

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



**ВАЖКЕ МАШИНОБУДУВАННЯ.
ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**

МАТЕРІАЛИ
VIII Міжнародної
науково-технічної конференції

Краматорськ 2010

УДК 621.9

Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали восьмої Міжнародної науково-технічної конференції 1-4 червня 2010 року / Під заг. ред. В. Д. Ковальова. – Краматорськ: ДДМА, 2010. – 128 с.

ISBN 978-966-379-422-8

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
Антошок В.С. ,	д.т.н., проф., НТУУ "КПІ"
Братан С.М. ,	д.т.н., проф., зав. каф. СевНТУ
Бушуєв В.В. ,	д.т.н., проф., зав. каф. МДТУ "СТАНКІН", Росія
Вітренко В.О. ,	д.т.н., проф., зав. каф. СХУ ім. В. Даля
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"
Гусєв В.В. ,	д.т.н., проф., зав. каф. ДонНТУ
Дашич П. ,	проф. ВТМІ, Трстенік, Сербія
Дюбнер Л. ,	докт.-інж., проф., МГУ, Магдебург, Німеччина
Залога В.О. ,	д.т.н., проф., зав. каф. СумДУ
Ілларіонов Р. ,	проф., проректор ТУГ, Болгарія
Калафатова Л.П. ,	д.т.н., проф. ДонНТУ
Клименко Г.П. ,	д.т.н., проф., зав. каф. ДДМА
Клименко С.А. ,	д.т.н., проф., заст. директора ІНМ ім. В. Бакуля НАН України
Ковальов В.Д. ,	д.т.н., проф., зав. каф. ДДМА
Матюха П.Г. ,	д.т.н., проф., ДонНТУ
Мельничук П.П. ,	д.т.н., проф. ректор ЖДТУ
Михайлов О.М. ,	д.т.н., проф., зав. каф. ДонНТУ
Мироненко Є.В. ,	д.т.н., проф., декан ДДМА
Нечепасєв В.Г. ,	д.т.н., проф., зав. каф. ДонНТУ
Нікогосян С.М. ,	ген. директор ВАТ "КЗВВ"
Новіков М.В. ,	д.т.н., проф., академік НАН України, директор ІНМ ім. В. Бакуля НАН України
Павленко І.І. ,	д.т.н., проф., зав. каф. КДТУ
Петраков Ю.В. ,	д.т.н., проф., зав. каф. НТУУ "КПІ"
Равська Н.С. ,	д.т.н., проф., зав. каф. НТУУ "КПІ"
Рамазанов С.К. ,	д.т.н., проф., зав. каф. СХУ ім. В. Даля
Струтинський В.Б. ,	д.т.н., проф., зав. каф. НТУУ "КПІ"
Суков Г.С. ,	ген. директор ЗАТ "НКМЗ"
Тимофєєв Ю.В. ,	д.т.н., проф., зав. каф. НТУ "ХПІ"

ISBN 978-966-379-422-8

© ДДМА 2010

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ ТЯЖЕЛЫХ СТАНКОВ

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

Выпуск станков на рынок требует совершенствования потребительских свойств, таких как технологические возможности, точность, производительность, надежность и др. Кроме того, потребители значительное внимание уделяют цене станка и оценке возможных затрат в процессе эксплуатации.

Для создания конкурентоспособной продукции необходимо не только улучшение качества изготовления и эксплуатации станочного оборудования, но и высокий технический уровень проектных решений, который определяет потребительские свойства станков.

Специфика изделий, обрабатываемых на тяжелых станках - большие массы и габариты обрабатываемых деталей, их уникальность, высокая стоимость и большая трудоемкость механической обработки - предъявляют особые требования к конструкции станков, к их эксплуатации, которые существенно отличаются от традиционных решений для малых и средних станков.

Для станков повышенной точности во многих случаях необходимо не столько достичь высокой точности механизмов и узлов оборудования, сколько обеспечить вполне определенное отклонение, как по величине, так и по его пространственной ориентации, то есть процесс достижения точности должен быть управляемым. Кроме того, особенность обеспечения точности тяжелых станков связана с большими массами изделий и элементов несущей системы, и, соответственно, с большими прогибами от весовых нагрузок, трудностями точного позиционирования, равномерностью медленных перемещений, неизбежными погрешностями изготовления и сборки, большими температурными деформациями, пропорциональными линейным размерам.

Кафедра «Металлорежущие станки и инструменты» Донбасской государственной машиностроительной академии совместно с Краматорским заводом тяжелого станкостроения ведет научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по совершенствованию технического уровня тяжелых станков, выпускаемых ОАО «КЗТС».

Основные направления производимых исследований:

1. Повышение точностных характеристик тяжелых и уникальных станков.
2. Разработка прогрессивных опорных узлов и передач с высокими точностными и динамическими характеристиками.
3. Создание систем адаптивного управления точностью для станков широкой номенклатуры.
4. Совершенствование приводов подач станков с ЧПУ.
5. Разработка модульных систем со стандартными узлами.

СРАВНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТРУЖКИ И ЕДИНИЧНЫХ СРЕЗОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ

Азарова Н.В., Матюха П.Г., Цокур В.П.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Сведения о размерах единичных срезов, образующихся при шлифовании, необходимы для расчетов нагрузки на единичном зерне, параметров шероховатости обработанной поверхности, температур в зоне обработки, в связи с чем исследуемый вопрос является весьма актуальным для теории шлифования. При шлифовании образуются различные виды стружек, которые классифицируются по форме, а также особенностям образования. Вместе с тем данные о сопоставлении параметров срезов и стружек в литературе отсутствуют.

Целью работы является оценка сопоставимости параметров среза и параметров стружки, образующейся при алмазном шлифовании.

Исследовали стружки, полученные при плоском алмазном шлифовании образца из стали Р6М5Ф3 периферией круга 1А1 250С76С15С5 АС6 160/125-4-М2-01, подвергнутого правке электро-эрозионным способом, на модернизированном станке модели ЗД711АФ11 на следующих режимах: $V_k = 30$ м/с, $V_d = 6$ м/мин, глубина шлифования 0,015 мм, частота радиальных колебаний шлифовального круга 37 Гц, амплитуда колебаний 0,9 мкм.

Измерение толщины, ширины и длины стружек проводили с помощью оптического устройства микротвердомера ПМТ-3 при увеличении 520 раз. Как показали исследования, по форме образовавшиеся стружки можно отнести к ленточным, запятообразным, сегментообразным и дробленным.

Средние значения исследуемых параметров стружки, определенные экспериментально, составили: длина $52,59 \pm 3,42$ мкм, ширина $11,89 \pm 0,49$ мкм, толщина $4,93 \pm 0,21$ мкм.

Геометрические параметры срезов, рассчитанные на базе предложенной нами математической модели шлифования, следующие: длина $972,37 \pm 125,09$ мкм, толщина $3,25 \pm 1,90$ мкм.

С использованием размеров срезов с учетом коэффициента усадки стружки $k_l = 1,5$ были рассчитаны параметры стружек, которые оказались равными: $648,24 \pm 83,39$ мкм по длине и $4,88 \pm 2,85$ мкм по толщине.

Было установлено, что длины стружек, рассчитанные по данным единичных срезов, в 12 раз превышают длины стружек, полученные экспериментально (за счет дробления стружек по длине). Толщины стружек, определенные экспериментально и рассчитанные на базе единичных срезов, попадают в 95% доверительный интервал, что дает право использовать параметры единичных срезов для расчета сил резания, параметров шероховатости обработанной поверхности.

ШТАМП ДЛЯ ОТРИМАННЯ ПОРОЖНИСТИХ ДЕТАЛЕЙ З ВНУТРІШНІМ ФЛАНЦЕМ

Алієв І.С., Мартинов С.В., Грудкіна Н.С.
(ДДМА, м. Краматорськ, Україна)

Деталі типу «втулка з внутрішнім фланцем» отримують прямим або зворотнім видавлюванням з подальшою просічкою перетинки. При цьому передчасно необхідно робити калібрування заготовки. Спосіб, що дозволяє отримувати подібні деталі за один перехід, це радіальне видавлювання з трубчатої заготовки.

Для отримання втулок з внутрішнім фланцем запропоновано штамп (рис.1). Штамп працює наступним чином. В вихідному стані верхня плита 1, пуансонодержач 4, пуансон 5 та штовхачі 6 знаходяться угорі у піднятому стані. Рухлива оправка 13, що закріплена на траверсі 14, за допомогою пружин 16 піднята в своє крайнє верхнє положення. Після закладення мірної трубчатої заготовки 18 в матрицю 7 повзун преса здійснює хід переміщуючи донизу верхню плиту 1 з закріпленими на ній пуансоном 5 та штовхачами 6. Пуансон 5 робить робочий хід та здійснюється радіальне видавлювання внутрішнього фланця з трубчатої заготовки 18 в постійний по висоті зазор між пуансоном 5 та рухливою оправкою 13. В той же час штовхачі 6 опускають униз траверсу 14, що опирається на пружини 16, с закріпленою на неї рухливою оправкою 13. Зусилля пружин 16 повинно бути більше зусилля розкриття рухливої оправки 13 та пуансона 5 щоби унеможливити збільшення висоти зазору між пуансоном та оправкою під час видавлювання. Після зворотного ходу повзуна з верхньою плитою 1, пуансоном 5 та штовхачами 6 отримана деталь з внутрішнім фланцем видаляється за допомогою контрпуансона 12 та штовхачів 19.

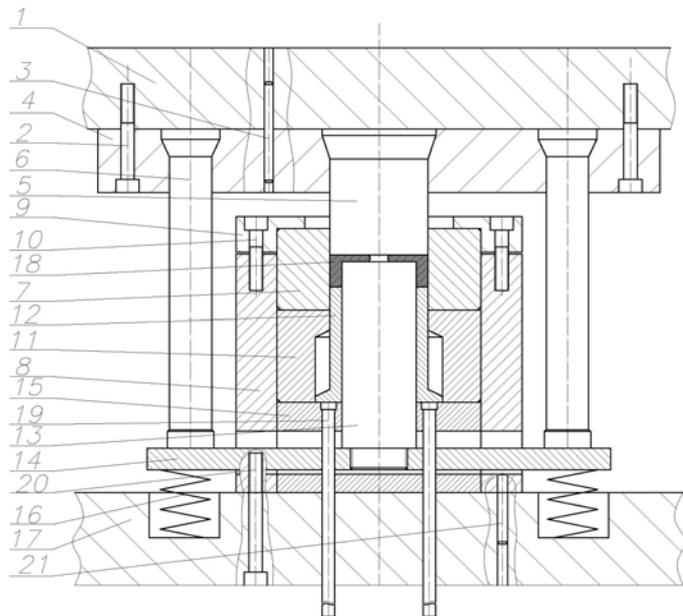


Рис.1 – Штамп для видавлювання

Запропонована конструкція штампу дозволяє одержувати деталі типу втулок з внутрішнім фланцем із низькою трудомісткістю та собівартістю.

РАДИАЛЬНОЕ ВЫДАВЛИВАНИЕ ВТУЛОК С ФЛАНЦЕМ

Алиева Л.И., Абхари П.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Полые изделия типа труба с фланцем весьма распространены в машиностроении. Традиционные методы изготовления подобных деталей на предприятиях машиностроения – это сварка труб и механическая обработка резанием, основными недостатками которых являются соответственно плохое качество детали за счет появления шва и большие потери металла на стружку. Целесообразно изготавливать такие детали радиальным выдавливанием. Одной из проблем производства деталей типа втулок с фланцем является дефектообразование в процессе выдавливания. Так при выдавливании относительно высоких фланцев на трубе возникает такой дефект формы, как радиальная утяжина. Проблемой является прогнозирование возникновения данного дефекта при определенных соотношениях размеров выдавливаемой заготовки.

Прогнозирование производилось при помощи математического моделирования. Моделирование проводилось при помощи метода конечных элементов, реализованного в программе ANSYS. Построены диаграммы для определения размеров фланцев, при радиальном выдавливании фланцев в средней части трубы с двухсторонней подачей, при которых не будет происходить образование утяжины.

Проводя сравнение формоизменения в процессах радиального выдавливания фланца на трубе по схемам деформирования с односторонней и двухсторонней подачей установлено, что утяжина быстрее возникает в процессе радиального выдавливания с односторонней подачей.

Также на возникновение утяжины влияют механические характеристики материала, так при выдавливании по одной и той же схеме заготовок из разных материалов утяжина быстрее будет образовываться на заготовке с менее пластичным материалом.

Из построенных диаграмм видно, что при назначении геометрических параметров, которые лежат выше кривых, всегда будет образовываться утяжина и при увеличении высоты выдавливаемого фланца вероятность появления утяжины возрастает.

Построены диаграммы для определения размеров исходных заготовок для выдавливания бездефектных деталей. Предложены способы деформирования, обеспечивающие выдавливание высокого фланца на трубной заготовке без образования дефектов формы типа утяжин: выдавливание в штампе с подвижной полуматрицей, с образованием технологического бурта и выдавливание с противодавлением.

БЕЗОТХОДНЫЕ СПОСОБЫ ВЫДАВЛИВАНИЯ ПОЛЫХ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ВТУЛОК И КОЛЕЦ

Алиева Л.И., Чучин О.В., Бондарева Е.Н.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Детали типа втулка и кольцо широко применяются практически во всех отраслях промышленности. Для уменьшения отходов при получении втулок и колец применяются схемы выдавливания, совмещающие формообразование и отделение детали от многошпунтовой заготовки.

В рамках тенденции развития малоотходного производства создано несколько схем для получения втулок и колец.

Заготовка радиально выдавливается в полость образованную матрицами. Для отрезания детали пуансон и противоположный пуансон одновременно опускаются вниз. После отделения детали от заготовки инструмент возвращается в первоначальное положение, и процесс продолжается.

Заготовка устанавливается в матрицу. Пуансоном производится выдавливание металла заготовки в полость образованную между оправкой и матрицей. Деталь в виде втулки отделяют от многошпунтовой заготовки, путем сдвига вниз оправки, относительно матрицы.

Суть процесса холодной сквозной прошивки заключается в следующем: в контейнер помещают несколько заготовок, верхнюю прошивают пуансоном насквозь, оставляя наметку в следующей заготовке, и из верхней заготовки вытеканием металла в зазор между пуансоном и матрицей получают готовую втулку.

Для исследования удельного усилия процесса сквозной прошивки использован метод верхней оценки. По результатам расчетов построены зависимости усилия от геометрических параметров процесса и коэффициента трения. Характер изменения кривых слабо зависит от угла конуса пуансона. Чем меньше угол конуса α , тем меньше удельное усилие деформирования, что по-видимому справедливо для небольших значений коэффициента трения μ . Чем выше значение обжатия (степень деформации), тем резче увеличивается усилие выдавливания, особенно при значениях $\varepsilon \leq 0,7$ или при $R/r \leq 1,3$. В тоже время для каждого угла α имеется значения ε показывающие минимум усилия, что характерно для обратного выдавливания.

На основании построенных графиков зависимостей удельных усилий от технологических параметров можно сделать следующие выводы: при увеличении коэффициента трения приведенное давление деформирования также возрастает; минимальное значение приведенного давления деформирования находится в пределах $(1...1,5)R/S$; при увеличении заходного угла пуансона приведенное давление деформирования возрастает; при увеличении соотношения R/S оптимальное значение заходного угла пуансона уменьшается.

ОСАДКА ВЫПУКЛО-ВОГНУТЫМИ ПЛИТАМИ

Алиев И.С., Жбанков Я.Г., Жукова О.А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Одной из основных проблем тяжелого машиностроения является получение качественных изделий. Особенно это относится к крупным поковкам, которые изготавливаются ковкой слитков. Задачаковки в данном случае – не только получение заданной формы поковки, но и обеспечение однородных и высоких механических свойств в объеме поковки.

При изготовлении поковок типа «диск» основной операцией является операция осадка. Эта операция применяется, как формообразующая, при этом осадка должна обеспечить получение заданных механических свойств в поковке. Качество крупных поковок оценивается коэффициентом укова, который зависит, в данном случае, от степени деформации при осадке. Для конкретных размеров слитка и поковки степень деформации фиксирована, следовательно, уков будет также определенным. Повысить коэффициент укова для дисков можно только за счет двойной осадки с применением промежуточной протяжки. Такой технологический процесс приводит к большим затратам энергии и увеличивает трудоемкость процесса изготовления дисков ковкой.

Заготовки, получаемые осадкой, имеют большие неоднородности деформаций по своему сечению. На торцах заготовки возникают так называемые зоны затрудненной деформации. Полное устранение зон с затрудненной деформацией невозможно из-за действия контактных сил трения и охлаждения поверхности заготовки, которая контактирует с инструментом. Основная задача совершенствования процесса осадки – это уменьшение размеров застойных зон при осадке, т.е. повышение равномерности проработки литой структуры металла. Это возможно при обеспечении равномерного распределения деформаций в объеме заготовки.

Повысить равномерность распределения деформаций при неизменном укове и обеспечить проработку дендритной структуры возможно при обеспечении возникновения в теле заготовки макросдвиговых деформаций. Макросдвиговые деформации способствуют измельчению размеров зерна и частичному снижению ликвации за счет интенсивных сдвигов и перемещения слоев металла заготовки. В поковках типа дисков этот эффект можно обеспечить за счет знакопеременного выворота осаженой заготовки. Для этого необходимо применение инструмента, у которого верхняя плита выпуклая, а нижняя вогнутая. Знакопеременный изгиб повысит значения деформаций и равномерность их распределения. Прием выворота целесообразнее производить при нижнем температурном интервалековки для уменьшения роста деформированных зерен и уменьшения окалинообразования. Данный температурный режим легко можно обеспечить после основной осадки.

Установлено, что наибольшей проработке, как и в схеме обычной осадки, подвергается центральный слой заготовки. Однако деформации здесь до нескольких раз выше, чем в схеме обычной осадки. Наружные слои металла заготовки хотя и получают меньшие деформации, нежели центральные, но накопленная степень деформации в них выше, чем в способе обычной осадки.

Более всего при использовании данного способа деформацию накапливает металл, находящийся в поверхностных слоях на расстоянии от осевой линии от 0 до 0,75 радиуса заготовки, что позволяет рекомендовать данный способ для использования при ковке деталей типа «дисков» с повышенными требованиями, предъявляемыми к механическим характеристикам поверхностных слоев металла возле оси детали.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ТРЕНИЯ ПРИ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ МЕЖДУ СВИНЦОМ И СТАЛЬЮ

Алиев И.С., Жбанков Я.Г.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Одной из характерных особенностей пластического трения является наличие больших нормальных давлений на контактной поверхности, которые во многих случаях значительно превышают величину предела текучести обрабатываемого металла. По видам, трение в процессах обработки давлением, возможно, разделить на сухое (между поверхностью заготовки и инструмента нет никаких загрязнений, нет смазки и молекул окружающей среды), жидкостное (когда поверхности заготовки и инструмента полностью разделены смазочным слоем) и полужидкостное (сочетание жидкостного и сухого), которое присуще большинству процессов.

При математическом моделировании процессов обработки металлов давлением практически всегда используются закономерности трения в той или иной форме. И корректное решение поставленной задачи зависит от правильного задания граничных условий процесса, среди которых основное место занимает условие трения на поверхности заготовки и инструмента.

Именно поэтому важным является определение величин контактного трения между деформируемым и деформирующимся материалами в зависимости от условий деформирования (смазка, температура, качества поверхности и т.д.), для минимизации отрицательных, увеличения положительных эффектов и корректного решения теоретических задач по математическому описанию процессов обработки давлением.

Проводились исследования зависимости контактного напряжения трения между свинцом и инструментальной сталью. Причем на поверхность заготовки не наносилась смазка, а шероховатость поверхности инструмента по 6 классу.

По результатам обработанных экспериментальных данных была построена зависимость отношения контактного напряжения к напряжению сдвига в приконтактном слое заготовки от отношения нормального напряжения действующего на поверхности трения к напряжению текучести.

Видно, что при увеличении относительных нормальных напряжений (σ_n/σ_s), относительные контактные напряжения ($\tau_k/2 \cdot \tau_s$) также возрастают, однако рост прекращается при больших величинах σ_n/σ_s (больших 3 единиц).

Данные, полученные по экспериментальным исследованиям хорошо аппроксимируются зависимостью предложенной Е.М. Макушком, которая позднее была использована для описания закономерностей трения А.Н. Левановым.

Путем подбора коэффициентов аппроксимации для закономерности, используемой А.Н. Левановым, был установлен наилучший вид зависимости относительных контактных напряжений от относительных нормальных напряжений для аппроксимации полученных экспериментальных данных с учетом принятых ранее допущений:

$$\tau_k / 2 \cdot \tau_s = 0,34 \cdot (1 - e^{-0,75 \cdot \frac{\sigma_n}{\sigma_s}}).$$

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО СТЕНДУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РУЙНУВАННЯ ҐРУНТІВ

Альошичев П.В., Демченко Р.В.
(ДДМА, м. Краматорськ, Україна)

У землерийному, будівельному, дорожньому машинобудуванні методи фізико-математичного моделювання приймають все більше значення і проблема пошуку оптимального методу і досить залишається актуальною. Роботи в цій області ведуться розрізнено й без відповідної матеріально-технічної бази, що негативно позначається на ступені розробки й впровадження різних методів досліджень.

У джерелах, присвячених фізичному моделюванню робочих процесів землерийних машин, наведені схеми для дослідження статичного та динамічного руйнування ґрунтів, основи розрахунків. Фізичні моделі приводів землерийних машин на основі хвильової ланцюгової передачі для імпульсного руйнування ґрунтів раніше не розглядалися.

Метою роботи є побудова стенду для дослідження впливу хвильової ланцюгової передачі комбінованого привода тяги драглайна на енергоємність процесу копання.

Машиною-прототипом було обрано екскаватор крокуючий ЕК 10/70 виробництва ЗАТ «НКМЗ». За визначеними коефіцієнтами зменшення розмірів робочого встаткування ($k_l = 14$) було виготовлено фізичний стенд, що складається із ґрунтового каналу розмірами 3500Ч350Ч220 мм, заповненого на 1750 мм піском дрібної фракції й на 1750 мм глиною. Шар насипного ґрунту становив 250 мм. Ківш драглайна $V = 0,01 \text{ м}^3$, проведений через поліспаст кратністю $m = 2$ від двох електродвигунів легкої серії АОЛ 2-11-1 потужністю $N = 0,18 \text{ кВт}$ через черв'ячний редуктор з передатним відношенням $i = 63$ одного приводу й хвильовою ланцюговою передачею іншого привода комбінованої пари; канат намотувався на барабани $D_1, D_2 = 100 \text{ мм}$.

При копанні ківш переміщується по вибою за допомогою механізму тяги дискретно, забезпечуючи додаткове руйнування зв'язків часток ґрунту. Частота імпульсу залежить від параметрів хвильової ланцюгової передачі (діаметрів зірочок, кількості котків) для різних типів ґрунтів. Опір різанню й енергоємність процесу розробки ґрунту робочим органом машини у значній мірі визначаються явищами, що протікають при русі вирізаної з масиву стружки ґрунту по поверхні робочого органа або в площині ковша, тому передбачалося, що ґрунт, що становить шар, не стискаємо, так що в процесі руху перетерплює зміну тільки форма шару. Розміри шару на цьому етапі передбачалися елементарно відомими.

Попередні експериментальні дослідження (виконані за допомогою тензоелектричного вимірювального обладнання) на стенді, створеному за допомогою фізичного й математичного моделювання й установленого в лабораторії кафедри ПТМ ДДМА, доводять ефективність подібного роду приводів у зниженні питомої енергоємності процесу руйнування ґрунтів.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КООРДИНАЦИИ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ НА ОСНОВЕ РЕФЛЕКСИВНО-ИЕРАРХИЧЕСКОГО ПОДХОДА

Андриенко И.А.
(ДонУЭП, г. Донецк, Украина)

В современных условиях хозяйствования большинство отечественных промышленных предприятий, которые имели в своем распоряжении налаженную систему управления, оказались не в состоянии в полной мере обеспечивать процессы согласования управленческих потоков в условиях резко меняющейся социально-экономической среды. Этим аргументируется актуальность разработки с использованием методов экономико-математического моделирования эффективного механизма координации, направленного на обеспечение «согласованного» функционирования и развития всех частей системы по отношению к ее глобальной цели.

Основой механизма координации управленческих процессов обозначим иерархически организованную структуру промышленного предприятия, содержащую шесть основных уровней управления. При этом процедуры координации управленческих процессов на промышленных предприятиях предлагается исследовать на основе двухуровневой системы иерархического управления, которая представлена взаимодействием ведущего, ведомого и управляемой динамической системы, учитывая особенности каждого из обозначенных уровней иерархии предприятия.

Такие рефлексивные составляющие процесса принятия решения как вероятность искажения и скрывания информации, а также вероятность неоднозначной трактовки агентами управления полученной информации в процессе взаимодействия агентов уровней иерархии определяют необходимость выявления субъективных склонностей к искажению информации в рамках координации управленческих процессов на предприятиях. Реализация моделей выявления субъективных склонностей к искажению в процессе восприятия / интерпретации и переработки информации позволит определять интенциональные особенности агентов управления, цели и мотивы возможного искажения управляющей информации. Реализация моделей согласования управленческих процессов на предприятии позволит обеспечить единство интересов и повысить эффективность взаимодействия уровней иерархической структуры для достижения целей функционирования и развития предприятия.

Таким образом, моделирование механизма координации на предприятии на основе рефлексивно-иерархического подхода позволит повысить эффективность взаимодействия агентов управления для обеспечения достижения целей предприятия за счет регламентации взаимодействия между всеми участниками системы управления.

НАДІЙНІСТЬ ПОСЛІДОВНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ ЗБІРНОГО ТОКАРНОГО РІЗЦЯ

Андронов О.Ю.

(ДДМА, м. Краматорськ, Україна)

Впровадження збірних різців замість напаяних потребує нового підходу до оцінки їх надійності. Надійність збірного різця оцінюється комплексним показником – коефіцієнтом готовності, який характеризує як його безвідмовність так і його ремонтпридатність. Однак, для спрощення математичної моделі надійності було прийнято припущення про експоненціальний закон розподілу як напрацювання, так і часу відновлення збірних різців, що знижувало точність прогнозування надійності та розрахунку витрати інструменту. Саме це потребує нових досліджень показників надійності, що враховують раціональний розподіл надійності між елементами конструкції збірного різця. Різець токарний збірної конструкції з погляду надійності можливо представити як послідовну систему, вихід з ладу будь-якого елемента якої приводить до відмови всієї системи.

Множина станів системи E розбивається на дві підмножини

$$E = E_1 \cup E_0, E_1 \cap E_0 = \emptyset,$$

де E_1 – інтерпретується як множина працездатних станів системи; E_0 – множина непрацездатних станів.

Математична модель надійності розроблена на основі полумарківської моделі для схеми ненапруженого дублювання з відновленням для збірного токарного різця, яка враховує множину станів

$$E = \{1, 2, 3\} \cup \{4, 5\} \times R_+,$$

де $R_+ = \{x : x \geq 0\}$ – множина невід’ємних дійсних чисел.

Середній час m_1 перебування в певних станах дорівнює $m_1 = \int_0^\infty \bar{F}_1^{(1)}(\tau) d\tau,$

$$m_2 = \int_0^\infty \bar{F}_1^{(1)}(\tau) d\tau, \quad m_3 = \int_0^\infty \bar{F}_1^{(2)}(\tau) d\tau, \quad m(4) = \frac{\int_0^\infty \bar{F}_0^{(2)}(\tau + x) d\tau}{\bar{F}_0^{(2)}(x)}, \quad m(5) = \frac{\int_0^\infty \bar{F}_0^{(1)}(\tau + x) d\tau}{\bar{F}_0^{(1)}(x)},$$

де $F_0^{(1)}, F_0^{(2)}$ – часи безвідмовної роботи елементів токарного різця, розподілені за деякими законами функції; $F_1^{(1)}, F_1^{(2)}$ – часи відновлення, розподілені за деякими законами функції; x – час відновлення.

Розроблено математичну модель надійності у вигляді коефіцієнта готовності

$$K_\Gamma = \left(1 + \frac{\int_0^\infty F_{12}(x) dx + \int_0^\infty F_{13}(x) dx}{F_{04}(x) \int_0^\infty F_{04}(x) dx + F_{05}(x) \int_0^\infty F_{05}(x) dx} \right)^{-1}.$$

Для перевірки адекватності моделі коефіцієнта готовності проводились випробування збірних різців, перевірка адекватності моделі здійснена за критерієм Колмогорова.

ПРОЦЕССЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ГРАФАХ В МЕХАНООБРАБОТКЕ

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

Процессы механообработки могут быть описаны с помощью структурной модели потоков событий в виде графа. С помощью этих потоков можно моделировать процессы отказов составляющих технологической системы – станка и инструмента, а также их устранения (ремонта или обслуживания). Традиционно потоки событий предполагаются пуассоновскими, что позволяет использовать математический аппарат марковских процессов и с помощью системы уравнений Колмогорова рассчитать предельные вероятности пребывания системы в каждом из состояний.

Экспериментальный материал по распределению времен пребывания технологической системы в том или ином состоянии указывает на то, что характер распределения может быть любой и только иногда пуассоновский. В частности, это касается режущего инструмента, как времени до критического износа, так и времени обслуживания.

Разработана методика формирования и использования графовой модели процессов восстановления без предположения о том, что процессы пуассоновские. Предложена линейная система уравнений, обобщающая систему предельных состояний Колмогорова с учетом снятия ограничения на пуассоновский характер потоков событий, что позволяет повысить адекватность моделирования процессов восстановления, происходящих при функционировании технологической системы.

При построении системы уравнений не ограничивая общности можно считать модель циклической. Если система работает достаточно долго, то она многократно проходит через любые из состояний A_i . При этом существенно, что если система вновь возвращается в состояние A_i , то поток возобновляется и продолжается, как если бы он не прерывался. Если процесс механообработки был прерван, например, для подналадки, а после нее вновь был продолжен, то при расчете времени работы инструмента и оборудования можно условно считать, что процесс не прерывался.

Для практической оценки времени пребывания технологической системы в любом состоянии с использованием предложенной системы достаточно задать время пребывания системы в одном из состояний T_S или общее время работы системы T_0 .

Методика позволяет рассчитать средние времена протекания разных процессов и общее суммарное время T_0 для процессов восстановления общего вида, получить оценку дисперсии суммарного времени обработки DT_0 при условии различных дисперсий и законов для времен различных процессов.

НОВИЙ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИЙ МАТЕРІАЛ ДЛЯ ПРОЦЕСІВ ПЕРЕРИВИСТОЇ ОБРОБКИ РІЗАННЯМ

Антонюк В.С., Волкогон В.М., Котляр Д.А., Кравчук А.В.
(НТУУ «КПІ», ІІМ НАНУ, м. Київ, Україна)

Прискорений ріст промислового виробництва в машинобудуванні, вимагає підвищення ефективності обробки важкооброблюваних конструкційних та інструментальних сталей особливо в умовах переривистого різання. Для цього у виробництво все ширше впроваджуються сучасні лезові інструменти з нових надтвердих матеріалів на основі щільних модифікацій нітриду бору (ЩМНБ) з такими унікальними властивостями як високі твердість і теплостійкість, відсутність хімічної спорідненості з залізом, підвищена ударна в'язкість. Одним із перспективних напрямків покращення фізико-механічних характеристик таких матеріалів, як ПНТМ на основі вюрцитного нітриду бору (гексаніту – Р) є застосування попередньої деформаційної обробки вихідних порошків прокаткою.

Ефективність застосування попереднього деформування вихідних порошків BN_b прокаткою перед спіканням різальних пластин в порівнянні з пресуванням високими статичними тисками виражається в більш високій однорідності полікристалічного матеріалу.

Використання орієнтованої укладки продуктів прокатки без гранулювання для отримання ПНТМ дає помітну перевагу композитів на основі BN_b , особливо при перервному режимі обробки загартованих сталей Це пов'язано із збереженням перед спіканням текстури укладки частинок порошку базисними площинами, що впливає на ступінь фазового переходу $BN_b \rightarrow BN_{cf}$ і структурний стан полікристалічного матеріалу, синтезованого при однакових баротермічних умовах.

Для вивчення робочих характеристик різальних пластин ПНТМ з попереднього деформованих перед спіканням порошків BN_b використовували різальні пластини діаметром 7 мм, товщиною 3,18 мм, на різальній кромці пластини формувалась зміцнююча фаска $0,2 \times 20^\circ$. При проведенні експериментальних досліджень різальна пластина закріплювалась в державці під кутом 6° .

Дослідження здійснювали на універсальному токарному верстаті мод. 16К20 в режимі безперервного різання сталей ШХ15 (HRC 62...63) і ХВГ (HRC 58...62). За критерій стійкості ПНТМ прийнята величина зносу по задній поверхні $h_z = 0,4$ мм. Режим обробки: швидкість різання $V = 20-300$ м/хв, подача $S = 0,05$ мм/об, глибина різання $t = 0,1$ мм.

Як показали проведені дослідження динаміка зносу в режимі перервного різання у ПНТМ на основі ЩМНБ попередньо деформованих прокаткою краща, а період стійкості більший у порівнянні з пластинами з полікристалів на основі порошків BN_b , деформованих високими статичними тисками в 1,8...2,5 рази.

Використання різального інструменту, оснащеного різальними пластинами з полікристалічних надтвердих матеріалів на основі щільних модифікацій нітриду бору, дозволяє значно розширити технологічні можливості при обробці важкооброблюваних матеріалів.

СПОСІБ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЇ РІЗАННЯ З ПОПЕРЕДНІМ ПЛАСТИЧНИМ ДЕФОРМУВАННЯМ ПРИ ТОРЦЕВОМУ ФРЕЗЕРУВАННІ

Білявський М.Л.
(УАД, м. Львів, Україна)

Сучасний стан машинобудування та інших суміжних галузей вимагає впровадження у виробничий процес простих та високоефективних технологій механічної обробки. Досягти поставлену задачу можливо за рахунок підвищення оброблюваності матеріалів різанням, що призведе до підвищення продуктивності обробки та зменшення фінансових витрат на виготовлення продукції вцілому. Один із прогресивних методів підвищення оброблюваності різанням є технологія різання з попереднім пластичним деформуванням. Розглядувана технологія була впроваджена на операціях точіння, стругання, протягування із застосування різального інструмента, оснащеного твердим сплавом. Слід відзначити відсутність будь-яких рекомендацій, щодо впровадження даної технології при торцевому фрезеруванні. Раніше, у співавторстві з Виговським Г.М. та Громовим О.А. був запатентований спосіб комбінованого торцевого фрезерування за яким реалізовувалась технологія різання з попереднім пластичним деформуванням, причому деформуючі елементи розташовувались в радіальному напрямку на більшій відстані від осі фрези, а різальні елементи на меншій відстані від осі фрези відносно деформуючих елементів. Проте такий спосіб як і будь-який має недоліки, а саме певні труднощі в узгодженості режимів поверхневого пластичного деформування та різання, тощо. В основу роботи була покладена задача вдосконалити існуючий спосіб комбінованого торцевого фрезерування шляхом розташування деформівних та різальних інструментів з однаковим радіальним розташуванням відносно осі обертання інструмента, проте з різним вильотом відносно корпусу інструмента, що дозволить підвищити продуктивність за рахунок ступінчатої схеми різання. По вдосконаленому способу комбінованого торцевого фрезерування розроблені математичні моделі, які підтверджують висунуту гіпотезу про можливість підвищення жорсткості комбінованої торцевої фрези, що призведе до підвищення точності обробленої поверхні. Крім того, удосконалений спосіб дозволить підвищити продуктивність, за рахунок в роботі запропонований спосіб налагодження технологічної системи з метою мінімізації впливу осі нахилу шпиндельного вузла на якість обробленої поверхні.

В подальших дослідженнях планується провести теоретико-експериментальне порівняння існуючого способу комбінованого торцевого фрезерування та вдосконаленого, можливість застосування в якості інструментального матеріалу різальних ножів – мінералокераміки.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Богданова Л.М.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Рассматривая технологический процесс (ТП) механообработки необходимо иметь в виду следующее. Во-первых, это процесс не только резания, но и восстановления технологической системы (ТС) с участием станочника. Во-вторых, большинство производственных процессов следует рассматривать как стохастические. Лишь с определенной вероятностью можно говорить, что ТП будет выполнен в заданный срок.

Анализ проблемы показал, что хорошо разработаны модели для оценки надежности отдельных элементов, хуже для всей ТС как целостной системы. Наиболее часто используемыми являются показатели: вероятность восстановления и коэффициент готовности. Математические модели, моделирующие вероятностно-временное развитие процесса, достаточно развиты. Это сети PERT, GERT, F-сети, метод статистических испытаний.

Цель работы – оценка функционирования технологической системы по механообработке деталей на крупных токарных станках.

В качестве показателя эффективности функционирования системы принят единый показатель – вероятность достижения цели, что в нашем случае означает вероятность обработки поверхности детали в срок (VEND).

Процесс функционирования включает этапы: планирование, обеспечение ресурсами, исполнение.

