условиях пассивного эксперимента при наличии значительных по величине помех, что позволяет использовать его в процессе функционирования системы управления.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРАНУЛИРОВАННОГО ПРИСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

Шевченко И.В., Шевченко А.В.
(КЗТС, ДГМА, г. Краматорск, Украина)

The device for portioning feed of granulated welding material is proposed

Для обеспечения равномерности подачи рубленой сварочной проволоки в разделку при сварке под флюсом предложена конструкция дозатора (рис. 1). Корпус дозатора выполнен в виде двух усечённых конусов, соединённых большими основаниями, внутренняя полость которого разделена ячеистыми перегородками на секции, каждая из которых имеет выпускной патрубок, расположенный на общем основании конусов по окружности. Каждый свободный конец патрубка выполнен с карманом, а вдоль поверхности патрубка со стороны кармана закреплено устройство регулировки величины дозы.

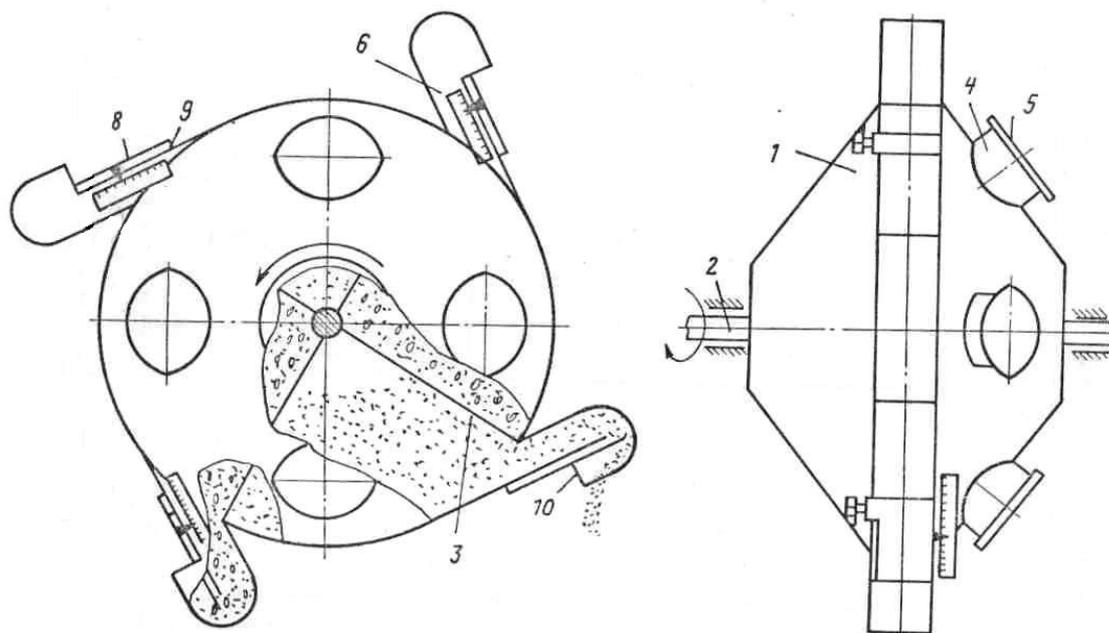


Рисунок 1 – Схема дозатора

Дозатор работает следующим образом. Шиберы 8 устанавливают на необходимые дозы по делениям шкал 9 и через загрузочные отверстия 4 производят загрузку дозатора в секции с последующим закрытием отверстий заглушками 5. При вращении корпуса 1 шихтовые композиции поступают в патрубки 6 и карманы 7, из которых через выпускные окна 10 гравитационно высыпаяются. Величиной зазора между торцом шибера и стенкой кармана 7 регулируется доза разовой выдачи шихты. Регулирование количества дозированных порций материала во временном интервале осуществляется изменением скорости вращения дозатора.