Для получения зависимостей с последующим расчетом VEND представим граф, где дуги отображают логические взаимосвязи событий с заданными вероятностями исходов. Уровни графа: А – система должна иметь принципиальную возможность выполнения данной функции; Б – обеспеченность системы ресурсами; С – выполнение заданной функции с заданными ограничениями; Д – контроль характеристик процесса выполнения функций. Тогда вероятность успешного достижения цели определится через условные вероятности: $VEND = P_{11} \cdot P_{11} \cdot B_{11} \cdot K_{11}$ (P_{11} – вероятность полного ресурсообеспечения ТС и правильная информированность об этом; B_{11} – вероятность обработки поверхности детали в срок). В работе принято, что станочник информирован без ошибок и контролирует процесс безошибочно ($K_{11} = 1$), этап планирования проведен правильно ($P_{11} = 1$). Определение P_{11} и B_{11} проводилось на основе анализа обеспеченности ТС инструментом, восстановления и технического обслуживания ТС, а также анализа отказов инструмента.

Таким образом, установлена и количественно оценена связь показателя эффективности работы ТС с надежностью резца и характеристиками процесса восстановления ТС. Для обеспечения максимальных значений показателя потребуется высокое качество всех составляющих системы, более высокая культура производства, качественная технологическая подготовка производства.

Предложенный в работе метод анализа функционирования ТС может использоваться для различных конфигураций ТС.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКИ БЕЗВОЛЬФРАМОВОЙ СТАЛИ 100X4M5Ф2 КРУПНОГАБАРИТНЫХ РЕЗЦОВ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Богуцкий А.А., Макаренко Н.А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Разработан технологический процесс и оборудование для плазменной наплавки безвольфрамовой стали 100X4M5Ф2 на быстроизнашивающиеся поверхности деталей крупногабаритных резцов металлорежущих станков, что позволило повысить стойкость изделий, исключить энергоемкие процессы высокотемпературного отжига и закалки, применяемых ранее в технологическом процессе упрочнения и восстановления поверхностей. Исследовано влияние разнополярно-импульсного тока на структуру и свойства наплавленного металла. На смачивающую способность жидким присадочным материалом основного металла изделия существенное влияние оказывают чистота поверхности изделия и наличие активных элементов-раскислителей в наплавочном материале, в связи с чем перспективным материалом для наплавки является безвольфрамовая быстрорежущая сталь 100X4M5Ф2, содержащая молибден, имеющая высокие характеристики, что позволяет применять ее для наплавки крупногабаритных резцов металлорежущих станков. Чистота поверхности при плазменной наплавке достигается за счет катодного распыления, свойственного при обратной полярности. Однако плазмотроны (в данном случае) крупногабаритны и рассчитаны на незначительные токи (обычно до 150А), что обусловлено большими тепловыми нагрузками на неплавящийся электрод. Проведение процесса на переменном токе ограничивает технологические возможности процесса наплавки, в связи с чем целесообразно применять для питания плазменной дуги разнополярно-импульсный ток.

Установлено, что применение плазменно-порошковой наплавки разнополярно-импульсным током безвольфрамовой быстрорежущей стали 100X4M5Ф2 позволяет повысить стойкость наплавленных деталей на 30% по сравнению с плазменной наплавкой на постоянном токе прямой полярности. Испытания показали, что для изменения полярности тока плазменной дуги целесообразно применять коммутатор на основе силовых IGBT-транзисторов.

Доказано, что при плазменно-порошковой наплавке разнополярно-импульсным током в наплавленном металле снижается количество неметаллических включений оксидного характера.

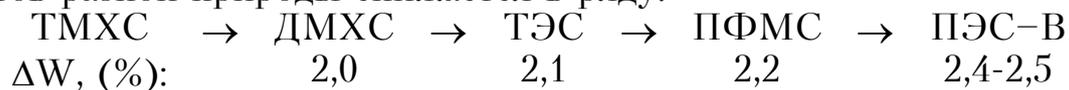
Проведенные исследования показали целесообразность смены полярности тока с частотой, близкой к собственной частоте резонанса жидкой металлической ванны, что приводит к измельчению зерна в наплавленном металле и повышает его служебные характеристики. Определено, что уменьшение значения тока обратной полярности (по сравнению с током прямой полярности плазменной дуги) увеличивает эффективность резонансных явлений в жидкой металлической ванне.

РЕМОНТ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ ВЛАГОСТОЙКИМИ ЭЛЕКТРОДАМИ

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

Ремонтная сварка покрытыми электродами, как правило, осуществляется на рабочих местах, где не всегда есть возможность должным образом подготовить их для сварки. Основной проблемой подготовки электродов для ручной дуговой сварки является снижение влажности электродного покрытия до допустимых пределов, т.к. наличие избыточной влаги может привести к возникновению пористости и другим дефектам в наплавленном металле. Одним из способов снижения гигроскопичности электродов является модификация внешнего слоя их покрытия аппретированием влагостойкими кремнийорганическими соединениями. Смысл обработки кремнийорганическими соединениями заключается в том, что они реагируют с функциональными кислородными группами на поверхности электродов (гидроксильными – ОН и карбоксильными – СООН) и образуют кремний-кислородные группы, которые придают внешнему слою электродного покрытия гидрофобные свойства. Для изучения защитных свойств различных кремнийорганических соединений была проведен ряд экспериментов. Обрабатывались электроды марки УОНИ. Для аппретирования были выбраны мономеры: триметилхлорсилан (ТМХС), диметилдихлорсилан (ДМХС), тетраортоэтилсиликат (ТЭС), и полимеры: полифенилметил-силоксан (ПФМС), полидиэтилсилоксан (ПЭС-В).

Методика аппретирования была унифицирована и заключалась в следующем. Образец охлаждали до комнатной температуры и помещали в предварительно приготовленный раствор кремнийорганических соединений в бензоле определенной концентрации $C_{\text{ап}}$, (%). Температура раствора комнатная. Через заданное время аппретирования $\tau_{\text{ап}}$ образец вынимали, сушили в течение времени $\tau_{\text{с}}$ при температуре $t_{\text{с}}$. Показателем эффективности защитных свойств кремнийорганических соединений служило увеличение массы Δw , (%) обработанных электродов после выдержки в дистиллированной воде в течении 24 ч при комнатной температуре ($20 \pm 3^\circ\text{C}$). Для необработанных (исходных) образцов у них величина $\Delta w = 3\%$. Результаты исследований показали, что эффективность аппретов разной природы снижается в ряду:



Таким образом, наиболее перспективным является разработка влагостойких защитных композиций на основе триметилхлорсилана.

Электроды, обработанные влагостойкой защитной композицией, на подвержены капиллярному заполнению влагой из окружающего воздуха в процессе хранения и транспортировки, следовательно при проведении ремонтных работ исключается такая энергозатратная операция, как предварительная прокалка в электропечах, что ведет к снижению стоимости проведения ремонтных и восстановительных работ металлорежущего оборудования.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИЛ РЕЗАНИЯ, ВОЗНИКАЮЩИХ ПРИ АЛМАЗНОМ СВЕРЛЕНИИ

Братан С.М., Рощупкин С.И.
(СевНТУ, г. Севастополь, Украина)

Производительность процесса алмазного сверления неметаллических материалов имеет экстремум, соответствующий работе сверла в режиме самозатачивания. Поэтому, при алмазном сверлении характеристика инструмента и режимы обработки должны подбираться таким образом, чтобы обеспечивалась его частичная или полная самозатачиваемость.

Для обеспечения самовосстановления режущей способности инструмента необходимо, чтобы прочность зерна и прочность его закрепления в связке были соизмеримы с силами, возникающими при обработке.

В данной работе получены математические зависимости (1) и (2), позволяющие рассчитывать силы резания при алмазном сверлении за период стойкости сверла.

$$\sum_i P_{yi} = \frac{\tau \pi D \chi L_k n_3 C_b h_{3\max}^m (t_\phi - \Delta h)^{\chi+0,5}}{H_u^\chi} \times \left[\frac{0,96 \Gamma(\chi) \Gamma(zm + 3,5) (t_\phi - \Delta h) \sin \beta a_3}{\Gamma(\chi + zm + 3,5) \sin \beta_1} + \frac{\pi C_b h_{3\max}^m \Gamma(\chi) \Gamma(zm + 2,5)}{6 \Gamma(\chi + zm + 3,5)} \right]; \quad (1)$$

$$\sum_i P_{zi} = \frac{\tau \pi D \chi L_k n_3 C_b h_{3\max}^m (t_\phi - \Delta h)^{\chi+0,5}}{H_u^\chi} \times \left[\frac{0,96 \Gamma(\chi) \Gamma(zm + 3,5) (t_\phi - \Delta h) \sin \beta a_3}{\Gamma(\chi + zm + 3,5) \sin \beta_1} + \frac{\mu \pi C_b h_{3\max}^m \Gamma(\chi) \Gamma(zm + 2,5)}{6 \Gamma(\chi + zm + 3,5)} \right]. \quad (2)$$

где, τ – среднее касательное напряжение в плоскости сдвига; D – диаметр сверла; n_3 – количество зерен в единице объема рабочего слоя инструмента; L_k – ширина алмазносного слоя; C_b и m – коэффициенты формы зерна; $h_{3\max}$ – величина максимального износа сверла; t_ϕ – максимальная глубина микрорезания; Δh – величина съёма материала; H_u – величина слоя рабочей поверхности инструмента, в пределах которой подсчитывается n_3 ; a_3 – средняя глубина микрорезания единичным абразивным зерном; β – угол между равнодействующей силы резания и скоростью резания; β_1 – угол сдвига; z – показатель степени; μ – коэффициент трения.

В данных моделях учитывается влияние на силы резания геометрии, характеристик и состояния рабочей поверхности инструмента, физико-механических свойств обрабатываемого материала и величины подачи, которая определяет максимальную глубину микрорезания.

ВЫБОР ПОКАЗАТЕЛЯ СТАБИЛЬНОСТИ ОБРАБОТКИ ПРИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ

Васильева Л.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

При системном математическом описании функционирования режущего инструмента и всей технологической системы важное значение имеет стабильность технологического процесса. Стабильность работы режущих инструментов определяется многими факторами: выбором инструментального материала; конструкцией режущего инструмента; технологией изготовления режущих инструментов; условиями их эксплуатации; точностью формы и размеров заготовки; постоянством физико-механических свойств обрабатываемого материала. При обработке на автоматизированных станках, чистовой обработке ответственных деталей и в некоторых других случаях стабильность обработки оказывает значительное влияние на время восстановления, расход инструмента и, в конечном итоге, на затраты на обработку.

Для оценки стабильности работы режущего инструмента различные исследователи вводят такие показатели, как гамма-процентная стойкость T_γ , энтропия, удельный износ по основным элементам режущей части инструментов, а также допустимые уровни рассеивания параметров функционирования режущего инструмента.

В настоящей работе в качестве показателя стабильности работы режущего инструмента принят коэффициент вариации стойкости W_T . Подробно исследовалась взаимосвязь коэффициента вариации стойкости с другими показателями работы режущего инструмента. При тчении в тяжелых условиях большинство факторов действуют на коэффициент вариации стойкости через вероятность разрушения: между W_T и долей поломок существует почти прямопропорциональная зависимость. Однако, на самом деле многие факторы одновременно действуют на W_T . К ним относятся: материал режущего лезвия и конструкция инструмента, материал заготовки и состояние ее поверхностного слоя. С ростом твердости обрабатываемого материала увеличивается доля поломок, в связи с чем растет и W_T . Кроме того, имеет место рассеивание свойств материала заготовки, которые действуют непосредственно. При исследовании возможности использования коэффициента вариации стойкости в качестве показателя стабильности обработки и представления его в виде целевой функции учитывалось, что он зависит от многих параметров и, в свою очередь, влияет на многие показатели и целевые функции. С другой стороны, часть механизмов влияния W_T на целевые функции оценена только статистически, а в некоторых случаях с помощью экспертных оценок. Поэтому оценки этого влияния не являются точными и могут изменяться в зависимости от условий производства. Поэтому коэффициент вариации стойкости имеет смысл выделять в самостоятельную целевую функцию при автоматизированной обработке, высоких требованиях к качеству и стабильности технологического процесса.

ВХОДНЫЕ ПАРАМЕТРЫ АДАПТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ РАБОТЫ ТЯЖЕЛЫХ СТАНКОВ

Васильченко Я.В., Сукова Т.А., Шаповалов М.В., Полунина Л.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В процессе обработки на тяжелых станках изменяется его состояние не только при переходе от одной операции к другой, но и при однотипных операциях технологического процесса, а также при обработке одной крупногабаритной детали. Априорно учесть эти изменения практически невозможно.

Анализировать отдельно разомкнутую технологическую систему без резания не имеет смысла, так как наличие нелинейных элементов и изменение в пространстве и во времени вектора силы резания может переводить систему из одного структурно-устойчивого состояния в другое или же приводить к структурно-неустойчивым состояниям. Кроме того, идентификация системы для целей оптимизации должна осуществляться по свойствам информации получаемой непосредственно в реальном времени при резании. Таковую информацию, как следует из анализа опубликованных работ и наших исследований, можно получить реально только на основе анализа процессов, сопровождающих функционирование технологической системы и ее элементов: выделение тепла при резании, механические колебания в зоне резания и в других подсистемах, акустическая эмиссия и изменение параметров электромагнитного поля в зоне резания. Непосредственно же сам процесс резания генерирует тепловой поток, виброакустические колебания, акустическую эмиссию, электромагнитное поле и формирует с учетом временных воздействий состояние вектора силы в пространстве и во времени. Для всех этих процессов имеются в той или иной степени апробированные датчики и преобразователи для различных целей, в том числе и для оптимизации резания, диагностирования состояния инструмента и так далее. Однако количественная оценка и выделение требуемого структурно-устойчивого состояния для оптимизации качества процесса резания на тяжелых станках в реальном времени требует специальной информационной технологии, которая ранее в литературе не описана.

С учетом этого в нашей работе выделены информативные каналы параметров механической обработки на тяжелых станках и поставлены такие задачи:

1. Исследование силовых факторов процесса резания.
2. Исследование влияния параметров режущего инструмента в процессе обработки на температуру в зоне резания.
3. Определение состояния режущего инструмента и процесса резания по вибрационным и акустическим характеристикам процесса резания.
4. Исследование адаптивного регулирования процесса резания по сигналам акустической эмиссии.
5. Исследование адаптивного регулирования процесса резания по геометрическим измерениям размеров обрабатываемой детали в процессе обработки.

Реализация адаптивного регулирования процесса резания по измерениям износа режущего инструмента в процессе резания.

ІНФОРМАЦІЙНІ ОСНОВИ РОЗВ'ЯЗАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАДАЧ

Вислоух С.П.
(НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна)

Сучасна технологія приладо- та машинобудування характеризується використанням величезних інформаційних масивів і значної кількості їх складових елементів (параметрів). При розв'язанні багатьох технологічних задач початкова кількість параметрів, що характеризують вхід задачі, є досить великою і їх варто оцінити й вибрати найбільш необхідні для конкретної задачі. Тому технологу, що заздалегідь не знає собі які параметри будуть важливими для моделювання, треба провести вибіркові дослідження з метою визначення найбільш впливових на вихідні характеристики процесу. Але навіть такий, майже об'єктивний підхід не забезпечує повноти опису досліджуваного процесу вибраними таким чином параметрами. Це викликано тим, що в такому випадку не враховується взаємний вплив вибраних і неврахованих параметрів на якість математичної моделі. Крім того, в сукупності невраховані параметри можуть суттєво впливати на результат моделювання. В той же час використання великої кількості параметрів при моделюванні призводить до необґрунтованих витрат, а саме: збільшення кількості параметрів призведе до більших витрат машинного часу при розв'язанні технологічних задач і, як наслідок, до подорожчання досліджень та й при великій розмірності інформаційного простору втрачається наочність подання даних, яка особливо важлива при використанні діалогових систем обробки інформації. При цьому також утрудняється інтерпретація отриманих результатів.

Методи багатомірного статистичного аналізу, до яких відносяться методи факторного і компонентного аналізу та багатомірного шкалування, дозволяють значно зменшити розмірність початкових масивів інформації при створенні математичних моделей без фактичного зниження кількості початкових параметрів, що характеризують досліджуваний процес.

На сьогодні ці методи не використовуються при розв'язанні задач технологічної підготовки виробництва, що в значній мірі знижує якість та точність отриманих результатів, які базуються на математичних моделях, що використовують обмежений набір початкових параметрів.

Тому поставлена задача реалізувати методику зниження розмірності масивів початкової інформації методами багатомірного статистичного аналізу, яка дає можливість зменшити початкову кількість параметрів досліджуваного процесу від n до l факторів (неіснуючих латентних змінних), де $l \ll n$. Використання розробленої методики дозволило вирішити три основні задачі: підвищення якості розв'язання технологічних задач за рахунок підвищення їх інформативності та більш раціонального використання можливостей машинної обробки технологічної інформації; підвищення статистичної вірогідності інформаційної вибірки даних, що представлена для моделювання; забезпечення більшої наочності й простоти інтерпретації результатів розв'язання технологічних задач.

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ЗУБЬЕВ КОЛЕС ГИПЕРБОЛОИДНЫХ ПЕРЕДАЧ

Витренко А.В., Бочарова И.А., Воронцов Б.С.
(ВНУ им. В. Даля, г. Луганск, Украина)

Во многих машинах и механизмах необходимо передавать крутящий момент при помощи зубчатых колес, оси которых перекрещиваются в пространстве. В таком зацеплении учувствуют, как правило, винтовое и цилиндрическое зубчатое колесо. Наименее изученной является гиперболоидная передача.

На практике известны передачи, состоящие из цилиндрического зубчатого колеса и квазигиперболоидного колеса, а также передачи, состоящие из цилиндрического зубчатого колеса и колеса имеющего форму тела вида однополостной гиперболоид. Такие зубчатые передачи имеют повышенную нагрузочную способность по отношению ко всем другим винтовым зубчатым передачам. Это объясняется тем, что характер касания зубьев в такой передаче является линейным. Однако колеса этих передач формообразуются при помощи цилиндрических инструментальных зубчатых колес по известным схемам формообразования. Такое положение приводит к тому, что в зубчатой передаче перечисленные зубчатые колеса могут иметь определенную геометрию, т.е. квазигиперболоидное зубчатое колесо и зубчатое колесо в виде тела однополостной гиперболоид можно зацепить с цилиндрическим зубчатым колесом определенной геометрии. Кроме того такая зубчатая передача имеет жесткий допуск к изменению межцентрового расстояния.

В данной работе предлагается создать винтовую зубчатую передачу с линейным контактом зубьев и с любым передаточным отношением. Такая передача возможна, если одно из колес будет цилиндрическим, а другое в виде однополостного гиперболоида вращения. Такое колесо можно получить только в процессе формообразования при помощи зуборезной рейки. Попытаемся осуществить этот процесс нарезания при помощи инструментального зубчатого колеса, имеющего обобщенный исходный контур. В этом случае главным движением резания является относительное скольжение передних режущих граней инструмента о поверхность зубцов нарезаемого гиперболоидного зубчатого колеса.

Найдена принципиально новая схема формообразования винтовых зубчатых колес в пространственном станочном зацеплении на однополостном гиперболоиде вращения. Определена производящая поверхность и ее элементы, необходимые для описания разработанного процесса формообразования. Получена винтовая зубчатая передача с линейным контактом зубьев с любым передаточным отношением.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ЗУБЬЕВ ЗА СЧЕТ ППД

Витренко В.А., Кашура А.Л., Кириченко И.А., Кузнецова М.Н.
(ВНУ им. В. Даля, Луганск, Украина)

В данном исследовании решена задача повышения точности упрочняющей и сглаживающей накатки зубьев цилиндрических прямозубых зубчатых колес при помощи принципиально нового накатного инструмента в основе которого лежит однополостной гиперboloид. Для нахождения профиля такого инструмента в пространственном станочном зацеплении была найдена основная сопряженная инструментальная поверхность при помощи схемы формообразования третьего класса.

Базируясь на проведенных теоретических и экспериментальных исследованиях в работе найдена принципиально новая схема формообразования гиперboloидного накатного инструмента. Предложенный инструмент получают при помощи инструментального цилиндрического производящего зубчатого колеса, который впервые движется вдоль прямолинейной образующей однополостного гиперboloида. Впервые, в аналитическом виде, было получено в пространственном станочном зацеплении зубчато-реечное зацепление инструмента и обрабатываемой заготовки.

В исследовании найдены основные геометро-кинематические показатели накатки зубьев зубчатых колес при помощи разработанного накатного инструмента, такие как: относительная скорость скольжения; суммарная скорость перемещения контактирующих поверхностей в направлении контактных линий; угол между вектором относительной скорости скольжения и направлением контактных линий; удельные скольжения на зубе инструмента и накатываемого зубчатого колеса; приведенная кривизна контактирующих поверхностей. Анализ перечисленных показателей позволил еще на стадии проектирования определить работоспособность разработанного накатного инструмента.

Для изготовления найденного накатного инструмента были разработаны принципиально новые способы его формообразования на стандартных зубофрезерных станках. В результате такого изготовления прямолинейная образующая однополостного гиперboloида двигалась вдоль передней поверхности цилиндрического инструментального зубчатого колеса. Накатка зубьев при помощи разработанного инструмента позволяет избежать дефекты на поверхности накатанного зуба, которые обусловлены геометрией и кинематикой процесса накатки.

ПОВЫШЕНИЕ СТОЙКОСТИ ИНСТРУМЕНТА ХОЛОДНОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ МЕТАЛЛА

Власов А.Ф., Лысак В.К.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Одним из важнейших направлений решения проблемы ресурсосбережения является разработка экономнолегированных сталей и наплавочных материалов, обеспечивающих повышенные механические и служебные свойства деталей машин и инструментов.

Для изготовления инструмента холодного деформирования металла разработана и опробована в производственных условиях сталь инструмента холодного деформирования металла Х2ГСВ2Ф, обеспечивающая бесструктурный мартенсит с равномерно распределенными дисперсными карбидами и повышающая стойкость его в 3-5 раз по сравнению с другими марками сталей аналогичного назначения.

Исследование и разработка наплавочных материалов (порошковой проволоки и электродов) для наплавки режущих кромок инструмента холодного деформирования металла велось применительно к данной стали, содержащей от 6,2 до 9,4% легирующих элементов. Для этих целей разработаны электроды

ЭН - Х2ГСВ2Ф и самозащитная порошковая проволока ПП - Х2ГСВ2Ф. В состав шихты порошковой проволоки и в электродное покрытие вводились недефицитные газо-шлакообразующие компоненты (мрамор, рутил, плавиковый шпат) и легирующие (графит, ферросилиций, ферромарганец, феррохром, ферровольфрам и феррованадий).

Химический анализ однослойных и многослойных наплавов показал, что содержание легирующих элементов в них соответствует заданным пределам стали. Анализ продольных и поперечных макрошлифов однослойной и многослойной наплавки наплавленных порошковой проволокой и электродами показал, что проплавление основного металла небольшое, в наплавленном металле отсутствовали наплывы, трещины, поры и другие дефекты. Закалка наплавленного металла при температуре 780⁰С...830⁰С, охлаждение в масло подогретое до 50...70⁰С и отпуск при 200⁰С обеспечивали бесструктурный мартенсит с равномерно распределенными дисперсными карбидами и твердость 58-60HRC. Микроструктура наплавленного металла после экзотермического отжига представляет собой мелкодисперсный перлит, в котором располагаются отдельные карбиды. При этом твердость отожженного наплавленного металла составляла 22...25HRC.

Исследованиями установлено, что разработанные наплавочные материалы целесообразно применять для упрочнения режущих кромок быстроизнашивающихся деталей штампов (пуансона и матрицы вырубного штампа), а также ножей для порезки профильного металла и гильотинных ножниц. Производственные испытания стойкости вышеуказанного инструмента показали, что их стойкость при обрезке облоя увеличилась по сравнению со сталью 7ХГ2ВМФ в 2 раза, со сталью 6Х2ГСМ – в 3раза.

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ КОНТРОЛИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ СБОРОЧНОГО РЕЗЬБОЗАВЕРТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

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

Сборку резьбовых соединений, осуществляемую с использованием резьбозавертывающего инструмента, целесообразно контролировать по моменту затяжки. Существуют несколько методов регулирования момента, наиболее распространенными среди которых являются методы ограничения момента с помощью торсионов и энергетические. Последние основаны на функциональной зависимости между моментом затяжки и работой, которую необходимо произвести в резьбовом соединении для достижения этого момента. В качестве варианта реализации энергетического метода контроля предлагается конструкция фрикционного ограничителя, позволяющего рационально, по сравнению с торсионными ограничителями, расходовать энергию единичного удара гайковерта, уменьшать металлоемкость ограничителя за счет его массы и габаритов и выбирать двигатель резьбозавертывающего инструмента меньшей мощности, что приводит к экономии энергоносителей, а также позволяет улучшить качество сборочных операций.

Рассматриваемый ограничитель посредством гидрозажима сцепляет шпиндель резьбозавертывающего инструмента с переходным ключом и гайкой. Кольцевая диафрагма гидрозажима жестко скреплена с осевым цилиндрическим отверстием ключа, образуя герметичную камеру. Эта диафрагма охватывает с минимальным зазором цилиндрическую вставку с призматическим осевым отверстием для соединения со шпинделем резьбозавертывающего инструмента. Такой ограничитель обеспечивает передачу в резьбовое соединение ударных импульсов с энергией единичного удара до тех пор, пока момент сопротивления повороту гайки не достигнет граничного момента трения между поверхностями кольцевой диафрагмы и цилиндрической вставки. Получаемое значение граничного момента должно быть равным требуемому моменту затяжки данного резьбового соединения.

Проведенный динамический анализ работы фрикционного ограничителя дает возможность установить ту часть рабочего давления в герметичной камере, которая реализуется для создания требуемого момента трения. Установлено влияние рабочего давления жидкости в герметичной камере гидрозажима и параметров диафрагмы на деформацию последней. Получены зависимости, позволяющие производить расчеты и выбор оптимальных конструктивных и силовых параметров предложенного фрикционного ограничителя момента ударной затяжки резьбовых соединений различных типоразмеров.

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕЙ ЧАСТИ НА НАПРАВЛЕНИЕ СИЛ РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ СБОРНЫМИ СВЕРЛАМИ СО СМЕННЫМИ МНОГОГРАННЫМИ ПЛАСТИНАМИ

Воеводина Т.А., Гринёв Ю.А., Царенко Е.Н.
(ПГТУ, г. Мариуполь, ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Основной из бюджетобразующих отраслей экономики Украины является металлургия. К продукции этой отрасли относятся рельсы. При производстве рельсов возникает необходимость в образовании отверстий на шейке рельса для дальнейшей установки накладок, используемых для соединения отдельных рельсов во время монтажа путей. Так как рельсы изготавливаются из специальной стали, которая плохо обрабатывается инструментами из быстрорежущей стали, то при обработке отверстий в рельсах нашли широкое применение сборные сверла, оснащенные сменными многогранными пластинами из твердого сплава.

Как показывает опыт эксплуатации такого инструмента, одной из причин выхода сверл из строя является выкрашивание и поломка режущих пластин, возникающих в результате неблагоприятных условий работы и наличия неуравновешенной радиальной составляющей силы резания. Неуравновешенная радиальная составляющая вызвана несимметричным расположением режущих пластин в корпусе сверла. Для того чтобы свести к минимуму величину неуравновешенной радиальной составляющей и тем самым обеспечить более благоприятные условия работы сверла, необходимо устанавливать режущие пластины в корпусе инструмента под различными углами.

С целью определения влияния геометрических параметров, в частности главного переднего угла и угла наклона главной режущей кромки, на направление силы резания нами была разработана программа в среде Mathcad. При расчете составляющих силы резания принималось допущение о том, что каждая кромка режущей пластины, которая участвует в обработке, работает аналогично кромке отрезного резца. Результатом работы программы является определение угла отклонения результирующей силы от оси сверла в зависимости от значений главного переднего угла и угла наклона режущей кромки. Зная положение результирующей силы на каждой кромке относительно оси инструмента, мы можем определить неуравновешенную радиальную составляющую. Таким образом, принимая различные значения углов установки режущих пластин в корпусе сверла, мы можем определить геометрические параметры инструмента, при которых значение радиальной неуравновешенной минимально или равно нулю. В дальнейшем результаты данной работы будут использованы для оптимизации геометрических и конструктивных параметров сборных сверл со сменными многогранными пластинами.

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ КОЛЕСОТОКАРНОГО ОБЛАДНАННЯ З МЕТОЮ ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

Гаков С.О.

(ДДМА, м. Краматорськ, Україна)

Сучасні виробничі умови ремонтного відновлення колісних пар рухомого складу потребують збільшення ефективності токарної обробки. Єдиним методом досягнення цієї мети є використання автоматизованого обладнання на основі колесотокарних верстатів, працюючих за багаторізевою схемою обробки, оснащених сучасними системами ЧПК.

Основним видом обладнання вагонних депо України, які спеціалізуються на відновленні колісних пар, є верстати виробництва ВАТ «Краматорський завод важкого верстатобудування» моделі КЖ1836 та його різні модифікації.

Сучасною модифікацією верстата КЖ1836 є автоматизована система обробки, колісних пар мод. КЖ1836 М.10 ФЗ.

Хоча верстат має вагомі технічні нововведення, більшість проблем обробки характерних для копіювальних колесотокарних верстатів залишилися не вирішеними, а саме:

- нераціональне визначення припуску, який повністю не відображає картину зношування профілю колісної пари;
- робота за жорсткою програмою обробки;
- контроль стану найслабкіших елементів технологічної системи.

Це призводить до втрат часу, підвищення собівартості обробки та інтенсивного зношування елементів технологічної системи.

У результаті досліджень процесу та технології обробки колісної пари у депо (м. Красний Лиман, м. Дебальцеве), аналізу факторів, що призводять до зменшення загальної ефективності обробки було вирішено розробити адаптивну технологічну систему для ремонтного відновлення колісних пар рухомого складу на базі колесотокарного верстата з ЧПК мод. КЖ1836 М.10 ФЗ.

Для розробки удосконаленої технологічної системи ремонтного відновлення профілю колісних пар обточуванням були визначені основні напрямки пошуку підвищення ефективності обробки таких деталей. Найпроблемнішими місцями ремонтної обточки колісних пар є:

- збільшення післяремонтного ресурсу колісних пар за рахунок мінімізації припуску на обробку;
- скорочення допоміжного часу на відновлення ушкоджених елементів технологічної системи у результаті обробки колісних пар зі змінними геометричними параметрами та фізико-механічними властивостями оброблюваного матеріалу за рахунок наявності дефектів термомеханічного походження;
- керування стружкоутворенням.

САМОЗАЩИТНАЯ ПОРОШКОВАЯ ПРОВОЛОКА ДЛЯ СВАРКИ И НАПЛАВКИ СТАЛИ 110Г13

Гринь А.Г., Бойко И.А., Дегтяренко Н.Е.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Использование самозащитных порошковых проволок в качестве наплавочного материала предоставляет ряд преимуществ перед другими наплавочными материалами. В настоящее время она широко используется как для изготовления различных деталей машин и инструментов, так и для их ремонта. Механизированная наплавка самозащитной порошковой проволокой является наиболее перспективным способом ремонта в полевых условиях.

Однако проблема создания качественной самозащитной порошковой проволоки для наплавки высоколегированного сплава все еще остается актуальной. Данная проблема вызвана тем, что объем сердечника трубчатой порошковой проволоки ограничен, по литературным данным, до 40%, поэтому невозможно одновременно произвести и полноценное легирование, и качественную защиту. Ввиду этого порошковые проволоки, обеспечивающие высоколегированный состав наплавленного металла в большинстве случаев не являются самозащитными, а предназначены для сварки и наплавки в среде защитного газа. Это является отрицательным моментом для работы в полевых условиях.

Авторами разработана самозащитная порошковая проволока для сварки, наплавки, а также заварки дефектов литья стали 110Г13. Данная сталь широко используется для производства траков гусениц тракторов, щёк дробилок, рельсовых крестовин, стрелочных переводов, работающих в условиях ударных нагрузок и истирания. Разработанная порошковая проволока имеет оболочку из стали 65Г, при наплавке которой получили наплавленный слой с высокими механическими свойствами и низким уровнем неметаллических включений, зачастую являющихся причинами образования трещин в аустенитной структуре наплавленного металла.

Преимущества использования оболочки из стали 65Г заключаются в том, что такие легирующие элементы как углерод и марганец, при ее плавлении переходят в наплавленный металл, легируя его. Таким образом, можно уменьшить долю графита и ферромарганца в шихте. Высвобожденный объем сердечника целесообразно заполнить газо-шлакообразующими компонентами для улучшения защиты расплавленного металла сварочной ванны от атмосферного влияния, что особенно актуально при ведении ремонтных работ в полевых условиях.

В результате экспериментальных измерений установлено, что коэффициент перехода легирующих элементов (марганца и углерода) из оболочки в 1,3-1,5 раза выше, чем из шихты, ввиду меньших потерь на угар. При использовании ленты из стали 65Г для изготовления оболочки удалось увеличить долю газо-шлакообразующих компонентов на 6-7%, при диаметре проволоки 2,2-2,4 мм и коэффициенте ее заполнения 0,3-0,33.

О ФИЗИКЕ ПРОЦЕССА ПРАВКИ ШЛИФОВАЛЬНЫХ КРУГОВ СПОСОБОМ СВОБОДНОГО АБРАЗИВА

Гусев В.В., Медведев А.Л.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

В результате обработки технической керамики шлифовальными кругами с естественными алмазами, последние теряют свои режущие свойства. Этот процесс негативно сказывается на интенсивности обработки и, что немаловажно, на качестве поверхностного слоя изделий. Для управления режущими свойствами шлифовальных кругов используется правка. Нами исследовался способ правки свободным абразивом.

В результате воздействия свободного абразива на поверхность шлифовального круга происходит выборка межзеренного пространства круга (связки). Механизм управления режущей способностью шлифовального круга способом свободного абразива достаточно сложное физическое явление, до настоящего времени не нашедшее отражения в литературе. Такой процесс сходен с абразивным износом трущихся поверхностей.

Важная особенность абразивного износа то, что задачу оценки износа можно свести к определению действия, производимого одной частицей (механика частицы), и суммированию этих независимых повреждений (статика частицы).

Применительно к исследованию изнашивания притира и шлифовального круга при правке способом свободного абразива, можно выделить следующий механизм взаимодействия абразивных частиц с притиром и шлифовальным кругом: абразивные частицы, испытывая действие нормальных сил (вследствие, непрерывного перемещения притира по нормали к оси вращения ШК), дробятся при определенной глубине внедрения. Дробление частиц происходит до размера d_i , сопоставимых с R высотой выступания зерен из связки шлифовального круга, после чего частицы покидают зону контакта. В результате воздействия свободного абразива на поверхность шлифовального круга могут происходить три процесса: упругая деформация связки, пластическая деформация связки и микрорезание. Наиболее интенсивный износ связки круга происходит при микрорезании свободным абразивом.

Для оценки скорости износа связки шлифовального круга можно использовать зависимость, которая описана в работах Крагельского И.В.:

$$V = \xi \frac{AK}{M};$$

где коэффициенты A – характеризует абразивное воздействие; M – показывает влияние на износ механических свойств материалов поверхности; K – показывает влияние на износ кинематических и геометрических параметров сопрягаемых поверхностей; ξ – характеризует наличие зерен на поверхности шлифовального круга.

Такая зависимость позволит адекватно описать процесс износа связки шлифовального круга с учетом входных параметров правки.

ПРИМЕНЕНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С РЕКУПЕРАЦИЕЙ ЭНЕРГИИ

Гущин О.В., Вересотская Ю.С.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

При разработке проектов кранового оборудования необходимо учитывать одну особенность – в механизмах подъема при опускании груза в режиме торможения потенциальная энергия опускания груза начинает способствовать движению и создает внешний движущий момент, прикладываемый к валу электродвигателя. В этом случае, благодаря увеличению скорости двигателя выше синхронной и изменению знака ЭДС, двигатель сразу переходит в генераторный режим с отдачей энергии в промежуточный контур. Поскольку современные преобразователи частоты построены на основе инвертора с промежуточным звеном постоянного тока, то режим торможения приводит к избыточному напряжению на звене постоянного тока, избавиться от которого можно следующими способами: организация системы управления (СУ) с внутренней шиной постоянного тока и динамическим торможением (подключение внешнего резистора); организация СУ со звеном постоянного тока, блоком питания-рекуперации, реверсивными инверторами с широтно-импульсной модуляцией.

Представлена СУ со звеном постоянного тока, и блоком питания-рекуперации и реверсивными инверторами с широтно-импульсной модуляцией. Достоинства данной системы – возможность выполнения рекуперативного торможения с отдачей энергии в сеть или распределением выделенной энергии между другими приводами. Таким образом, реализовав СУ электроприводами перегружателя мостового типа с рекуперацией энергии на основе SIMOVERT фирмы SIEMENS, добились следующих преимуществ: экономия электроэнергии; уменьшение температуры инвертора по сравнению с реостатным торможением; уменьшение массы привода; высокие динамические показатели (достигается оптимальная интенсивность ускорения и торможения); оптимизация размещения оборудования с точки зрения его габаритных показателей; устойчивое напряжение в звене постоянного тока; достигается оптимальный КПД путем прямого обмена энергией между приводами, работающими в данный момент в двигательном и генераторных режимах, по шине постоянного тока; автотрансформатор обеспечивает максимальный момент двигателя при больших оборотах в режиме рекуперации, высокую степень работоспособности при наличии слабой питающей сети или при значительных просадках напряжения.