ЗМІСТ

Ковалев В.Д. Развитие станкоинструментального производства как основа научно-технического прогресса в машиностроении	3
Азарова Н.В., Матюха П.Г. Дослідження параметрів одиничних зрізів при плоскому шліфуванні з вібраціями	6
Аксенова Е.И., Клименко Г.П. Обеспечение рациональной геометрии передней поверхности ружейных сверл	7
Алиев И.С., Савчинский И.Г. Методы анализа процессов комбинированного течения металла	8
Алиев И.С., Чучин О.В. Ресурсосберегающие процессы штамповки деталей типа "стакан"	10
Алиева Л.И., Лобанов А.И. Исследование контактного трения в процессе холодного выдавливания	11
Андронов А.Ю., Клименко Г.П. Критерии оптимальности обработки при черновом точении на тяжелых станках	13
Бартель Г.П., Дардесов А.А., Грибков А.П. Ресурсосберегающая технология изготовления заготовок крупного режущего инструмента	14
Бондарев С.В., Кассов В.Д. Снижение поверхностной пористости электродного покрытия	15
Водолазская Е.Г., Водолазская Н.В., Искрицкий В.М. О повышении эффективности резбозавертывающего инструмента	16
Володин И.М., Борисов В.С., Борисов А.В., Володин А.И. Перспективы применения механического прессы пульсирующего действия для объемной штамповки	17
Володин И.М., Ромашов А.А. Новые технологии получения фланцевых поковок ...	18
Володченко В.В. Организация оперативного управления и календарного планирования группового производства	19
Володченко Г.Ф. Математическое обеспечение САПР типовых и групповых процессов	20
Грабченко А.И., Доброскок В.Л., Гаращенко Я.Н., Наконечный Н.Ф. Ориентация зерен на рабочей поверхности алмазно-абразивного инструмента	21
Грибков Э.П., Серов И.В. Моделирование процесса изготовления сварочной порошковой проволоки	22
Гузенко В.С., Бабин О.Ф. Повышение виброустойчивости чернового торцевого фрезерования на тяжелых станках	23
Гузенко В.С., Черномаз В.Н. Интерактивный анализ распределения технологических ниш режущего инструмента	24
Гуенько И.И., Порожня С.В., Дудченко А.В. Особенности автоматизированного проектирования смесителей ХТС	25
Гурей І.В., Гурей Т.А. Визначення температури в зоні контакту при фрикційному зміцненні деталей машин	26
Гусев В.В., Новоселов Ю.К. Формообразование разновысотности алмазных зерен на рабочей поверхности круга при шлифовании	27

Дарченко Н.Д. Методологія вимірювання результативності діяльності машинобудівного підприємства	28
Денисенко В.Н., Мелещенко И.Ю., Турко В.В. Влияние "природных" свойств доменных чугунов Украины на износостойкость отливок при трении без смазки ...	29
Деньщиков А.Ю. Исследования процесса вибрационного старения направляющих станков на примере балок с простым напряженным состоянием	30
Донченко Е.И. Способ снижения вибраций при торцевом фрезеровании и устройство для его осуществления	31
Заблоцкий В.К., Дьяченко Ю.Г. Хромоалитирование как способ повышения стойкости режущего инструмента	32
Заблоцкий В.К., Лапченко А.В. Формирование износостойких боридных покрытий на режущем и штамповом инструменте	33
Заблоцкий В.К., Шимко А.И. Структурно-фазовые превращения при алитировании сталей в порошковых смесях	34
Залого В.А., Ивченко А.В. Подход с позиции процесса при совершенствовании системы инструментальной подготовки производства на машиностроительных предприятиях	35
Залого В.А., Криворучко Д.В., Зинченко Р.Н. Методология мониторинга инструмента при точении по акустическому излучению	36
Зарубицкий Е.У., Покинтелица Н.И. Определение температурного поля инструмента при термофрикционном резании металла	37
Ивченко Т.Г. Анализ вероятностных моделей отказов сборных режущих инструментов с износостойкими покрытиями	38
Ивченко Т.Г., Дубоделова О.С. Повышение эффективности производства и качества деталей типа тел вращения комбинированием лезвийной и отделочно-упрочняющей обработок	39
Ивченко Т.Г., Пьянкова И.А. Основы управления температурой резания при эксплуатации сборного режущего инструмента	40
Калафатова Л.П., Бабаскина С.Ю. Повышение эффективности обработки нежестких корпусных деталей за счет снижения вибраций	41
Калафатова Л.П., Медведев А.Л. Повышение эффективности процесса холодной прокатки проволоки	42
Калініченко В.В. Математичні моделі температурних залежностей при чистовому точінні сталей різцями з пластинами з БВТС, обробленими імпульсним магнітним полем	43
Кассов В.Д. Порошковая проволока для наплавки инструмента холодного деформирования металла	44
Кинденко Н.И. Повышение надежности быстрорежущего инструмента при помощи ОИМП	45
Клименко Г.П., Андронов А.Ю., Ткаченко Н.А. Определение стойкостной зависимости твердосплавных инструментов с учетом разных видов их отказов	46
Клименко Г.П., Васильченко Я.В., Ткаченко Н.А., Аксенова Е.И. Определение уровня качества эксплуатации сверл для глубокого сверления на заводе "Авиант" ..	47