Предлагаемая электрическая схема асинхронных вентильных машин позволяет обеспечить автоматическую циркуляцию реактивных токов по фазам статорных обмоток и рекуперировать электроэнергию на активной мощности с ротора через обратный диодный мост снова на вход электропитания постоянного тока. В этом случае – во входной цепи электропитания ключ К-разомкнут. Максимальная рекуперация электроэнергии достигается при переключении транзисторов в моменты максимума фазных токов электрической машины

Зарегистрирована экономия электроэнергии асинхронной машины в двигательном режиме и аномальная электроэнергия в нагрузке в автономном генераторном режиме на уровне 25-30%

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ КОНТУРНОЇ ОБРОБКИ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

Данильченко Ю.М., Верба І.І., Петришин А.І.
(НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна)

Одним з методів обробки циліндричних зубчастих коліс, який на відміну від традиційних має значно більшу універсальність – є метод контурної обробки із використанням інструментів простої форми, наприклад дискових. Формоутворення за даним методом може здійснюватись на токарно-затилувальному верстаті із використанням спеціального пристосування, оснащеного приводом обертання інструменту, наприклад, дискової фрези.

Метою цієї роботи є розробка конструкції пристосування для обробки зубчастих коліс на токарно-затилувальному верстаті та якісна оцінка прийнятих конструктивних рішень.

Аналіз конструкції пристосування проводився із використанням САД-паketу ANSYS. Для моделі було застосовано автоматичне розбиття на кінцево-елементну сітку. Для нерухомих з'єднань обрано тип контакту *Bonded*, а для рухомих – *Rough*.

Дослідження статичних характеристик проводилось з умови силового навантаження, прикладеного до кінця шпинделя, і визначення переміщень контрольних точок системи окремо по осях OX , OY і відносно початку координат. Це дало можливість скласти баланс жорсткості конструкції і оцінити вплив деформацій окремих компонентів системи на загальне зміщення точки прикладення сили.

Дослідження динамічних характеристик конструкції здійснювалась поетапно з використанням засобів модального аналізу середовища ANSYS. Розраховувались форми коливань в діапазоні до 1200 Гц для чотирьох варіантів комплектації конструкції: стояк, стояк з повзуном, стояк з повзуном і шпиндельним вузлом, стояк з повзуном, шпиндельним вузлом і двигуном.

За результатами статичного аналізу було визначено, що жорсткість конструкції в напрямку OX становить 11,4 Н/мкм, а в напрямку OY – 80,8 Н/мкм. При цьому, найбільший вплив на зміщення кінця шпинделя має деформація основи (72,7%) і поворот повзуна на колонах внаслідок їх згину 18,54%.

За результатами динамічного аналізу було визначено, що найбільш інтенсивні коливання конструкції відбуваються на частотах комбінованих поперечно-крутильних коливань (358 і 409 Гц).

Загалом результати дослідження дозволили виявити певні недоліки конструкції, пов'язані з недостатньою жорсткістю основи і напрямних елементів стояка, що певною мірою погіршує динамічну якість конструкції. Усунення цих недоліків можна досягти за рахунок конструктивного збільшення жорсткості основи і напрямних з одночасним збільшенням їх маси для зменшення впливу на динамічну поведінку конструкції масово-інерційних характеристик приєднаних до стояка елементів.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ МЕХАНИЗМОВ ПОДЪЕМА МЕХАНИЧЕСКОГО ЭКСКАВАТОРА

Дихтенко Р.Н.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В хозяйственном комплексе Украины на строительстве зданий, сооружений, дорог работает большое количество машин на базе строительных универсальных экскаваторов, которые выполняют подъемно-транспортные, землеройные и вспомогательные работы. При этом на привода исполнительных механизмов этих машин действуют значительные динамические усилия, вызванные следующими явлениями: взаимодействием с внешней средой; резкими изменениями нагрузок; изменениями направления движения. Поэтому важным является вопрос о установке предохранительных элементов в привода, которые бы не влияли на процессы выполняемые механизмом или машиной.

Цель исследовательской работы – обоснование динамических нагрузок на исполнительные механизмы строительных и подъемно-транспортных машин и разработка устройств и методов позволяющих производить гашение под средством оптимизации жесткостно-массовой системы механизма и деления максимального динамического напряжения в элементах конструкции и приводах на более низкие напряжения, действующее несколько раз.

Так как механизм являет собой сложную многомассовую динамическую систему, в которой массы движутся в разных направлениях, то для упрощения расчетов динамических нагрузок, нами приняты следующие допущения и ограничения: все массы составных элементов редуктора механизма подъема приводим к одной; жесткость подвеса стрелы приводим к жесткости каната; непреодолимое препятствие считаем податливым, которое имеет определенную жесткость; зазоры в соединениях не учитываем, так как двигатель создает постоянное усилие в одном направлении.

Полученная трехмассовая динамическая система описывается системой из трех дифференциальных уравнений, в результате расчета которой получены графические зависимости перемещения конструктивных элементов относительно положения равновесия.

Проведенный анализ теоретических исследований показал, что для рассеивания энергии тел в момент стопорения нужно в систему ввести дополнительные осцилляторы, которые при действии максимальных динамических нагрузок будут изменять поведение элементов конструкции.

В результате полученные данные позволяют снизить максимальные динамические нагрузки на 32% в момент стопорения механизма. Дальнейшие исследования будут направлены на поиск конструкторских решений, позволяющих осуществить данные изменения жесткостно-массовых параметров системы.

ОЦЕНКА ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ ЖЕСТКОСТНЫХ ПАРАМЕТРОВ КРАНОВ МОСТОВОГО ТИПА

Дорохов Н.Ю., Удовиченко И.А., Демина Г.Ю.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

С позиции динамического расчета грузоподъемный кран представляет собой единую динамическую систему, состоящую из механизмов, несущей металлоконструкции, приводов и строительной части здания, в котором работает кран. Учесть все многообразие взаимодействующих элементов крана в динамическом расчете весьма сложно, а во многих случаях в этом нет необходимости, поскольку не все факторы одинаково влияют на формирование динамических нагрузок. При переходе от реальной модели к её расчетной динамической схеме пренебрегают теми физическими факторами, которые для данного расчета имеют несущественное значение.

В общем случае при составлении динамических схем грузоподъемного крана учитывают количество сосредоточенных масс, распределение масс по длине силового элемента и их податливость, возможность её изменения в конкретной ситуации, зависимость движущих и тормозных усилий приводных двигателей от частоты вращения ротора или якоря, переходные электромагнитные процессы в приводных электродвигателях или термодинамические процессы в пневмодвигателях, изменение приведенных масс механизмов и т.д.

При расчете динамических нагрузок наибольшее распространение получила трехмассовая модель, позволяющая рассчитать динамические нагрузки во всех периодах неустановившегося движения.

С другой стороны, данная модель не дает возможности проводить анализ взаимного влияния элементов, входящих в состав механизма, на динамические нагрузки возникающие в металлоконструкции крана.

Для решения данной задачи необходима разработка многомассовой динамической модели, включающей основные элементы механизма подъема груза.

В дальнейшем анализируя полученную систему уравнений, возможно установить закономерности взаимного влияния конструктивных составляющих на коэффициент динамичности крана. В ходе предварительного исследования выявлено, что конструктивно и экономически наиболее целесообразно поиск конструктивного решения механизма подъема груза на основе редуктора с переменной жесткостью. Ранее высказано предположение, что конструктивная схема волнового зубчатого редуктора, в состав которого включена спиральная пружина, выполняющая функцию гибкого колеса, обеспечивает определенную простоту конструкции, малые габариты, а также снижение динамических нагрузок с сохранением скоростных показателей крана без внесения изменений в систему управления электродвигателем.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОЛНОВЫХ ПЕРЕДАЧ С ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ЖЕСТКОСТЬЮ В МЕХАНИЗМАХ ПТМ

Дорохов Н.Ю.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Снижение динамических нагрузок на металлоконструкцию кранового моста возможно либо применением специальных устройств (гасителей колебаний), либо управлением пусковыми характеристиками (начальные условия процесса). Наиболее доступным при такой постановке вопроса является использование в механизме подъема груза устройств, позволяющих управлять начальной скоростью подъема, например, волновых зубчатых передач.

Из проведенного анализа видно, что, практически все конструктивные схемы имеют весьма существенные недостатки, затрудняющие их применение в крановых механизмах. Более того, высокое передаточное отношение (т.е. малая скорость подъема груза) позитивна только в начальной стадии неустановившегося движения, а наличие гибкого колеса существенно увеличивает стоимость редуктора. Поэтому в качестве направления дальнейших исследований выбрана разработка конструктивной схемы волнового редуктора, лишенного вышеперечисленных недостатков. При этом к разрабатываемой схеме предъявляются следующие требования: простота конструкции; малые габариты; применение в механизме подъема груза без внесения изменений в систему управления электродвигателем должно обеспечить снижение динамических нагрузок с сохранением скоростных показателей крана.

В результате выполненных исследований к применению в механизме подъема груза предлагается волновой зубчатый редуктор, в конструктивную схему которого включена спиральная пружина, выполняющая функцию гибкого колеса. Конструктивно редуктор состоит из корпуса, на входном валу которого в подшипниковом узле эксцентрично установлена ведущая подвижная шестерня, контактирующая с ведомым неподвижным колесом по внутреннему зацеплению, причем число зубьев колеса больше, чем шестерни. На подвижной шестерне жестко закреплен один конец спиральной пружины, второй конец которой установлен на выходном валу. При вращении ведущего вала ведущая шестерня за счет эксцентрикового узла обкатывается по внутренней поверхности неподвижного колеса, при этом скорость вращения шестерни относительно эксцентрикового узла будет меньше скорости вращения ведущего вала. Передача крутящего момента от шестерни к выходному валу осуществляется посредством спиральной пружины, позволяющей компенсировать эксцентричное вращение шестерни.

Применение предлагаемой конструкции позволит уменьшить габаритные размеры механизма за счет минимальных размеров редуктора, а в сравнении с цилиндрическим двухступенчатым редуктором – отказаться от двухосевой конструкции; снизить стоимость механизма, либо отказаться от гидросистемы в случае использования гидропривода; а также снизить динамические нагрузки на металлоконструкцию крана за счет включения в конструкцию редуктора спиральной пружины.

О ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПРИ МНОГОКОНТАКТНОЙ УПРОЧНЯЮЩЕ-ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКЕ

Иванов И.Н., Иванов А.И.

(ДГМА, г. Краматорск, КБМ им. Морозова, г. Харьков, Украина)

Из многообразия существующих технологических схем поверхностно-пластической деформации обработки поверхностей деталей наилучшим образом зарекомендовал себя метод турбоцентробежной многоконтальной упрочняюще-чистой обработки (а.с. №1647420, 1731610 и др.), который является одним из перспективных методов ППД.

Конструктивные особенности инструмента и кинематика процесса позволяют осуществлять упрочняюще-чистовую обработку в режиме статического и динамического нагружения с постоянным или прерывистым контактом деформирующих элементов с обрабатываемой поверхностью.

Практика применения существующих методов многоконтальной обработки показала, что более чем в 20-30% случаев характеристики качества обрабатываемых поверхностей: шероховатость, степень упрочнения, уровень остаточных напряжений и др. не соответствуют ожидаемым значениям и существенно влияют на надежность деталей машин в процессе их эксплуатации.

Основной причиной нерегламентированного отклонения параметров качества обрабатываемой поверхности является нестабильность силового фактора в очаге деформации из-за колебаний деформирующих элементов под действием внешнего возмущения со стороны детали, фрикционных явлений в зоне контакта, вынужденных колебаний индентора в результате его контакта с упрочненным и неупрочненным слоем металла.

Для стабилизации показателей качества обрабатываемой поверхности необходимо обеспечить действие на обрабатываемую поверхность со стороны деформирующих элементов (индентора) изменяющийся во времени и силовым параметрам нагрузки. При этом закон изменения, действующей на обрабатываемую поверхность нагрузки, должен зависеть от состава и характера возмущающих факторов. Одним из путей решения этой важной проблемы является применение активного или пассивного контроля за ходом процесса упрочнения и адаптивных систем управления. Это позволит компенсировать воздействие изменяющихся во времени возмущений и обеспечить стабилизацию или регулирование силового воздействия деформирующих элементов на обрабатываемую поверхность.

В связи с этим практический интерес представляет разработка новых технологических схем многоконтальной упрочняюще-чистой обработки, конструкции инструмента и технологии формирования поверхностного слоя, обеспечивающих управление процессом упрочнения и стабилизацию параметров качества.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ КАК РЕЗЕРВ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ СБОРКИ

Иванов И.Н., Стефашина А.М.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Известно, что служебные и функциональные свойства различных устройств и механизмов, а в большинстве случаев и целых изделий в основном зависят от стабильности их выходных параметров в рассматриваемый период времени.

Характерной особенностью формирования точности выходных параметров при сборке является зависимость их значений от конструкторских, технологических и метрологических факторов. Влияние указанных факторов особенно ощутимо при сборке изделий, функциональные свойства которых зависят от положения центра масс. Наибольшее влияние на значения координат центра масс оказывают погрешности размеров, погрешности формы и взаимного расположения деталей, входящих в данное изделие.

Надежность изделия определяется по состоянию его выходных параметров в n -мерном фазовом пространстве, т.е. характеризуется областью работоспособности и областью состояний. При этом область состояний изменяется с течением времени, а область работоспособности определяется техническими требованиями к изделию.

Эти погрешности могут быть следствием конструкторских и технологических факторов. Наиболее сложная задача возникает при достижении заданной точности сборки с многозвенными размерными цепями. Если изделие комплектуется деталями типа «тел вращения» погрешность расположения центра масс может возникнуть как в осевом так и диаметральном направлениях. В данном случае происходит смещений центра действия входных параметров и их смещение относительно центра масс, что приводит к возникновению погрешности траектории движения изделия, а в большинстве случаев к потере им служебных и функциональных характеристик.

Для исследования влияния различных факторов на служебные и функциональные свойства целесообразно применять вероятностные модели, которые учитывают случайность входных параметров возмущений или выходных параметров и возмущений вместе.

Результаты анализа погрешностей показывают необходимость применения комплексного подхода при разработке или совершенствовании технологии сборки многозвенных изделий, учитывающего взаимосвязь конструкций, технологий производства, технологии контроля деталей и технологии сборки изделий.

Таким образом, точность сборки может быть повышена на базе анализа и учета технологической наследственности по всем технологическим переделам производства изделий, т. е. начиная с разработки конструкции и заканчивая технологией его сборки и контроля.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНЕШНЕЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЛОГИСТИКИ ЗАО «НКМЗ»

Ивченкова Е.Ю., Стрельников Р.Н, Воронова Е.А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Важнейшей составляющей стабильной деятельности предприятия является планирование и организация поставок сырья для производства своей продукции. Решение данной задачи достигается путем использования концепции логистики в организации внешнеэкономической деятельности ЗАО «НКМЗ». Сущность концепции заключается в интеграции всех функциональных сфер, связанных с прохождением материальных потоков от производителя к потребителю в единый комплекс. Участниками логистического процесса выступают ЗАО «НКМЗ», заказчик импорта продукции, международный перевозчик и поставщики-экспортеры.

Исходя из характеристики груза, специфики транспортировки и географической расположенности предприятия-поставщика, целесообразно рассмотрение различных вариантов перевозок груза как способа транспортировки. Методы экономико-математического моделирования позволяют лучше понять многообразие взаимосвязей и факторов, обосновать причинно-следственные зависимости, разработать оптимальный вариант организации поставок сырья в широком диапазоне исходных условий и предположений. Их использование позволяет определить оптимальный размер заказа с использованием модели Уилсона при учете цены, закупаемого сырья, в затратах на хранение. Реализация данной модели обеспечивает оценку объема заказа и общие затраты, связанные с его осуществлением.

Оптимизация процесса перевозки грузов ЗАО «НКМЗ» достигается путем реализации модели согласования взаимодействия железнодорожного и автомобильного транспорта, позволяющей определить искомое количество транспортных средств, необходимых для перевозки закупаемого сырья. Использование модели взаимодействия и согласования транспорта позволило определить выбор типа транспортных средств из множества допустимых и формирование необходимого количества рейсов, предусматривающих выполнение всех заказов.

Реализация выше перечисленных моделей обеспечивает выбор способа перевозки грузов и поставщика-экспортера с наименьшими затратами для всего комплекса логистического процесса поставки сырья для ЗАО «НКМЗ».

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЧИСТОВОГО И ТОНКОГО ТОЧЕНИЯ ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ

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

Одним из резервов снижения себестоимости является выбор рациональных параметров процесса резания. В связи с этим весьма актуальны исследования по определению оптимальных режимов резания, обеспечивающих для заданных условий обработки и требований к качеству обработанных поверхностей минимальную себестоимость.

Одним из методов оптимизации является метод геометрического программирования (МГП), позволяющий осуществлять одновременную оптимизацию скорости резания и подачи с учетом действующих ограничений по критерию минимальной себестоимости.

Цель представляемой работы – определить оптимальные режимы резания, обеспечивающие минимальную себестоимость обработки при заданном уровне качества обработанной поверхности при чистовом и тонком точении.

С использованием в качестве критерия оптимизации переменной части себестоимости обработки детали режущим инструментом за один проход и ограничения по предельно допустимой шероховатости обработанной поверхности на базе МГП разработана методика аналитического определения оптимальных режимов резания в зависимости от параметров механической обработки.

На основании разработанной методики аналитического определения оптимальных режимов резания установлены закономерности изменения оптимальных значений подачи и скорости резания от шероховатости обработанной поверхности и радиусов при вершине.

С использованием установленных аналитических зависимостей может быть рассчитан коэффициент изменения себестоимости обработки при отклонении выбранных режимов резания от их оптимального значения для подачи $S = kS_0$ и скорости резания $V = kV_0$. (k – степень отклонения):

Из графика, представленного на рис. 1, следует, что минимальная себестоимость обработки имеет место при $k = 1$, то есть при оптимальных режимах резания. При отклонении режимов резания, как в меньшую, так и в большую сторону от оптимальных, себестоимость увеличивается.

Разработанная методика определения оптимальных режимов резания может быть широко использована для любых видов обработки.

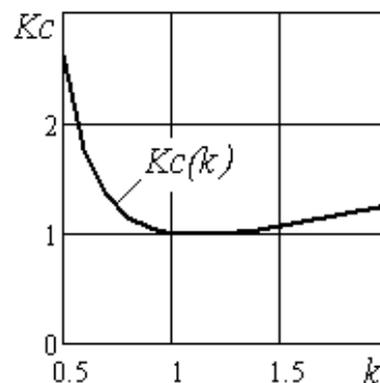


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента изменения себестоимости обработки от степени отклонения режимов от оптимальных

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ЯВЛЕНИЙ ПРИ АЛМАЗНОМ ВЫГЛАЖИВАНИИ

Ивченко Т.Г., Шелкунова Д.М.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Пластическое деформирование сопровождается интенсивным тепловыделением и повышением температуры контактных поверхностей инструмента и детали, в связи с чем весьма актуальны исследования тепловых процессов при алмазном выглаживании, которое имеет достаточно большое распространение, прежде всего, при обработке материалов высокой твердости.

При схематизации компонентов исследуемой системы деталь рассматривается как полупространство, инструмент – как полуограниченный стержень, имеющий конфигурацию зоны контакта инструмента и детали.

Для теплофизического анализа определены конфигурация и размеры поверхности контакта между рабочей частью инструмента, имеющей форму шара, и цилиндрической поверхностью детали.

Источники теплоты при алмазном выглаживании по форме рассматриваются как плоские прямоугольные. По времени функционирования источники могут быть приняты стационарными, так как процесс выглаживания достаточно быстро устанавливается. Для инструмента источники являются неподвижными, для детали – быстро движущимися в направлении скорости главного движения – вращения детали.

При описании температурного поля в детали в соответствие с методом источников целесообразно использовать известные аналитические выражения для полосового быстро движущегося источника, в которые необходимо ввести поправочные коэффициенты, учитывающие ограниченность источников по ширине.

На основании анализа теплового состояния инструмента и детали разработана методика расчета тепловых потоков в зоне обработки при алмазном выглаживании. Установлены общие закономерности формирования тепловых потоков с учетом источников теплоты, действующих на передней и задней поверхностях алмазного индентора. Исследовано влияние на тепловые потоки параметров процесса выглаживания – радиуса индентора и усилия выглаживания.

С использованием метода источников разработана методика расчета температурных полей в детали. Исследованы закономерности распределения температур, как по поверхности, так и по глубине детали. Выполнены расчеты максимальной температуры на поверхности детали для различных условий алмазного выглаживания.

Разработанная методика быть широко использована для прогнозирования закономерностей формирования температур в зоне обработки в зависимости от условий алмазного выглаживания, а также других видов отделочно-упрочняющей обработки поверхностно-пластическим деформированием.

ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СБОРНЫХ ТОРЦОВЫХ ФРЕЗ НА СОВРЕМЕННОМ АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ОБОРУДОВАНИИ

Казакова Т.В., Малахов А.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

При изготовлении современного сборного инструмента в инструментальных цехах машиностроительных заводов все шире используется оборудование 5-го поколения, обеспечивающее точность обработки на порядок выше, чем ранее используемое.

В данной работе рассматривается технология обработки места под пластину сборной торцевой фрезы на обрабатывающем центре Ferrarri модели A17 CNC-E550. Особенностью конструкции данной фрезы, является то, что твердосплавные пластины закрепляют на корпусе винтами через центральное отверстие. Это обеспечивает закрепление по опорным и боковым базовым поверхностям и улучшает прочностные и динамические характеристики фрезы. Требуемая точность обработки мест под пластины достигается за счет их обработки по термически обработанной и шлифованной заготовке, а также за счет использования поворотной головки с дискретностью перемещения 0,001мм. Особенности обработки гнезда под сменную многогранную пластину показаны на рис. 1.

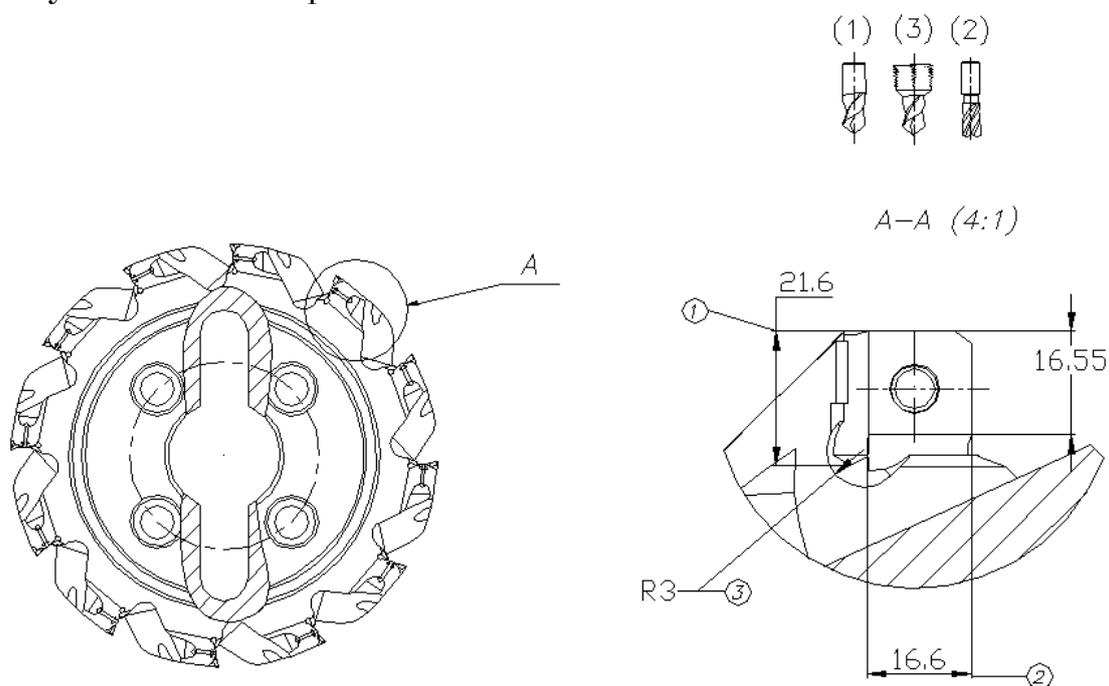


Рисунок 1 – Обработка гнезда под сменную многогранную пластину

Использование поворотной делительной головки дает возможность за один установ заготовки обработать все стружечные канавки, пазы на периферии под ключ, элементы гнезд под режущие пластины и отверстия с резьбой.

ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА СБОРНОГО ИНСТРУМЕНТА НА ЭТАПАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Казакова Т.В.
(ДГМА, г.Краматорск, Украина)

Безотказная работа современного режущего инструмента требует значительного повышения его надежности и качества. Особое значение в связи с этим приобретает разработка системы комплексной сертификации инструмента, обеспечивающая оперативную оценку его качества на этапе проектирования, а также выявления недостатков его конструкции и технологии его изготовления на этапе изготовления.

Основу сертификации составляет система форсированных испытаний на прочность в процессе резания, методика ускоренной оценки качества твердого сплава путем обработки потоком дроби на специальной дробеструйной установке и методика оценки качества изготовления и сборки на ультразвуковом вибростенде. Предложенная система апробирована при оценки качества сборных резцов с механическим креплением твердосплавных неперетачиваемых пластин.

При выборе метода и системы испытаний учитывали следующие показатели: номенклатура свойств, составляющих качество метода испытаний; выбор способа форсирования нагрузки; оптимизация режимов и условий испытания с учетом минимального рассеивания результатов и стоимости испытаний; разработка методик испытаний для различных способов форсирования нагрузки, целей оценки прочности и размеров резцов; соответствие результатов форсированных испытаний результатам эксплуатации. Результаты экспериментальных исследований методов испытаний приведены в таблице.

Разработанная система контроля и сертификации содержит:

- 1 Контроль качества твердого сплава;
- 2 Контроль качества изготовления сборных резцов, включающий контроль качества шлифования твердосплавной пластины и устранение нарушений технологии шлифования;
- 3 Контроль качества комплектующих деталей с устранением нарушений технологии изготовления и контроль качества сборки с устранением нарушений технологии сборки.

По результатам форсированных испытаний и оценки качества изготовления и сборки разработаны математические модели прогнозирования надежности резцов в эксплуатации.

$$T_{э} = 2,88 T_c^{1,35}, \quad (1)$$

$$q = 56,3 T_c^{-0,98}, \quad (2)$$

где $T_{э}$ – период стойкости резцов в эксплуатации, мин;

T_c – сопротивляемость выкрашиваниям, мин;

q – доля поломок в эксплуатации.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ АЛМАЗНОГО ШЛИФОВАНИЯ СИТАЛЛА НА СЕБЕСТОИМОСТЬ ОБРАБОТКИ

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

Стеклокерамика (ситаллы) – хрупкие неметаллические материалы, перспективный материал, изделия из которого вытесняют металлические детали во многих отраслях народного хозяйства. Однако особенности заготовительной операции не позволяют достичь точности, необходимой для использования изделий в качестве деталей машин без дополнительной механической обработки – алмазного шлифования. Механическая обработка, в свою очередь, приводит к развитию дефектного слоя – системы трещин, каждая из которых служит концентратором напряжений, приводящих к снижению качества обработанной поверхности и надежности изделия при его эксплуатации. Необходимость удаления дефектного слоя на последующих операциях обуславливает высокие затраты на обработку и увеличивает конечную стоимость изделия.

Разработана методика поиска оптимальных режимов при плоском алмазном шлифовании ситаллов периферией круга, включая разбиение припуска по операциям. Найденные таким образом режимы позволяют достичь минимальной себестоимости обработки плоской поверхности при обеспечении требуемого качества изделия (по заданной глубине проникновения обработочных дефектов, превышающих допустимые размеры). Были рассчитаны режимы шлифования пластины из ситалла АС-418 при удалении припуска 1,5 мм за две операции. Сравнивалась себестоимость шлифования изделия при обработке с рассчитанными режимами (РР) и с режимами, обычно используемыми на производстве – производственные режимы (ПР).

РР (скорость шлифования $v=45$ м/с, подача $s=6$ м/мин, глубина резания $t=1,3$ мм, зернистость dz 250/200) на черновой операции отличаются от ПР ($v=30$ м/с, $s=6$ м/мин, $t=1$ мм, dz 250/200) большей скоростью круга и глубиной резания, что делает процесс обработки более напряженным и увеличивает величину и глубину проникновения обработочных дефектов, разупрочняя поверхностный слой обрабатываемого материала. Стоимость черновой операции одной детали составила: 1,66 грн при ПР и 1,63 грн при РР. На чистовой операции (РР - $v=45$ м/с, $s=1$ м/мин, $t=0,2$ мм, dz 125/100; ПР - $v=30$ м/с, $s=4$ м/мин, $t=0,4$ мм, dz 125/100) более низкая скорость подачи в условиях РР повышает стоимость эксплуатации и обслуживания оборудования в 2 раза (2,04 грн при РР и 1,11 грн при ПР), но позволяет на 75% снизить затраты на инструмент из-за снижения его износа (2,13 при РР и 8,54 при ПР). Использование РР на чистовой операции позволяет практически полностью удалить дефектный слой, сформированный после черновой операции, а глубина проникновения возникших дефектов, больших структурных, не превышает 50 мкм, что отвечает принятым в расчетах требованиям качества. В результате использования режимов ПР на чистовой операции полностью удаляется дефектный слой, оставленный после черновой обработки, однако при этом вносятся новые дефекты, размеры которых превышают допустимые, при глубине их проникновения до 210 мкм, что требует дополнительной чистовой обработки, связанной с удалением внесенных дефектов, стоимость которой равна 3,77 грн.

Таким образом, общая стоимость обработки изделия составляет в условиях использования режимов: ПР–1,66+5,42+3,77=10,85 грн; РР–1,63+3,36=4,99 грн. Расчетные режимы позволяют на 54% снизить себестоимость обработки при обеспечении требуемого качества изделий.

РАЗРАБОТКА СХЕМ СВЯЗЕЙ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ С ЕГО ИНТЕГРАЛЬНЫМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ КРИТЕРИЕМ

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

При оптимизации режимов чистовой обработки на основе интегрального энергетического критерия процесса резания (ИЭК ПР) стоит задача выражения системы ограничений (СО) через ИЭК ПР, выражающийся как: $e = \frac{e_m}{e_d} = k \cdot \frac{e_S}{e_d}$ (e_m , e_S , e_d – удельные энергии соответственно удаления единицы массы обрабатываемого материала (ОМ), образования единицы площади обработанной поверхности (ОП) и диспергирования единицы массы инструментального материала (ИМ) при изнашивании режущего инструмента (РИ); k – коэффициент). Для решения задачи предлагается с помощью известных положений термомеханики резания, теории изнашивания РИ и образования ОП, а также теории подобия и результатов ограниченного числа экспериментов установить систему зависимостей выходных параметров y_j , используемых в СО, от физических параметров p_q процесса резания (ПР), а также систему зависимостей p_q от значений работ стружкообразования и изнашивания РИ. По значениям работ стружкообразования и изнашивания РИ, в свою очередь, с помощью расчетных теоретических зависимостей могут быть определены значения e_m , e_S , e_d и e .

На рис. 1 представлен общий вид схемы связей выходных параметров ПР, используемых в СО, с ИЭК ПР. Условные обозначения выходных параметров: δ , δ_ϕ , $\delta_{p.n.}$ – погрешности соответственно размера, формы и взаимного расположения поверхностей детали; R_a – шероховатость ОП; N и h – глубина и степень наклепа поверхностного слоя детали (ПСД); σ – остаточные напряжения в ПСД; H_μ – микротвердость ПСД; T_γ – период стойкости РИ при заданной γ – процентной вероятности его безотказной работы.

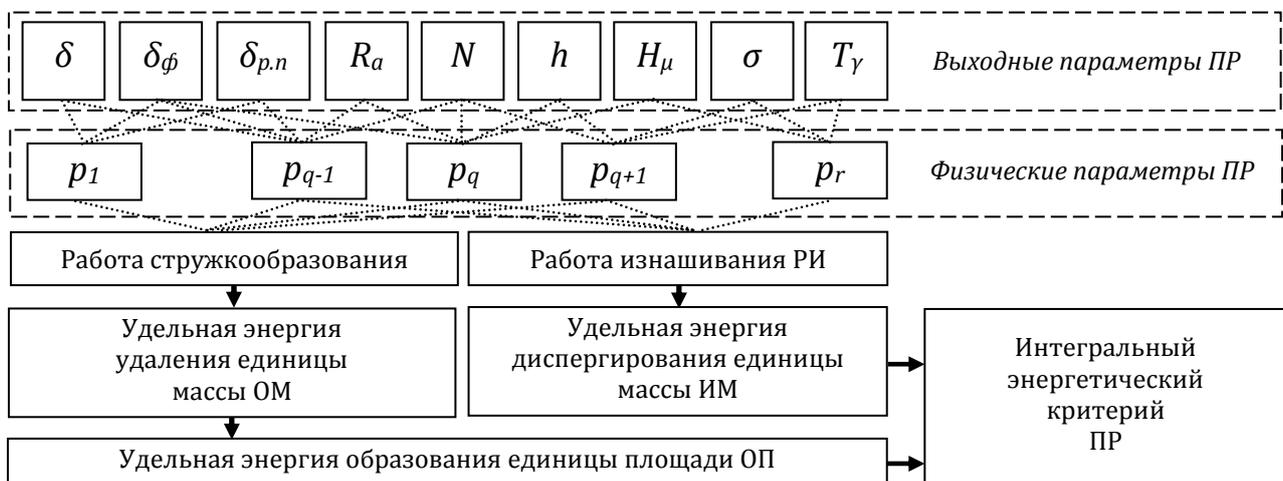


Рисунок 1 – Общая схема связей выходных параметров ПР с ИЭК ПР

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА РАБОТЫ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ СКЛАДОВ

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

Конвейерный транспорт в настоящее время имеет на открытых разработках меньшее применение, чем железнодорожный и автомобильный. Однако число новых и проектируемых карьеров с применением полностью конвейерного транспорта или в сочетании с другими видами (комбинированный транспорт) неизменно возрастает и он имеет весьма широкие перспективы дальнейшего развития. В качестве средства конвейерного транспорта в карьерах применяются исключительно ленточные конвейеры.

Процесс разрушения поверхностей деталей конвейеров – чрезвычайно сложное явление, зависящее от большого числа одновременно действующих взаимосвязанных факторов: химических, структурных составляющих, механических и физических свойств собственно металла, а также внешних условий процесса износа.

Износостойкость деталей определяет объем расходов на поддержание машин в работоспособном состоянии и общий срок их службы. В большинстве случаев причиной выхода из строя деталей конвейера является не величина абсолютного износа рабочей поверхности, а уровень неравномерности ее изнашивания, что ведет к снижению качества выпускаемой продукции, повышенному расходу энергетических и материальных ресурсов, уменьшению производительности агрегатов и др.

Целью данной работы является повышение ресурса работы ленточных конвейеров, обслуживающих склады, с помощью разработки технологии газопламенного напыления покрытий порошковыми материалами деталей (шквивов-полумуфт) тормозных устройств ленточных конвейеров.

В ходе проведения работы был проведен критический анализ современных вариантов восстановления работоспособности тормозных шквивов и отработаны технологические режимы восстановления шквивов с помощью газопламенного нанесения покрытий.

Были определены факторы, влияющие на трещинообразование покрытий из порошка ПТ-19Н-01 на чугунной подложке. Установлено, что наибольшее влияние на склонность трещинообразования оказывает температура подложки и толщина покрытия. Для повышения стойкости трещинообразованию предложено в процессе напыления осуществлять сопутствующее охлаждение детали.

Металлографическими исследованиями установлен характер формирования газопорошкового покрытия при использовании в качестве горючего газа – пропан-бутана.

Разработан технологический процесс и составлена технология (рабочая) нанесения покрытий методом газопламенного напыления порошковых материалов применительно к изготовлению шквивов-полумуфт из чугунного литья.

ВИЗНАЧЕННЯ РЕГЛАМЕНТІВ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ІНСТРУМЕНТУ З УРАХУВАННЯМ ЙОГО ІМОВІРНІСТІ РУЙНУВАННЯ

Клименко Г.П.

(ДДМА, м. Краматорськ, Україна)

При визначенні регламентів експлуатації математичні моделі сформовані на основі періоду стійкості, що враховує як процес зношування, так і процес руйнування різального інструменту. З огляду на те, що визначення періоду стійкості, обумовленого зношуванням інструменту, проводиться на основі загальновідомих залежностей періоду стійкості, становить інтерес установлення залежності відношення періодів стійкості до руйнування і зносу від імовірності руйнації інструменту. Для цього зроблені дослідження щільності розподілу періодів стійкості до відповідного виду відмови та визначена імовірність руйнації інструменту для випадку, коли його напрацювання на відмову (знос або руйнування) має розподіл за найбільш універсальним законом Вейбула-Гнеденко, для якого нормальний та експоненціальний закони є частковим випадком. Імовірність руйнування інструменту визначається як імовірність того, що період стійкості до руйнації τ_p менше, ніж до зносу τ_u :

$$q_p = P(\tau_p \leq \tau_u) = \int_{-\infty}^{\infty} [1 - F(\tau_p)] f(\tau_p) d\tau_p = \int_{\tau_{op}}^{\infty} \exp\left[-\left(\frac{\tau_p - \tau_{ou}}{a_u}\right)^{b_u}\right] \frac{b_u}{a_p} \left(\frac{\tau_p - \tau_{op}}{a_p}\right)^{b_p - 1} \exp\left[-\left(\frac{\tau_p - \tau_{op}}{a_p}\right)^{b_p}\right] d\tau_p,$$

$\tau_{ou} \leq \tau_u < \infty$, де a_u та b_u , a_p та b_p - параметри закону розподілу відповідно τ_u і τ_p .

Після підстановки та спрощення

$$q_p = P(\tau_p \leq \tau_u) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{-y} \exp\left[-\left[\frac{a_p}{a_u} y^{1/b_p} + \frac{\tau_u - \tau_p}{a_u}\right]^{b_u}\right] dy.$$

Для перевірки теоретичної залежності для визначення q_p одержана аналогічна статистична залежність імовірності руйнацій q_p з відношенням періодів стійкостей T_p/T_u та основного розмірного параметру верстату D_c (коефіцієнт множинної кореляції – 0,67, обсяг вибірки – 248)

$q_p = 0.108 D_c^{-0.45} T_p/T_u$. Результати розрахунків q_p згідно з теоретичної

та статистичної залежностей дають достатню точність (ступінь розбіжності результатів не перевищує 10%). Поправочний коефіцієнт на період стійкості інструменту для важких токарних верстатів різних типорозмірів $\chi = 1 - q_p + 0.108 D_c^{0.15} q_p^{0.68}$ дозволяє врахувати вплив

імовірності руйнування різального інструменту на його фактичний період стійкості та видаток.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕБУЕМОЙ ТОЧНОСТИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ОБРАБОТКИ НА ТЯЖЕЛЫХ СТАНКАХ

Клименко Г.П., Хоменко А.В., Сукова Т.А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Одним из главных критериев управления качеством процесса эксплуатации режущего инструмента при окончательной обработке деталей является точность. Основными источниками возникновения погрешностей обработки являются физико-механические свойства материала, погрешности размеров и заготовок, погрешности станка, приспособлений и инструмента, установки и базирования деталей, силовые, тепловые и динамические воздействия, погрешности износа элементов технологической системы, ошибки измерения.

Все производственные погрешности делятся на случайные и систематические. Случайные погрешности заранее нельзя определить, а систематические подчиняются закономерностям, которые могут быть описаны функциональными зависимостями или случайными функциями.

Статистические исследования, проведенные в производственных условиях при окончательной обработке прокатных волков, позволили установить связь между случайными и систематическими погрешностями. Функциональные систематические погрешности проявляются в виде увеличения или уменьшения размеров детали во времени. Статистический анализ точности обработки дал возможность количественно оценить стабильность технологического процесса при работе на тяжелых токарных станках.

При единичном получении размеров на универсальных станках высокая стабильность процесса и точность обработки обеспечивается при малом поле рассеяния размеров погрешности настройки инструмента и мгновенном рассеянии размеров, обуславливающих погрешность детали. Надежность обеспечения требуемой точности обработки обуславливается необходимым условием, при котором поле допуска на обработку должно быть меньше полусуммы погрешностей рассеяния размеров. Ресурс точности: $K_{\Delta} = \delta / 0,5(\Delta_{рн} + \Delta_{рни})$, где $\Delta_{рн}$, $\Delta_{рни}$ соответственно погрешность рассеяния станка и инструмента.

При этом для нормального технологического процесса ресурс точности должен быть больше единицы. Вероятность безотказной работы для нормального закона распределения определяется: $P_t = 0.5 + \Phi\left(\frac{\delta - 0,5\Delta_{\Sigma рас}}{\sigma_{\Sigma}}\right)$, где $\Delta_{\Sigma рас}$ – суммарная погрешность рассеяния размеров; σ_{Σ} – среднеквадратическое отклонение этого рассеяния; Φ – функция Лапласа; $2\Delta_{\Sigma рас} = \Delta_{рн} + \Delta_{рни}$.

Установлено, что главным условием стабильности технологического процесса является $K_{\Delta} > 1$. Исследована связь размерного износа инструмента с критерием стабильности технологического процесса при обработке деталей на тяжелых станках.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТРАТЕГИИ ЗАМЕНЫ РЕЖУЩИХ ПЛАСТИН СБОРНЫХ КОНЦЕВЫХ ФРЕЗ

Клименко Г.П., Хоменко А.В., Чабан К.С.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Особенностью работы сборного многолезвийного инструмента является одновременное участие в работе нескольких режущих зубьев. Анализ работы сборных концевых фрез в производственных условиях показал, что при отказе одного зуба фрезы инструмент не снимается со станка. А при выходе из строя всех 4х зубьев. Такая эксплуатация фрез приводит к повышенному расходу инструментальных материалов.

При рассмотрении сборной фрезы как системы режущих элементов, в которой отказ одного из них не приводит к полному отказу фрезы, с точки зрения надежности фреза представляет собой параллельную систему с пассивным резервом. В этом случае, при отказе первой режущей пластины её нагрузку при резании воспринимает следующая за ней режущая пластина. При этом надежность фрезы в целом снижается, то есть уменьшается вероятность безотказной работы. Для концевой фрезы, имеющей два зуба:

$$[P_1(t) + Q_1(t)][P_2(t) + Q_2(t)] = 1 \quad (1)$$

где: $P_1(t)$, $P_2(t)$ – вероятность безотказной работы соответственно первого и второго зуба фрезы; $Q_1(t)$, $Q_2(t)$ – вероятность отказа каждого зуба.

После умножения запишем:

$$P_1(t)P_2(t) + P_2(t)Q_1(t) + Q_2(t)P_1(t) + Q_1(t)Q_2(t) = 1 \quad (2)$$

где: $P_1(t)P_2(t)$ – вероятность безотказной работы обоих зубьев в течении времени t ; $P_2(t)Q_1(t)$ – вероятность безотказной работы одного зуба при наличии отказа второго зуба; $Q_1(t)Q_2(t)$ – вероятность отказа двух зубьев за время t .

Сумма первых трех членов в (2) представляет собой вероятность безотказной работы фрезы из двух зубьев в случае, если работа хотя бы одного из них является признаком работоспособности фрезы. Подставив $Q(t) = 1 - P(t)$, получим:

$$P_{фр} = P_1(t) + P_2(t) - P_1(t)P_2(t) \quad (3)$$

При экспоненциальном законе распределения времени безотказной работы каждого зуба фрезы получаем: $P_{фр} = e^{-\lambda_1 t} + e^{-\lambda_2 t} + e^{-(\lambda_1 + \lambda_2)t}$

где λ_1 и λ_2 – интенсивность отказов зубьев фрезы.

Тогда средний период стойкости фрезы определяется:

$$\bar{T}_{ФР} = \int_0^{\infty} P_{ФР} dt = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2} - \frac{1}{\lambda_1 + \lambda_2}$$

Для определения стратегии замены отказавших режущих элементов фрез введем понятие кратности резервирования $k = (Z - Z_m) / Z_m$

где: Z – число зубьев фрезы; Z_m – число отказавших зубьев.

В зависимости от необходимого уровня надежности фрезы выбирается стратегия замены её режущих элементов. Повышение надежности путем замены одного отказавшего зуба приводит к недоиспользованию ресурсы фрезы повышению суммарных затрат.

ВПЛИВ МАГНІТНО-АБРАЗИВНОГО ОБРОБЛЕННЯ НА ЯКІСТЬ ЗМІННИХ ТВЕРДОСПЛАВНИХ ПЛАСТИН

Климов О.М., Дюбнер Л.Г., Майборода В.С.
(НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна)

В роботі наведені результати процесу магнітно-абразивного оброблення (МАО) за схемою «кільцева ванна» пластин із твердого сплаву виробництва заводу «МКТС» та фірми SANDVIK. Було досліджено вплив МАО на параметри різальної кромки та на стан робочих поверхонь багатогранних твердосплавних пластин. Представлено результати впливу МАО на характеристики поверхневої твердості слою інструменту разом із результатами проведених стійкісних досліджень в процесі токарної обробки. Встановлено, що головними чинниками що впливають на процес формоутворення мікрогеометричних параметрів є початкова якість безпосередньо оброблюваного інструменту та розмір частинок абразивного порошку, яким проводиться обробка.

Встановлено, що при застосуванні методу МАО, можна знизити початкову шорсткість різальних кромки оброблюваного інструменту, залежно від якості вихідного інструменту більш, ніж в 2-3, при цьому радіус заокруглення різальних кромки в середньому не більш, ніж на 25% у інструментів більш низької якості та не більш, ніж на 15% у пластин більш високої якості. Отримано зменшення шорсткості із $Rz \approx 16$ мкм до $Rz \approx 5,7$ мкм у пластин низької якості та із $Rz \approx 1,9$ мкм до $Rz \approx 8$ мкм. Радіуси при цьому зросли з $r_n \approx 54$ мкм до $r_n \approx 67$ мкм та з $r_n \approx 45$ мкм до $r_n \approx 52$ мкм відповідно. Значення параметра Ra залишилося майже не змінним.

Встановлено зниження шорсткості утворюючих різальну кромку поверхонь. Шорсткість знизилася з $Rz \approx 2,9$ мкм до $Rz \approx 1,2$ мкм на передній та з $Rz \approx 2,6$ мкм до $Rz \approx 0,9$ мкм на задній поверхні. При цьому параметр Ra знизився на близько 25-30% і подекуди впав з 0,36 мкм до 0,25 мкм. Забезпечено близько 30% покращення стан опорної поверхні обробленого інструменту.

Проведені дослідження фізико-механічних змін викликаних процесом МАО показали, що найкращі значення коефіцієнту зміцнення ($K=1,35$) досягалися під кутом у 20-30° із використанням порошку із більш дрібним зерном. Збільшення поверхневої твердості призвело до покращення трибологічних властивосте інструменту та призвело до зростання його зносостійкості на майже 20%. Як під час точіння пластинами більш низької якості, так і під час точіння пластинами більш високої якості було зафіксовано підвищення стабільності процесу різання. Процес зношення інструменту став більш рівномірним, величина зношення на етапі припрацювання інструменту зменшилася майже вдвічі.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ НОРМАТИВОВ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ДЛЯ ТЯЖЕЛЫХ КАРУСЕЛЬНЫХ СТАНКОВ

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

Особенностью эксплуатации режущего инструмента и назначения элементов режима резания на тяжелых карусельных станках является то, что на различных операциях существуют большие отличия в жесткости и, особенно, виброустойчивости технологической системы.

При обработке резанием на тяжелых карусельных станках заготовки, как правило, являются жесткими. Размеры заготовки и инструмента определяются типоразмером станка, который можно принять за косвенный показатель средней жесткости и виброустойчивости технологической системы.

На основе полученной информации осуществлено ранжирование наиболее важных факторов по степени их влияния на определение максимально допустимой по виброустойчивости глубины резания t_{max} , выбор подачи S и скорости резания V . В расчет принимался не весь диапазон изменения факторов, а лишь его часть, охватывающая 80% случаев. В связи с тем, что ранжируемые факторы по-разному влияют на режимы резания, определялось их интегральное влияние. Для чего рассчитывалось изменение производительности механической обработки P , выраженной объемом снятого металла:

$$P = t \cdot S \cdot V \quad (1)$$

Установлено, что наибольшее влияние на производительность обработки оказывает типоразмер станка, т. е. наибольший диаметр устанавливаемого изделия D_n . Он обуславливает среднюю жесткость станка. С размером станка связаны также ограничения на частоту вращения планшайбы в зависимости от массы заготовки, мощность резания и др. Вторым по степени влияния является вылет ползуна.

Таким образом, на основе сбора и математической обработки статистического материала банка об эксплуатации режущего инструмента на тяжелых карусельных станках, эксплуатационных испытаний по исследованию влияния жесткости и виброустойчивости технологической системы на режимы резания, были разработаны нормативы режимов резания при обработке сборными резцами на тяжелых карусельных станках, имеющие ряд следующих существенных отличий от существующих:

1. Даны рекомендации по выбору элементов режима резания в зависимости от косвенных показателей жесткости технологической системы – типоразмера станка и вылета ползуна.

2. В нормативные карты внесены изменения значения предельной по виброустойчивости глубины резания.

Их внедрение позволяет повысить производительность механической обработки в среднем на 6%, сократить расход режущих пластин более чем на 15%.

ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТЯЖЕЛЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ ЗА СЧЕТ УМЕНЬШЕНИЯ ИХ МЕТАЛЛОЕМКОСТИ

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

На тяжелых токарных станках с числовым программным управлением проводится обработка большинства деталей, которые входят в состав современных тяжелых машин. Это прокатные валки, роторы турбин, колесные пары железнодорожного и горного транспорта, корабельные гребные валы и многое другое. Поэтому повышение технических характеристик тяжелых токарных станков является актуальной задачей для обеспечения конкурентоспособности выпускаемой машиностроительной продукции.

Обработка крупногабаритных деталей – процесс, к которому чаще всего предъявляется два основных требования: производительность и точность получаемого размера. Соответственно, и оборудование, применяемое при данном процессе, должно иметь достаточную жесткость, точность и скорость, необходимую для успешной реализации поставленной задачи.

Ввиду специфики конструирования тяжелого токарного оборудования основным способом увеличения жесткости узлов является увеличение его металлоемкости. Основным видом производства крупногабаритных корпусных деталей тяжелых металлорежущих станков является литье чугуна в формы, такой способ производства имеет ряд преимуществ, однако обладает значительным недостатком – повышенная металлоемкость, невозможность исправить дефекты литья, что особо важно при производстве секций станин более 3-х метров.

Поэтому с целью уменьшения металлоемкости и брака при производстве станин тяжелых токарных станков была принята сварная конструкция.

К достоинствам сварных конструкций по сравнению с литыми чугунными можно отнести:

- меньший вес, и возможности применения более совершенных с точки зрения жесткости форм;
- меньшая трудоемкость механической обработки;
- возможность исправления дефектов конструкции;
- ускорение процесса производства.

Также к особенностям использования сварных станин следует отнести:

- при одинаковых формах и габаритах сварных и литых станин одинаковая общая жесткость обеспечивается при толщине стенок сварных станин, примерно в 2 раза меньшей, чем литых.
- технологические возможности изготовления сварных станин с замкнутым контуром сечения элементов и большим количеством сплошных перегородок обычно значительно шире, чем литых.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК НАПРАВЛЯЮЩИХ ТЯЖЕЛОГО ТОКАРНОГО СТАНКА ПОВЫШЕННОЙ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ

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

Одним из наиболее эффективных путей повышения точности, жесткости и показателей надежности станочного оборудования является совершенствование направляющих, шпиндельных опор и других узлов, сопрягаемые поверхности которых находятся в относительном движении и взаимно передают или воспринимают нагрузку.

Развитие конструкции станочного оборудования может идти по пути переоснащения станков опорами жидкостного трения, что является весьма эффективным средством повышения технических технико-экономических и эксплуатационных характеристик станков до показателей, отвечающих современным мировым стандартам.

Одной из основных задач является повышение точности продольных перемещений, что оказывает непосредственное влияние на выходную точность деталей. Необходимая точность, наряду с несущей способностью, может быть достигнута применением гидростатических направляющих.

Расчет гидростатических направляющих требует знания масс подвижных узлов станков, координат их центра тяжести, величин и направления сил резания, возникающих при обработке деталей. Все это является необходимым для случаев, требующих высокой степени точности, при проектировании направляющих новых станков.

Методика расчета основана на совместном решении задач гидродинамики, теории упругости и теплопередачи в трехмерной постановке.

При этом создается трехмерная модель объекта – суппорта тяжелого токарного станка с максимальным диаметром обработки 2000 мм, массой детали до 100 т. В качестве исходных данных были приняты масса суппорта с установленными резцами 9,92 тонн, габаритные размеры: 2180×1800×1740 мм, составляющие силы резания $P_z=200\text{кН}$, $P_x=P_y=60\text{кН}$.

Расчеты проводились методом конечных элементов.

В результате расчетов были получены данные о перемещениях в системе под действием приложенных сил. Деформации поверхностей гидростатических направляющих незначительны и компенсируются за счет толщины слоя смазочного материала. Наибольшие перемещения исполнительного органа происходят вдоль вертикальной оси, величина деформации при максимальной нагрузке составляет 178 мкм, Величина деформаций в направлении, перпендикулярном оси детали при максимальной нагрузке не превышает 152 мкм. Деформации при нагрузках, соответствующих режимам чистовой обработки – минимальны.

СОВРЕМЕННЫЕ САД-САМ СИСТЕМЫ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Ковалевская Е.С., Борисенко Ю.Б.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В настоящее время появилось достаточно большое количество САМ- систем, позволяющих не только получить программу, но и сравнить несколько вариантов обработки с различными стратегиями и выбрать наилучший из них. К таким системам относится семейство программ компании Delcam.

Отличительной особенностью информационных технологий компании Delcam является возможность моделировать детали любой геометрической сложности, проектировать технологические процессы как для традиционных 2,5- и 3-координатных схем фрезерования, так и для многокоординатной фрезерной обработки с ЧПУ.

В данной работе были рассмотрены возможности пакетов PowerShape и PowerMill для обработки корпусных деталей на фрезерных станках с ЧПУ.

Объектом проектирования выбраны детали-представители, обрабатываемые на фрезерных станках с ЧПУ.

После создания 3D модели по чертежу, объект был импортирован в САМ пакет Power Mill Pro 9.0, заданы параметры заготовки и инструмента, режимы резания, выбраны стратегии обработки. Для просмотра самого процесса резания использован модуль ViewMill, который позволяет выполнять последовательную эмуляцию управляющей программы, а также проверять созданные траектории до того, как они будут переданы на станок. В результате постпроецирования создается управляющая программа с траекторией перемещения режущего инструмента.

С помощью данных продуктов можно выполнить любые типы пресс форм, литейные формы, штампы для прессования. Программы применяются на всех этапах производственного процесса, начиная от приемки САД модели изделия от заказчика и заканчивая контролем точности изготовления как элементов оснастки, так и пробных деталей.

Преимущество данной системы заключается в том, что средствами модуля ViewMill результаты обработки всех траекторий достаточно просто оценить и после просмотра результатов моделирования можно внести необходимые изменения в управляющую программу, такие как величина снимаемого припуска, шаг, точность и др.

Использование пакетов Power Shape и Power Mill для создания 3D-модели и управляющей программы обработки позволяет сократить время обработки, уменьшить припуски при этом обеспечить требуемую точность изготовления детали. Чрезвычайно быстрый расчет траекторий обработки и мощные средства их редактирования обеспечивают оптимальные режимы использования станочного оборудования.

К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ ГУСЕНИЧНЫХ ЗВЕНЬЕВ ХОДОВОГО ЗЕМЛЕРОЙНЫХ МАШИН

Койнаш В.А., Белоконь А.В.
(ДГМА, Краматорск, Украина)

Вопросам исследования износостойкости подвижных соединений строительных и дорожных машин, в частности элементов гусеничного ходового оборудования посвящено множество работ. Весомый вклад в развитие теории и методов повышения износостойкости данного класса машин внесли работы Рейша Арвида Карловича. Данный вопрос остается актуальным в настоящее время, в связи с необходимостью повышения качества выпускаемой техники, увеличением мощностей и скоростей рабочего оборудования.

Все вредные процессы, происходящие в механизмах экскаваторов, вызваны воздействием совокупности трех основных факторов: внешней среды; нагрузок на детали отдельных механизмов; эксплуатационного характера. В работах А.К. Рейша показано, что основными факторами, влияющими на ресурс, являются: конструктивные особенности и условия работы.

Согласно А.К. Рейшу ресурс детали представляет собой отношение предельно допустимого износа к скорости изнашивания

$$t = \frac{U_D}{\gamma_p},$$

где U_D – предельно допустимый износ; γ_p – расчетная скорость изнашивания детали

$$\gamma_p = A \cdot K_{P0} \cdot K_{vP0} \cdot \delta \cdot r_n \cdot \varphi \cdot v_\delta \cdot f,$$

где A – коэффициент пропорциональности; K_{P0} – коэффициент влияния изменения давления; K_{vP0} – коэффициент влияния изменения частоты; δ – перемещение поверхностей пар трения,

$$\delta = \frac{\pi \cdot r_n \cdot \varphi}{90},$$

здесь φ – угол поворота звена; r_n – радиус пальца. v_δ – частота перемещений; f – коэффициент трения скольжения.

Определяющим фактором на скорость изнашивания элементов гусеничного хода, является угол поворота звена. Повышение угловой жесткости звеньев ведет к увеличению ресурса в следующей зависимости

$$k_{n.p} = \left(\frac{\varphi_6}{\varphi_n} \right)^2,$$

где φ_6 – угол поворота звена базовой конструкции; φ_n – угол поворота звена новой конструкции с увеличенной угловой жесткостью.

Таким образом, повышение угловой жесткости гусеничных звеньев, ведет к повышению ресурса в квадратичной зависимости. Снижение угла поворота звеньев, может быть достигнуто за счет применением новой конструкции гусеничных звеньев.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАКОПЛЕННОЙ ДЕФОРМАЦИИ ПРИ ВЫДАВЛИВАНИЯ ПОЛЫХ КОНИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Косенко М.В., Гулькова О.С.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Среди штамповочных процессов особое место занимает обработка металлов холодным выдавливанием, характеризующаяся повышенным коэффициентом использования материала, относительно высокой производительностью и низкими удельными трудозатратами, достаточно высокой точностью размером, качеством поверхности и повышенными механическими свойствами получаемых изделий.

В данной работе рассматривается расчет накопленной степени деформации на заключительной стадии комбинированного (прямо-обратного) выдавливания полый конической детали (рис.1).

Для уточнения влияния количества жестких блоков, на которых разбит очаг деформации, используем 3 схемы разбиения, то есть на соответственно на 6, 7 и 8 жестких блоков.

Принимаю высоту очага деформации в донной части равной 0,75 от толщины дна детали.

Трудность определения в каждом канале нарастающей от границы к границе накопленной интенсивности деформации состоит в правильном определении числа пересеченных границ. Для вычисления средней накопленной деформации на последовательно пересекаемых границах и на выходе необходимо также правильно установить ширину потока, соответствующую данному каналу на граничных линиях и в сечении выдавливаемого отростка.

Как правило, для разделения каналов (потоков) необходимо, используя годограф скоростей, построить траектории перемещения частиц металла, начиная от узловых точек, расположенных на входной границе очага деформации. При сравнении результатов расчетов накопленной степени деформации при разной разбивке установили, что результат при разбивке на 8 частей дает более точный результат. Следовательно, при разбивке на большее количество жестких элементов результат вычислений будет точнее, но и трудоемкость вычисления выше.

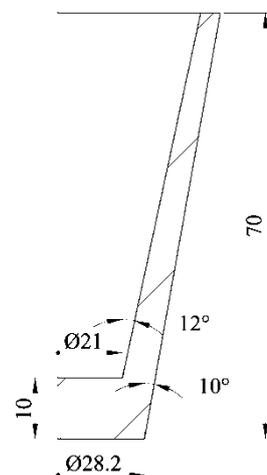


Рисунок 1 – Эскиз конической детали

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАЗВЕРТОК СФЕРИЧЕСКИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ИЗ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА

Красовский С.С., Хорошайло В.В., Кабацкий А.В., Бабенко С.А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Криволинейные листовые конструкции используются для хранения и транспортировки продукта при наличии избыточного давления и вакуума. С точки зрения экономии материала и равномерного распределения напряжений, возникающих в материале стенок от нагрузок, наиболее благоприятной формой является сферическая. В случаях изготовления из листового материала форм днищ котлов, резервуаров, куполов и т.п., имеющих сферические поверхности, пользуются построением разверток.

Как известно, сферическая поверхность относится к числу неразвертываемых, поэтому в случаях изготовления таких поверхностей из листового металла построение разверток выполняют путем вписывания в сферу элементов цилиндрических, конических или многогранных поверхностей. Модель, изготовленная по приближенной развертке, практически заменяет форму сферы. Целью работы является анализ различных вариантов для построения разверток сферических поверхностей из листового металла.

Оболочка шаровых резервуаров сооружается из лепестков двойной кривизны. В последние годы применяются, в основном, два вида раскроя оболочки – меридиональный и экваториально-меридиональный. На практике применяют большое количество вариантов разверток, построенных на использовании различных комбинаций изложенных выше способов.

Необходимость использования того или иного варианта развертки диктуется требованиями надежности листовых конструкций, их стоимости, трудоемкости при изготовлении и монтаже. Соблюдение этих требований во многом зависит от рациональной конструкторской разработки.

Для сопоставления различных вариантов разверток с позиций протяженности сварных швов было выполнено определение протяженности стыков элементов при разбиении сферы одинакового радиуса некоторым из рассмотренных способов. Расчеты проводились для сферы радиусом 1 м. Все варианты, предполагающие меридиональный раскрой, были рассчитаны для случая деления на 8 лепестков. Установлено, что использование сферических сегментов приводит к существенному снижению длины сварных швов и исключает концентрацию напряжений в месте пересечения швов на полюсах сферы. Это позволяет говорить о благоприятности применения варианта меридионального раскроя со сферическими сегментами на полюсах при производстве сферических резервуаров малых и средних размеров. При увеличении размеров сосудов, очевидно, возникнет необходимость дополнительной разбивки на пояса. Полученные результаты могут быть использованы при выборе оптимального варианта развертки для изготовления сферических резервуаров различных размеров и назначения.

МЕХАНИЗАЦИЯ ШЛИФОВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ СВАРНЫХ ШВОВ ПРИ РЕМОНТЕ ИЗЛОЖНИЦ

Красовский С.С., Хорошайло В.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В процессе эксплуатации изложниц для разливки стали возникают различные дефекты, основными из которых являются трещины. При ремонте изложниц широкое применение находит электрошлаковая сварка, после которой с внутренней поверхности изложницы необходимо убрать выступающие части наплавленного металла со сварных швов. Для этого применяется окончательная обработка дефектных мест с помощью шлифовального круга.

Повысить эффективность шлифования поверхности позволяет использование переносных шлифовальных установок. В ДГМА был разработан ряд таких установок и на основе анализа их применения предлагается усовершенствованная конструкция переносной шлифовальной установки, которая позволяет шлифовать сварные швы в разных плоскостях изложницы без ее демонтажа.

Крепление установки в изложнице осуществляется при помощи траверс, которые с помощью гайки крепления и винтов обеспечивают их прижим к торцевым поверхностям изложницы. Ползун со шлифовальной головкой и механизмом прижима перемещается по цилиндрической направляющей при помощи передачи винт-гайка. Гайка базируется в пазу направляющей, а винт получает вращение от червячного редуктора. Особенностью ползуна является то, что он состоит из двух частей, в которых выполнена кольцевая канавка, что обеспечивает поворот ползуна вместе со шлифовальной головкой относительно оси направляющей. Это позволяет устанавливать шлифовальный круг для обработки сварных швов на любой плоскости изложницы.

Схема усовершенствованной переносной шлифовальной установки представлена на рис. 1.

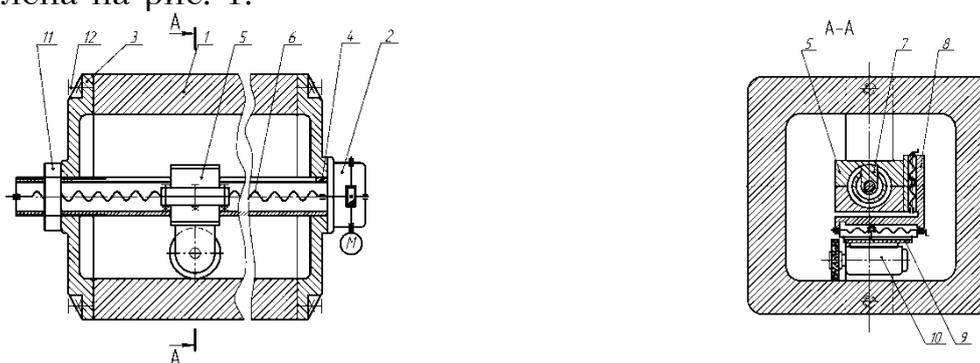


Рисунок 1 – Схема установки: 1 – изложница, 2 – червячный редуктор, 3 – траверса, 4 – цилиндрическая направляющая, 5 – ползун, 6 – винт, 7 – гайка, 8 – механизм прижима шлифовального круга, 9 – механизм поперечного перемещения шлифовального круга, 10 – шлифовальная головка, 11 – гайка крепления направляющей, 12 – винты крепления траверсы.

Применение переносной шлифовальной установки позволяет повысить уровень механизации и эффективность шлифовальной обработки сварных швов.

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ РІЗАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ ТВЕРДОСПЛАВНИХ ІНСТРУМЕНТІВ ЗА КОЕФІЦІЄНТОМ УКОРОЧЕННЯ СТРУЖКИ В ІМОВІРНІСНОМУ АСПЕКТІ

Кривий П.Д., Кобельник В.Р.
(ТНТУ ім. Івана Пулюя, м. Тернопіль, Україна)

Існуючі способи визначення оптимальної швидкості різання дозволяють отримувати її значення у відповідному інтервалі швидкостей тільки наближено.

На основі відомих досліджень запропонована методика визначення різальної здатності інструментальних матеріалів шляхом визначення оптимальної швидкості різання V_{onm} і максимальної стійкості T_{max} інструменту, що виражена довжиною шляху різання.

При заданих геометричних параметрах інструменту, глибині різання $t=const$ та подачі $S=const$, в інтервалі швидкостей різання $V_{min} - V_{max}$ здійснювали процес точіння. Відбирали зразки стружки і ваговим методом визначали коефіцієнт поздовжнього укорочення стружки. Для n зразків стружки отримано значення k_{vi} при різних величин V_i . За дослідними даними будували залежність $k = f(V)$, де k – коефіцієнт поздовжнього укорочення стружки.

Оптимальне значення V_{onm} визначене на основі розрахунків, як швидкість, що відповідає точці перегину на кривій, яка описує залежність $k = f(V)$ в інтервалі швидкостей вище зони наростуутворення, де k_i змінюється від $k_{i_{max}}$ до $k_{i_{min}}$.

Враховуючи те, що в процесі різання зношування по головній задній поверхні буде збільшуватися, і локальний хімічний склад та локальні фізико-механічні властивості, як оброблюваного, так і інструментального матеріалів величини випадкові, стає доцільним подати дану методику у ймовірнісному аспекті. Реалізація запропонованої методики реалізовували на прикладі точіння конструкційних сталей.

Використавши критерій Греббса, визначили значення k_v , які різко відрізнялись. При необхідності уточнювали середнє значення \bar{k}_v і дисперсію $D(k_{v_i})$. За критеріями Колмогорова і Пірсона (χ^2) перевіряли гіпотезу відповідності експериментального розсіювання теоретичному. За отриманими даними будували графік залежності середнього значення коефіцієнта поздовжнього укорочення стружки від швидкості $\bar{k}_v = f(V)$ і графік залежності трисігмового діапазону $k_{3\sigma}$ від швидкостей $k_{3\sigma} = \varphi(V)$.

Використавши методику Грановського на кривій $k_{3\sigma} = \varphi(V)$, знаходили точку, яка відповідала $k_{i_1} \approx 0,95k_{i_{max}}$ і відповідне значення швидкості різання V_i .

Оптимальну швидкість V_{onm} різання за означеною інженерною методикою знаходили відповідно до визначених координат перегину кривої $k_{3\sigma} = \varphi(V)$, які ілюструють залежності характеристик процесу різання від параметрів режиму різання.

З метою встановлення ступеню адекватності розрахункового значення V_{onm} були проведені досліди для оцінки залежності стійкості T різця від швидкості різання V , при прийнятому критерії затуплення різця – зношування по головній задній поверхні $h_3=0,8$ мм.

Таким чином, з вищезазначеного можна зробити висновок про те, що оптимальна швидкість V_{onm} різання, при якій досягається максимум стійкості, відповідає точці перегину на кривій залежності $k_{3\sigma} = \varphi(V)$ і може бути обчислена розрахунковим методом.

ОБҐРУНТУВАННЯ ЖОРСТКІСНИХ ПАРАМЕТРІВ ПІДВІСУ СТРІЛ ЕКСКАВАТОРІВ-КРАНІВ

Крупко В.Г., Граматний О.І.
(ДДМА, м. Краматорськ, Україна)

Промислово-господарчій комплекс України потребує регулярного виконання великого обсягу земляних робіт. Найбільш розповсюдженими землерийними машинами є універсальні будівельні екскаватори. Процес роботи таких машин супроводжується значними динамічними навантаженнями на їх виконавчі механізми та металоконструкцію, що інтенсифікує зниження залишкового ресурсу останніх та негативно впливає на роботу екскаватора в цілому.

Літературні джерела містять різноманітні шляхи зниження динамічних навантажень. Принцип дії багатьох розробок ґрунтується на введенні додаткових пружних пристроїв у механізм підйому робочого органу. Застосування таких систем на практиці веде до зменшення технічних характеристик машини через ускладнення виконавчих механізмів.

Метою даної роботи є підвищення технічного рівня універсальних екскаваторів та їх обладнання за рахунок введених у несучі металоконструкції додаткових пристроїв-гасителів коливань, розроблених на основі встановлених закономірностей взаємодії елементів підвісу вантажозахоплюючих органів.

Розробка математичної моделі та проведення обчислювального експерименту дозволили, змінюючи жорсткість системи, знайти оптимальний варіант виконання конструкції та елементів підвісу стріли екскаватора на основі порівняння отриманих графічних результатів. Експеримент, проведений на фізичній моделі у лабораторії кафедри ПТМ ДДМА, дозволив отримати осцилограми навантажень, які підтверджують попередні висновки. Середня похибка не перевищує допустиму.

Проведена робота дозволила виявити найбільш ефективну схему виконання конструкції та системи підвісу стріли (вантова, із встановленим демпферним пристроєм), що дозволяє знизити амплітуду динамічних коливань та час їх затухання.

Подальші дослідження необхідно присвятити розробці методів акумулювання енергії динамічних навантажень, яка в подальшому може використовуватися для живлення робочих та допоміжних механізмів базової машини.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ НА ПРИМЕРЕ КАРЬЕРНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

Крупко В.Г., Деревянко А.М.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Проблема качества продукции возникла еще в период становления товарного производства и проявлялась в большей или меньшей степени на всех последующих исторических этапах, а в настоящее время эта проблема возведена в ранг технической политики всех промышленно развитых стран.

Возникает необходимость в объективной оценке качества, что возможно только при наличии измерителя его уровня для рассматриваемых машин. Под показателем качества экскаваторов понимается количественная характеристика определяющих параметров, обеспечивающих способность выполнять заданные функции в детерминированных условиях эксплуатации.

Существующие методики оценки уровня качества отличаются индивидуальными особенностями, вызванными спецификой рассматриваемых объектов и неоднородностью требований, предъявляемых к ним в различных условиях, но не содержат количественной оценки выполняемых функций в соответствии с назначением машины. Кроме того, данные методики используют экспертные методы назначения коэффициентов, что вносит большую долю субъективности в саму оценку.

Цель работы – повышение технического уровня экскаваторов за счет обоснования рациональных параметров исполнительных механизмов и прогнозирования основных направлений их совершенствования.

Оценка уровня качества произведена по единичным показателям дифференциальным методом, по обобщенному показателю – комплексным методом. Эти методы позволяют производить оценку качества по удельным величинам, под которыми понимается отношение значений рассматриваемых параметров к значениям базового критерия сравнимых машин или процессов.

Использованная методика позволяет установить единые методы оценки уровня качества, что дает возможность объективно сравнивать экскаваторы, обосновано назначать показатели при проектировании и в итоге способствует достижению положительного эффекта.

Направлением дальнейшей работы должна стать разработка коэффициентов, которые позволяют «взвешивать» значения сравниваемых параметров, для получения более точных результатов.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАНАТНЫХ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ОДНОКОВШОВЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

Крупко В.Г., Калашников О.Ю.
(ДГМА, НКМЗ, г. Краматорск, Украина)

В современных технологиях добычи полезных ископаемых открытым способом применяют механизированные комплексы, составным элементом которых являются одноковшовые экскаваторы, т. к. именно экскаваторный способ производства горных работ на карьерах занимает доминирующее положение. Одним из перспективных направлений в совершенствовании экскаваторного оборудования является применение гидравлического привода, что по сравнению с электромеханическим приводом в одноковшовых экскаваторах позволяет: уменьшить металлоёмкость машины; повысить маневренность экскаватора и его рабочего оборудования.

Основной целью при анализе использования одноковшовых, канатных и гидравлических экскаваторов является указание преимуществ и определение положительных сторон использования такой техники благодаря ряду особенностей ее рабочего оборудования.

Сравнительный анализ параметров карьерных канатных экскаваторов, используемых при ведении открытых горных работ на карьерах, с аналогичными параметрами гидравлических экскаваторов позволяет сделать следующие выводы: 1) в случае замены канатных карьерных экскаваторов гидравлическими для того, чтобы исключить изменение параметров систем горных пород на действующих предприятиях, в качестве экскавационно-погрузочных машин возможно применение карьерных гидравлических экскаваторов среднего класса (185-250 т) и вместимостью ковша в зависимости от горно-технических условий в диапазоне 8-18 м³; 2) применение сменных ковшей позволяет использовать карьерные гидравлические экскаваторы среднего класса на выемочно-погрузочных и перегрузочных работах с автосамосвалами грузоподъемностью от 30 до 110 тонн в существующих на сегодняшний день технологических схемах карьеров и угольных резервов; 3) при аналогичных параметрах канатных мехлопат и гидравлических экскаваторов масса последних в 1,9-2 раза меньше; 4) для создания конкурентоспособных гидравлических экскаваторов необходимо:

- при отсутствии стабильного снабжения электроэнергией создать или приобрести дизель мощностью 800-850 кВт, работающий в диапазоне температур $\pm 40^{\circ}\text{C}$;

- разработать или приобрести гидроаппаратуру, надёжно работающую в жёстких условиях знакопеременных нагрузок и при диапазоне температур $\pm 40^{\circ}\text{C}$;

- разработать или приобрести современную систему управления с диагностированием и контролем жизненно-важных для машины систем и выводом информации на пульт управления оператора.