Клименко С.А., Мельничук Ю.А. Обработка инструментами с режущими элементами из композитов на основе синтетических алмазов	48
Ковалев В.Д., Бабин О.Ф., Мельник М.С. Экспертная оценка проектных решений при создании тяжелых токарных станков повышенной точности	49
Ковалев В.Д., Гаков С.А., Пономаренко А.В. Повышение эффективности многокоординатной обработки за счет применения адаптивных формообразующих систем ..	50
Ковалев В.Д., Мирошниченко Ю.В., Васильченко Я.В., Нечепуренко А.В. Способ комбинированного упрочнения режущего инструмента и деталей машин	51
Ковалевская Е.С. Методика прогнозирования и обеспечения качества механической обработки	52
Ковалевский С.В. Виртуальная лаборатория технологического проектирования	53
Ковалевский С.В., Тулунов В.И. Повышение точности размеров деталей путем управления физико-механическими свойствами обрабатываемых материалов	54
Ковалевский С.В., Яковенко М.Н., Белогуров А.Н. Исследование возможностей комплексного контроля точности размеров деталей	55
Колесник В.Ф., Мироненко Е.В. Система инструментального обеспечения на современном машиностроительном предприятии	56
Косенко М.В. Методы изготовления полых конических деталей	58
Косячков В.А., Фесенко М.А., Фесенко А.Н. Оптимизация гранулометрического состава модификатора при внутриформенном модифицировании чугуна	59
Крупко В.Г., Алешинцев П.В. Обоснование параметров привода тяги драглайна при импульсном разрушении грунта	60
Крупко В.Г., Дорохов Н.Ю., Койнаш Е.А. Выбор рациональных геометрических параметров привода с волновым цепным редуктором	61
Лютакова Е.М. Управление информационными технологиями	63
Маковецкий А.В. Конечно-элементный анализ напряженного состояния основных деталей токарно-давильных станков	64
Маковецкий В.В. Теоретическое обоснование модельных сред в исследовании процессов обработки давлением	65
Макшанцев В.Г., Афанасьева М.А., Афанасьева А.В. Моделирование системы адаптивного управления модернизированным токарным станком для ротационного деформирования трубчатых заготовок	66
Малыгина С.В. Моделирование температурного поля защитного покрытия	67
Малишко И.А., Кисельова И.В., Шульга Н.А. Вплив частоти коливань розвертки на точність обробки	68
Малышко И.А., Татьянченко А.Г. Прогнозирование формы и размеров продольного профиля отверстия при обработке осевым инструментом	69
Мамлюк О.В., Равская Н.С., Родин Р.П., Исходная инструментальная поверхность обкаточной шлицевой фрезы	70
Марков О.Е., Олешко В.М. Влияние операции осадки на качество крупных поковок	71