ИССЛЕДОВАНИЯ СИЛОВЫХ И КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ЧЕТЫРЕХОПОРНОМ ШАГАЮЩЕМ ДВИЖИТЕЛЕ ЭКСКАВАТОРА

Крупко И.В.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Повышение эффективности использования экскаваторной техники, работающей на карьерах, может быть достигнуто за счет снижения времени простоев таких машин, связанных с отказами отдельных узлов и механизмов. Как показал анализ отказов одноковшовых экскаваторов типа ЭКГ-5 и ЭКГ-10Н проводимый на ЗАО НКМЗ до 25% отказов от общего числа, приходится на гусеничные механизмы передвижения. С целью повышения надежности механизмов передвижения на ЗАО НКМЗ разработан четырехопорный шагающий движитель. Отличительной особенностью от существующих шагающих механизмов является наличие в таком движителе двух пар опорных башмаков, внутренних и внешних, приводимых в движение двумя парами эксцентриков. В процессе движения в таком механизме происходит подъем и опускание тележки за счет попарно поднимаемых и опускаемых внутренних и внешних опорных башмаков, т.е. пара опорных башмаков (лыж) приводится в движение синфазно вращающимися вокруг оси эксцентриками, а вторая пара лыж, эксцентриками. При работе экскаватора в забое вес машины равномерно распределяется на все четыре опорных башмака. Учитывая конструкцию такого движителя (отсутствие значительного количества быстро изнашиваемых деталей, например по сравнению с гусеничным ходом, а так же сравнительно меньшую массу по сравнению с шагающим трехопорными механизмами, ввиду отсутствия опорной базы), можно предположить, что в процессе эксплуатации такой движитель окажется весьма эффективным. Целью данной работы является установление закономерностей изменения силовых и кинематических параметров четырехопорного шагающего движителя в процессе перемещения.

Используем программное обеспечение для решения математических моделей с ФЗЭ которое включает последовательное выполнение следующих операций:

1. Формирование базы данных (входных параметров)
2. Формирование файла
3. Формирование ММ процесса перемещения машины как ФЗЭ

ППМ

4. Моделирование ФЗЭ и их взаимодействия в структуре машины
5. Решение ММ с помощью метода Рунге-Кутта

В результате реализации вычислительного эксперимента были получены значения силовых, кинематических и энергетических параметров для обоснования их выбора для четырехопорных движителей.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ЗАГОТОВКУ ИМПУЛЬСАМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ

Кузнецов Н.Н.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Электромагнитные воздействия можно рассматривать как непосредственное энергетическое действие на атомы решетки металлов, которые связаны силами электромагнитного происхождения. Наиболее известный – электропластический эффект заключается в скачкообразном снижении напряжений течения материала под нагрузкой при пропускании через него «негреющих» импульсов тока со следующими характеристиками: плотность тока $j=10^3$ А/мм², длительность импульса $\tau \leq 100$ мкс. За все время изучения электростимулированной пластической деформации был выполнен в основном анализ возможных механизмов снижения сопротивления деформирования: теплового эффекта, скин-эффекта, пинч-эффекта. Данный эффект также можно рассматривать основываясь на возникновении термоупругих напряжений. Плотность тока в образце металла распределяется неравномерно, а это приводит к неравномерному нагреву, причем, максимальная температура будет на поверхности образца. Как показывает расчет и экспериментальные данные температура поверхности образца может достигать несколько сот градусов. Этот разогрев и ведет к появлению термоупругих напряжений, которые могут быть одной из причин рассматриваемого эффекта. С другой стороны, в дефектных зонах может происходить динамический отжиг, который протекает практически мгновенно за счет процессов диффузии. Эта модель построенная на градиенте электрического потенциала доказывает что, возникающие термические напряжения приводят к залечиванию микро и макротрещин. Еще одна концепция видения природы электропластического эффекта заключается в рассмотрении концентраторов напряжений, в которых протекают основные деформационные процессы на различных микроуровнях. Материал в этих зонах специфически аномально реагирует на внешние воздействия. За счет перестройки дефектной подсистемы деформированного тела формируются особые типы субструктур, что и объясняет изменение механических характеристик под действием импульсов тока.

На материал, как показывают экспериментальные и теоретические данные, электромагнитное поле воздействует на всех структурных уровнях – микро-, макро-, мезо-, и в практически во всех случаях конечный результат является следствием совместного действия множества вышеизложенных эффектов проходящих на разных уровнях строения материалов.

МОДЕЛЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕКЛАМНОЇ КАМПАНІЇ ПІДПРИЄМСТВА

Кутепов М.Л., Савченко С.
(Крамметалонсервіс, ДДМА, м. Краматорськ, Україна)

Одним із перспективних напрямків підвищення економічної ефективності діяльності підприємства, що сприяє швидкому розвитку та зростанню економіки в цілому, є здійснення рекламної діяльності. Запропонуємо метод планування рекламної кампанії підприємства, що дозволить максимізувати ефективність проведення рекламних заходів за рахунок оптимального розміщення рекламних повідомлень по рекламним каналам.

Загальна постановка задачі має наступний вигляд. Нехай в межах рекламної кампанії підприємства було прийняте рішення о розміщенні рекламних повідомлень на телебаченні, радіо, в періодичних виданнях, мережі Інтернет та визначено бюджет рекламної кампанії для кожного з цих каналів. Цільова функція моделі є такою:

$$Z = \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T \mu_{jt} y_{jt} p^{tv}_{jt} + \sum_{n=1}^N \sum_{i=1}^I \eta_i a_{in} p^{rad}_{in} + \sum_{c=1}^C \sum_{o=1}^O x_{co} p^{isd}_{co} + \sum_{q=1}^Q \sum_{r=1}^R l_{qr} n^{it}_{qr} \rightarrow \max,$$

де Z – прибуток від проведення рекламної кампанії;

j – телевізійний канал, $j = \overline{1, J}$; t – період часу, $t = \overline{1, T}$; μ_{jt} – кількість глядачів j -го каналу в t -й період часу; y_{jt} – кількість показів рекламного повідомлення на j -му каналі в t -й період часу; p^{tv}_{jt} – норма прибутку від показу рекламного повідомлення на j -му каналі в t -й період часу.

n – вид рекламного повідомлення на радіо, $n = \overline{1, N}$; i – радіостанція, $i = \overline{1, I}$; η_i – кількість слухачів i -ї радіостанції; a_{in} – кількість трансляцій n -го рекламного повідомлення на i -й радіостанції; p^{rad}_{in} – норма прибутку від трансляції n -го рекламного повідомлення на i -й радіостанції.

c – періодичне видання, $c = \overline{1, C}$; o – вид рекламного повідомлення, $o = \overline{1, O}$; x_{co} – кількість рекламних повідомлень o -го виду, що були розміщені в c -му періодичному виданні; p^{isd}_{co} – очікуваний прибуток від використання c -го періодичного видання для розміщення в ньому рекламного повідомлення o -го виду.

q – вид рекламного повідомлення, що розміщено в мережі Інтернет, $q = \overline{1, Q}$; r – інформаційний ресурс, $r = \overline{1, R}$; l_{qr} – кількість показів рекламного повідомлення q -го виду, розташованого в r -му ресурсі; n^{it}_{qr} – норма прибутку від коштів, вкладених у покази рекламного повідомлення q -го виду на r -му ресурсі.

Система обмежень моделі враховує можливі суб'єктивні особливості сприйняття рекламних повідомлень, дозволяє контролювати витрати на використання кожного з каналів рекламування та оцінити фактичні витрати на залучення кожного із засобів реклами.

Враховуючи багато факторів, що впливають на ефективність процесу рекламування, модель дозволяє збільшити прибуток від вкладених в рекламу коштів, підвищує конкурентоспроможність фірми і може бути використана для широкого класу підприємств.

РОЗШИРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТОКАРНОГО МЕТАЛООБРОБНОГО ОБЛАДНАННЯ

Кушик В.Г.
(НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна)

Для забезпечення гнучкості металообробного токарного обладнання, як технічної системи, необхідно забезпечити гнучкість її окремих елементів, зокрема, затискних цангових патронів, які повинні відповідати критеріям широкодіапазонності та швидкозміненості.

Створення нових схем, а на їх основі і конструкцій широкодіапазонних цангових патронів як однієї із підсистем технічної системи «металообробний верстат» здійснюється на основі методів пошуку нових технічних рішень, наприклад, морфологічного синтезу. Враховуючи вимоги до гнучкості цангового патрона розроблена морфологічна таблиця, яка дозволяє синтезувати схеми широкодіапазонних цангових патронів з подвійною мультиплікацією та циліндричною цангою та автоматичною зміною її за допомогою робота або маніпулятора. Синтезовані технічні рішення широкодіапазонних цангових патронів в багатьох випадках містять ознаки винаходів та корисних моделей.

Нова конструкція цангового патрона з подвійною мультиплікацією і змінною циліндричною цангою дозволяє реалізувати безперервну схему охопту затискуваних заготовок, зокрема, з номіналами діаметрів прутків з відхиленнями 2...3 мм. Цанговий патрон містить основну затискну цангу з одноступінчастою мультиплікацією, яка залишається незмінною в процесі обробки широкої номенклатури деталей на токарному автоматі у всьому діапазоні затискуваних прутків і зв'язана за допомогою різьби з трубою затиску. Циліндрична цанга з мультиплікацією і фланцем встановлюється в основну за допомогою робота-маніпулятора. Її конструкція передбачає автоматичну зміну і закріплення фланця нерухомо відносно торця шпинделя. Це дозволяє підвищити осьову точність затиску.

Експериментальні дослідження широкодіапазонних цангових патронів проводились на спеціальному лабораторному стенді, розробленому на базі багатошпиндельного токарного автомата 1A240-6 та у виробничих умовах за спеціально розробленими методиками. Для зменшення кількості проведення замірів та покращення статистичної обробки результатів досліджень проводилось факторне планування експерименту.

Проводячи автоматичну зміну циліндричної цанги забезпечується дискретно-безперервний охопт всього діапазону затискуваного діаметру прутків на конкретній моделі токарного автомата. При цьому кількість комплектів цанг зменшується в сім разів. Підвищується осьова точність затиску в 1,2...1,4 рази, і при цьому забезпечується стабільність характеристик патрона по осьовій точності, збільшується коефіцієнт охопту діаметрів в декілька десятків разів.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОДОВ С ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИМИ ДОБАВКАМИ ДЛЯ НАПЛАВКИ МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Куций А.М.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Ручная дуговая сварка, как в нашей стране, так и за рубежом, является широко распространенным способом изготовления металлоконструкций из низко- и среднеуглеродистых сталей. Одним из способов повышения производительности (увеличение коэффициента расплавления, повышение скорости плавления) данного процесса является применение экзотермических смесей. В этом случае покрытие следует рассматривать как гетерогенную систему, т.к. она представляет собой смесь частиц компонентов покрытия, способных к химическому взаимодействию.

В качестве схемы взаимодействия реагентов была принята элементарная модель реакционной диффузии, которая предполагает, что при взаимном контакте исходных компонентов, образуется новая фаза - продукт реакции. Состав этой фазы не является строго определенным, а может меняться в некоторых пределах, определяемых фазовой диаграммой данной конкретной системы. Перераспределение концентраций в слое продукта не сопровождается заметным тепловым эффектом, основное тепловыделение происходит непосредственно в момент образования новой фазы, т.е. на границах раздела фаз.

Установлено, что перепады температур в перпендикулярном слоям направлении очень малы. Поэтому можно считать, что распределение температур при горении имеет почти одномерный характер вдоль распространения фронта. Абсолютный размер зоны реакции во много раз превышает характерный размер слоев. При таком расположении границ процесс диффузии происходит практически в перпендикулярном распространению фронта направлении. Если оба компонента и продукт реакции плавятся при температурах, существенно меньших, чем температура горения, например, при взаимодействии алюминия (реже магния) с оксидами различных металлов, то принципиально не исключено полное или частичное смешение компонентов на молекулярном уровне до начала зоны реакции. В этом случае начавшееся горение протекает быстро с оптимальным тепловым эффектом. Например, при использовании Fe_2O_3 $Q=854$ кДж. Это возможно при следующей идеализированной структуре среды: одинакового размера сферические частицы компонента А, имеющего более высокую температуру плавления (MeO), равномерно окружены более легкоплавким компонентом В(Al). Доказано, что для равномерности протекания процессов плавления покрытия при выбранной схеме расположения слоев необходимо максимальное количество теплоты получения продукта реакции.

Разработана математическая модель, которая позволяет описать качественные закономерности процесса горения на основе анализа идеализированной среды. Модель может быть применена при определении рецептуры экзотермической смеси при изготовлении электродов для наплавки металлорежущего инструмента.

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УСЛОВИЙ ПРОЦЕССА АБРАЗИВНОЙ РАЗРЕЗКИ ТРУБ

Левченко Е.А.
(СевНТУ, г. Севастополь, Украина)

Разрезка заготовок абразивными кругами применяется в промышленности из-за своей достаточно высокой производительности и экономичности. Однако, при всей, казалось бы, простоте кинематической схемы имеется еще много резервов, использование которых может существенно отразиться на технико-экономических показателях этого процесса. Повышение производительности процесса резки с обеспечением необходимых требований к качеству обработанной поверхности является приоритетным направлением развития абразивной обработки.

Разрезание абразивными кругами можно рассматривать как процесс обработки, когда съем материала происходит периферийной частью отрезного круга по мере его внедрения в разрезаемую заготовку. Производительность процесса при этом прямо пропорциональна площади периферийной поверхности отрезного круга, которая находится в непосредственном контакте с заготовкой, и скорости его внедрения (подачи) вглубь разрезаемой заготовки. Другой особенностью процесса абразивного разрезания является роль трения по боковым поверхностям отрезного круга при его внедрении в заготовку. В результате бокового трения на разрезаемых поверхностях заготовки выделяется большое количество тепла, которое, суммируясь с тепловым потоком от периферии отрезного круга, приводит к существенному возрастанию контактной температуры на торцах круга. Вследствие этого появляются прижоги и трещины на обработанных торцевых поверхностях разрезаемой заготовки.

Работа бокового трения пропорциональна площади поверхности трения и скорости перемещения боковых поверхностей отрезного круга относительно поверхностей реза, которая к тому же является переменной по его глубине. Также считается, что нагрев, сопровождающий взаимодействие периферийной или рабочей части отрезного круга с удаляемым материалом, является необходимым условием эффективности резки заготовки, так как резко снижает его сопротивление резанию или приводит металл в расплавленное состояние.

Обобщая изложенное, можно сделать заключение, что по кинематическим условиям резки наиболее эффективным процесс резания отрезным кругом будет при максимально возможной площади контакта его периферийной части с заготовкой и минимальной поверхности бокового трения. Так как от толщины круга зависит ширина реза и, следовательно, экономичность процесса, то целесообразнее говорить о максимальной дуге контакта отрезного круга с заготовкой при оптимальной его толщине.

КООРДИНАЦИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В РАМКАХ РЕФЛЕКСИВНОГО ПОДХОДА

Лепа Р.Н., Турлакова С.С.

(ИЭП НАН Украины, г. Донецк, ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Современное промышленное предприятие – сложная многоуровневая система, которая состоит из большого числа элементов, взаимосвязанных между собой, и характеризуется сложностью поведения и эмерджентностью свойств. Для таких систем управления характерным является различие и противоречивость целей функционирования и развития на каждом уровне. Эффективное функционирование таких систем возможно лишь при условии согласованного взаимодействия агентов управления всех уровней иерархической структуры предприятия.

Координация управленческих процессов на предприятии представляет собой процесс согласования, упорядочения действий элементов системы в ходе их непрерывного взаимодействия на различных иерархических уровнях управления. Главным назначением реализации процедур координации является обеспечение единства интересов и регламентации взаимодействия между всеми участниками системы управления предприятия, которые могут находиться на различных уровнях иерархии организации. В процессе достижения согласованного взаимодействия исключительно важной является информированность агентов управления. Задачи информационного регулирования принято рассматривать как частный случай задачи рефлексивного управления.

Рефлексивное управление на предприятиях представляет целенаправленное воздействие на информационную структуру агентов управления, являющуюся иерархией представлений, вершинам которой соответствует информация субъектов системы о существенных параметрах, представлениях других субъектов системы, представлениях о представлениях и т.д. С точки зрения решения задач координации рефлексивное управление можно трактовать как целенаправленное воздействие на модель принятия решений агентов управления для обеспечения их согласованного взаимодействия соответственно установленным координационным центром правилам, которые направлены на достижение общей цели функционирования/развития предприятия. При этом основной задачей рефлексивного управления является формирование управляющим органом – координационным центром – такой структуры информированности агентов, при которой субъективным равновесием является требуемый для центра (или максимально для него выгодный) вектор действий агентов. Таким образом, решение задач рефлексивного управления в рамках координации управленческих процессов на предприятиях направлено на достижение общей цели функционирования/развития предприятия.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ НАГРУЗОК В МЕХАНИЗМАХ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ МОСТОВЫХ КРАНОВ

Лях П.Ф.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Опыт эксплуатации подъемно-транспортного оборудования показывает, что срок службы крановых мостов и ходовых колес зависит не только от вертикальных нагрузок (веса поднимаемого груза, собственного веса крана), но и в значительной мере от ряда дополнительных горизонтальных нагрузок, возникающих при перемещении крана вдоль пролета.

Основной причиной появления дополнительных горизонтальных нагрузок могут быть:

- разность частоты вращения приводных колес при отдельном приводе;
- разность диаметров приводных колес при центральном приводе;
- относительная разность установки по высоте подкранового пути;
- относительная разность колеи крана и ширины установки подкранового пути ;
- превышение допусков относительного смещения в стыках подкранового пути;
- перекосы установки ходовых колес при проведении монтажных и ремонтных работ;
- нарушение правил эксплуатации грузоподъемных правил (например, работа с одним двигателем при отдельном приводе).

Проведенный анализ показал, что работоспособность ходового оборудования кранов зависит как от интенсивности нагружения механизма, так и от особенностей технологического процесса и технического состояния крана и подкранового пути.

Установлено, что в процессе работы крана ходовые колеса не только перекатываются по рельсу, но и скользят по нему в поперечном направлении, что приводит к дополнительным горизонтальным нагрузкам.

Предложенные методы и средства контроля взаимного положения ходовых колес и подкранового пути дают возможность с достаточной для практики точностью оценить их техническое состояние и наметить пути проведения ремонтно-профилактических мероприятий, направленных на повышение ресурса кранового оборудования.

МАГНИТНО-АБРАЗИВНАЯ ОБРАБОТКА МНОГОГРАННЫХ НЕПЕРЕТАЧИВАЕМЫХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ПЛАСТИН В УСЛОВИЯХ БОЛЬШИХ РАБОЧИХ ЗАЗОРОВ.

Влияние обработки на изменение поверхностной твердости рабочих поверхностей и характер округления режущих кромок неперетачиваемых пластин

Майборода В.С., Джулий Д.Ю., Клишта Е.С.
(НТУУ «КПИ», г. Киев, Украина)

Особое внимание на стадии изготовления инструмента из твердых сплавов, восстановления его работоспособности уделяют форме и размерам режущих кромок, микрогеометрическим и физико-механическим свойствам поверхности и поверхностного слоя передней и задней поверхности. Одним из путей повышения надежности режущего инструмента является повышение степени дефектности поверхностных слоев его рабочих элементов, что активно реализуется в технологиях поверхностного деформационного упрочнения, в процессе приработки инструмента, при использовании различных физико-химических методов воздействия на поверхность. Одним из таких методов поверхностного упрочнения является метод магнитно-абразивной обработки (МАО) деталей в больших рабочих зазорах кольцевого типа – на установках типа «кольцевая ванна». Выполненные исследования процесса МАО многогранных неперетачиваемых твердосплавных пластин (МНТП) в указанных условиях показали, что наиболее эффективная и равномерная обработка реализуется при их расположения в рабочих зазорах по отношению к основному вектору движения – вращения вокруг оси кольцевой ванны – под углами $20-40^{\circ}$ при условии, что соотношение нормальной к тангенциальной составляющей скорости движения рабочих поверхностей изменяется от 1 до 2. В работе проведен цикл экспериментальных исследований по определению основных закономерностей изменения степени округления режущих кромок МНТП и поверхностной твердости рабочих поверхностей в зависимости от условий МАО.

Установлено, что через 75 с обработки поверхностная твердость задних поверхностей МНТП возрастает на 2,5-5 ГПа. Причем при частотах вращения вокруг оси кольцевой ванны 300 мин.^{-1} увеличение поверхностной твердости несколько меньше. Характерным есть тот факт, что твердость возрастает не монотонно, а с некоторой периодичностью. Подобные различия в изменении величины поверхностной твердости передней и задней поверхностей МНТП объясняется различными условиями, в которых обрабатываются указанные рабочие поверхности.

Анализ кинетики изменения величины радиусов округления режущих кромок МНТП для различных углов базирования деталей и скоростей МАО показал, что первые 100-125 с процесса МАО происходит монотонное, близкое к линейному притупление режущих кромок. Скорость притупления кромок составляет 0,11-0,12 мкм/с. С увеличением времени обработки процесс притупления кромок или замедляется или останавливается в зависимости от скоростей МАО и применяемого магнитно-абразивного инструмента.

МЕТОД СНИЖЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ И ТЕРМИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И РЕМОНТЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ И КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ МЕТОДОМ СВАРКИ

Макаренко Н.А, Шепотько В.П.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Сварка экономит время и трудозатраты при изготовлении различных станочных приспособлений. На практике усталостные повреждения сварных конструкций, не считая коррозионных повреждений, составляют до 100% преждевременных отказов и, в большинстве случаев, определяют их долговечность. С момента внедрения в машиностроение сварки, она прошла несколько этапов, цель которых – обеспечение равнопрочности, циклической долговечности и т.д. Однако, как показывают результаты исследований, за истекшие годы эти работы не привели к существенному увеличению долговечности сварных узлов. В металлоконструкциях различного назначения, отвечающих требованиям действующих норм их проектирования и изготовления, появление усталостных трещин возможно на начальной стадии функционирования. Определены факторы, снижающие долговечность сварных изделий, а именно: высокая концентрация напряжений, зависящая от типа шва и формы сварного соединения; дефекты швов и снижение пластичности стали, вызываемые деформационным старением; неоднородность структуры и химсостава металла шва; местная жесткость сварных соединений; остаточные сварочные напряжения, вызываемые нагревом металла концентрированным источником тепла. Разработано оборудование и технологический процесс, обеспечивающие снижение напряжений и термических деформаций при изготовлении и ремонте приспособлений и корпусных деталей металлорежущих станков методом сварки. Разработанный способ улучшения технологичности и снижения негативных последствий сварки методом контракции сварочной дуги позволяет при ручной дуговой сварке в условиях эксплуатации увеличить глубину проплавления основного металла и снизить ширину сварного шва. Установлено, что, применение разработанного источника питания для ручной дуговой сварки обеспечивает увеличение глубины проплавления основного металла, что позволяет увеличить производительность процесса сварки. Доказано, что контракция дуги при ручной дуговой сварке возможна за счет изменения электрических параметров ее горения. Исследования показали, что источник питания, рассчитанный для сварки в режиме коротких импульсов тока, должен обеспечивать высокие значения dI/dt . Установлено, что при соответствующем подборе режимов сварки (а именно: длительности импульсов и пауз, величин токов импульсов и пауз) можно увеличить глубину проплавления основного металла на 20–30% при уменьшении ширины сварного шва на 15–20%.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ СТАЛЬНЫХ СТАНИН И ДРУГИХ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ МЕТОДОМ СВАРКИ

Макаренко Н.А., Богуцкий А.А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

С целью снижения напряжений и термических деформаций при изготовлении и ремонте стальных станин и других корпусных деталей металлорежущих станков методом сварки разработан способ и оборудование для его осуществления, позволяющие при ручной дуговой сварке покрытыми штучными электродами увеличить глубину проплавления основного металла и уменьшить ширину сварного шва. Несмотря на широкое распространение механизированных способов сварки (автоматической под слоем флюса, автоматической и полуавтоматической в среде защитных газов, а также получающих все большее распространение гибридных способов, основанных на комбинации лазерных и дуговых процессов), ручная дуговая сварка продолжает занимать значительный сектор в производстве и ремонте металлоконструкций. Актуальной задачей является повышение проплавляющей способности сварочной дуги. Уменьшение ширины шва с одновременным увеличением глубины проплавления основного металла позволяет уменьшить размеры разделки кромок под сварку, а в ряде случаев – вести сварку без разделки кромок (по зазору между свариваемыми частями). Увеличение глубины проплавления основного металла возможно достигнуть за счет сжатия (контракции) сварочной дуги (что ведет к повышению температуры столба дуги за счет увеличения плотности тока в ней), которое может быть достигнуто обжатием ее в медном водоохлаждаемом сопле при плазменных процессах, а также – при введении в зону горения дуги ряда веществ, содержащих галогенные соединения. Обжатие дуги соплом при ручной дуговой сварке неприемлемо, т.к. это приведет к громоздкости конструкции горелки и возникновению других технических проблем, а введение в состав покрытий значительных количеств галогенных соединений требует создания новых электродов, которые жестко регламентированы РТМ. Определены условия возможного контрагирования сварочной дуги, достигнутого электрическим путем, без введения в зону горения дуги веществ, способствующих контракции. Появление мощных силовых транзисторов, рассчитанных на токи в сотни ампер, облегчает решение задачи получения больших значений dI/dt при коммутации тока сварочной дуги. Разработан источник питания постоянного тока, обеспечивающий реализацию данного принципа контракции дуги. Получена зависимость изменения тока при микроимпульсном режиме сварки. Эксперименты проводились с использованием электродов УОНИ-13/45 (диаметром 4 мм) при среднем токе сварки – 160 А и напряжением на дуге - 32В. Установлено, что при оптимальных режимах сварки (при согласовании длительности импульсов и пауз, величин токов импульсов и пауз) возможно увеличить глубину проплавления основного металла при одновременном уменьшении ширины сварного шва.

РАЗРАБОТКА ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ ДЛЯ РЕМОНТА И ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ СТАНКОВ

Макаренко Н.А., Кошевой А.Д., Грановская Н.А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Актуальной задачей при ручной дуговой сварке покрытыми штучными электродами является повышение проплавляющей способности сварочной дуги. Уменьшение ширины шва с одновременным увеличением глубины проплавления основного металла позволяет уменьшить размеры разделки кромок под сварку, а в ряде случаев – вести сварку без разделки кромок (по зазору между свариваемыми частями). Источник питания создан на базе силового трансформатора сварочного выпрямителя ВДУ-506. Для снижения собственной индуктивности резисторов плотность тока в них принята $15\text{А}/\text{мм}^2$, что позволило значительно уменьшить длину проволоки, а следовательно, и индуктивность резисторов. Для обеспечения высоких значений dI/dt служит конденсаторная батарея, позволяющая компенсировать индуктивные сопротивления обмоток силового трансформатора в момент включения силового транзистора. Токоограничивающий резистор обеспечивает предохранение транзистора от перегрузок в момент коротких замыканий электрода на изделие. Первый транзистор обеспечивает как формирование импульсов тока, так и начало процесса сварки. Через 2 с после начала процесса первый транзистор переключается на ключевой режим, одновременно включается второй транзистор, при этом выходной ток источника питания представляет собой последовательность импульсов малой длительности с амплитудой, определяемой токоограничивающими резисторами. В паузах между импульсами ток определяется величиной включенных балластных резисторов. Силовые транзисторы позволяют формировать импульсы тока длительностью, начиная с $1\cdot 10^{-4}\text{ с}$ при амплитуде импульса до 700А (в данном случае сварочная дуга во время прохождения тока импульса находится в пределах динамических характеристик). Исследования показали, что применение разработанного источника питания, обеспечивающего протекание сварочного тока в виде коротких импульсов, по величине, достаточной для поддержания горения дуги в паузах между импульсами, обеспечивает увеличение глубины проплавления основного металла, а именно: длительность паузы, необходимая для возврата дуги в исходное состояние, определяемое горением дуги на токах паузы 32А (при амплитуде импульса около 580А и длительности $1,6\cdot 10^{-3}\text{ с}$), должна составлять $3,7\cdot 10^{-3}\text{ с}$. Это время необходимо для снижения в дуге количества свободных носителей заряда, соответствующих току импульса. Получена зависимость изменения тока при микроимпульсном режиме сварки. В настоящее время проводятся исследования, направленные на оптимизацию режимов сварки; на установление зависимостей между параметрами режима сварки и коэффициентами наплавки и расплавления основного металла; на определение влияния параметров режима сварки на форму и микроструктуру шва с целью снижения концентрации напряжений в сварных швах.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КАЛИБРОВ КОНТРОЛЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ И ФОРМЫ С ЗАВИСИМЫМИ ДОПУСКАМИ

Мартынов А.П., Московцев Н.Н.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

На основе всестороннего анализа объектов применения зависимых допусков и соответствующих зависимостей разработана автоматизированная система расчетов параметров, позволяющая, с одной стороны, правильно нормировать различные виды отклонений поверхностей, а, с другой стороны, получать необходимые данные как для проектирования калибров так и для выполнения приемлемых процедур во время изготовления и контроля с достижением при этом взаимозаменяемости изделия.

Это полностью согласуется с процессным подходом ДСТУ ISO 9000:2007, согласно которому желаемый результат достигается эффективнее, когда деятельностью и соответствующими ресурсами управляют как процессом.

С помощью полученных графиков возможно перераспределять позиционный допуск как при пересчете его на отклонения координирующих размеров, так и при определении годности детали в процессе контроля универсальными средствами измерения либо на координатно-измерительных машинах.

Автоматизированная система разработана на основе современного процесса объектно-ориентированного анализа и проектирования с помощью унифицированного языка моделирования (Unified modeling Language, UML) и унифицированного процесса (Unified Process, UP). Процесс UP использован в качестве языка визуального моделирования для объектно-ориентированного анализа, а UML — для обеспечения каркаса процесса производства программного обеспечения, показывающего, как осуществляется объектно-ориентированный анализ и проектирование. Система разработана в среде Delphi 7.

Файловая структура включает основные характеристики контролируемого изделия, исходные данные для расчетов, промежуточные результаты расчетов, выходные результаты в виде эскиза калибра (калибров) с исполнительными размерами измерительных элементов.

Алгоритм системы предусматривает также возможность расчетов параметров калибров для контроля расположения поверхностей с использованием зависимых допусков, равных нулю.

Система позволяет снизить стоимость конструкторско-технологической подготовки производства, а разработанные графики могут быть использованы также непосредственно на рабочем месте при контроле точности поверхностей деталей с позиционными допусками.

Дальнейшим развитием системы является разработка программы проектирования комплексных калибров для контроля таких поверхностей с резьбовыми элементами и комплекта проходных калибров для контроля размера между осью и плоскостью или между двумя осями.

ЛІНІЙНИЙ ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ДЛЯ ВЕРСТАТІВ З ЧПК

Мельник М.С., Сліпцова Є.В.
(ДДМА, м. Краматорськ, Україна)

Системи числового програмного керування є невід'ємною частиною багатьох сучасних верстатів. Точність, що забезпечує система ЧПК, а відповідно і верстат в цілому значною мірою визначається параметрами датчиків зворотного зв'язку (вимірювальних перетворювачів). Найбільше поширення отримали два типи лінійних вимірювальних перетворювачів: індуктосини і фото-імпульсні перетворювачі. Останні стали майже стандартом для сучасних верстатів з ЧПК і вимірювальних машин. Головним недоліком перетворювачів обох типів є значна коштовність, обумовлена складною технологією їх виробництва.

Нещодавно фірма Balluff створила перетворювачі принцип дії яких базується на вимірюванні часу проходження поздовжніх акустичних хвиль по металевому дроту від рухомого випромінювача до нерухомого приймача, але їх характеристики не відповідають вимогам до вимірювальних перетворювачів верстатів з ЧПК, а саме їх похибки становлять не краще ніж 0,1 мм на 500 мм довжини. Причина обмеження точності для цих перетворювачів полягає в значній швидкості поздовжніх хвиль в металах, що потребує вимірювати час з роздільною здатністю в десяті долі наносекунд.

Використання поперечних хвиль в сталевому дроті, що розповсюджуються в десятки разів повільніше за поздовжні, дозволяє досить просто підвищити роздільну здатність і точність вимірювальних перетворювачів до рівня 1 мкм, що відповідає вимогам для верстатів нормальної і підвищеної точності. Але швидкість розповсюдження поперечних акустичних хвиль у дроті суттєво залежить від сили натягнення дроту, а значить і від температури. Це зводить нанівець переваги поперечних хвиль. В даній роботі запропоновано нову конструкцію лінійного вимірювального перетворювача, в якому використовуються поперечні акустичні хвилі в сталевому дроті і фазовий спосіб вимірювання. Для компенсації впливу шкідливих факторів на точність вимірювань в конструкції перетворювача застосована система автоматичного регулювання сили натягнення дроту, за допомогою якої стабілізується швидкість розповсюдження хвиль. Дія системи автоматичного регулювання базується на вимірюванні певної фіксованої відстані, що визначається конструктивними елементами з матеріалу з малим коефіцієнтом температурного розширення, та налаштуванні натягнення дроту таким чином, щоб на вказаній відстані вкладалась певна ціла кількість хвиль.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ТОРМОЗНЫХ ДИСКОВ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Мельникова Е.П., Быков В.В.
(АДИ ГВУЗ «ДонНТУ», г. Горловка, Украина)

Повышение эффективности обработки материалов резанием требует решения задач оптимизации на основе адекватных математических моделей, которые связывают выходные показатели процесса с параметрами обрабатываемого материала с учетом условий обработки.

Целью данного исследования является решение задачи оптимизации влияния режимов резания на шероховатость рабочей поверхности и параметров процесса резания при лезвийной обработке тормозных дисков транспортных машин.

Исследования проводились в Автомобильно-дорожном институте ГВУЗ «ДонНТУ» на кафедре Техническая эксплуатация автомобилей с использованием лабораторного оборудования для лезвийной обработки тормозных дисков непосредственно на транспортной машине. В качестве лезвийного режущего инструмента использовались твердосплавные пластинки ВК6. Лезвийной обработке подвергались тормозные диски из серого чугуна после пробега 50000км.

На первом этапе исследования был поставлен полный факторный эксперимент типа 2^3 . Уровни факторов и интервалы варьирования выбраны по результатам предварительных поисковых экспериментов.

Таким образом, подтверждена возможность повышения качества поверхности тормозных дисков транспортных машин в результате выбора оптимального режима резания при их восстановлении: $v = 87,2$ м/мин, $s = 0,14$ мм/об при $t = 0,2 \div 0,1$ мм.

Данное исследование позволяет определить оптимальные режимы резания при восстановлении тормозных дисков транспортных машин с применением малогабаритных токарных станков непосредственно на транспортной машине.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РЕЗЦОВ С РАСШИРЕННЫМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ

Миранцов С.Л., Гузенко В.С., Музыкант Я.А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина, ВНИИ «Инструмент», г. Москва, Россия)

Современные экономические условия, в которых работают машиностроительные и станкостроительные предприятия, требуют непрерывного роста производительности механической обработки. Одним из путей повышения производительности механической обработки является использование станков с ЧПУ, применение прогрессивного сборного инструмента, обладающего высокой прочностью и жесткостью конструкции, а также использование концентрации операций в пределах технологического перехода. Примером подобного инструмента, в том числе позволяющего концентрировать операции, являются резцы для многонаправленной токарной обработки (МТО), которые применяются как для наружного продольного точения, растачивания, так и для операций отрезания или прорезки канавок. Таким образом, представляет практический интерес исследование жесткостных и динамических характеристик данной конструкции инструмента.

Исследование конструкции сборного резца МТО проводилось по двум направлениям:

- статический анализ конструкции (определение упругих перемещений);

- динамический (гармонический) анализ конструкции;

В связи со сложностью проведения экспериментальных исследований по указанным направлениям было принято решение провести исследования аналитически с использованием моделей, полученных при помощи пакетов SolidWorks и Ansys.

Основания проведенных аналитических исследований резцов для много направленной токарной обработки можно сделать следующие выводы:

- при продольном точении резцом МТО наблюдаются упругие смещения вершин режущей пластины в направлении оси X и поворот пластины, максимальные значения которых наблюдаются при $t = 2,5$ мм, $s = 0,80$ мм/об и составляют 0,23мм и $0,65^\circ$ соответственно. Это требует при обработке для получения заданной точности корректировки положения инструмента;

- анализ амплитудно-частотных характеристик показал, что в направлении оси X явление резонанса в режиме вынужденных колебаний резца может наступить на частотах около 5 кГц и 10 кГц, при этом максимальная амплитуда колебаний режущей пластины, согласно результатам исследований, достигает 9 мм и 2 мм соответственно. Это свидетельствует о потере работоспособности инструмента в случае наступления резонанса.

СОЗДАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ СБОРНЫХ РЕЗЦОВ ПОВЫШЕННОЙ ПРОЧНОСТИ

Мироненко Е.В., Ковалев Д.Г.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

При снятии больших сечений среза растет число поломок инструмента, что заставляет ограничивать подачу, снижает стойкость инструмента, а также увеличивает расход инструмента. Согласно принципам системного подхода к проектированию инструмента в большинстве случаев нецелесообразно заниматься разработкой конструкций отдельных инструментов вне их связи с другими инструментами определенного конструктивно-размерного ряда. Была поставлена задача создания современного, прогрессивного инструмента повышенной прочности для механической обработки на уникальных станках токарно-карусельной группы.

Для повышения эффективности лезвийной обработки на тяжелых станках была спроектирована блочно-модульная подсистема токарного инструмента. Применение пластины с уступом позволило максимально укоротить блок, тем самым уменьшить, а в случае прорезного резца, полностью исключить влияние плеча силы резания P_z на прочность узла крепления резцового блока.

Для анализа работоспособности инструмента были рассмотрены эпюры распределения коэффициента запаса прочности и распределения эквивалентных напряжений как всей конструкции в целом, так и поэлементно. Анализ прочностных характеристик державки резцового блока, показал что участок с минимальным запасом прочности распределен по острым кромкам опорной поверхности, и имеет 4-х кратный запас прочности. По данным проведенного моделирования получена формула изменения эквивалентных напряжений:

$$\sigma_{\text{э}} = 1619.6 \ln(l) + 2928.3;$$

где $\sigma_{\text{э}}$ – величина эквивалентных напряжений, l – параметрическое расстояние воздействия сил резания на передней поверхности.

По результатам приведенных исследований установлено месторасположение границ действия максимальных эквивалентных напряжений и распределения коэффициента запаса прочности в узле крепления предложенного резцового блока, что позволяет оптимизировать размеры резцовой вставки, с учетом выполняемой операции обработки.

Все приведенные выше расчеты свидетельствуют об увеличении прочности, а следовательно и работоспособности предложенной конструкции модульного инструмента.

С использованием результатов исследований напряженно-деформированного состояния модульного инструмента, а также результатов теоретических расчетов, была разработана гибкая подсистема агрегатно-модульных резцов для тяжелых станков токарно-карусельной группы, включающая в себя различные сочетания корпусов, модулей, резцов, вставок, позволившая получить требуемые конфигурации режущего инструмента с различными углами в плане и типоразмерами твердосплавных пластин.

ИНЖЕНЕРНО-КОНСАЛТИНГОВАЯ СТРАТЕГИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ, ПОСТАВЛЯЮЩЕГО ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Мироненко Е.В., Сычев И.А., Раймер Е.
(ДГМА, «Станко-Технология» г. Краматорск, Украина; «OKUMA-Европа», Германия)

В последние годы, ведущие западные и отечественные фирмы перешли от оснащения современным оборудованием и программным обеспечением отдельных, наиболее продуктивных видов работ к системам, охватывающим весь процесс создания изделия.

Инженерный консалтинг представляет собой более сложный системный подход, чем простая поставка оборудования, который включает в себя:

- первичную диагностику выявления узких мест производства, совместного формирования технического задания на проблему;
- формирование комплексного предложения для разрешения болевых проблем;
- экспериментальная проверка (на основе моделирования производственного процесса), выдача пояснительной записки и технического задания на поставку оборудования и программного обеспечения;
- реализация технического задания на поставку с гарантиями достижения показателей экспериментального прототипа;
- создание действующего прототипа производства изделий и инициализация необходимых организационно-технических преобразований;
- организация обучения инженерных работников, операторов станков с ЧПУ, специалистов по сервисному обслуживанию;
- обеспечение выпуска новой конкурентоспособной продукции, постоянный мониторинг и повышение эффективности производства.

Инженерный консалтинг предполагает переход от случайных и бессистемных закупок металлообрабатывающего оборудования, оснастки и программного обеспечения к формированию и поэтапной реализации плана технического и технологического развития, который станет неотъемлемой составной частью стратегического плана реального развития предприятия.

Инженерный консалтинг предлагает не только конкретное оборудование, оснастку и программное обеспечение и даже не решение конкретных задач, но и процессы создания новых изделий на основе современных технологий их изготовления. Компания «Станко-технология» представляет продукцию Японского концерна «OKUMA» крупнейшего мирового производителя металлорежущего оборудования на рынке Украины.

В своей деятельности компания использует элементы инженерного консалтинга – как разновидность процессного консультирования направленного на систему производства и его подготовки.

Обучающее консультирование связано с передачей заказчику структурного набора теоретических знаний в определенной области.

Основная идея процессного консультирования – глубокое изучение проблемы предприятия и бизнеса, совместная с клиентом активная работа над решением проблем, а также технологических решений этих проблем.

ВЛИЯНИЕ СИЛЫ ПОДЖИМА ОСЕВОГО ИНСТРУМЕНТА НА ВЕЛИЧИНУ ОГРАНКИ ОБРАБОТАННЫХ ОТВЕРСТИЙ

Мирошниченко А.В.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Наличие огранки отверстий оказывает большое влияние на эксплуатационные свойства узла или машины в целом. Контакт сопряжённых поверхностей деталей машин происходит по вершинам микронеровностей наиболее выступающих мест контактирующих поверхностей. Такой характер контакта приводит к интенсивному износу, а также увеличивает зазоры между сопряжёнными поверхностями. Причиной образования огранки отверстий являются вынужденные колебания неуравновешенной радиальной силы, изменяющейся по периодическому закону.

Образование огранки определяется двумя видами движения: колебательным движением центра инструмента и его вращательным движением. Направление вращательного движения определяется кинематикой процесса резания. В то время как направление колебательного движения определяется соотношением сил на передней и задней поверхностях зуба инструмента. Так как все зубья инструмента связаны жесткой кинематической связью, то направление движения его центра будет определяться направлением движения вершины зубьев, полученным при его врезании. После образования следа на поверхности резания его форма, ввиду наличия обратной связи с замкнутой динамической системой станка, будет в свою очередь оказывать влияние на траекторию движения центра. Существует два варианта совмещения движений: направление движения центра совпадает с направлением вращения инструмента; направление движения центра не совпадает с направлением вращения инструмента.

Проведённые исследования показали что, величина огранки отверстий при совпадении направления вращения инструмента и колебательного движения центра оказалась на порядок меньше, чем в случае, разнонаправленного вращения.

Для обеспечения одинакового направления вращения инструмента и колебаний центра, необходимо обеспечить движение центра инструмента в направлении действия тангенциальной силы. Данное условие обеспечивается искусственным увеличением сил упруго - пластического контакта на задней поверхности зубьев в момент врезания. Для этой цели наиболее целесообразно использовать плавающие патроны, в которых пружина поджимает инструмент к обрабатываемой поверхности в момент врезания. До сих пор силу поджима инструмента устанавливали путём экспериментальных исследований, что приемлемо в период исследований и недопустимо в производственных условиях. На основании исследований была установлена аналитическая зависимость силы поджима в зависимости от режимов резания и геометрических параметров инструмента.

ОСОБЕННОСТИ РАННЕГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ БАНКРОТСТВА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Мирошниченко Ю.В.
(ХТЭИ КНТЭУ, г. Харьков, Украина)

В условиях нестабильного экономического положения в Украине и влияния мирового финансового кризиса многие предприятия оказываются в состоянии финансовой несостоятельности, что в большинстве случаев приводит к банкротству.

Актуальность темы исследования определяется тем, что прогнозирование банкротства выступает в современных условиях как один из важнейших факторов нормального функционирования и развития отечественных предприятий.

Целью исследования является анализ методов, способов и процедур прогнозирования банкротства предприятий и нахождение путей перехода от кризиса к устойчивому развитию.

Критический анализ теоретических, методических и практических разработок в области антикризисного управления выявил как ряд нерешенных вопросов, касающихся системности, согласованности, адаптивности, реализуемости и эффективности экономико-математического инструментария. Особенно это относится к анализу кризисных ситуаций и обоснованию путей их разрешения.

Из вышеизложенного следует, что использование каждой из приведенных моделей для прогнозирования банкротства предприятий Украины будет некорректным. Это связано с тем, что экономика сейчас находится в стадии реформирования, экономические условия у нас другие, и каждая отрасль имеет свои особенности. Поэтому главной задачей прогнозирования банкротства отечественных предприятий является комплексное использование рассмотренных методик для принятия обоснованных управленческих решений по выходу из кризисной ситуации.

ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА ФУНКЦИОНАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

Михайлов А.Н., Михайлова Е.А., Михайлов Д.
(ДонНТУ, Донецк, Украина)

В современных машинах и технологических системах каждый узел и изделие реализует целый комплекс различных по назначению функций. Это обусловлено техническим назначением машины или системы и их элементов. При этом на этапе производства процесс изготовления изделия направлен на обеспечение комплекса заданных функций всем изделием. А также применяемые технологии ориентированы обычно на достижение заданного свойства всего изделия в целом. Особенно это ярко проявляется на первых этапах изготовления изделий, получении заготовки, термической обработке, нанесении покрытия и других операциях. Применение одинакового технологического воздействия для всего изделия, в ряде случаев экономически не выгодно, так как приходится выполнять технологические воздействия в зонах, где это совершенно не потребно. Это приводит при эксплуатации изделия в машине к эффекту не равномерной потери свойств изделия в различных зонах в зависимости от времени, так как в них действуют различные по виду и параметрам функции. При этом для определенных типов изделий это совершенно не допустимо, так как теряется функциональная устойчивость, и снижаются эксплуатационные характеристики выпускаемых машин. Все это ведет к значительному повышению себестоимости выполнения заданной функции при эксплуатации изделия, а в ряде случаев к увеличению трудовых и технико-экономических затрат. Поэтому стремительное развитие науки и техники диктует, в современных условиях, более тщательно и тонко разрабатывать и применять специальные технологии, технологические воздействия которых с необходимыми параметрами топологически точно ориентированы только на зоны изделия, где действуют отличные друг от друга функции при эксплуатации. Причем подобные воздействия необходимо выполнять на всех этапах комплексного технологического процесса, начиная от получения материала до заключительной отделочной обработки изделия, так как технологическая наследственность особенностей воздействий и параметров на каждом этапе изготовления может привести при эксплуатации изделия в машине к серьезным отклонениям от заданных параметров.

На основании этого в данной работе приводятся данные по созданию специальных технологий, именуемых функционально-ориентированные технологии.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С УЧЕТОМ СЛАБОФОРМАЛИЗУЕМЫХ ФАКТОРОВ

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

В задачах, решаемых с помощью оптимизации технологических процессов, вид критериев оптимизации может быть различным. Основные виды используемых критериев оптимизации объединяют в следующие группы:

– экономические критерии: минимальная технологическая себестоимость, наименьшие приведенные затраты, наибольшая прибыль, максимальная рентабельность, минимальный уровень отдельных видов затрат на производство (минимальные затраты по заработной плате), минимальные затраты на электрическую и другие виды энергии, на основные и вспомогательные материалы и другие статьи);

– технико-экономические критерии: максимальная производительность, наименьшее штучное, основное и вспомогательное время, минимальная станкоемкость изготовления изделия.

Эти критерии обеспечивают следование двум принципам, которые лежат в основе разработки производственных процессов: принципам технической и экономической целесообразности. В соответствии с первым принципом технологический процесс должен обеспечить выполнение всех технических требований на изготовление изделия, а второй принцип определяет условия, обеспечивающие минимальные затраты труда и наименьшие издержки производства.

Процессу функционирования сложных технологических систем и процессу их структуризации свойственна неопределенность, вызванная неполнотой информации об условиях эксплуатации, о качестве используемых систем. Вследствие множества варьируемых переменных и стохастического характера их начальных условий описание технологической операции встречает значительные математические трудности:

1. многофакторность и как следствие большая размерность задачи;
2. наличие скрытых взаимосвязей между факторами и их комплексное влияние на параметры технологической операции, часто трудно учитываемое;
3. сложность предоставления исходных данных, проявляющаяся из-за разновариантности структуры технологических операций, отличия в режимах резания, возникающих вследствие широты диапазонов значений эмпирических коэффициентов и др.

Функциональная структура технологической системы должна интегрировать и обобщать теоретические знания и производственный опыт, заложенный в типовых технологических процессах деталей группы. Поэтому построение наиболее эффективной технологической операции возможно только при максимальном учете всех факторов, влияющих на ее работу, как технического, экономического, социального характера, так и условий влияния окружающей среды.

ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ Т-ОБРАЗНЫХ ФРЕЗ

Нечепаев В.Г., Гнитько А.Н., Харламов С.Ю.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Разработанная методика оценки прочности профильных фрез в качестве одного из основных этапов включает в себя корректное определение нагрузок, действующих на фрезу при обработке пазов.

Основной действующей нагрузкой при фрезеровании Т-образного паза является сила резания, формирующаяся на зубьях фрезы.

В результате выполненного анализа литературных источников установлено отсутствие рекомендаций и методик для определения сил резания применительно к фрезерованию профильных пазов Т-образными фрезами. Поэтому для реализации предложенной методики принято экспериментальное определение сил резания.

Экспериментальное определение сил резания осуществляется в условиях натурального стенда, основой которого является соответствующее станочное оборудование (например, широкоуниверсальный фрезерный станок модели 6М76П-1) с использованием современных методов и средств тензометрирования.

На стол станка устанавливается и закрепляется универсальный тензометрический динамометр (например УДМ600). К динамометру крепится приспособление с обрабатываемой заготовкой. Сигналы, формируемые динамометром при фрезеровании Т-образного паза, преобразуются, усиливаются и передаются на регистрирующий комплекс при помощи линий передач.

При экспериментальном исследовании сил резания в случае обработки профильной Т-образной фрезой принципиальным моментом является выбор схемы измерения. Это обусловлено тем, что горизонтальные составляющие силы резания на зубьях фрезы, находящиеся по разные стороны от предварительно обработанного прямоугольного паза, направлены противоположно. Поэтому, значение результирующего вектора суммарной составляющей силы резания определяется их разностью, а измерение этой величины не позволяет судить об истинных мгновенных значениях указанных составляющих.

Вертикальные же составляющие силы резания на зубьях фрезы, находящиеся по разные стороны от предварительно обработанного прямоугольного паза, направлены одинаково. Поэтому, значение результирующего вектора суммарной составляющей силы резания определяется их суммой, а измерение этой величины позволяет судить об истинных мгновенных значениях составляющих.

Исходя из приведенного, в качестве измеряемой величины выбрана вертикальная суммарная составляющая силы резания от зубьев, непосредственно находящихся в зоне резания.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОЧНОСТНОГО АНАЛИЗА ФРЕЗ ДЛЯ ОБРАБОТКИ Т-ОБРАЗНЫХ ПАЗОВ

Нечепав В.Г., Гнитько А.Н., Харламов С.Ю.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Разработана универсальная методика прочностного анализа фрез для обработки Т-образных пазов, позволяющая выполнить анализ прочности для фрез произвольной конструкции (с хвостовиком сплошного сечения, с осевым отверстием для подачи СОТС, с комбинацией осевого и радиальных отверстий для подачи СОТС и др.). Методика, в зависимости от постановки расчетной задачи, предусматривает комбинированное использование различных методов расчета:

- «ручных», с использованием известных зависимостей для прочностных расчетов при статическом и циклическом нагружении;
- автоматизированный расчет в среде современных специализированных САПР (АПМ WinMachine, MDesign, Компас и др.);
- на основе компьютерного моделирования с использованием арсенала средств конечно-элементного анализа.

Методика включает четыре основных этапа:

- анализ и корректное определение действующих нагрузок;
- разработка расчетных схем, установление характера действующих напряжений, установление потребных методов расчета, опасных сечений и т.д.;
- анализ и выбор методов и средств расчетов запаса прочности режущего инструмента;
- определение действующих напряжений и характера их распределения.

На основании ранее проведенных исследований установлено, что в качестве основной действующей нагрузки следует принимать вертикальную суммарную составляющую силы резания для зубьев, непосредственно находящихся в зоне резания.

При разработке расчетной схемы для анализа прочности профильных фрез выделены три основных группы конструкций: со сплошным сечением фрезы; с сечением фрезы, имеющим осевой канал; с сечением фрезы, имеющим осевой и радиальные каналы.

Выполненный анализ конструкций и опыт эксплуатации профильных фрез показал, что потенциально опасными являются: сечение хвостовика в месте закрепления в станочной оправке (сплошное сечение и сечение с осевым отверстием для подачи СОТС); сечение у ножек зубьев фрезы; сечение радиальных каналов для подачи СОТС.

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ МЕТЧИКА ПРИ НАРЕЗАНИИ РЕЗЬБЫ МАЛОГО ДИАМЕТРА

Новиков П.А.
(СевНТУ, г. Севастополь, Украина)

Формообразование резьбы осуществляется путем последовательного (генераторного) копирования профиля зубьев метчика обрабатываемой поверхностью при их относительном винтовом перемещении.

Вместе с тем, операция нарезания резьб малых диаметров характеризуется крайне низкой надежностью. Наименее надежным элементом в данной операции является инструмент. Однако, на данный момент однозначно не определены причины приводящие к поломке инструмента.

Выявление отличий и особенностей работы метчика от идеализированной схемы и, на их основе, причин приводящих к поломке инструмента даст возможность определения направлений и формулирования рекомендаций по повышению надежности эксплуатации метчиков.

В ходе анализа были рассмотрены поперечные деформации инструмента в процессе резания, влияние скругления режущей кромки на стружкообразование и крутильная деформация метчиков при резьбонарезании.

При поперечных деформациях инструмента, за счет наличия жесткости в конструкции метчика и действия неуравновешенных радиальных сил происходит его деформация в радиальном направлении на некоторую величину, изменяющую значение реальной площади среза. Для части зубьев заборного конуса происходит уменьшение площади срезаемого слоя, а для других – ее увеличение.

Скругление режущей кромки также влияет на стружкообразование. При действии сил деформирующих тело метчика и смещающих его зубья от заданного положения и наличии радиуса скругления, с определенным соотношением к толщине среза, возможна реализация следующей неблагоприятной ситуации: «первый» зуб метчика из-за наличия большого радиуса не срезает заданный объем материала, а проходя над ним осуществляет его упруго-пластическую деформацию и оставляя след из наклепанного слоя материала. Следующий за ним, «второй» зуб, осуществляет резание, т.к. его геометрия соответствует условиям резания, но из-за оставленного «первым» зубом не удаленного и наклепанного слоя материала изменяются не только силовые составляющие процесса резания, а и геометрические параметры срезаемой стружки

При работе метчика наличие относительно небольшой крутильной жесткости приводит к его скручиванию и изменению первоначальной формы и взаимного положения рабочих элементов. За счет изменения в форме инструмента происходит подрезание профиля уже образованной резьбы, т.е. изменение в площади среза.

При наличии данных особенностей происходит изменение в объеме образующейся при нарезании резьбы стружки. Увеличенный объем стружки приводит к ухудшению условий транспортировки, что повышает риск заклинивания и поломки инструмента.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМЫ СПИД ПРИ ШЛИФОВАНИИ ОБОЛОЧЕК ИЗ СИТАЛЛА

Олейник С.Ю., Гусев В.В., Калафатова Л.П.
(ДГМА, г. Краматорск, ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Способы снижения вибраций в технологических системах механической обработки освещаются в большом количестве источников. Однако решение этой задачи остается актуальным при создании технологий обработки тонкостенных оболочек вращения сложной пространственной формы из ситаллов. Анализ научной литературы и публикаций показал, что моделирование динамики шлифования сводится, как правило, к абстрактному качественному описанию происходящих явлений, но существующих теоретических и экспериментальных исследований в данной области явно недостаточно. На первоначальном этапе была разработана эквивалентная динамическая модель технологической системы, состоящей из детали (оболочки вращения сложной формы из ситалла), приспособления (оправки). Для расчета динамических характеристик технологической системы использовался метод конечных элементов, реализованный в конечно-элементном пакете SOLIDWORKS SIMULATION, интегрированном в SOLIDWORKS 2009.

Используя разработанную модель технологической системы при алмазном шлифовании оболочек из ситалла, а также методику расчета и анализа ее динамических характеристик, были получены следующие результаты. Определено динамическое поведение (отклик) технологической подсистемы «приспособление - заготовка» (по величине амплитуды, форме колебаний) при воздействии на неё возбуждающей силы, изменяющейся не только по частоте, но и по направлению её приложения относительно поверхности обрабатываемой заготовки. Частота, амплитуда и направление периодической (гармонической) силы, в нашем случае – силы резания, определяет амплитуду колебаний заготовки, поэтому, изменяя значения и направление силы резания, демпфирование в системе, можно уменьшить вибрации в ТС и, как следствие, повысить эффективность обработки. Рассчитаны динамические характеристики рассматриваемой подсистемы «приспособление - заготовка» при различных вариантах конструкции технологической оснастки – оправки для базирования заготовки при шлифовании. Например, по данным расчета уменьшение диаметра оправки увеличивает амплитуду и снижает частоту третьей собственной частоты ТС. Расположение опорных поверхностей оправки относительно обрабатываемых участков детали, расстояние между опорными поверхностями, вылет оправки влияют на величину амплитуды колебаний рассматриваемой системы, изменяя условия и качество обработки. Таким образом, результаты, полученные при исследовании разработанной модели, позволяют определять направления совершенствования элементов ТС с целью повышения виброустойчивости системы процесса шлифования, и, как следствие, снижения трудоемкости обработки качественных изделий сложной пространственной формы из ситаллов.

ПЛАНУВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧОЇ ПРОГРАМИ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Останкова Л.А.
(КЕГІ, м. Краматорськ, Україна)

Досвід підприємств, які успішно функціонують у розвинених промислових країнах, показує, що планування виробничої діяльності підприємств є найважливішою умовою їх виживання, економічного зростання й процвітання. Практика планування діяльності промислових підприємств усе більш наполегливо ставить питання про необхідність оптимізації виробничих програм. Виробнича програма є річним або перспективним планом з виробництва продукції згідно даних про купівельний попит і з урахуванням фактичних і потенційних можливостей підприємства. Перехід підприємств на ринкові умови господарювання ускладнює процес формування виробничої програми, тому що підприємствам доводиться одночасно враховувати безліч зовнішніх і внутрішніх факторів, які найчастіше є імовірнісними. Крім того, відбувається зміна цілей виробничо-господарської діяльності підприємств: постійне нарощування обсягів випуску продукції замінюється завданнями забезпечення ринкової стійкості, конкурентоспроможності, беззбитковості, платоспроможності, інвестиційної привабливості.

В умовах ринкових відносин, результат виробничо-господарської діяльності промислового підприємства визначається, насамперед, величиною отриманого прибутку й досягнутим рівнем рентабельності. Тому, формування оптимальних виробничих програм даних підприємств, здобуває особливу актуальність. Отже, необхідно мати науково обґрунтовані методи як формування виробничої програми, так і її оптимізації.

В останні роки на Заході здобула поширення теорія обмежень, в основі якої лежить розгляд прибутку як основної мети діяльності підприємства й урахування впливу «вузьких місць» як спосіб досягнення мети. Такий підхід використовується на найбільших західних підприємствах при формуванні виробничої програми й прийнятті управлінських рішень у сфері виробничого менеджменту. Він дозволяє визначати цілі і вибирати відповідні критерії оптимальності згідно з семантичною постановкою задачі, виявляти і формувати дисциплінуючі умови; вибирати метод розв'язання задачі із існуючих, або розробляти новий метод та розробляти алгоритм розв'язання. Даний підхід буде сприяти підвищенню ефективності виробничо-господарської діяльності промислових підприємств, тому що прийняття оптимальної виробничої програми, збалансованої з виробничим потенціалом є найважливішим показником для забезпечення її реалізації.

СТАТИСТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЗАРОДЖЕННЯ ТА РОЗВИТКУ ВТОМНИХ ТРІЩИН У ЗВАРНИХ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЯХ

Підгурський М.І.
(ТНТУ ім. І. Пулюя, м. Тернопіль, Україна)

У зв'язку зі стохастичною природою зародження і розповсюдження тріщин, аналітичні моделі, що застосовуються для прогнозування довговічності зварних конструкцій, вносять значні похибки. Особливо значним розсіюванням характеризуються параметри форми поверхневої тріщини, які залежать від напружено-деформівного стану в зоні зварного шва та процеси зародження нових і об'єднання сусідніх тріщин. Нормативні документи неоднозначно трактують також розмір початкової тріщини a_0 , який закладається в розрахунок живучості конструкцій методами механіки руйнування. Для зняття невизначеностей, пов'язаних із зародженням та розвитком тріщин, в конструктивних структурах застосовуються моделі трансформації дефектів у тріщини, що базуються на спрощених підходах, зокрема схематизації дефектів, а також методи імітаційного моделювання, що вносять суттєві похибки при оцінці ресурсу.

У зв'язку з цим, на основі аналізу аналітично-експериментальних досліджень натурних конструкцій та модельних зразків запропоновано статистичну модель зародження і розвитку тріщин в зонах зварних з'єднань металоконструкцій, що базується на даних експлуатаційних руйнувань циклічно навантажуваних конструкцій та результатах досліджень модельних зразків.

Аналіз досліджень показав, що емпірична автотель подібності довговічностей натурних конструкцій з технологічними дефектами зварювання і напівнатурних зразків, що моделюють реальні зварні з'єднання, досягається при наявності в модельних зразках подібних дефектів, технологічних чи штучно ініційованих.

Згідно із запропонованою математичною моделлю при випробуваннях напівнатурних зразків, зварні шви яких виконувались з дотриманням технологічної подібності зварювання, фіксувались кінетика розвитку тріщини і число циклів до руйнування кожного зразка. За отриманими даними розв'язувались обернені задачі прогнозування живучості кожного модельного зразка, на основі рішень яких отримано гістограму, статистичний розподіл та математичне очікування середньої початкової глибини тріщини, яку слід закладати для розрахунку живучості. Дані параметри обґрунтовано пропонується розглядати як характеристики зварного з'єднання.

Таким чином, при розрахунку живучості для уніфікації початкової стадії зародження і розвитку тріщини запропоновано концепцію наявності в зварному елементі умовної початкової тріщини, яка опосередковано враховує стохастичність параметрів зварного шва, технологічну дефектність та кінетику її розвитку.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ НА ТЕМПЕРАТУРУ В ЗОНЕ КОНТАКТНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ИНСТРУМЕНТА И ЗАГОТОВКИ ПРИ ТЕРМОФРИКЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ СТАЛЕЙ

Покинтелица Н.И.
(СевНТУ, г. Севастополь, Украина)

Большое число совмещенных по времени и взаимосвязанных закономерностей, которым подчинен процесс термофрикционного резания (ТФР), не позволило до настоящего времени получить достоверные данные о влиянии свойств обрабатываемого материала и параметров режима резания на характер изменения температуры в зоне контакта.

Механическая энергия, затрачиваемая на преодоление сил трения, рассеивается в форме тепла на площадках фактического контакта инструмента (режущего диска) и заготовки (место действия молекулярных сил внешнего трения), а также в объемах деформируемых микровыступов.

Тепловыделение в зоне контакта при ТФР может проявляться кратковременными, но мощными импульсами и, следовательно, на поверхностях микровыступов контактных поверхностей инструмента и заготовки и в их объемах могут возникать температурные вспышки с быстрым нарастанием температуры и столь же быстрым ее спадом. Однако благодаря теплопроводности температура приповерхностных слоев в целом и более глубоких слоев металла в процессе обработки постепенно нарастает. Вместе с изменением температуры изменяются и механические свойства материала: по мере удаления от поверхности трения его прочность возрастает. Установлено, что при внешнем трении толщина активного теплогенерирующего слоя обычно составляет несколько десятков микрометров, причем она уменьшается с увеличением относительной скорости движения поверхностей трения, а это, в свою очередь, влечет за собой уменьшение деформационной составляющей силы трения и, соответственно, рассеиваемой на поверхности мощности.

Представляет значительный теоретический и практический интерес исследование взаимосвязи температуры поверхности трения при ТФР с параметрами режима обработки для различных сочетаний материалов инструмента и заготовки в условиях высокоскоростного трения, характеризующегося интенсивным тепловыделением на фрикционном контакте.

Влияние нормальной удельной нагрузки и скорости на максимальную температуру скользящего контакта, обуславливающую фрикционные свойства материалов, в исследуемом диапазоне изменения нормальной нагрузки и скорости скольжения не равнозначно. Основное различие обусловлено изменением теплоотдачи в окружающую среду с ростом скорости относительного скольжения режущего диска и заготовки.

ИССЛЕДОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПРОФИЛЯ КОЛЕСНЫХ ПАР

Полупан И.И.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Динамическая характеристика станка определяется значениями параметров его упругой системы, в том числе значениями демпфирования и жесткости различных соединений (подвижных и неподвижных).

Одним из направлений повышения виброустойчивости токарных станков во время резания с обеспечением условий отжима инструмента от обрабатываемой поверхности при увеличении силы резания является рациональная ориентация главных осей жесткости упругой системы станка.

В качестве источника возникновения автоколебаний колесотокарного станка КЖ1836, была рассмотрена координатная связь, так как в общем балансе упругих деформаций колесотокарных станков деформации суппортов составляют более 50%, в то время как жесткость шпиндельных узлов значительно выше.

Для определения числовых значений коэффициентов жесткости и демпфирования, которые необходимы для построения системы уравнений, описывающей динамическую систему, были проведены серии экспериментальных исследований на трех станках.

Задачей проведения экспериментов являлось определение коэффициентов жесткости и демпфирования c_z , c_y на реальном оборудовании.

Эксперименты проводились в производственных условиях в локомотивном депо г. Красный Лиман Донецкой области на базе колесотокарных станков КЖ1836. Для определения указанных характеристик использовался специальный стенд, позволяющий выполнять нагрузку и разгрузку узлов станка по заданным направлениям. В результате проведенных исследований, были получены значения жесткостей суппортных групп станков КЖ1836 в направлении осей Y и Z .

Результаты измерения радиальной жесткости шпиндельных узлов станка КЖ1836 показали, что они имеют среднюю жесткость намного выше жесткости суппортных групп ($c=8,1 \cdot 10^9$ Н/м) и эллипс жесткости минимальный.

На основе разработанных моделей были построены амплитудно-фазовые частотные характеристики разомкнутой динамической системы колесотокарного станка КЖ1836 при различных значениях жесткости системы «резец - суппорт», анализ которых показал устойчивость данной системы.

Таким образом, для повышения динамической устойчивости колесотокарного станка КЖ1836 необходимо повысить жесткость в направлении оси Y как суппортных групп, так и крепления режущей пластины за счет уменьшения величин зазоров в стыках.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТАНОВОК ДЛЯ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОЙ НАПЛАВКИ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ НА БАЗЕ МЕТАЛЛОРЕЖУЩИХ СТАНКОВ

Пресняков В.А., Каптаренко А.Е.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В качестве основного технологического оборудования при электроконтактной наплавке (ЭКН) используются контактные машины для роликовой сварки, модернизированные применительно к конкретным восстанавливаемым деталям и специальные электроконтактные установки. Однако при наплавке тел вращения в качестве основы должны использоваться металлорежущие станки. К технологическим особенностям электроконтактного припекания, определяющим требования к компоновке установок, относятся электрические параметры процесса. Режим электроконтактной наплавки характеризуется силой тока до 30 кА, который подается в зону припекания импульсами длительностью (0,01–0,08 с) с паузами равными (0,05–0,1 с). Передача импульсов тока от источника к электроду представляет некоторые трудности. Величина потерь мощности при этом зависит от компоновки отдельных узлов и токопередающих сопряжений. Особые требования предъявляются к механизму нагружения электрода: перед включением импульса тока электрод должен быть нагружен номинальной силой, обеспечивающей требуемое давление в контакте покрытие-металл основы; при прохождении импульса тока, вызывающего нагрев давление в контакте должно сохраняться; к началу прохождения очередного импульса номинальная нагрузка на электрод должна восстанавливаться. К электрическим устройствам установок для электроконтактного нанесения покрытий предъявляются следующие требования: возможность обеспечения плотностей тока 2–3 кА/мм²; продолжительность включения не менее 50%; кратковременное ПВ до 75%; хорошее охлаждение. Устройство для формирования импульсов тока должно обеспечивать минимальные длительности импульсов в пределах 0,005–0,01 с. В зависимости от конфигурации наплавляемых деталей используются различные установки для электроконтактной наплавки. Были проведены исследования по определению возможности использования металлорежущих станков в качестве основы для установок электроконтактной наплавки. Производилось сравнение характеристик как отечественных, так и зарубежных станков. Учитывались такие параметры как: габаритные размеры, масса станка, мощность, экономичность, стоимость. Исследовалась возможность установки электродов для наплавки, пути подвода электрического тока, расположение источника питания. В результате проведенных исследований определено, что установка для наплавки наружной поверхности деталей вращения должна состоять из следующих элементов: базового станка, контактного патрона с токосъемником или другого контактного устройства, позволяющего включать наплавляемые детали в силовую цепь наплавки и обеспечивать их вращение; наплавочной головки; источника тока наплавки; устройства для формирования импульсов тока наплавки.

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕХОДУ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ЕЛЕКТРОННИЙ ДОКУМЕНТООБІГ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ «АСТРА»

Протиняк С.І.
(ДДМА, м. Краматорськ, Україна)

На підприємствах промислового призначення виробничий цикл охоплює значну кількість різноманітних складних, але взаємопов'язаних процесів, що вимагає від керівництва пошуку оптимальних шляхів оперативного контролю та управління ними. Кожна стадія виробничого циклу супроводжується розробкою, удосконаленням та затвердженням конструкторської, технологічної, планово-економічної, виробничої, фінансової та іншої підготовчої документації. Отже, через промислове підприємство проходять великі потоки документації, від своєчасного отримання і обробки якої залежить ефективність діяльності підприємства в цілому. Найбільш ефективним, швидким та надійним шляхом створення, обробки та збереження документації є перехід на застосування електронного документообігу. Різноманітні ППП створення електронного документообігу орієнтовані на невеликі підприємства торгівлі, сфери послуг та підприємства із невеликою номенклатурою продукції і нескладним виробничим циклом. Такі процеси, як автоматизація конструкторської документації, формування виробничої програми, розрахунок завантаження ОВФ в більшості пакетів є недоступними.

Розроблена в ІЕП НАН України інформаційна система «АСТРА» орієнтована саме на автоматизацію цих функцій, а саме: технологічна підготовка виробництва, управління виробництвом, управління МТП, управління витратами, реалізація та збут, бухгалтерський та податковий облік тощо. При інтегруванні модулів ІС «АСТРА» в діяльність усіх підрозділів підприємство буде мати всі умови для переходу від паперового документообігу на його електронний аналог. При цьому основними перевагами АСТРИ є:

- забезпечення повного документообігу (формування документів, починаючи з формування заявок від покупців, розробки конструкторсько-технологічної документації, калькулювання, формування виробничої програми, закінчуючи документуванням розрахунків з формування звітності);
- одноразове створення документу та його багаторазове використання (наприклад, калькуляції продукції);
- обмеженість доступу до документів підвищеної важливості (шляхом створення паролів та використання ролей користувачів);
- простота та швидкість генерування різноманітних звітів (на основі генератора звітів Active Report);
- зберігання великих масивів нормативно-довідкової інформації;
- застосування механізму «електронного підпису», що скорочує витрати на канцелярську обробку документів.

Перелічені особливості застосування ІС «АСТРА» дозволять зробити висновок про об'єктивну необхідність переходу промислових підприємств на електронний документообіг на базі ІС «АСТРА» або аналогів її рівня.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СРЕЗАЕМОГО СЛОЯ ПРИ ОХВАТЫВАЮЩЕМ ФРЕЗЕРОВАНИИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

Равская Н.С., Ковалева Л.И., Родин Р.П.
(НТУУ «КПИ», г. Киев, Украина)

Одним из основных параметров процесса резания, которые определяют работоспособность режущего инструмента, является толщина срезаемого слоя. Для оценки работоспособности фрез, необходимо знать величины параметров срезаемого слоя в различных точках режущей кромки и характера их изменения в процессе механической обработки деталей.

Анализ имеющихся работ в этой области показал, что задача определения толщины среза при фрезеровании поверхностей вращения рассматривалась не достаточно широко, также и не рассматривались вопросы определения толщин среза при охватывающем фрезеровании.

Рассмотрены случаи, когда ось дисковой фрезы и ось заготовки являются параллельными прямыми (рис. 1); передняя плоскость фрезы проходит через ее ось, при этом положение касательной к режущей кромке в исследуемой точке характеризуется углом φ и углом наклона режущей кромки $\lambda = 0$; передняя плоскость зуба фрезы проходит через ее ось и инструментальный передний угол $\gamma = 0$ и $\lambda = 0$. При фрезеровании поверхностей вращения находит применение схема охватывающего фрезерования.

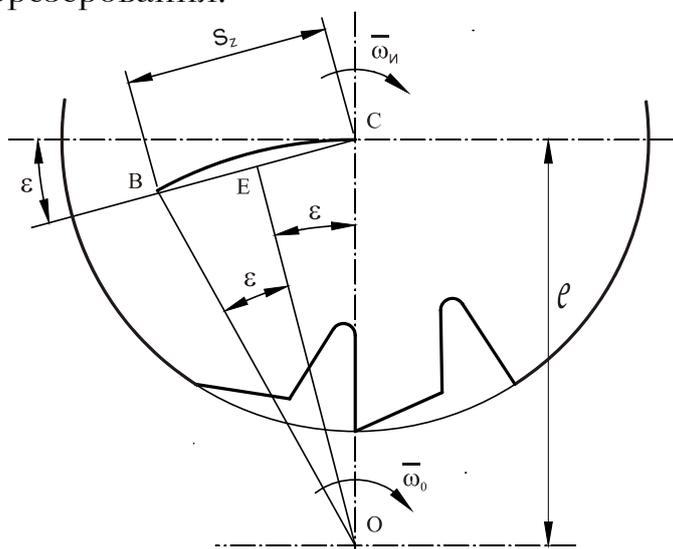


Рисунок 1 – Схема обработки поверхности вращения

Определена толщина срезаемого слоя при фрезеровании поверхностей тел вращения. Получены зависимости для расчета толщины среза при обработке дисковыми фасонными фрезами и при охватывающем фрезеровании, использовании которых позволяет определять толщину среза в любой точке режущей кромки зуба фрезы в процессе фрезерования.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ГРУППЫ КЛАССИФИКАЦИИ РЕЖИМА РАБОТЫ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ КРАНОВ

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

Согласно международному стандарту ИСО 4301/1 группа классификации (режима работы) крана в целом служит для определения режима работы крана и его срока службы при определенных условиях эксплуатации, установленных для данного вида использования.