Мартынов А.П., Пацюра А.П., Васильев А.П., Вакуленко М.А. Автоматизированный выбор конструктивных параметров и технологических особенностей неподвижных соединений	72
Мартынов А.П., Пацюра А.П., Корчак Е.С., Евсеенко Ю.В. Собираемость крупных узлов изделий	73
Миранцов Л.М., Миранцов С.Л. Рациональные конструктивные параметры сборного инструмента для прорезки на тяжелых станках	74
Мироненко Е.В., Бобух Л.А. Влияние точности исполнения базовых поверхностей модульного инструмента на показатели качества	75
Мироненко Е.В., Гузенко В.С., Марчук Е.В. Исследование прочностных характеристик сборных фрез	76
Мироненко Е.В., Казакова Т.В., Соловьёв М.Г. Повышение производительности технологической системы за счёт использования и сервисного обслуживания агрегатно-модульных инструментов	77
Мироненко Е.В., Клочко А.А., Шпонька В.А., Клочко Е.А., Ким В.Е. Повышение износостойкости деталей горношахтных машин с твёрдым покрытием	78
Мирошниченко Ю.В. Повышение износостойкости режущего инструмента путем комбинированного упрочнения	80
Мицык А.В. Экспериментальная технология виброобработки изделий номенклатуры "радиатор бытовой"	81
Мишура Е.В. Комплексная оптимизация тяжелых токарных операций механической обработки деталей типа валов	82
Молчанов А.Д., Абросимов Д.В. Определение параметров дефектности поверхности хрупких неметаллических материалов в математическом пакете MathCAD	83
Нечепаяев В.Г., Гнитько А.Н., Каракуц И.С. Моделирование устройств удаления стружки при фрезеровании закрытых профильных пазов	84
Нечепаяев В.Г., Гнитько А.Н., Пархоменко Н.В. Системное представление процесса удаления стружки при фрезеровании закрытых профильных пазов	85
Нечепаяев В.Г., Гнитько А.Н., Степаненко Е.А. Циркуляция отделенной стружки при фрезеровании закрытых профильных пазов	86
Олейник А.А. Исследование проблемы измерения внутренних напряжений в деталях машин	87
Онищук С.Г., Лобунец Е.Ю. Влияние магнитного поля на пластичность материала при поверхностно-пластической обработке с применением энергии магнитного поля ..	88
Парфёнова И.Н. Анализ методов принятия решений в условиях риска	89
Пермяков А.А. Синтез компоновок многопозиционных агрегатированных технологических систем на основе аппарата афинных преобразований	90
Порохня С.В. Оптимізація умов виготовлення моделей із пінополістиролу для одержання якісних сталевих виливків	91
Приходько О.В., Дмитренко А. А. Получение биметаллических отливок для фрикционных пар, работающих в условиях трения	92
Румянцев А.А. Нелинейное мышление при решении машиностроительных проблем ..	93
Рогов В.А., Позняк Г.Г., Соловьёв В.В. Влияние опорной пластины на динамические характеристики сборного инструмента	95

Сахнюк Н.В., Кондратюк Э.В. Обеспечение ударной прочности лопаток компрессора, полученных высокоскоростным фрезерованием	96
Сердюк А.А., Борискина Н.А. О Применении игровых подходов для решения проблем многокритериальной оптимизации процессов обработки на станках с ЧПУ	97
Сивак Е.И. Деформируемость пористой заготовки при поперечном выдавливании ...	98
Спаский А.И. Использование аспектно-ориентированного подхода и технологи .Net для улучшения API SolidWorks	99
Субботин О.В. О проектировании ряда модульных структур первичных средств контроля оптического типа	100
Таран С.В. Методы исследования технологических систем со случайными параметрами	101
Тарасов А.А., Сагайда П.И. Структурный синтез технических систем на основе генетического алгоритма	102
Тарасов А.Ф., Короткий С.А. Комплексный подход к проектированию технологии и штамповой оснастки для листовой штамповки	103
Ткаченко Н.А., Андронов А.Ю. Применение программ-эмуляторов сетей с однородной структурой для прогнозирования эксплуатационных характеристик режущего инструмента	104
Федоров Н.Н., Фесенко А.Н. Методические аспекты оценки влияния каменноугольных порошков на свойства сырых песчано-глинистых смесей при производстве чугунных отливок	105
Хітров І.О. Технологія відновлення робочих поверхонь посадочних отворів корпусних деталей	106
Цыганаш В.Е., Винников В.А. Постановка задачи оптимального управления текущим режимом черновой обработки на металлорежущем станке	108
Цыганаш В.Е., Гузенко В.С. Применения вейвлет-преобразования в системах автоматического управления оборудованием	109
Шевченко И.В., Шевченко А.В. Совершенствование технологии сварки под флюсом с использованием гранулированного присадочного материала	110

ВАЖКЕ МАШИНОБУДУВАННЯ. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

МАТЕРІАЛИ III міжнародної науково-технічної конференції

Рекомендовано до друку вченою радою ДДМА,
протокол №9 від 27.05.2005

Підписано до друку 27.05.2005
Друк різнографічний
Тираж 70 прим.

Формат 60×84 ¹/₁₆
Ум. друк. арк. 7,25
Зам. №265