Это свойство классификации и используется в настоящее время для определения действительного режима работы крана и, соответственно, его срока службы. Учитывая, что в условиях эксплуатации, изначально установленных для использования эксплуатируемых грузоподъемных кранов, произошло изменение распределения нагрузок, расчёт действительного режима работы и возможность эксплуатации определяется на дату расчёта. Соответственно, остаточный ресурс эксплуатации крана определяется практически на период для которого задаются определённые условия эксплуатации.

Целью данной работы является разработка методики определения группы классификации и условия распределения нагрузок, обеспечивающих требуемый срок службы грузоподъемного крана на основе международного стандарта ИСО 4301/1.

Из анализа международного стандарта ИСО 4301/1 следует, что масса перегружаемых грузов и количество циклов работы с ними, определяющие коэффициент распределения нагрузок и, соответственно, режим нагружения обуславливают соответствующий ему класс использования и максимальное число рабочих циклов, то есть срок службы крана.

Группа классификации (режима работы) крана подразумевает несколько вариантов сочетания режимов нагружения и классов использования.

Срок службы крана (максимальное число рабочих циклов) для группы классификации (режима работы) определяется классом использования для каждого варианта сочетания режимов нагружения и классов использования.

Таким образом, решение поставленной задачи достигается следующим образом: для группы классификации (режим работы) крана и набора рабочих грузов определяется максимальное количество циклов C_i для рабочих грузов P_i , по каждому варианту сочетания режимов нагружения Q_i и классов использования U_i согласно ИСО 4301/1; по результатам расчёта строятся графики максимального количества рабочих циклов C_i для рабочих грузов P_i для всех вариантов сочетания режимов нагружения и классов использования данной группы классификации; анализ графиков позволяет установить оставшееся число рабочих циклов, то есть срок службы крана, при существующих режимах нагружения для любого варианта сочетания режимов нагружения и класса использования данной группы классификации или определить режим нагружения и условия эксплуатации, обеспечивающие требуемый срок службы крана.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В УПРАВЛЕНИИ ТЕХНОГЕННЫМИ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОБЪЕКТАМИ В УСЛОВИЯХ КРИЗИСА

Рамазанов С.К., Припотень В.Ю.
(ВНУ им. В.Даля, г. Луганск, Украина)

Разработка и исследование экономико-математических моделей и использование современных инновационных технологий в эколого-экономическом управлении (ЭЭУ) техногенными промышленными объектами в условиях нестабильностей и кризисов является достаточно актуальной проблемой. Работа посвящена проблеме эколого-экономического управления производственно-экономической системой (ПЭС), функционирующей в условиях нестабильной и неопределенной среды, являющейся важным фактором современного этапа развития техногенного Донбасса. Рассматриваются основы теоретических, методологических и прикладных задач эколого-экономического мониторинга, моделирования, прогнозирования, планирования, управления и принятия решений для ПЭС в условиях неопределенностей и рисков. Особое внимание уделяется вопросам использования инновационных (информационных и нелинейных) технологий и экономико-математического моделирования процессов управления ПЭС на примере промышленных предприятий техногенного типа (например, углеобогатительных фабрик) и рассмотрены эти проблемы при наличии неопределенности информации, рисков, нелинейностей и нестабильностей. В условиях нестабильной экономической среды факторы риска и неопределенности повышаются, и деятельность предприятия может оказаться неэффективной и привести к кризису предприятия. Но кризисное состояние предприятия не является финалом деятельности предприятия. Даже когда предприятие находится в кризисном состоянии, есть возможность использовать определенный комплекс мероприятий, моделей и методов, которые могут помочь предприятию преодолеть кризис и восстановить эффективную деятельность. Этот комплекс является основой антикризисного управления. К сожалению, огромный потенциал, положенный в основу теории антикризисного управления сегодня достаточно не используется в практике управления, даже крупные предприятия сейчас находятся в кризисном состоянии, на грани банкротства. В этой связи возникает необходимость исследования, систематизации и решения одной из наиболее актуальных проблем, которая является новой для нашего общества – проблемы разработки и использования инновационных инструментов для антикризисного управления предприятием.

ОБОСНОВАНИЕ СХЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПОГРУЗКИ ГОРНОЙ МАССЫ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ВАГОНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БУНКЕРА ДВУСТОРОННЕГО ДЕЙСТВИЯ

Рыбас Е.Ю.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

На современном этапе развития народного хозяйства большое внимание уделяется проблемам повышения эффективности использования технологического и транспортного оборудования, улучшение качества технологических процессов, повышение достоверности учета материальных ценностей, и конечно, минимизация вмешательства человека в технологические процессы.

Целью данной работы является повышение эффективности технологических процессов непрерывной погрузки горной массы в железнодорожные вагоны, за счёт обоснования схемы комплексной механизации процесса погрузки горной массы в железнодорожные вагоны и использования усовершенствованного бункерного оборудования.

В работе была разработана схема комплексной механизации процесса погрузки горной массы в железнодорожные вагоны, составлена расчетная схема и обоснованы параметры бункера двустороннего действия.

Погрузка в железнодорожные составы производится через бункера или непосредственно из конвейера, доставляющего насыпной груз на карьерный погрузочный пункт (безбункерная нагрузка). Бункерная нагрузка ввиду ограниченной ее производительности применяют на небольших карьерах и преимущественно для подачи в вагоны продуктов обогащения.

При больших грузопотоках, которые обычно имеют место на рудных карьерах, относительно малопродуктивная погрузка из бункеров через люки потребовала бы большого погрузочного фронта, т.е. необходимости делать погрузку одновременно в несколько вагонов. Для чего был разработан на ЗАО НКМЗ бункер двустороннего действия. Вопросы снижения трудоемкости погрузочных работ, достижение возможно полной механизации и ускорение процесса загрузки является весьма актуальными.

Вычислительный эксперимент показал, что обоснованные параметры бункера двустороннего действия, удовлетворяют условиям прочности и эксплуатации.

Разработанная схема с использованием новой конструкции бункера двустороннего действия разрешает обеспечить повышение производительности и уменьшить время простоев железнодорожных вагонов.

Основными направлениями дальнейших исследований будет разработка и совершенствование структурной схемы разрабатываемого бункерного устройства, а также добавление новых функций к схеме комплексной механизации процесса перегрузки горной массы в железнодорожные вагоны, что приведет к повышению его эффективности.

ПРОИЗВОДСТВО ЗАГОТОВОК РОЛИКОВ ЛЕНТОЧНЫХ КОНВЕЙЕРОВ

Середа В.Г., Удовенко В.К., Кравец Е.И.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Ленточные конвейеры в горнорудном производстве являются наиболее экономичным видом транспортировки горных масс (уголь, песок, руда и т.д.).

Основным рабочим элементом ленточного конвейера являются ролики, поддерживающие транспортную ленту, несущую на себе горную массу. От работоспособности роликов зависит надежность работы конвейера в целом. Основные проблемы механического оборудования конвейеров связаны именно с надежностью и долговечностью роликов. При изготовлении роликов, даже на автоматизированных линиях, трудоемкость их производства часто составляет не менее половины трудоемкости изготовления всего механического оборудования.

Основные проблемы механического оборудования конвейеров связаны, именно с надежностью и долговечностью роликов.

Анализ литературы, посвященный вопросу получения заготовок роликов ленточных конвейеров, выявил достаточно широкую гамму способов и технологических процессов, позволяющих изготовить такие изделия. Возможность получения заготовок для роликов ленточных конвейеров достигается свободной ковкой, ковкой в профильных штампах на молотах и гидравлических прессах, различными способами прокатки на прокатных станах, литьем, свариванием, так же используют ротационную давяльную обработку; выдавливанием в горячем и холодном состоянии.

Исходя, из трубчатой формы корпуса ролика одним из рациональных технологических процессов является обкатка концов труб.

Обкатка обладает рядом технологических преимуществ перед другими технологическими способами получения заготовок для роликов. Эти преимущества позволяют, прежде всего, уменьшить трудоемкость изготовления заготовки, что в свою очередь уменьшает себестоимость ее изготовления.

Кинематика способов обкатки позволяет совмещать нагрев, деформирование подрезку торцевой части заготовок, сварку стыкуемой кромки в период деформации, отрезку заготовок и другие операции.

Стоимость оборудования для формоизменения деталей способом обкатки составляет 5-10% от стоимости стандартного кузнечнопрессового оборудования. В условиях мелкосерийного и серийного производства процессы обкатки могут быть успешно реализованы на стандартном металлорежущем оборудовании. Металлоемкость применяемой для этих целей оснастки и инструмента составляет 15-20% от стоимости штамповой оснастки. Сроки подготовки производства сокращаются в 10-15 раз. Время переналадки оборудования составляет 15-20мин.

ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ПРИРОДНОГО КАМНЯ НА ФРЕЗЕРНЫХ СТАНКАХ

Сидорко В.И., Пегловский В.В., Ляхов В.Н., Поталько Е.М.
(НТАК «Алкон» НАН Украины, г. Киев, Украина)

При изготовлении изделий из камня со сложной, пространственно развитой поверхностью (ступки, шары, часы, вазы и т. д.) часто применяют модернизированное металлообрабатывающее оборудование в т. ч. фрезерные станки разных моделей. Технологические параметры обработки (шлифования) твердых но хрупких материалов (природного камня), алмазно-абразивным инструментом существенно отличаются от параметров обработки металлов и их сплавов.

Данная работа ставит своей целью разработку таких рациональных технологических параметров чернового алмазного шлифования природных камней на фрезерных станках, которые позволят повысить надежность работы применяемого оборудования и используемого инструмента.

Приводятся основные технические характеристики фрезерных станков, которые могут быть переоснащены для обработки природного камня, что даст возможность осуществлять обработку плоских и сложных (фасонных) поверхностей, а также поверхностей вращения.

Приводятся также характеристики алмазного инструмента рекомендуемого для обработки природного камня и параметры его алмазоносного слоя.

Рассматриваемые категории камней в зависимости от их прочностных свойств: предела прочности при сжатии, твердости по шкале Мооса и Викерсу, а также наличия в их химическом составе определенных химических компонентов (оксидов кремния, алюминия, железа, кальция и магния), которые занимают наибольшую в процентном отношении часть в химическом составе природных камней условно распределяются на 5 групп.

Приводятся рекомендуемые технологические параметры обработки природного камня на фрезерных станках указанных моделей для камней каждой из групп.

В результате проведенной работы установлено, что при назначении рациональных технологических режимов шлифования и формообразовании изделий из природного камня на фрезерных станках, с целью увеличения надежности работы оборудования и инструмента, необходимо учитывать принадлежность обрабатываемого камня к определенной группе камней, а также особенности химического состава и прочностные свойства камней.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СРЕДСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ И АВТОМАТИКИ В ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Смирнова М.А., Мамедов Р.Б.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

Для обеспечения безаварийной работы силового оборудования с резкопеременными случайными нагрузками в установившихся и переходных режимах весьма важно использование устройств релейной защиты и автоматики (РЗА). В эксплуатации современных электромеханических систем все большее распространение получают быстродействующие микропроцессорные РЗА, реагирующие на мгновенные значения величин. В связи с этим весьма актуальным является повышение эффективности средств РЗА на основе совершенствования методик их расчета. В настоящей работе используются методы математического моделирования электромеханических переходных процессов технических систем, позволяющие расчетным путем определять необходимые параметры их эксплуатации.

Целью работы является повышение надежности работы электромеханических систем за счет усовершенствования средств РЗА путем уточнения параметров их срабатывания и схем выполнения на основании результатов математического моделирования.

Анализ результатов математического моделирования показал, что при оценке поведения устройств РЗА целесообразно использовать математические модели, основанные на полных дифференциальных уравнениях, позволяющие наиболее адекватно отражать поведение элементов электрической системы в переходных режимах. Результаты моделирования используются для уточнения параметров срабатывания РЗА путем анализа переходных процессов в электромеханических системах в таких режимах как короткие замыкания.

На основании разработанных математических моделей электромеханических систем устройства релейной защиты рассчитываются путем анализа фазных токов и напряжений, их мгновенных значений, гармонического состава и симметричных составляющих. Для определения мгновенных значений симметричных составляющих предложено использовать разложение в ряд Фурье фазных токов (напряжений) для каждой из гармоник с последующим нахождением симметричных составляющих. Полученные данные могут быть использованы для анализа работы и выбора уставок фильтровых устройств релейной защиты генераторов и автотрансформаторов электростанций. Практический интерес представляет дальнейшее совершенствование методики в направлении расширения области ее применения для различных электромеханических систем.

Предложенная методика позволяет обеспечивать повышение надежности функционирования современных электромеханических систем на основе более качественного анализа работы силового оборудования и совершенствования схемы выполнения фильтровых устройств РЗА.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГАРМОНИЧЕСКОГО СОСТАВА СИГНАЛОВ ПРИ АНАЛИЗЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ

Смирнова М.А., Трубина М.С.
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

В системах механообработки машиностроительных предприятий для обеспечения эффективной работы металлообрабатывающего оборудования с переменными случайными нагрузками в установившихся и переходных режимах необходимо совершенствование методов управления процессом резания. Использование в современных системах механообработки измерительных комплексов с аналогово-цифровыми преобразователями, имеющими значительные преимущества по способу хранения и обработки информации, скорости передачи данных, существенно расширяет возможности исследований параметров процесса резания. Математический аппарат анализа сигналов весьма обширен и широко применяется на практике. Однако, в известных методиках обработки сигналов, возникающих при измерении параметров процесса резания, недостаточное внимание уделяется возможности их сравнительного анализа в зависимости от условий механообработки.

Целью работы является определение гармонического состава токов и напряжений для исследования и математического описания сигналов, полученных с помощью натуральных осциллограмм при измерении параметров процесса резания.

Основные параметры процесса резания, исследуемые в предлагаемой работе – электродвижущей силы (ЭДС) E , силы P и температуры T резания, представляемые в виде осциллограмм, полученных при измерениях на токарном станке 16К20Ф3 с помощью аналогово-цифрового преобразователя модели ADC-16.

Для сравнительного анализа структуры гармонического ряда в настоящей работе предлагается ввести относительный коэффициент несинусоидальности K_o , представляющий собой отношение оцениваемого коэффициента несинусоидальности K_H к коэффициенту, принятому за базу для сравнения $K_{Hбаз}$: $K_o = K_H / K_{Hбаз}$.

Значения относительных коэффициентов несинусоидальности для незначительно отличающихся условий, отличаются весьма незначительно и имеют среднее значение, близкое к 1, что свидетельствует об отсутствии существенных различий сравниваемых вариантов по структуре гармонического ряда.

На основании предложенного относительного коэффициента несинусоидальности выполнена сравнительная оценка гармонического состава ЭДС, силы P и температуры T резания для различных вариантов обработки. Исследованы закономерности изменения гармонического состава ЭДС в зависимости от износа режущего инструмента в процессе резания.

Адекватность предложенного метода оценивается по степени совпадения исходной кривой сигнала с результирующей кривой, полученной по сумме гармонических составляющих.

Использованная методика может найти широкое применение для более качественного анализа закономерностей формирования параметров процесса резания при моделировании и управлении процессами механообработки.

ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ СВЕРДЕЛ ЗАГОСТРЕНИХ ЗА РІЗНИМИ МЕТОДАМИ

Солодкий В.І., Черногод Є.В.
(НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна)

У сучасному машинобудуванні утворення отворів за допомогою свердел є однією з найпоширеніших технологічних операцій. У той же час, геометричні параметри ріжучої частини свердла є досить не досконалими. Для сучасного спірального свердла характерною ознакою є значне змінювання кінематичних кутів різання вздовж різальних кромки, характер якого залежить від методу заточки свердла. З метою удосконалення конструкції свердла та підвищення його працездатності застосовують підточки різальної частини свердла різного виконання. Ціллю таких підточок є зміна форми ріжучої частини свердла.

У даній роботі була зроблена аналіз існуючих методів заточки свердел та їх вплив на працездатність інструмента.

Під час проведення аналітичного аналізу різних методів загострення спіральних свердел, головну увагу було зосереджено на вивченні впливу методів загострення на форму поперечної різальної кромки та характер розподілу задніх кутів вздовж різальної кромки свердла. Свердла застосовують для утворення отворів у різних матеріалах, що потребує різних геометричних параметрів інструменту. У даній роботі розглядалось утворення отворів у композиційних та пластичних матеріалах для яких застосовують свердла з радіусною формою різальної кромки. Визначено профіль стружкової канавки для забезпечення радіусної форми різальної кромки свердла.

На основі проведеного аналізу встановлено, що різні методи загострення свердел забезпечують різний характер розподілу задніх кутів вздовж різальної кромки. У той же час доведено що варіюючи установчі параметри можливо отримати майже однаковий характер розподілу кутів для свердел загострених різними методами.

Якщо застосовувати нормативні режими різання, то при обробці конструктивних сталей свердла загострені за різними методами мають приблизно однакову працездатність. У той же час при обробці твердих матеріалів та матеріалів які мають особливі властивості метод загострення впливає на працездатність інструмента. Так свердла загострені по гвинтовій задній поверхні мають більшу стійкість ніж свердла загострені по площині.

Проведено аналіз характеру розподілу величин геометричних параметрів свердла вздовж головних різальних кромки та зроблено порівняльний аналіз задніх та передніх кутів відносно відомих методів загострення. Розроблена методика профілювання абразивного круга та дискового інструмента для утворення гвинтової канавки свердла, яка забезпечує радіусну форму плоскої різальної кромки.

Свердла з радіусною формою головною різальною кромки можливо успішно застосовувати при обробці пластичних та композиційних матеріалів.

ВЛИЯНИЕ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ОСНОВЫ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ И НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВАКУУМ-ПЛАЗМЕННОГО ПОКРЫТИЯ

Сорока Е.Б., Клименко С.А., Копейкина М.Ю.
(ИПП им. Г. Писаренко НАНУ, ИСМ им. В. Бакуля НАНУ, г. Киев, Украина)

В задачу настоящего исследования входило выявление взаимосвязи между исходной и результирующей шероховатостями поверхности в зависимости от толщины наносимого покрытия, а также установление величины остаточных напряжений в покрытии на основах с различной шероховатостью. Результаты исследований важны для совершенствования технологии изготовления композитов с PVD-покрытиями, имеющих лучшие возможности адаптации к заданным условиям эксплуатации.

Исследования показывают, что шероховатость поверхности с покрытием зависит от исходной шероховатости основы и толщины покрытия. Тонкое покрытие по-разному изменяет исходную поверхность основы: покрытие TiN толщиной 2 мкм, увеличивает шероховатость полированной поверхности основы в 2,5 раза, после чистового шлифования – в 1,3 раза и мало изменяет шероховатость поверхности после чернового шлифования. В связи с тем, что толстый слой покрытия характеризуется шероховатостью, присущей условий его формирования, шероховатость основы практически не влияет на шероховатость поверхности композита. На полированной основе тонкое покрытие также демонстрирует свою «собственную» шероховатость, соответствующую шероховатости толстого покрытия, а грубо обработанные поверхности «навязывают» поверхности тонкого покрытия свои исходные параметры. Можно заключить, что покрытие, независимо от толщины, увеличивает шероховатость поверхности композита, исходная шероховатость основы которого меньше той, что присуща самому покрытию.

В связи с тем, что в PVD-покрытиях остаточные напряжения $\sigma_{\text{п}}^{\text{ост}}$ в значительной степени обусловлены структурной составляющей, в тонких покрытиях, нанесенных на поверхность с большей шероховатостью, величина остаточных напряжений больше. Для толстых покрытий значения остаточных напряжений не чувствительны к шероховатости поверхности основного материала. Вероятно, что PVD-покрытиям, нанесенным на основы с различными видами обработки поверхности, присущи различные значения остаточных напряжений вследствие различной степени затрудненности при росте кристаллитов покрытия.

Таким образом, эксплуатационные характеристики изделия с покрытием, особенно для случая тонких покрытий, зависят от подготовки поверхности их основы.

ОПТИМІЗАЦІЯ УМОВ МАГНІТНО-АБРАЗИВНОГО ОБРОБЛЕННЯ КОНСОЛЬНО ЗАКРІПЛЕНИХ ДЕТАЛЕЙ

Степанов О.В., Гейчук В.М., Майборода В.С.
(НТУУ «КПІ», м. Київ, Україна)

В роботі було виконано дослідження по оптимізації процесу магнітно-абразивного оброблення (МАО) зразків, виготовлених з: ферромагнітної інструментальної сталі У9А, і парамагнітного титанового сплаву ВТЗ-1. Сталеві зразки розглядались як імітація кінцевого ріжучого інструменту, а зразки з титанового сплаву використовувались для порівняння з метою виявлення особливостей формування в процесі МАО ферро- і парамагнітних матеріалів магнітно-абразивного інструменту (МАІ). Оброблення зразків проводилось на лабораторній установці з магнітною системою типу «кільцева ванна» з спеціальною кутовою наладкою, яка дозволяє повністю відтворювати умови МАО кінцевого різального інструменту.

Для реалізації мети, використовували нерегулярний план експерименту, що дозволяє побудувати моделі вигляду:

$$y = a_0 + a_1\alpha + a_2v + a_3\lambda + a_4v\alpha + a_5v\lambda + a_6v\alpha\lambda + a_7v\alpha^2,$$

які придатні для проведення початкового етапу оптимізації.

В якості змінних технологічних параметрів використовували: кут нахилу деталі у вертикальній площині відносно напрямку руху (α), швидкість переміщення деталі в робочій щілині (v) та розмір частинок магнітно-абразивного матеріалу (λ). Для оброблення використовували магнітно-абразивний порошок Ферромап, який має оптимальні характеристики щодо широкого спектру оброблюваних матеріалів. В якості контрольованих параметрів обрано мікротвердість обробленої поверхні та шорсткість поверхні.

Аналіз функцій відгуку мікротвердості, виміряної при різних значеннях навантаження дозволяє зробити висновок, що найбільш адекватним для задачі зміцнення є врахування середнього або максимального з виміряних значень мікротвердості. Первинний аналіз побудованих моделей показав, що для отримання переважного ефекту зміцнення поверхневих шарів зразків при формуванні МАІ доцільно використання більш дрібних фракцій порошку для оброблення сплаву титану, та більш крупних для оброблення У9А. Практично усі побудовані функції відгуку в області визначення містять явно виражену сідлову точку. Бажані максимум мікротвердості та мінімум шорсткості знаходяться в області низької швидкості переміщення та малих кутів нахилу деталі для зразків з У9А і середніх кутів для зразків з парамагнітного титанового сплаву. Показано, що оптимальні умови МАО деталей знаходяться в межах кутів нахилу деталей 15° - 35° , та швидкостей руху - 1,5-2,5 м/с.

НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ ПРОБЛЕМИ РОЗРОБКИ ТОКАРНИХ АВТОМАТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ

Струтинський В.Б., Ципоренко В.О., Юрчишин О.Я.
(НТУУ «КПІ», ТОВ «Інструментальний завод», м. Київ, Україна)

Обробка пруткових заготовок на токарному автоматизованому комплексі супроводжується виникненням інтенсивних динамічних збурень, обумовлених поперечними коливаннями пруткової заготовки. При обробці заготовки відбуваються її інтенсивні поперечні коливання як системи з розподіленими параметрами. Коливання визначаються умовами опирання заготовки.

При обробці коротких заготовок мають місце схеми закріплення із консолю, які може бути зведено до безконсольної схеми опирання, якщо ліву опору заготовки вважати рухомою в напрямку коливань заготовки, причому рух опори прийняти таким, при якому опорна реакція завжди дорівнює нулю. Це рівнозначно введенню фіктивної опори з лівого краю заготовки. Базова розрахункова схема поперечних коливань заготовки відповідає пружній балці з рівномірно розподіленою по її довжині масою, закріпленою по краям.

В процесі коливань на заготовку діють зовнішні розподілені та зосереджені навантаження. В якості розподілених навантажень розглядаються гравітаційні та нестационарні відцентрові сили з інтенсивністю, яка залежить від частоти обертання і від прогину заготовки. Зосередженими силами є випадкові реакції в опорах заготовки і сила різання. Розглянуті малі переміщення заготовки в двох взаємно перпендикулярних радіальних відносно осі шпинделя площинах. За нульове положення заготовки прийнято її рівноважне положення в статиці. Для малих коливань заготовки є справедливим принцип суперпозиції, згідно з яким, коливання довільного перетину заготовки визначаються сумою окремих складових: переміщення опор, коливання, викликані зовнішніми зосередженими і розподіленими навантаженнями, коливання, обумовлені зовнішніми моментними навантаженнями.

Розроблена математична модель використана для розрахунку параметрів вібраційного поля заготовки в процесі різання. Одержані розрахункові амплітудно-частотні характеристики переміщень окремих перетинів заготовки внаслідок дії сил різання. З використанням частотних характеристик знайдені параметри вібраційного поля коливань заготовки при випадкових змінах сили різання. Прийнято, що сила різання являє собою широкополосний випадковий процес, частотні складові якого значно перевищують область розташування власних частот коливань заготовки.

Максимальні значення віброшвидкостей в розглянутому перетині заготовки складають 1,5..1,6 м/с. Частоти коливань окремих перетинів заготовки відповідають частотам власних коливань. В результаті спектрального аналізу коливань окремих перетинів заготовки встановлено, що частоти максимумів спектральної щільності близькі до власних частот. Відповідні резонансні частоти заготовки є небажаними у відношенні режимів обробки.

РЕГУЛЯТОР ПОПЕРЕЧНОЙ ПОДАЧИ ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

Суботин О.В., Еникеев А.Ф.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

При разработке технических средств автоматизации процессов алмазного шлифования используется принцип покоординатного управления станками. В основу разработки замкнутого канала для управления поперечной подачей шлифовального круга положен принцип управления по отклонению. Структурная схема этого канала представлена на рис. 1.

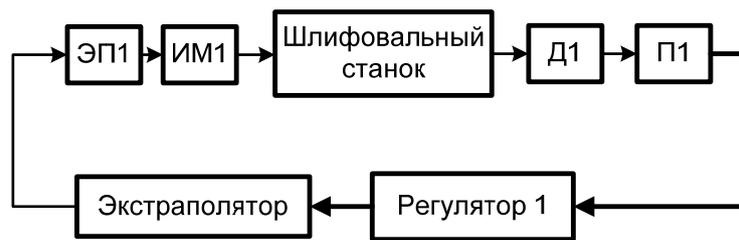


Рисунок 1 – Структурная схема канала

На основе дискретного преобразования Лапласа синтезирован замкнутый канал управления поперечной подачей шлифовального круга.

С учетом запаздывания дискретная передаточная функция замкнутого канала для управления поперечной подачей шлифовального круга получилась в таком виде

$$H_5(z^{-1}) = z^{-2} \frac{b_0^\circ + b_1^\circ z^{-1} + b_2^\circ z^{-2} + b_3^\circ z^{-3}}{1 + a_1^\circ z^{-1} + a_2^\circ z^{-2} + a_3^\circ z^{-3}} = z^{-2} \frac{B(z^{-1})}{A(z^{-1})}. \quad (1)$$

В основу разработки цифрового регулятора 1 поперечной подачи шлифовального круга положен принцип его синтеза на базе эталонной модели замкнутого канала, в результате получена передаточная функция оптимального регулятора 1 в таком виде

$$H_{opt}(z^{-1}) = \frac{H(z^{-1})B(z^{-1})}{b_0^\circ A(z^{-1}) + D(z^{-1})B(z^{-1})}. \quad (2)$$

По выражению (1) и (2) при подстановке соответствующих значений коэффициентов в среде *Matlab* собрана имитационная модель замкнутого канала. При анализе графика выходного сигнала имеем повышение быстродействия замкнутого канала благодаря цифровому регулятору, а небольшая ошибка (перерегулирование) в начале переходного процесса по истечении некоторого времени становится нулевой. В целом разработанный замкнутый канал удовлетворяет требованиям системы покоординатного управления шлифовальными станками по точности и быстродействию.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБРАБОТКИ ЗАКАЛЕННЫХ КОЛЕС ТВЕРДОСПЛАВНЫМ ФРЕЗАМИ

Тимофеев Ю.В., Мироненко Е.В., Клочко А.А., Шаповалов В.Ф.
(НТУ «ХПИ», г.Харьков, ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Увеличение твердости рабочих поверхностей зубьев зубчатых колес является одним из наиболее эффективных и актуальных на сегодняшний день путей повышения нагрузочной способности и долговечности зубчатых передач и редукторов при одновременном снижении их габаритов и массы. Результаты ряда исследований, свидетельствуют, что повышение твердости зубьев с $HRC_{\text{с}} 32$ до $HRC_{\text{с}} 57$ позволяет вдвое уменьшить габариты редуктора и в 3 раза – его массу.

В последние годы с целью снижения трудоемкости и повышения качества изготовления закаленных колес широкое распространение получает предварительная под зубошлифование или окончательная лезвийная обработка закаленных зубьев различными зуборезными инструментами, оснащенными современными марками твердых сплавов, керамики и сверхтвердыми материалами.

Производство и успешная эксплуатация такого инструмента сопряжены с определенными трудностями в части обеспечения необходимого качества и точности его изготовления, экономичности использования и др.

При изготовлении крупномодульных зуборезных инструментов – например червячных твердосплавных фрез традиционных схем резания, приходится иметь дело с режущими кромками сравнительно большой длины (30-85 мм), что усложняет процесс качественной пайки твердого сплава, последующую заточку и шлифовку зубьев, обеспечение необходимой точности инструмента и др.

Вопросы технологического обеспечения качества, точности и экономичности изготовления во многом тесно связаны с вопросами конструирования инструмента. Путем выбора оптимальной схемы резания и кинематики зубообработки можно существенно уменьшить длину главных режущих кромок и, таким образом, облегчить пайку и заточку инструмента, осуществить возможность оснащения его неперетачиваемыми поворотными пластинками из твердого сплава, керамики, сверхтвердых материалов, обеспечить необходимую точность изготовления.

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЗНОШЕННЯ РІЗАЛЬНИХ ІНСТРУМЕНТІВ

Ткаченко М.А.
(ДДМА, м. Краматорськ, Україна)

Дослідження з експериментального визначення параметрів зношення різальних інструментів методом тіньового перетину проводилися при точінні декількох груп матеріалів низьколеговані сталі (40X, St52-3), високохромістких сталей (70X3ГНМФ, 80X5МФ, 90XФ) інструментом, оснащеним пластинами із твердих сплавів при різних режимах різання й геометрії інструменту.

Із заданими інтервалами машинного часу за допомогою приладу для визначення зношення (пат. України 41192) фіксувалися перерізи різця уздовж головної різальної кромки. Дослідження показали, що по довжині різальної кромки величина зношування змінюється незначно, тому для наступного аналізу вибирався переріз різця, що перебуває на відстані від вершини інструменту. Експерименти виявили, що з різною інтенсивністю зношування завжди відбувається як по передній, так і по задній поверхням різального інструменту. Інтенсивність зношування перебуває в безпосередній залежності від геометрії інструменту.

В результаті досліджень проаналізовано види відмов інструменту та побудовано криві зношування різальних пластин в умовах виробництва ЗАТ НКМЗ. Приклад виду зношеної пластини наведено на рис. 1.

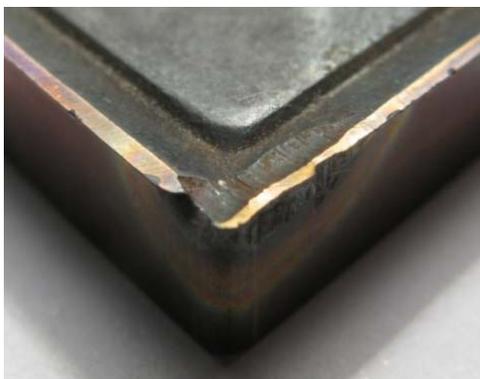


Рисунок 1 – Загальний вигляд зношеної різальної пластини

Об'єм матеріалу, вилученого з передньої поверхні визначався розрахунковим способом за результатами вимірювань ширини, довжини та глибини лунки зношення.

Результати розрахунку зношування по задній поверхні і об'єму матеріалу, вилученого з передньої поверхні інструменту, згідно з математичними залежностями порівнювались з експериментальними даними. Визначалась найбільша різниця значення зношення теоретичного й експериментального (статистичного).

Таким чином, реалізації зношення різців дали змогу визначити розподіл їх стійкості.

ПОЛУЧЕНИЕ ОТЛИВОК С ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫМИ СТРУКТУРОЙ И СВОЙСТВАМИ МЕТОДОМ ЦЕНТРОБЕЖНОГО ЛИТЬЯ

Фесенко А.Н., Фесенко М.А., Максименко Р.И.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Центробежное литье, обеспечивая целый ряд преимуществ, зачастую недостижимых при других способах литья, является перспективным способом получения деталей, и в первую очередь, имеющих форму тел вращения. Особый интерес технология центробежного литья представляет для изготовления биметаллических заготовок с дифференцированными свойствами в различных слоях (внутреннем и наружном). Чаще всего такие заготовки получают путем последовательной с необходимым временным интервалом заливки во вращающуюся вокруг горизонтальной, вертикальной или наклонной оси форму (изложницу) заданных доз разных по химическому составу металлических расплавов (сталь-чугун, чугун-бронза, легированный чугун – серый или высокопрочный чугун и др.).

В этом случае для получения биметаллического или многослойного изделия требуется выплавка в отдельных плавильных агрегатах двух и более разнородных сплавов или же выплавка базового сплава, с последующей дополнительной предварительной обработкой части расплава в миксере, в ковше, на желобе, в струе и т. д. перед заливкой в форму, что является серьезным недостатком технологии и существенно усложняет и удорожает процесс изготовления отливки.

В представленной работе предложен способ центробежного литья, обеспечивающий возможность получения двухслойных и многослойных литых изделий с дифференцированными структурой и свойствами в разных зонах (слоях) из одного базового расплава.

Дифференциация структуры и свойств металла в наружном и внутреннем слоях получаемого центробежнолитого изделия достигается за счет дифференцированной обработки базового расплава разными по функциональному назначению и воздействию на структуру и свойства металла модифицирующими, легирующими или другими добавками во время периодической последовательной с определенной временной выдержкой заливки изложницы.

Для реализации предложенного способа спроектирована и изготовлена установка центробежного литья с горизонтальной осью вращения изложницы. Конструкцией спроектированной установки центробежного литья предусмотрен заливочный блок (модуль), который включает разовую или полупостоянную литейную форму, обеспечивающую возможность в процессе заливки вращающейся изложницы дифференцированной внутриформенной обработки базового расплава разными по функциональному назначению и воздействию на структуру и свойства расплава мелкодисперсными, зернистыми, гранулированными или брикетированными добавками (модифицирующими или легирующими), которые размещаются в проточных реакционных камерах автономных литниковых систем литейной формы.

Предложенный способ и спроектированная установка могут быть использованы для получения двухслойных и многослойных центробежнолитых заготовок, в том числе для изготовления с использованием технологии карбидостабилизирующей, графитизирующей и сфероидизирующей внутриформенной обработки базового чугуна (эвтектического или доэвтектического состава) отливок с дифференцированными структурой и свойствами металла в разных слоях с сочетанием слоев белый чугун-серый чугун, белый чугун-высокопрочный чугун с шаровидным или вермикулярным графитом, серый чугун-высокопрочный чугун.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВСТРЕЧНОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ ЧУГУНА В ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЕ

Фесенко М.А., Фесенко А.Н., Волошин М.Ю.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Благодаря благоприятному сочетанию литейных, технологических, механических и других эксплуатационных свойств чугуна остается одним из основных конструкционных материалов для широкой номенклатуры машин, узлов, механизмов и оборудования. В то же время современная промышленность постоянно ужесточает требования к качеству литых изделий и их свойствам, что вызывает необходимость изготовления чугунных отливок с повышенными механическими и эксплуатационными характеристиками.

Значительно улучшить структуру и свойства чугуна позволяет модифицирующая обработка расплава. Дополнительным резервом повышения качества и свойств чугуна в отливках является встречное или двойное модифицирование расплава.

В настоящее время разработано и исследовано значительное количество способов модифицирующей обработки чугуна. Одним из наиболее перспективных из известных способов является модифицирование чугуна непосредственно внутри литейной формы при заливке (ИНМОЛД-процесс). Этот способ модифицирующей обработки широко используется как автономно, чаще всего при получении чугуна с шаровидным и вермикулярным графитом, так и совместно с другими способами модифицирующей обработки, чаще всего ковшевыми. Однако использование двойного модифицирования расплава разными по функциональному назначению модификаторами или добавками исследовано недостаточно.

Нами предложен и исследован способ двойного (встречного) модифицирования чугуна непосредственно в литейной форме, который заключается в обработке исходного жидкого чугуна последовательно разными по химическому составу и функциональному назначению модификаторами, размещенными в двух реакционных камерах литниковой системы, расположенными друг за другом на пути движения расплава в полость литейной формы.

Изучение процессов встречного модифицирования проводилось по двум вариантам:

- первый вариант – в первой по ходу движения расплава к отливке реакционной камере размещалась графитизирующая или сфероидизирующая добавка, во второй по ходу движения расплава реакционной камере – карбидостабилизирующая добавка.

- второй вариант – в первой по ходу движения расплава к отливке реакционной камере размещалась карбидостабилизирующая добавка, во второй по ходу движения расплава реакционной камере – графитизирующая или сфероидизирующая добавка.

В качестве разнородных модифицирующих добавок использовались карбидостабилизирующая добавка – феррохром ФХ200, графитизирующие – ферросилиций ФС75 или силикобарий СБ5, сфероидизирующие – ферросилициймагниевого лигатуры ФСМг7 или VL63(M). Модифицирующие добавки с размером частиц 1,0-2,5 мм, в количестве 2,0% от массы обрабатываемого чугуна размещались внутри специальной оболочки, изготовленной из пенополистирола, которая вставлялась в разовую литейную форму, выполненную из песчано-глинистой смеси, при ее сборке. Литейные формы заливались базовым жидким чугуном при температурах 1480, 1450 и 1420 °С.

Экспериментально установлено, что при исследованных режимах литья наиболее существенное повышение механических и эксплуатационных свойств чугунных отливок достигается при первоначальной обработке жидкого чугуна в реакционной камере с карбидостабилизирующим модификатором (ФХ200) с последующей обработкой расплава графитизирующим (ФС75 или СБ5) или сфероидизирующим (ФСМг7 или VL63(M)) модификатором. При этом эффективность встречного модифицирования чугуна усиливается с повышением температуры заливки исходного жидкого чугуна.

НАРУШЕННЫЙ СЛОЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ХРУПКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ФИНИШНОЙ АЛМАЗНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКЕ

Филатов Ю.Д., Маслов В.П.

(ИСМ им. В. Бакуля НАНУ, ИФП им. В. Лашкарева НАНУ, г. Киев, Украина)

Исходя из кластерной модели износа показано, что поверхность обрабатываемой детали состоит из кластеров, которые при взаимодействии с поверхностью инструмента превращаются в частицы шлама. Согласно физико-статистической модели износа при изменении деформированного состояния обрабатываемой поверхности в поверхностном слое образуются кластеры, которые переходят из связанного состояния в свободное. Образование частиц шлама и изменение рельефного слоя поверхности происходят одновременно с образованием кластеров и возникновением трещиноватого слоя, которое следует рассматривать как движение кластеров от поверхности перехода в направлении, противоположном движению частиц. Анализ кинетического уравнения и расчеты концентрации кластеров вдоль координаты вглубь обрабатываемого материала позволили установить, что глубина нарушенного слоя определяется величиной наиболее вероятного размера частиц шлама. При обработке неметаллических материалов значения глубины нарушенного слоя рассчитываются исходя из значений их микротвердости и коэффициента трещиностойкости, а также по значениям высотных параметров шероховатости.

При механообработке поверхностей нарушенный слой перемещается и постепенно уменьшается. Активационные параметры процесса микропластичности и роста трещин совпадают. Атомный механизм микропластичности основывается на дислокационных представлениях, согласно которым деформация любой элементарной структуры ячейки вызывает изменение напряженного состояния в соседней ячейке. Термофлуктуационные смещения в поле напряжения приводят к увеличению вероятности сдвига, протекающего в соседней ячейке, что означает существование дислокационной линии, которая перемещается до тех пор, пока она не аннигилирует с другой линией или свободной поверхностью.

Таким образом, на основе физико-статистической модели износа установлена связь глубины нарушенного слоя с шероховатостью обработанной поверхности (наиболее вероятным размером частиц износа) и механическими свойствами обрабатываемого материала (микротвердостью и трещиностойкостью). Отклонение от линейной зависимости глубины нарушенного слоя при алмазно-абразивной обработке хрупких материалов наблюдается при зернистости абразива более 28 мкм. Для более крупных абразивных зерен ее экспериментальные значения экспоненциально возрастают при увеличении зернистости.

ФОРМИРОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

Фролов В.В.
(НТУ «ХПИ», г. Харьков, Украина)

В основе комбинаторно-оптимизационного проектирования технологической системы должны лежать следующие принципы:

1. Формирование технологических фреймов основано на определении свойств гомоморфизма и изоморфизма структур технологических систем, зафиксированных на уровне технологически и предметно-замкнутых участков.

2. Оптимизация формирования маршрутов обработки элементарных поверхностей возможна только при учете взаимосвязей маршрутов обработки всех поверхностей детали, таким образом, сохраняется принцип системности, где оптимизация части (маршрут обработки элементарной поверхности) рассматривается только в контексте всей системы, с учетом влияния всех факторов.

Свойство гомоморфизма технологической системы, является основополагающим для любой теории унификации технологических процессов. Выявление этого свойства на структурах предполагает наличие математической модели структурных отношений между элементами технологического процесса.

Общий подход к технологическому проектированию можно рассматривать как последовательное применение сортировок к исходному множеству методов обработки.

Методика технологического проектирования следующая:

1. На первом уровне генерируется случайным образом генеральная совокупность методов обработки конструктивных элементов в виде подмножеств маршрутов и набор правил, определяющих как на исходном множестве методов устанавливать частичный порядок.

2. На втором уровне по сценарию обработки формируется хромосома, где в качестве генов выступают элементы уровня позиций. Для позиций существуют наборы фреймов структуры, которые при формировании популяции случайным образом соотносятся с генами хромосомы.

3. Проектирование на втором уровне заключается в подборе фреймов для каждой позиции таким образом, чтобы обеспечить оптимум функции фитнеса, которая рассчитывается с помощью искусственной нейронной сети.

4. На первом уровне используется аналогичная функция фитнеса, но уже для отбора оптимальных исходных множеств. Тогда, на первом уровне имеем популяцию хромосом, где каждая определяет исходное множество методов, сценарий обработки и оптимальный технологический процесс для этого сочетания. Оптимальное проектирование, в этом случае, заключается в выборе лучшей хромосомы в смысле функции фитнеса.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОГО ПЕРЕПЛАВА СТАЛИ Р18 ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Цветков А.И., Макаренко Н.А., Власов А.Ф., Титаренко К.Э.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Расчетным и экспериментальными методами определены температуры стенки малогабаритного кристаллизатора, применяемого для переплава отходов быстрорежущих сталей, что позволило оптимизировать величину отводимого теплового потока при максимально допустимых электрических параметрах процесса переплава. С целью получения численных значений средней тепловой нагрузки на стенку кристаллизатора, температуры внутренней и наружной поверхностей кокиля, температуры жидкого шлака, глубины шлаковой ванны, толщины гарнисажа, коэффициента теплоотдачи от стенки к воде и ряда других величин выполнялись опытные плавки. Для экспериментальных работ использовался кристаллизатор закрытого типа, кокиль которого изготовлен из цельнотянутой трубы. В качестве переплавляемого электрода использовался прокат из стали Ст.3 (диаметром 40 мм). Процесс велся на переменном токе с использованием флюса АНФ-6. Ток и напряжение фиксировался самопишущими приборами Н-376, глубина шлаковой ванны измерялась щупом с надставкой из вольфрама, температура жидкого шлака – вольфрам-рениевой термопарой в чехле из карбонитрида бора. Проведено 5 плавов на следующих режимах: $I_{ср} = 1400$ А; $U_{ср} = 40$ В. Температура охлаждающей воды на входе – 16°C , на выходе – 34°C . Расход воды – 0,42 кг/с, среднее значение (на уровне термопар) – 40 мм, толщина гарнисажа – 1,5 мм. Среднее значение температуры жидкого шлака – 680°C . Рассчитывали температуру стенки по тепловому потоку. При выполнении расчетов принимали, что процесс распространения тепла в кокиле от воздействия теплового потока рассматривали как в плоской стенке, так как радиус его кривизны значительно больше толщины стенки; температурный режим в области шлаковой ванны принимается за стационарный, т.к. скорость заполнения кристаллизаторов в процессе переплава сравнительно невелика; систему «жидкий шлак-гарнисаж-стенка кокиля-охлаждающая вода» можно рассматривается как многослойная стенка, находящаяся в стационарном режиме; передаваемый тепловой поток при стационарном режиме постоянен и для всех слоев одинаков. Исследования показали, что изменяя расход воды и поддерживая температуру стенки кокиля на максимально возможном уровне, обеспечивающем режим пузырькового кипения, возможно в значительной мере обеспечить повышение теплового режима процесса ЭШП и достигнуть необходимую работоспособность конструкции кристаллизатора. Установлено, что температурный режим теплопередающей стенки кристаллизатора определяется не только величиной отводимого теплового потока, но и коэффициентом теплоотдачи от стенки к воде. Определено, что повышение температурного режима стенки при условии сохранения ее эксплуатационной стойкости позволит повысить электрические параметры электрошлакового процесса.

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ РАБОТЫ РАБОЧЕГО ОРГАНА РОТОРНОГО ЭКСКАВАТОРА

Черепнина Г.С.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

Быстрый рост объемов добычи полезных ископаемых открытым способом и необходимость перехода к разработке месторождений, отличающихся более тяжелыми горными условиями, определили тенденцию резкого увеличения размеров и единичной мощности создаваемых роторных экскаваторов и стремление к интенсификации их рабочего процесса путем увеличения скоростей рабочего оборудования и роста технологических нагрузок. Как результат, изменились и усложнились требования к новому поколению машин. И в первую очередь это связано с отмечаемой практикой резким увеличением процессов резания грунтов повышенной крепости и зачерпыванием горной массы с различным гранулометрическим составом.

Целью работы является теоретическая разработка вопросов механики рабочего процесса, получения на этой основе строго обоснованных рекомендаций по проблемам, возникающим при проектировании и эксплуатации машин, выявление основных параметров, оказывающих влияние на снижение энергоемкости экскавационного процесса и повышения долговечности рабочих органов.

При рассмотрении влияния физико-механических свойств грунтов на работу экскаватора установлено, что определяющими для процесса проектирования, конструирования и эксплуатации роторных экскаваторов являются свойства пород, к наиболее важным из которых, помимо прочностных характеристик, относятся хрупкость, вязкость, трещиноватость, пластичность, абразивность, плотность и внутреннее напряжение массива.

Резание грунтов сопровождается абразивным изнашиванием режущего инструмента, приводящим к изменению его формы и затуплению, в результате чего изменяются условия силового взаимодействия ножей с забоем, возникает дополнительно сопротивление резанию, снижаются производительность и эксплуатационная эффективность машины.

Рабочий орган с ковшами ступенчатого резания и самозатачивающимися зубьями обладает принципиально новыми полезными свойствами, позволяющими существенно улучшить технико-экономические характеристики создаваемых роторных экскаваторов и в наиболее полной и эффективной мере удовлетворить требования эксплуатации.

Поэтому, вопросы по обоснованию рациональных параметров рабочих органов является весьма перспективными и подлежат дальнейшим исследованиям.

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЗЕРВІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІЯЛЬНОСТІ ДОПОМІЖНОГО ВИРОБНИЦТВА ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

Шашко В.О.

(ДДМА, м. Краматорськ, Україна)

Реформування української економіки показало, що проведена широкомасштабна структурна перебудова промислових підприємств не дає бажаного ефекту, оскільки ними не використовуються повною мірою потенціал організаційного-економічного розвитку й можливостей усіх учасників процесу створення вартості. Підвищення ефективності промислового виробництва припускає забезпечення домінуючої ролі інтенсивних факторів його розвитку на основі виявлення й використання всіх резервів виробництва. Це вимагає від виробництва органічної комбінації й розвитку двох його найголовніших складових частин - основного й допоміжних виробництв.

Сучасне управління виробництвом, у тому числі й допоміжним, має на увазі безперервне вдосконалювання його технічної й організаційної складових за допомогою впровадження у виробничий процес заходів щодо поліпшення його діяльності.

Невід'ємною частиною впровадження заходів є оцінка їх результативності, що припускає й оцінку ефективності окремих підрозділів підприємства з урахуванням їх впливу на діяльність підприємства в цілому. На відміну від основного виробництва в допоміжному безпосередньо кінцевий продукт підприємства не створюється, однак без успішного функціонування допоміжних виробництв регламентоване протікання основного виробничого процесу неможливо, що визначає необхідність оцінки діяльності допоміжних виробництв із погляду їх впливу на кінцеві результати діяльності всього підприємства.

В цих умовах актуальним стає пошук нових підходів до оцінки виробничо-господарської діяльності допоміжних виробництв промислових підприємств, засновані на сучасних досягненнях науки й техніки й передовій практиці управління виробництвом. Така оцінка дасть можливість визначити й оцінити внесок кожного підрозділу в кінцевий результат, виявити резерви вдосконалювання організаційно-економічних аспектів діяльності допоміжних виробництв для підвищення ефективності функціонування всього підприємства.

Таким чином, враховуючи сучасний стан і перспективи розвитку промислових підприємств, можна констатувати необхідність всебічного вивчення методології й інструментарію оцінки діяльності допоміжних виробництв і визначення на цій основі ефективного механізму реалізації їх потенціалу.

НОВАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ПРИ ТОЧЕНИИ

Швец С.В.
(СумДУ, г. Сумы, Украина)

При технологической подготовке производства возникает необходимость расчета параметров режима резания и других характеристик процесса резания. Однако нет уверенности в том, что именно принятые условия резания являются оптимальными как с точки зрения обеспечения стойкости инструмента и производительности процесса, так и для решения задачи создания необходимых параметров качества обработанной поверхности. Целью настоящей работы является совершенствование физической модели системы резания и разработка соответствующей ей математической модели.

Предельная работа системы определяется предельной работой инструмента, которая рассчитывается на основании механических свойствах инструментального материала, его критической температуре $\theta_{кр}$ и геометрии лезвия.

Предельная работа для системы резания в которой используется МНП может быть рассчитана по формуле или определена по эмпирической зависимости.

Текущее значение работы в системе резания рассчитывается по механическим свойствам обрабатываемого материала с учетом коэффициента полезного действия системы резания.

Исходные данные для расчета: материал заготовки, размеры (диаметр, длина); материал и геометрия режущей части инструмента (обозначение МПН); предельный износ по задней поверхности (радиальный износ); параметры относительного движения и расположения инструмента и заготовки (устанавливаются при помощи органов управления станка).

По известной геометрии лезвия, параметрах движения и пластических свойствах материала рассчитываются параметры шероховатости обработанной поверхности, R_a и R_z .

Таким образом механические свойства инструментального и обрабатываемого материалов позволяют установить функциональную взаимосвязь между основными характеристиками процесса резания.

На основании усовершенствованной физической модели процесса резания разработана математическая модель, которая одержит новые понятия, такие как: коэффициент полезного действия системы резания, предельная работа инструмента, показатель пластичности материала. Математическая модель позволяет рассчитать характеристики процесса резания при точении без каких-либо совместных испытаний инструментального и обрабатываемого материалов.

СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ БЮДЖЕТИРОВАНИЯ ЗАТРАТ ЗАО «НКМЗ»

Шевченко Н.Ю., Галащенко Н.А.
(ДГМА, г. Краматорск, Украина)

В обстановке рыночной неопределенности необходимо прогнозировать будущее, предвидеть возможные изменения условий деятельности с помощью опережающего планирования и контроля, то есть с помощью системы бюджетирования, когда в качестве основного инструмента гибкого управления используется бюджет. С его помощью разрабатывается стратегия эффективного развития предприятия в условиях конкуренции, а также неопределённости в условиях рыночной экономики.

Таким образом, эффект от разработки бюджета состоит в повышении степени гибкости машиностроительного предприятия из-за возможности предвидеть результаты управленческих действий, определить базовые установки для каждого направления деятельности предприятия и рассчитать разные варианты ответных действий на возможные изменения внешней и внутренней среды.

Решение задач по расширению рынка сбыта, повышению конкурентоспособности производимой продукции и, наконец, максимизации прибыли возможно с помощью надежного информационного обеспечения функций планирования, контроля и принятия управленческих решений на ЗАО «НКМЗ», что актуализирует проблему разработки на предприятии информационной системы бюджетирования затрат.

Предлагаемая система направлена на решение следующих задач: ввод и обработка различного типа данных, их редактирование и просмотр; формирование таблиц и вывод результатов планового бюджета; расчет сводного бюджета; вывод отчетов по запросам управленческого персонала; простой и удобный интерфейс пользователя.

ТЕХНОЛОГИЯ АЛМАЗНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ КЕРАМИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ ТИПА «ШАР»

Шепелев А.А., Сороченко В.Г, Шепелев А.А. (мл.)
(ИСМ им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г.Киев, Украина)

Актуальность новой технологии обусловлена тем, что в химической, машиностроительной, нефтегазовой, коммунальной, оборонной и многих других отраслях промышленности эксплуатируется значительное количество подшипников качения, насосов, гидравлических и других механизмов, ресурс работы которых в основном определяется работоспособностью деталей типа "Шар", которые в условиях интенсивного абразивного, коррозионного и других видов износа быстро выходят из строя.

Разработана высокоэффективная технология алмазно-абразивной обработки шаров из керамических материалов, в том числе из нанодисперсных керамических материалов на основе модификаций Si_3N_4 , SiC , Al_2O_3 , ZrO_2 , B_4C , Y_2O_3 для специального целевого применения в агрессивных средах в условиях экстремальных механических, скоростных, температурных и других нагрузений.

Технологическими исследованиями алмазной обработки оптимизированы показатели свойств керамических материалов для производства шаров, в том числе керамические нанодисперсные материалы, полученные плазмохимическим синтезом на основе Si_3N_4 и допированы Al_2O_3 и Y_2O_3 .

Исследована и оптимизирована точность прецизионной обработки керамических шаров из новых материалов и достигнут технический эффект – отклонение от сферической формы 0,5 – 1,0 мкм.

Установлены и оптимизированы функциональные показатели алмазной обработки керамических шаров, в том числе производительность шлифования, разно размерность и отклонение шаров от сферичности, шероховатость обработанной поверхности шаров.

Разработаны специальные алмазно-абразивные инструменты. Показано влияние характеристик инструмента и режимов резания на закономерности процесса механической алмазной обработки керамических шаров, что обеспечивает шероховатость обработанной поверхности $Ra \leq 0,05$ мкм и отклонением от сферической формы шаров не больше чем 1,0 мкм.

Достигнута производительность шлифования керамических шаров, которая в 2 – 5 раз превышает производительность при использовании известных технологий.

Показана эффективность применения высокоэффективной технологии алмазно-абразивной обработки для керамических шаров гибридных подшипников качения, созданных в Украине впервые. Установлено повышение на 10–14% эффективности – снижение мощности вращения разработанных подшипников шпиндельного узла в сравнении со стандартными (стальными) подшипниками.

Разработаны технологическая инструкция практические рекомендации по применению высокоэффективной технологии алмазной обработки керамических шаров из нанодисперсных материалов работающих в агрессивных средах.

JUSTIFICATION OF INVESTMENT IN BRANCH PRODUCTION TECHNOLOGIES BASED ON REGIONAL INPUT-OUTPUT MODEL

Makarkina G., Shishkina K., Korotenko E.
(DSEA, Kramatorsk, Ukraine)

For the reasonable estimates of effective options for investments leading to progressive technological modifications in industries, it is necessary to compare the structure of industry costs, reflecting the technologies, applicable in the region, with a *standard technological structure*. In this case it is proposed to determine the reference technology based on data analysis of the cost structure of industries, taken from the input-output tables of developed countries. Summary statement of the problem is as follows.

1. Determination of initial technological structure of a regional system.

1.1. Initial sectoral output structure:

$$X^0 = (X_1^0, X_2^0, \dots, X_j^0, \dots, X_{N_0}^0) \quad (1)$$

where X_j^0 is the total output of j -sector of investigated region; N_0 is the number of sector components, defining the structure of output of investigated region.

1.2. The initial structure of industry technologies:

$$A^0 = \begin{bmatrix} a_{11}^0 & a_{12}^0 & \dots & a_{1N_0}^0 \\ a_{21}^0 & a_{22}^0 & \dots & a_{2N_0}^0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{N_0,1}^0 & a_{N_0,2}^0 & \dots & a_{N_0,N_0}^0 \end{bmatrix} \quad (2)$$

therein

$$a_{ij}^0 = \frac{x_{ij}^0}{x_j^0}, i, j \in N_0 \quad (3)$$

where x_j^0 is the total output of j -sector of investigated region; x_{ij}^0 is the output cost of i -sector for the output of j -sector of investigated region.

The result: the set of initial sector technologies used in the region:

$$A^0 = \{A_1^0; A_2^0; \dots; A_j^0; \dots; A_{N_0}^0\} \quad (4)$$

2. Formation of a set of standard technologies

$$L^* \subset L, \quad (5)$$

where L is the set of all existing technologies; L^* is a subset of standard technologies.

2.1. Selection of standard matrixes of technological factors:

$$A^* = \{A^{1*}; A^{2*}; \dots; A^{l*}; \dots; A^{L*}\} \quad (6)$$

where A^{l*} is the matrix of technological factors of the country l^* , taken as a standard.

2.2. Reduction of matrixes of technological factors, used for forming of a set of standard technologies A^* to a form, compatible with the matrix of the investigated region A^0 .

2.3. Acquisition of a set of standard technologies, every element of which is structurally and semantically consistent with the elements of initial set of technologies A^0 :

$$A^* = \left\{ \langle A_1^{1*}; A_1^{2*}; \dots; A_1^{L*} \rangle; \dots; \langle A_{N_n}^{1*}; A_{N_n}^{2*}; \dots; A_{N_n}^{L*} \rangle \right\} \quad (7)$$

3. Estimated deviations of initial technological factors from the reference values for each sector.

Thus, the use of a set of standard technologies allows having precise quantitative guidelines to justify the most effective options for investment in new sector technologies during planning of sector programs and comprehensive programs of region's economic development. And as a reference can be taken a technology, most corresponding to one of ours, and the least one, that makes it possible to perform calculations for different scenarios of the strategy of economic development in the region.

ЗМІСТ

Ковалев В.Д. Перспективы развития конструкций тяжелых станков	3
Азарова Н.В., Матюха П.Г., Цокур В.П. Сравнение параметров стружки и единичных срезов, образующихся при шлифовании	4
Алієв І.С., Мартинов С.В., Грудкіна Н.С. Штамп для отримання порожнистих деталей з внутрішнім фланцем	5
Алиева Л.И., Абхари П. Радиальное выдавливание втулок с фланцем ...	6
Алиева Л.И., Чучин О.В., Бондарева Е.Н. Безотходные способы выдавливания полых деталей типа втулок и колец	7
Алиев И.С., Жбанков Я.Г., Жукова О.А. Осадка выпукло-вогнутыми плитами	8
Алиев И.С., Жбанков Я.Г. Исследование закономерностей трения при пластической деформации между свинцом и сталью	9
Альошичев П.В., Демченко Р.В. Особливості моделювання експериментального стенду для дослідження процесу руйнування ґрунтів	10
Андриенко И.А. Моделирование координации управленческих процессов на предприятии на основе рефлексивно-иерархического подхода	11
Андронов О.Ю. Надійність послідовної технологічної системи збірного токарного різця	12
Аносов В.Л., Черномаз В.Н., Гузенко В.С. Процессы восстановления на графах в механообработке	13
Антонюк В.С., Волкогон В.М., Котляр Д.А., Кравчук А.В. Новий інструментальний матеріал для процесів переривистої обробки різанням	14
Білявський М.Л. Спосіб реалізації технології різання з попереднім пластичним деформуванням при торцевому фрезеруванні	15
Богданова Л.М. Оценка эффективности функционирования технологической системы	16
Богуцкий А.А., Макаренко Н.А. Разработка технологического процесса и оборудования для плазменной наплавки безвольфрамовой стали 100X4M5Ф2 крупногабаритных резцов металлорежущий станков	17
Бондарев С.В. Ремонт металлорежущего оборудования влагостойкими электродами	18
Братан С.М., Рощупкин С.И. Моделирование сил резания, возникающих при алмазном сверлении	19
Васильева Л.В. Выбор показателя стабильности обработки при многокритериальной оптимизации процесса резания	20
Васильченко Я.В., Сукова Т.А., Шаповалов М.В., Полунина Л.В. Входные параметры адаптивных технологических систем работы тяжелых станков	21

Вислоух С.П. Інформаційні основи розв'язання технологічних задач	22
Витренко А.В., Бочарова И.А., Воронцов Б.С. Формообразование зубьев колес гиперболоидных передач	23
Витренко В.А., Кашура А.Л., Кириченко И.А., Кузнецова М.Н. Повышение точности обработки зубьев за счет ППД	24
Власов А.Ф., Лысак В.К. Повышение стойкости инструмента холодного деформирования метала	25
Водолазская Е.Г., Искрицкий В.М., Водолазская Н.В. Выбор параметров контролирующих устройств для сборочного резьбовозавертывающего инструмента	26
Воеводина Т.А., Гринёв Ю.А., Царенко Е.Н. Влияние геометрических параметров рабочей части на направление сил резания при сверлении сборными сверлами со сменными многогранными пластинами	27
Гаков С.О. Дослідження умов експлуатації колесотокарного обладнання з метою вдосконалення системи керування	28
Гринь А.Г., Бойко И.А., Дегтяренко Н.Е. Самозащитная порошковая проволока для сварки и наплавки стали 110Г13	29
Гусев В.В., Медведев А.Л. О физике процесса правки шлифовальных кругов способом свободного абразива	30
Гущин О.В., Вересотская Ю.С. Применение частотно-регулируемого электропривода с рекуперацией энергии	31
Данильченко Ю.М., Верба І.І., Петришин А.І. Аналіз конструкції пристосування для контурної обробки зубчастих коліс	32
Дихтенко Р.Н. Повышение надежности механизмов подъема механического экскаватора	33
Дорохов Н.Ю., Удовиченко И.А., Демина Г.Ю. Оценка взаимного влияния жесткостных параметров кранов мостового типа	34
Дорохов Н.Ю. Особенности применения волновых передач с дополнительной жесткостью в механизмах ПТМ	35
Иванов И.Н., Иванов А.И. О возможности управления качеством поверхностного слоя при многоконтактной упрочняюще-чистовой обработке	36
Иванов И.Н., Стефашина А.М. Технологическая наследственность как резерв повышения точности сборки	37
Ивченкова Е.Ю., Стрельников Р.Н., Воронова Е.А. Моделирование внешнеэкономической логистики ЗАО «НКМЗ»	38
Ивченко Т.Г., Шальская Е.Е. Повышение эффективности чистового и тонкого точения за счет оптимизации режимов резания	39
Ивченко Т.Г., Шелкунова Д.М. Исследование тепловых явлений при алмазном выглаживании	40

Казакова Т.В., Малахов А.В. Особенности изготовления сборных торцовых фрез на современном автоматизированном оборудовании	41
Казакова Т.В. Основные подходы к оценке качества сборного инструмента на этапах проектирования и изготовления	42
Калафатова Л.П., Поезд С.А. Влияние режимов алмазного шлифования ситалла на себестоимость обработки	43
Калиниченко В.В. Разработка схем связей выходных параметров процесса резания с его интегральным энергетическим критерием	44
Кассов В.Д., Данилюк В.А. Повышение ресурса работы ленточных конвейеров для обслуживания складов	45
Клименко Г.П. Визначення регламентів експлуатації інструменту з урахуванням його імовірності руйнування	46
Клименко Г.П., Хоменко А.В., Сукова Т.А. Определение надежности обеспечения требуемой точности для повышения стабильности обработки на тяжелых станках	47
Клименко Г.П., Хоменко А.В., Чабан К.С. Определение стратегии замены режущих пластин сборных концевых фрез	48
Климов О.М., Дюбнер Л.Г., Майборода В.С. Вплив магнітно-абразивного оброблення на якість змінних твердосплавних пластин	49
Ковалев Д.Г. Разработка новых нормативов режимов резания для тяжелых карусельных станков	50
Ковалев В.Д., Гаков С.А., Белов Н.А. Повышение конкурентоспособности тяжелых токарных станков за счет уменьшения их металлоемкости	51
Ковалев В.Д., Пономаренко А.В., Шевцов А.А. Исследование эксплуатационных характеристик направляющих тяжелого токарного станка повышенной грузоподъемности	52
Ковалевская Е.С., Борисенко Ю.Б. Современные CAD-CAM системы при обработке деталей на станках с ЧПУ	53
Койнаш В.А., Белоконь А.В. К вопросу повышения срока службы гусеничных звеньев ходового землеройных машин	54
Косенко М.В., Гулькова О.С. Исследование накопленной деформации при выдавливании полых конических деталей	55
Красовский С.С., Хорошайло В.В., Кабацкий А.В., Бабенко С.А. Проектирование разверток сферических поверхностей из листового металла	56
Красовский С.С., Хорошайло В.В. Механизация шлифовальной обработки сварных швов при ремонте изложниц	57
Кривий П.Д., Кобельник В.Р. Методика дослідження різальної здатності твердосплавних інструментів за коефіцієнтом укорочення стружки в імовірносному аспекті	58

Крупко В.Г., Граматний О.І. Обґрунтування жорсткісних параметрів підвісу стріл екскаваторів-кранів	59
Крупко В.Г., Деревянко А.М. Методика оценки технического уровня одноконшковых экскаваторов на примере карьерных экскаваторов	60
Крупко В.Г., Калашников О.Ю. Сравнительный анализ канатных и гидравлических одноконшковых экскаваторов	61
Крупко И.В. Исследования силовых и кинематических параметров в четырехопорном шагающем движителе экскаватора	62
Кузнецов Н.Н. Воздействие на заготовку импульсами электромагнитного поля	63
Кутенев М.Л., Савченко С. Моделювання ефективності рекламної кампанії підприємства	64
Кушик В.Г. Розширення технологічних можливостей автоматизованого токарного металообробного обладнання	65
Куций А.М. Разработка электродов с экзотермическими добавками для наплавки металлорежущего инструмента	66
Левченко Е.А. Кинематический анализ условий процесса абразивной резки труб	67
Лена Р.Н., Турлакова С.С. Координация управленческих процессов в рамках рефлексивного подхода	68
Лях П.Ф. Исследование горизонтальных нагрузок в механизмах передвижения мостовых кранов	69
Майборода В.С., Джулий Д.Ю., Клишта Е.С. Магнитно-абразивная обработка многогранных неперетачиваемых твердосплавных пластин в условиях больших рабочих зазоров. Влияние обработки на изменение поверхностной твердости рабочих поверхностей и характер округления режущих кромок неперетачиваемых пластин	70
Макаренко Н.А., Шепотько В.П. Метод снижения напряжений и термических деформаций при изготовлении и ремонте приспособлений и корпусных деталей металлорежущих станков методом сварки	71
Макаренко Н.А., Богуцкий А.А. Изготовление стальных станин и других корпусных деталей металлорежущих станков методом сварки	72
Макаренко Н.А., Кошевой А.Д., Грановская Н.А. Разработка оборудования и технологического процесса ручной дуговой сварки для ремонта и изготовления деталей станков	73
Мартынов А.П., Московцев Н.Н. Автоматизация проектирования калибров контроля расположения и формы с зависимыми допусками	74
Мельник М.С., Сліцова Є.В. Лінійний вимірювальний перетворювач для верстатів з ЧПК	75

Мельникова Е.П., Быков В.В. Исследование технологических параметров процесса резания тормозных дисков транспортных машин	76
Миранцов С.Л., Гузенко В.С., Музыкант Я.А. Аналитические исследования резцов с расширенными технологическими возможностями	77
Мироненко Е.В., Ковалев Д.Г. Создание и исследование новых конструкций сборных резцов повышенной прочности	78
Мироненко Е.В., Сычев И.А., Раймер Е. Инженерно-консалтинговая стратегия предприятия, поставляющего высокотехнологичное оборудование	79
Мирошниченко А.В. Влияние силы поджима осевого инструмента на величину огранки обработанных отверстий	80
Мирошниченко Ю.В. Особенности раннего прогнозирования банкротства отечественных предприятий	81
Михайлов А.Н., Михайлова Е.А., Михайлов Д. Особенности синтеза функционально-ориентированных технологий и перспективы их развития ...	82
Мишура Е.В. Оптимизация технологических процессов с учетом слабоформализуемых факторов	83
Неченаев В.Г., Гнитко А.Н., Харламов С.Ю. Выбор и обоснование методов экспериментального определения исходных данных для оценки прочности Т-образных фрез	84
Неченаев В.Г., Гнитко А.Н., Харламов С.Ю. Разработка методики прочностного анализа фрез для обработки Т-образных пазов	85
Новиков П.А. Особенности работы метчика при нарезании резьбы малого диаметра	86
Олейник С.Ю., Гусев В.В., Калафатова Л.П. Использование метода конечных элементов для моделирования динамических характеристик системы СПИД при шлифовании оболочек из ситалла	87
Останкова Л.А. Планування та оптимізація виробничої програми промислового підприємства	88
Підгурський М.І. Статистичне моделювання зародження та розвитку втомних тріщин у зварних металоконструкціях	89
Покинтелица Н.И. Исследование влияния параметров режима резания на температуру в зоне контактного взаимодействия инструмента и заготовки при термофрикционной обработке сталей	90
Полупан И.И. Исследования динамической устойчивости процесса восстановления профиля колесных пар	91
Пресняков В.А., Каптаренко А.Е. Проектирование установок для электроконтактной наплавки тел вращения на базе металлорежущих станков	92

Протиняк С.І. Особливості переходу промислових підприємств на електронний документообіг із застосуванням інформаційної системи «Астра»	93
Равская Н.С., Ковалева Л.И., Родин Р.П. Определение параметров срезаемого слоя при охватывающем фрезеровании деталей типа тел вращения	94
Рагулин И.А. Особенности расчета группы классификации режима работы грузоподъемных кранов	95
Рамазанов С.К., Припотень В.Ю. Инновационные технологии в управлении техногенными промышленными объектами в условиях кризиса	96
Рыбас Е.Ю. Обоснование схемы комплексной механизации процесса погрузки горной массы в железнодорожные вагоны с использованием бункера двустороннего действия	97
Серета В.Г., Удовенко В.К., Кравец Е.И. Производство заготовок роликов ленточных конвейеров	98
Сидорко В.И., Пегловский В.В., Ляхов В.Н., Поталько Е.М. Особенности обработки природного камня на фрезерных станках	99
Смирнова М.А., Мамедов Р.Б. Совершенствование средств релейной защиты и автоматики в электромеханических системах	100
Смирнова М.А., Трубина М.С. Определение гармонического состава сигналов при анализе параметров процесса резания	101
Солодкий В.І., Черногод Є.В. Працездатність свердел загострених за різними методами	102
Сорока Е.Б., Клименко С.А., Копейкина М.Ю. Влияние шероховатости поверхности основы на шероховатость поверхности и напряженное состояние вакуум-плазменного покрытия	103
Степанов О.В., Гейчук В.М., Майборода В.С. Оптимізація умов магнітно-абразивного оброблення консольно закріплених деталей	104
Струтинський В.Б., Ципоренко В.О., Юрчишин О.Я. Науково-технічні проблеми розробки токарних автоматизованих комплексів	105
Суботин О.В., Еникеев А.Ф. Регулятор поперечной подачи шлифовального круга	106
Таровик Н.Г. Анализ кинематических характеристик механизмов шагания экскаваторов	107
Тимофеев Ю.В., Мироненко Е.В., Клочко А.А., Шаповалов В.Ф. Технологические аспекты обработки закаленных колес твердосплавным фрезами	108
Ткаченко М.А. Визначення параметрів зношення різальних інструментів ..	109

Фесенко А.Н., Фесенко М.А., Максименко Р.И. Получение отливок с дифференцированной структурой и свойствами методом центробежного литья	110
Фесенко М.А., Фесенко А.Н., Волошин М.Ю. Исследование процесса встречного модифицирования чугуна в литейной форме	111
Филатов Ю.Д., Маслов В.П. Нарушенный слой поверхностей деталей из хрупких неметаллических материалов при финишной алмазно-абразивной обработке	112
Фролов В.В. Формирование эффективных систем механической обработки с использованием генетических алгоритмов	113
Цветков А.И., Макаренко Н.А., Власов А.Ф., Титаренко К.Э. Исследование возможности применения электрошлакового переплава стали Р18 для изготовления режущего инструмента	114
Черепнина Г.С. Анализ условий работы рабочего органа роторного экскаватора	115
Шашко В.О. Дослідження резервів підвищення ефективності діяльності допоміжного виробництва промислового підприємства	116
Швец С.В. Новая модель процесса резания при точении	117
Шевченко Н.Ю., Галащенко Н.А. Создание информационной системы бюджетирования затрат ЗАО «НКМЗ»	118
Шепелев А.А., Сороченко В.Г., Шепелев А.А. (мл.) Технология алмазно-абразивной обработки керамических деталей типа «шар»	119
Makarkina G., Shishkina K., Korotenko E. Justification of investment in branch production technologies based on regional input-output model	120

Наукове видання

ВАЖКЕ МАШИНОБУДУВАННЯ. ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

МАТЕРІАЛИ VIII Міжнародної науково-технічної конференції

Рекомендовано до друку вченою радою ДДМА,
протокол №9 від 28.05.2010

Підп. до друку 28.05.2010
Ум. друк. арк. 8,0.
Тираж 100 прим.

Формат 60×84 ¹/₁₆.
Обл.-вид. арк. 5,82.
Зам. №56

Видавець і виготівник
"Донбаська державна машинобудівна академія"
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
серія ДК №1633 від 24.12.2003